ISNN 3030-3907

2025/11
VOLUME 5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

ISSUE/11 VOLUME 5

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	Menejmentda boshqaruv funktsiyalari *Karimjonov Doniyorbek Ibrohimjon o'g'li*	9
2	O'zbekiston kichik va o'rta korxonalarida mehnat xavfsizligi madaniyatini shakllantirish muammolari va yechimlari *Mustafaev. B. E*	13
3	Iso 21001:2018 standartini joriy etish natijalari *Mamajonov Abduvoxid Abduraxmonovich* *Sultonova Dildoraxon Toxirjon qizi*	23
4	An integrated approach to optimizing and assessing the safety criteria of cast-in-place reservoirs (on the example of the talimarjon reservoir) *Xodjaqulova Nodira Xosiyatqul qizi*	35
5	O'zbekiston kichik va o'rta korxonalarida mehnat xavfsizligi madaniyatining o'ziga xos xususiyatlari va uni baholash muammolari *Mustafaev. B. E*	44
6	Cyperus rotundus ildizlarining antioksidant faolligini fitokimyoviy tahlili *Qodirova Gulchexraxon Yuldashevna*	54
7	Sun'iy intellektda matematik usullar *Ulasheva Shakhlo Tagaevna* *Sharapova Mukhabbat Arapovna* *Ulasheva Shokhista Tagaevna*	61
8	Moyli kuch transformator texnik holati bakining vibroakustik parametrlariga asoslangan imitatsion modelidan foydalangan holda ekspress baholash *I.K. Ismoilov*	66
9	Yangi o'zbekistonda zamonaviy ta'lim usullari. *Beknazarova M.K.*	76
10	Tarkibida kremniy bo'lgan biomodifikatorlar bilan polietilenni modifikatsiyalash va xossalarini tadqiq etish. *Qarshiyev M.T.* *Sharifova N.N.* *Allanov A.B.* *Nurqulov F.N.*	82
11	Чорвоқ эркин туристик зонасида жойлашган туризм объектлари *Шомуродова Ш.Ғ*	87
12	The future of synthetic fuels: gas-to-liquid as a bridge to low-carbon *Komilov Murodillo Zoirovich* *Zoirova Aziza Irgashevna*	96
13	Экстракцион фосфат кислотани оҳактош хомашёси билан нейтраллаш асосида кальций ва магний фосфатли ўғитлар олиш жараёнини ўрганиш *Шамшидинов И.Т.*	101
14	Адаптивное управление процессами очистки воздуха в промышленных цехах: обзор научных статей *И.Х.Сиддиков* *Ю.Мамасодиков* *Н.Ю.Мамасодикова* *Г.Э.Эргашева*	110
15	Изучение процесса получения одинарных фосфорных удобрений с использованием кальцийсодержащих отходов водоочистки *Шамшидинов И.Т.*	120
16	Comprehensive review of solar collector technologies for manufacturing processes *Mirsultanov Ilkhomjon Mirzakhakimovich*	129
17	Integration of case study techniques in chemistry instruction *Boboqulova O. J.* *Ziyadullayeva Z. J.*	140

ISSN 3030-3907

	Ruziev I.Kh. *Kenjayeva I.A*	
18	Umumkasbiy fanlarini o‘qitishda nazariy dars mashg‘ulotlarni tashkil etish uslubi *Karimov Ilhom Normamatovich* *Shodmonov Sanjarbek Salimjon o‘g‘li*	149
19	Ir spectroscopic and thermal investigation of encapsulated urea with stabilized solubility *Raximov Kodir Islombayevich* *Usanbayev Najimuddin Xalmurzayevich* *Namazov Shafaat Sattarovich*	157
20	Modifikatsiyalangan polipropilenning fizik mexanik xossalari tadqiq qilish *Xolmaxmatov Sardor Baxtiyor o‘g‘li* *Ro‘ziqulov Azim Yusupovich* *Karimov Oybek Tirkavovich*	167
21	Turli manbalardan xitozan sintezi va xossalari *Abdurasulov Arslon To‘ychiyevich*	172
22	Особенности геологического строения и моделирования продуктивных горизонтов бухаро-хивинского региона *Султонов Нодир Нормуродович* *Аббасова Саидахон Акмал кизи* *Мавланов Зафар Алланазарович* *Турдиев Шохжахон Шермамат угли* *Агзамова Севара Авазовна*	181
23	Нефтегазохимия — будущее узбекистана *Цуканов М.Н.*	193
24	Исследование робастной устойчивости системы управления прямоточных парогенераторов, построенных в классе катастрофы гиперболическая омбилика *Даулетбаев Азиз Бахадир Ули*	198
25	Ko‘p qavatli turar joy binolaridagi elektr energiya isroflarini taxlil qilish *Poziljonova Dilbaroy Xakimjon qizi* *Xakimov Temurbek Boxodirjon o‘g‘li*	208
26	Tolali va dispersion to‘ldiruvchilarning polietilen asosli kompozitsion materiallarning ishqalanish xuxusiyatuiga ta’sirini o‘rganish. *Ataxonova Sayyora Koraboyevna* *Abdullayeva Dildoraxon Mahammad qizi*	214
27	Havodan distirlangan suv olish texnologiyasi *Kulmirzayeva Gulrabo*	220
28	Sun’iy intellekt va tibbiy xodimlar o‘rtasidagi hamkorlikning yangi modellari *Muydinov Firuzjon Farxodjonovich*	225
29	Mintaqaviy agrar sektorning optimal rivojlanish modelini shakllantirishning nazariy asoslari va evolyutsiyasi *Ibragimov Nodir Nusriddinovich*	232
30	Namangan shahri islom karimov ko‘chasida joylashgan elastik-plastik gruntlarda to‘lqin tarqalishi. *Jo‘raboyev Mexro‘zbek Muxtorjon o‘g‘li*	241
31	Analysis of losses reduction methods for low-voltage overhead power networks *Xoshimjonov Muxammadjon Xayrullo o‘g‘li* *Xakimov Temurbek Boxodirjon o‘g‘li*	251
32	Austenitli polat va qotishmalarning donlar aro karroziyasi xususiyatlarini o‘rganish, va metallar karroziyasiga qarshi texnalogik jarayonlarni tadqiqotlash *Ataxonova Sayyora Koraboyevna* *Xoldarova Maftuna Rustamjon qizi*	257
33	Numerical calculation of positive hydraulic shock in the presence of a damper *Rajabov Ulug‘bek Mamashoevich* *Mamashoyev Umid Ulug‘bek o‘g‘li*	263

ISSN 3030-3907

34	Matbaa bosma jarayonida vakuumli ko‘tarish mexanizmini takomillashtirish orqali qog‘oz uzatish samaradorligini oshirish *Djurayev Sherzod Sobirjonovich* *Polvonov Alimirzo Qutbiddin o‘g‘li*	273
35	Metall atsetat bilan modifikatsiyalangan polietilenning termomexanik tahlili *Hazratov Alimardon Abdusattor o‘g‘li* *Ro‘ziqulov Azim Yusupovich* *Karimov Oybek Tirkavovich*	281
36	Assessment of the industrial potential of strontium-enriched sherobod celestine through determination of its chemical composition and spectral analysis *Furkat Bozorovich Eshkurbanov* *Khidirova Gulkhayo Gaffarovna* *Turayev Ikrom Mordanovich*	286
37	Standartlarshtirish, metrologiya va muvofiqlikni belgilash sohasida xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni rivojlantirish va mukammallashtirish masalalari *Orifboyev Abdullaxon Asadullo o‘g‘li*	294
38	Обзор исследований получения экологически чистых пластификаторов на основе касторового масла *Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна* *Умаров Бобурбек Носир угли*	299
39	Mineral gil asosidagi adsorbentlar bilan bo‘yash va pardozlash bo‘limlaridagi to‘qimachilik oqava suvlarini zararsizlantirish *Umarov Boburbek Nosir O‘g‘li* *Narzullaeva Aziza Murodillaevna*	310
40	Gel'mintozlarni tashxislashda zamonaviy biotexnologiyalar: ptsr, ifa va boshqa usullar *Hasanova Gulbahor Rahmatullayevna* *Burhanova Dilovar Sadridinovna* *Norkulova Holida Sharofiddinovna*	320
41	Analysis of existing methods for soft starting electric drives of pumping units *A.A. Khamzayev*	328
42	Machine learning algorithms for cyber attack classification *Xusnutdin Samarov* *Zakhro Barotova*	335
43	Geodeziya va kartografiyada o‘lchashlarning noaniqligini baholash holati va metodologiyasi (gnss-asosida misol bilan) *Axmedov Barat Mahmudovich* *Bekimbetov Shodiyor Iskandar o‘g‘li*	346
44	Gidrotexnika qurilishlari va gidroenergetika tizimlarining dolzarb muammolari *Fayzullayev Joxon Toshpo‘lat o‘g‘li* *Xolmo‘minov Tohir Zayliyevich*	351
45	Development of an algorithm and software for performing ultrasound studies on a specific human organ using a robot. *Jo‘rayev Zafar Botirovich* *Nodirbek Ruziyev Avazjon o‘g‘li*	357
46	Yer osti konchilik ishlarida bazalt armaturalaridan foydalanishni amaliyotga tadbiq etish *M.O‘.Abduaxatov* *U.T.Toshtemirov*	366
47	Structural and functional features of anionic acrylamide copolymers in the flocculation of model mineral and oil-containing systems. *Guliniso Jumayeva* *Aziza Abdikamalov* *Izzat Eshmetov* *Sayyora Mamataliyeva* *Mirtokhir Muratov*	371

ISSN 3030-3907

48	Пуансон ва матрица текис ишчи юзалари билан кесишдаги таъсир кучини назарий аниқлаш натижалари *Мадрахимов Д.У.* *Мансуров И. И.*	380
49	Siprofloksatsinning kobalt bilan kompleks birikmasining hirshfeld sirt yuzasi tahlili *Kudiyarova Aygul Dauletiyarovna*	386
50	6-nitroxinazolin-4-onning analitik tahlil uslubini ishlab chiqish *Xaitova Shaxnoza Karimjonovna* *Toshboltayev Arabboy Sirojiddin o'g'li* *Ziyadullayev Mirjalol Egamberdi o'g'li*	391
51	Инсон маънавияти ва экология *Халимбетов Ю.М.* *Коржавов Ш.О.* *Юлдашев С.Ж.* *Жиянбойев Азизбек Соатбойевич*	399
52	Ўрта аср шарқ мутафаккирлари қарашларининг ёшлар тарбиясидаги ўрни *Амонова Ҳикоят Иноятовна*	405
53	О повышении эффективности фотоэлектрических станций, устанавливаемых на территории узбекистана *А.И. Каршибаев* *Г.О. Холбоев* *Б.Г. Олимов*	412
54	Основные направления применения водорастворимых полимеров акриламида для повышения экологической устойчивости и оптимизации структурно-агрегатного состояния почв *Исмайлов Бахтияр Муратбаевич*	419
55	Kichik sanoat korxonalarida «tejamkor ishlab chiqarish» konsepsiyasidan foydalanishning tashkiliy-iqtisodiy mexanizmini takomillashtirish *Butaev Dovlatali Inomovich*	428
56	Особенности структуры и прочности доломитового магнезиального портландцемента *М.Ж.Айимбетов* *Л.Б.Кабулова* *Г.З.Юлдашева*	442
57	Yo'l-transport hodisalarining asosiy sabablari va ularni kamaytirish strategiyalari *To'yqulov Qobil Salimovich*	449
58	Определение оптимального момента переключения управляющих сигналов *Акрамходжаев Й.Т.*	457
59	Universitet maqsadli ko'rsatkichlari vizual tahlil paneli veb-ilovasini yaratish *Sayidova Nazokat Sayfullaevna* *Barnoyeva Umida*	463
60	Республикадаги бино ва иншоотларда енергия самарадорлигини ошириш ва енергияни тежаш таҳлили *Касимов Санджар Магрупович*	469

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

MENEJMENTDA BOSHQARUV FUNKTSIYALARI

Karimjonov Doniyorbek Ibrohimjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika Instituti talabasi
E-mail: karimjonov.doniyorbek@mail.ru

Annotatsiya: Bu funktsiyalar o‘zaro bog‘liq va murakkab bo‘lib, bu ma'muriyatdan moslashuvchanlikni va tashkilotning tashqi va ichki muhitining o‘zgaruvchan sharoitlariga moslashishni talab qiladi.

Kalit so‘zlar: funksiya, tashqi, muhit, o‘zgaruvchan, bog‘liq

Аннотация: Эти функции взаимосвязаны и сложны, что требует от администрации гибкости и адаптации к изменяющимся условиям внешней и внутренней среды организации.

Ключевые слова: функция, внешняя, среда, переменная, зависимая.

Abstract: These functions are interrelated and complex, which requires the administration to be flexible and adapt to the changing conditions of the external and internal environment of the organization.

Key words: function, external, environment, variable, dependent

Kirish

Kompaniyaning ishlari bilan shug‘ullanayotganda, menejment doimiy ravishda maqsadlar qo‘yadi va ularga minimal xarajat bilan erishishga yordam beradigan harakatlar haqida o‘ylaydi. Aynan shu harakatlar boshqaruvdagi boshqaruv funktsiyalarini ifodalaydi. Ularni ajratib, amalga oshirish orqali siz muvaffaqiyatli biznes qurishingiz mumkin.

"Funktsiya" atamasi lotin tilidan ma'lum harakatlarni "bajarish, ado etish" deb tarjima qilingan. Agar biz tashkilotni boshqarish haqida gapiradigan bo‘lsak, unda bu uni amalga oshirishga yordam beradigan harakatlardir. Boshqacha qilib aytganda, bu alohida xodimlar yoki bo‘limlarning rollari bo‘lib, ularning bajarilishi ushbu tashkilotning ishlashini ta'minlaydi. Aytish kerakki, ushbu rollar doirasida tanlangan texnika va usullardan foydalangan holda amalga oshiriladigan va kerakli natijalarga erishishga yordam beradigan ma'lum bir qator vazifalar mavjud.

Aytgancha, har bir funktsiya quyidagilarni nazarda tutadi:

- ma'lumotlar yig‘ish;
- qayta ishlash;
- muhokama qilish (ushbu bosqichda kelajakdagi harakatlar bo‘yicha qarorlar qabul qilinadi);
- shakllantirish;
- vazifalarni ijrochilarga o‘tkazish;
- bajarilishini nazorat qilish.

Boshqaruv funktsiyalarining xususiyatlari, ularning ahamiyati, tamoyillari

ISSN 3030-3907

Boshqaruv jarayoni tsiklik bo‘lib, boshqaruv faoliyatining bir necha turlarini o‘z ichiga oladi. Bu tiplar menejmentdagi asosiy boshqaruv funktsiyalari hisoblanadi.

METODLAR

Ularning ahamiyatini ortiqcha baholash qiyin, ular kompaniya faoliyatida asosiy rol o‘ynaydi, chunki tashkilotning boshqa funktsiyalari aniq boshqaruv funktsiyalari bilan bog‘liq. Menejerlar korxona tuzilmasini, ishning o‘ziga xos xususiyatlarini, qo‘llaniladigan texnologiyalarni belgilaydi, xodimlarni tanlash va joylashtirishni va hokazolarni belgilaydi.

Keling, xususiyatlarni ko‘rib chiqaylik.

Funktsiyalarni taqsimlash majburiy jarayon bo‘lib, ularsiz biznesni rivojlantirish mumkin emas, ayniqsa ishlab chiqarishni kengaytirish bosqichida va natijada boshqaruv jarayonining murakkabligi oshadi.

Boshqaruvdagi barcha funktsiyalar o‘zaro bog‘liq, shuning uchun ularni tizim sifatida ko‘rib chiqish kerak. Masalan, boshqaruv funktsiyasi orqali olingan ma'lumotlar rejalashtirishning bir qismi sifatida tuzilgan vazifalar ro‘yxatiga mos keladi. Va nazoratning o‘zi to‘g‘ri tashkil etilishi kerak (bu allaqachon tashkilotning vazifasi).

Har bir funktsiya boshqaruv jarayonining turli sohalariga taalluqlidir va funksional boshqaruv turini aniqlash mezoni hisoblanadi. Shunday qilib, maqsadli, motivatsion, korporativ va boshqalar mavjud.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Asosiy boshqaruv funktsiyalarini tahlil qilib, ular kompaniyaning ma'muriy bo‘limida sodir bo‘ladigan jarayonlar haqida xulosalar chiqaradilar va uning rivojlanishini belgilaydilar.

Shuningdek, biz barcha funktsiyalarga xos bo‘lgan umumiy tamoyillarni aniqlashimiz mumkin, xususan: moslashuvchanlik (eng yaxshi natijaga erishish uchun ishning turli bosqichlarida tuzatishlar kiritish qobiliyati), samaradorlik (xarajatlarni rejalashtirish, shunda ular daromaddan oshmaydi va kompaniyaga pul ishlashga yordam beradi)., va boshqalar.

Boshqaruv darajalari yordamida tashkilotlarda mehnat taqsimoti sodir bo‘ladi. Aytish kerakki, bu ish sifatini yaxshilaydi, chunki bunday sharoitda alohida xodim yoki alohida bo‘lim unga yuklangan muayyan vazifalarni bajaradi.

Menejmentda menejmentning uchta darajasi mavjud.

ISSN 3030-3907



Oliy yoki institutsional

Bu erda top-menejerlar ishlaydi: prezidentlar, kompaniyalar vitse-prezidentlari, direktorlar. Ular kompaniyani strategik boshqarishni amalga oshiradilar, davlat, raqobatchilar, jamoat tashkilotlari va boshqalar bilan o‘zaro munosabatlar bo‘yicha qarorlar qabul qiladilar. Ular faoliyat yo‘nalishini ham tanlaydilar, shuning uchun aslida biznesning keyingi rivojlanishi ularning qarorlariga bog‘liq.

Shuning uchun ham yirik kompaniyalardagi samarali yuqori darajadagi menejerlar o‘z mehnatlari uchun munosib haq oladilar va bu to‘liq oqlanadi. Bunday menejerlar ko‘pincha juda ko‘p vazifalarni bajaradilar va ular lavozim tavsiflari bilan tartibga solinmaydi, ya'ni bajarilishi kerak bo‘lgan qo‘ng‘iroqlar yoki buyurtmalar soni yo‘q, lekin maqsad bor: kompaniyani etakchiga aylantirish yoki ma'lum bir maqsadga erishish. sohadagi muvaffaqiyat va hokazo. Yuqori darajadagi menejerlar buni minimal xarajatlar va maksimal foyda bilan qanday qilishni mustaqil ravishda tushunishlari kerak.

Aytgancha, bunday sharoitda odamlarda professional charchash paydo bo‘lishi mumkin. Buning oldini olish uchun esa biznesni tizimlashtirish zarur. Tizimlashtirish sizga biznes-jarayonlarni avtomatlashtirishga va o‘zingizni kundalik ishlardan ozod qilishga, nafaqat strategiyani ishlab chiqishga, balki dam olishga ham ko‘proq vaqt ajratish imkonini beradi.

O‘rta yoki boshqaruvchi

Boshqaruvning ushbu darajasida bo‘limlar va filiallar rahbarlari boshqaruvda o‘zaro hamkorlik qiladilar. Ular yuqori boshqaruv tomonidan qo‘yilgan maqsadlarga erishish uchun rejalarni ishlab chiqadilar va amalga oshiradilar. Ular, shuningdek, ikkita boshqa darajalar o‘rtasida o‘ziga xos bufer

ISSN 3030-3907

bo‘lib xizmat qiladi: ular "yuqoridan" ma'lumot oladilar, uni qayta ishlaydilar va quyi darajaga uzatadilar.

Qizig‘i shundaki, agar kompaniya yirik bo‘lsa va ko‘plab o‘rta menejerlarga ega bo‘lsa, ular shartli ravishda yuqori va quyi darajalarga bo‘linadi.

Pastroq yoki texnik

Bu kichik menejerlar, operatsion menejerlar va kichik bo‘limlar boshliqlarining darajasi. Ular bir ishlab chiqarish smenasini, o‘n kunlik, kamroq bir oy davomida operativ rejalashtirishni amalga oshiradilar, shuningdek, ushbu rejalarning bajarilishini nazorat qiladilar. Ko‘pincha ajratilgan resurslardan, ya'ni xom ashyo va asbob-uskunalardan optimal foydalanish ularning mas'uliyat sohasiga kiradi.

XULOSA

Boshqaruv piramidasida (eng past daraja) joylashganligiga qaramay, bu ish ancha murakkab. Buni amalga oshiradigan menejerlar kun davomida ko‘plab vazifalarni hal qilishga, ular orasida tezda almashishga majbur bo‘lishadi. Bundan tashqari, ularning ish vaqtining muhim qismi xodimlar yoki hamkasblar bilan ish masalalarini muhokama qilishga sarflanadi, shu bilan birga bu mutaxassislarni qo‘rqitmaydi, chunki ularning ko‘pchiligi o‘z kareralarini shu darajadan boshlaydilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Poksinska B. The state of ISO 9000 certification: a study of Swedish organizations / The TQM Magazine Vol.14. №5. 2002. pp. 456.
2. Kanji J.K. An innovative approach to make ISO 9000 standards more effective // Total Quality Management. Vol.9. №1. 1998. pp. 556.
3. Огвоздин В.Ю. Управление качеством. Основы теории и практики: Учеб пособ. – М.: «Дело и Сервис», 2009. – 304 с.
4. Ржевская С.В. Управление качеством. Практикум. Учеб пособ.-М.: Логос, 2009.- 288 с.
5. Магомедов С.Х, Веспалова Г.Э. Управление качеством продукции. Учебник. – М.: «Дашков и Ко», 2010. – 336 с.
6. Xojiahmedov G., Yaxyaeva I. Sifat menejmenti.Darslik.TDIU. : 2012.-200 b.
7. Васовский Л.Э, Протасьев В.В. Управление качеством. Учебник. – М.: ИНФРА-М, 2010. – 212 с.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON KICHIK VA O‘RTA KORXONALARIDA MEHNAT XAVFSIZLIGI MADANIYATINI SHAKLLANTIRISH MUAMMOLARI VA YECHIMLARI

Mustafaev. B. E

Annotatsiya: Ushbu maqolada O‘zbekiston kichik va o‘rta korxonalarida mehnat xavfsizligi madaniyatini rivojlantirish jarayonidagi asosiy muammolar va ularni bartaraf etish yo‘llari tahlil qilingan. Tadqiqot davomida KO‘Kning mehnat muhofazasi tizimidagi kamchiliklar, resurslar yetishmasligi, xodimlar tayyorgarligi va rahbariyat mas'uliyati masalalari o‘rganildi. Maqolada xalqaro tajribalar va milliy sharoitlar kontekstida amaliy tavsiyalar taqdim etilgan. Mehnat xavfsizligi madaniyatini shakllantirish uchun zarur bo‘lgan tashkiliy, iqtisodiy va ta'lim chora-tadbirlari ilmiy asoslangan. Natijalar ko‘rsatadiki, KO‘Klarda xavfsizlik madaniyatini joriy etish iqtisodiy samaradorlikni oshirish bilan birga ishchilar hayotini saqlashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: mehnat xavfsizligi, kichik va o‘rta korxonalar, xavfsizlik madaniyati, mehnat muhofazasi, O‘zbekiston, ishlab chiqarish xavfsizligi, xodimlar tayyorgarligi, korxona boshqaruvi, xavfsizlik tizimlari, professional tayyorlov.

Аннотация: В данной статье проанализированы основные проблемы в процессе развития культуры безопасности труда на малых и средних предприятиях Узбекистана и пути их преодоления. В ходе исследования были изучены недостатки системы охраны труда МСП, нехватка ресурсов, обучение персонала и вопросы ответственности руководства. В статье представлены практические рекомендации в контексте международного опыта и национальных условий. Организационные, экономические и образовательные мероприятия, необходимые для формирования культуры безопасности труда, научно обоснованы. Результаты показывают, что внедрение культуры безопасности в малом и среднем бизнесе будет способствовать сохранению жизни рабочих и повышению экономической эффективности.

Ключевые слова: безопасность труда, малые и средние предприятия, культура безопасности, охрана труда, Узбекистан, безопасность производства, подготовка персонала, управление предприятием, системы безопасности, профессиональная подготовка.

Annotation: This article analyzes the main problems in the process of developing the culture of Labor security in small and medium-sized enterprises of Uzbekistan and ways to eliminate them. In the course of the study, the issues of deficiencies in the labor protection system of SMEs, lack of resources, staff training and leadership responsibility were studied. The article presents practical recommendations in the

ISSN 3030-3907

context of international experiences and national conditions. The organizational, economic and educational measures necessary for the formation of a culture of Labor security are scientifically based. The results show that the introduction of a culture of safety in SMEs serves to preserve the lives of workers while improving economic efficiency.

Keywords: labor Security, small and medium-sized enterprises, security culture, labor protection, Uzbekistan, production security, personnel training, Enterprise Management, Security Systems, professional Training.

Kirish

O‘zbekiston iqtisodiyotida kichik va o‘rta korxonalar muhim o‘rin tutadi va ularning salmog‘i yildan-yilga ortib bormoqda, ammo mehnat xavfsizligi sohasidagi muammolar hali ham jiddiy e'tiborni talab etadi. Bugungi kunda dunyo bo‘yicha mehnat sharoiti bilan bog‘liq kasalliklar va jarohatlar yiliga taxminan 1,9 million kishining o‘limiga sabab bo‘lmoqda[1]. Xalqaro Mehnat Tashkilotining so‘nggi ma'lumotlariga ko‘ra har yili mehnat bilan bog‘liq hodisalar tufayli yaqin 3 million ishchi vafot etadi, bu 2015 yilga nisbatan 5 foizga ko‘proq[2]. Rivojlanayotgan mamlakatlarda ishchilar global kasbiy xavf-xatarlarning 80 foizidan ko‘progiga duchor bo‘lishadi[3]. O‘zbekistonda esa 2024 yilda mehnat baxtsizliklari natijasida 261 nafar ishchi hayotdan ko‘z yumdi, bu ko‘rsatkich OSH Week 2025 davomida e'lon qilingan edi[4].Kichik va o‘rta korxonalarda xavfsizlik muammosi ayniqsa og‘ir kechadi chunki bu tashkilotlarda resurslar cheklangan va me'yoriy hujjatlarga rioya qilish past darajada[5]. Avstraliyada olib borilgan tadqiqotlarga ko‘ra KO‘Klar butun biznes tashkilotlarining 97 foizini tashkil qiladi va taxminan 3,5 million xodimni ish bilan ta'minlaydi, ammo bu korxonalarda xavfsizlik tizimi ko‘pincha norasmiy va noaniq bo‘ladi[6]. O‘zbekiston Respublikasi Bandlik va mehnat munosabatlari vazirligining davlat mehnat inspeksiyasi orqali ish joylarini nazorat qiladi, biroq ko‘plab korxonalarda tizimli yondashuv yo‘q[7]. KO‘Klarda xavfsizlik sohasidagi amal qiluvchi qonun-qoidalar ko‘pincha rioya qilinmaydi va rahbariyat bu masalaga kam ahamiyat beradi[8]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, KO‘Klarda xavfsizlik standartlari bo‘yicha muvofiqlik past darajada qolmoqda[9].Ishlab chiqarishda mehnat xavfsizligi madaniyatini shakllantirish ko‘p jihatdan rahbariyatning yondoshuviga bog‘liq bo‘lib, menejerlar xavfsizlikni birinchi o‘ringa qo‘ygan holda ish yuritmaslari kerak[10]. Rahbarlar va nazoratchilar o‘z harakatlarida xavfsizlikni faol qo‘llab-quvvatlasalar, xodimlar ham ularga ergashadilar, bu esa tashkilotda xavfsizlik madaniyatini mustahkamlaydi[11]. Rivojlanayotgan mamlakatlarda ayniqsa KO‘Klarda mehnat xavfsizligiga ahamiyat berilmaydi, chunki korxonalar resurs yetishmasligidan aziyat chekadi[12]. Yangi ishchilar ish joyida jarohatlanish xavfi besh baravar yuqoriroq va barcha jarohatlarning 40 foizi bir yildan kam tajribaga

ISSN 3030-3907

ega xodimlar orasida sodir bo‘ladi, bu esa o‘qitishning ahamiyatini ko‘rsatadi[13]. Mehnat xavfsizligi madaniyati ishchilarning xatti-harakatlarini shakllantiradi va ko‘plab tadqiqotlar xavfsizlik iqlimi bilan xavfsizlik ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi ijobiy bog‘liqlikni isbotlagan[14].

1-jadval:

Mehnat baxtsizliklari bo‘yicha global statistika

Davlat/Mintaqa	Yillik o‘limlar soni	100,000 ishchiga nisbatan	Asosiy sabab
Global	2,930,000	39.2	Yurak-qon tomir kasalliklari
Afrika	580,000	63.5	Kasbiy kasalliklar
Osiyo-Tinch okean	1,850,000	68.3	Nafas olish kasalliklari
Yevropa	185,000	24.7	Transport hodisalari
Amerika	315,000	28.9	Ishlab chiqarish jarohatlar
O‘zbekiston	**261**	**1.8**	Turli xil hodisalar
AQSh	5,283	3.5	Transport hodisalari

Manba: ILO, WHO, BLS ma'lumotlari asosida (2023-2024)

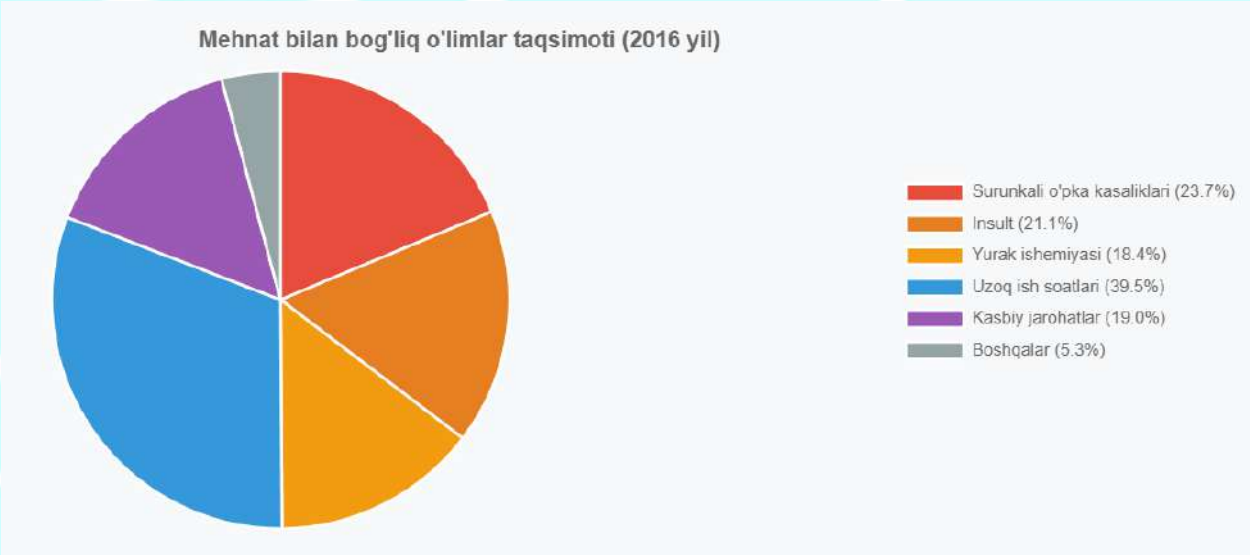
Global iqtisodiyot sharoitida mehnat xavfsizligi masalalari mahalliy darajadagi muammolarga aylanib bormoqda, chunki o‘qitilmagan muhojir ishchilar norasmiy sektorda, qurilishda va qishloq xo‘jaligida band bo‘lishadi[15]. Jahon Sog‘liqni Saqlash Tashkiloti va XMTning birgalikda tuzgan hisobotlariga ko‘ra 2016 yilda mehnat bilan bog‘liq o‘limlarning asosiy sabablari nafas olish va yurak-qon tomir kasalliklari bo‘lib, o‘limlarning 81 foizini notransmissiv kasalliklar tashkil qilgan[16]. Eng ko‘p o‘limga surunkali obstruktiv o‘pka kasalligi 450 ming, insult 400 ming va yurak ishemik kasaligi 350 ming odam o‘limiga sabab bo‘lgan[17]. Uzoq ish soatlari - haftasiga 55 soat yoki undan ko‘proq - 2016 yilda taxminan 745 ming o‘limga sabab bo‘lgan bo‘lib, bu mehnat bilan bog‘liq o‘limlarning 40 foizini tashkil etadi[18].O‘zbekistonda mehnat xavfsizligi tizimini yaxshilash maqsadida Xalqaro Mehnat Tashkiloti tomonidan

ISSN 3030-3907

2024 yilda "O‘zbekistonda mehnat inspeksiyasi va mehnat xavfsizligi tizimlarini takomillashtirish" loyihasi boshlangan[19]. 2025 yil fevral va mart oylarida O‘zbekiston uchun milliy mehnat xavfsizligi profilini qayta ko‘rib chiqish va tasdiqlash bo‘yicha uch tomonlama davra suhbatlari o‘tkazildi[20]. Xavfsizlik madaniyatini rivojlantirish uchun Konfederatsiya sertifikatlangan trenerlar to‘plamini yaratish maqsadida mehnat xavfsizligining asoslari kursi tashkil etildi[21]. 2025 yil 28 apreldan 3 maygacha O‘zbekistonda "Mehnat xavfsizligining yangi davri: sun'iy intellekt va raqamlashtirish roli" mavzusida keng ko‘lamli kampaniya o‘tkazildi[22].KO‘Klarda xavfsizlik madaniyatini yaratish uchun birinchi navbatda xavfsizlik mas'uliyatlarini belgilash va javobgarlikni rivojlantirish zarur, buning uchun butun boshqaruv jamoasi xavfsizlikka sodiqlik ko‘rsatishi kerak[23]. Xodimlar uchun zarur vaqt, o‘qitish, resurslar va jihozlar bilan ta'minlash shart, chunki har doim xavfsiz ishlash uchun vaqt borligini ko‘rsatish zarur[24]. Xavfsizlik bo‘yicha tadbirlar va rejalashtirishda xodimlarni jalb qilish orqali ularni o‘z xavfsizligiga mas'uliyat hissi bilan qarashlari mumkin[25]. Tashkilotda muntazam xavfsizlik tekshiruvlarini o‘tkazish va ish joyidagi xavf-xatarlarni aniqlash muhim ahamiyatga ega[26]. Eng yaxshi natijalar kamida besh yillik tajribaga ega bo‘lgan tashkilotlarda kuzatiladi, bu erda xavfsizlik madaniyati barqaror bo‘ladi va xodimlar uchun oddiy amaliyotga aylanadi[27].Rivojlanayotgan mamlakatlarda ish joylarida kasalliklar va o‘limlar uzoq vaqt davomida mavjud bo‘lib kelmoqda, chunki turli ijtimoiy-iqtisodiy, geografik, madaniy va mahalliy omillar ta'sir ko‘rsatadi[28]. Eng kam rivojlangan mamlakatlarda ishlab chiqarish ob'ektlarida sanitariya nazorati sanitariya-epidemiologik markazlar mutaxassislari zimmasida bo‘lib, ular mehnat gigiyenasi bo‘yicha mutaxassislar hisoblanadi[29]. Rivojlanayotgan mamlakatlarda mehnat xavfsizligi va sog‘liqni saqlash infratuzilmasining yo‘qligi Ebola pandemiyasi va sil kabi yuqumli kasalliklarning halokatli oqibatlarini kuchaytiradi[30]. Jahon aholisining to‘rtdan uch qismi xavfli sharoitlarda yoki kasblarida ishlaydi va rivojlanayotgan mamlakatlarda 1,4 milliarddan ortiq ishchi bunday sharoitlarda mehnat qiladi[31]. Rivojlanayotgan mamlakatlar kamdan-kam hollarda majburiy mehnat va atrof-muhit qoidalariga ega bo‘ladi va hatto ko‘plab rivojlangan mamlakatlarda ham hukumatlar ish joylarini tartibga solish va nazorat qilishdan uzoqlashmoqda[32].Mehnat xavfsizligi sohasidagi global muammolar Xalqaro Mehnat Tashkiloti va Jahon Sog‘liqni Saqlash Tashkilotining qo‘lida bo‘lib, ular katta vazifalar bilan yuklangan, ammo ularning byudjetlari juda kichik[33]. BMT agentliklar a'zo davlatlar tomonidan berilgan mablag‘larga qaraganda xususiy xayr-ehsonlarga ko‘proq bog‘liq holga kelgan[34]. Global mehnat xavfsizligi masalalarini hal qilish uchun turli darajalarda aralashuvlar zarur, jumladan Jahon Sog‘liqni Saqlash Tashkiloti va Xalqaro Mehnat Tashkiloti kabi xalqaro

ISSN 3030-3907

tashkilotlar uchun hukumat mablag‘larini oshirish kerak[35]. Amerika Qo‘shma Shtatlarida 2023 yilda 5283 ta o‘limga olib kelgan mehnat jarohat hodisalari qayd etilgan, bu 100 ming to‘liq vaqtli ekvivalent ishchi uchun 3,5 o‘lim ko‘rsatkichini tashkil qiladi[36]. Transportda bog‘liq hodisalar eng ko‘p uchraydigan o‘lim turi bo‘lib, barcha kasbiy o‘limlarning 36,8 foizini yoki 1942 tasini tashkil qiladi[37].



1-diagramma: mehnat bilan bog‘liq o‘limlarning asosiy sabablari Manba: WHO/ILO Joint Estimates, 2016

O‘zbekiston ishchilar uchun xavfsiz mehnat sharoitlarini ta'minlash bo‘yicha ishlayapti va mehnat muhofazasi to‘g‘risidagi qonun ishlab chiqarishda xavfsizlik va sog‘liqni ta'minlash uchun ish beruvchilar va xodimlarning mas'uliyatlarini belgilaydi[38]. Ish beruvchilardan xavflarni muntazam baholash va ish joyidagi baxtsizliklarni va kasbiy kasalliklarni oldini olish uchun zarur choralarni ko‘rish talab qilinadi[39]. O‘zbekistonda mehnat xavfsizligi qoidalari bo‘yicha 50 yoki undan ortiq xodimi bo‘lgan ish joylarida ish joyi shifokorlari va sog‘liqni saqlash xodimlarini bo‘lishi majburiy hisoblanadi[40]. Mehnat xavfsizligi tadbirlari nafaqat qonuniy natijalarni kamaytiradi, balki tashkilotning obro‘sini ham oshiradi va uni potensial xodimlar uchun jozibador joyga aylantiradi[41].

2-jadval:

Ko‘klarda mehnat xavfsizligi muammolari va yechimlari

№	Muammo	Ta'sir darajasi	Yechim yo‘li	Amalga oshirish muddati
1	Resurslar yetishmasligi	Yuqori	Davlat dotatsiyalari, grant dasturlari	6-12 oy

ISSN 3030-3907

№	Muammo	Ta'sir darajasi	Yechim yo‘li	Amalga oshirish muddati
2	Rahbariyat mas'uliyatsizligi	Yuqori	Xavfsizlik liderligini rivojlantirish	3-6 oy
3	Xodimlar tayyorgarligining pastligi	O‘rta	Majburiy o‘qitish dasturlari	1-3 oy
4	Nazorat tizimining zaifligi	Yuqori	Inspeksiya xizmatini kuchaytirish	6-12 oy
5	Texnologik jihozlar eskirganligi	O‘rta	Modernizatsiya dasturlari	12-24 oy
6	Me'yoriy hujjatlar bilimining yo‘qligi	O‘rta	Konsultatsiya markazlari tashkil etish	3-6 oy
7	Xavfsizlik madaniyatining shakllanmaganligi	Yuqori	Kompleks madaniy dasturlar	12-36 oy
8	Moliyaviy imkoniyatlar cheklanganligi	Yuqori	Mikrokreditlar, imtiyozli shartlar	6-12 oy

Xavfsizlik madaniyatini yaratish uzun muddatli jarayon bo‘lib, u tashkilotning barcha darajalarida xodimlarning faol ishtirokini talab etadi[42]. Brooks 2008 yilda ta'kidlaganidek, tashkilotda amalda qo‘llaniladigan xavfsizlik madaniyati yuqori ishlab chiqarish darajasini oshiradi va KO‘Klar individual ishchi va butun tashkilotning ishlab chiqarish darajasini oshirishi mumkin. Yog‘och sanoati ishchilari o‘rtacha yillik jarohatlanish hodisalarida besh-etti marta va og‘ir jarohatlanish xavfi to‘rt marta yuqoriroq. 5000 nafar yog‘och ishchisi va 460 ta baxtsizlik holatini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, jarohatlarning aksariyati barmoqlarga kesish va kog‘ilish bo‘lib, jarohatlarning sezilarli qismi mashinalarni

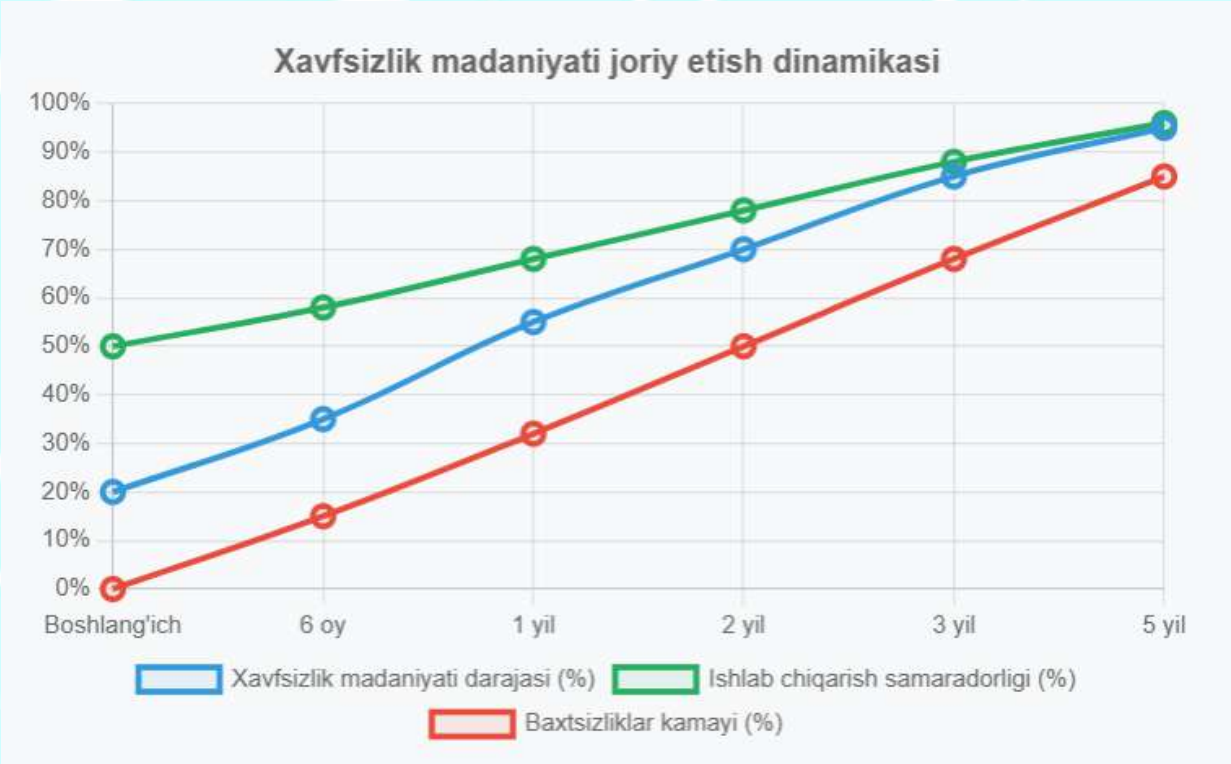
ISSN 3030-3907

qayta ishlash bo‘limida sodir bo‘lgan. KO‘Klarda xavfsizlik boshqaruvi va tashkiliy muhit ko‘pincha norasmiy va ba'zan noaniq bo‘ladi, shuning uchun madaniy muhitni etnografik usullar bilan baholash zarur.Mehnat xavfsizligi sohasida ta'lim va o‘qitish kadrlarini tayyorlash muhim vazifa bo‘lib, O‘zbekistonda Coca-Cola kompaniyasi kabi yirik korxonalar mehnat xavfsizligini nafaqat qoida sifatida emas, balki zamonaviy ish beruvchining mentaliteti sifatida qaraydi. Keng ko‘lamli o‘qitish dasturlari ishda shikastlanishlarning oldini olish uchun zarur va xodimlar ularga ta'sir qiluvchi masalalar bo‘yicha o‘qitish o‘tkazish kerak, bu esa o‘rganishni kuchaytiradi va ish joyi xavfsizligi masalalariga egalik huquqini rag‘batlantiradi. Xavfsizlik bo‘yicha jamiyat a'zolari uchun psixologik xavfsizlik muhitini yaratish innovatsiyalar madaniyatiga olib kelishi mumkin, chunki psixologik jihatdan o‘zlarini xavfsiz his qiluvchi xodimlar jarayonlarni yaxshilash yoki yangi mahsulot g‘oyalarini keltirib chiqarishi mumkin bo‘lgan hisoblangan tavakkalchilikni qabul qilishlari ehtimoli yuqori. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki yuqori darajada psixologik xavfsizlikka ega bo‘lgan jamoalar samaradorlik va ijodkorlik jihatidan boshqalardan ustun keladi.

O‘zbekiston kabi rivojlanayotgan mamlakatlarda mehnat xavfsizligi e'tibordan chetda qolayotganligi raqobatdosh ijtimoiy, iqtisodiy va siyosiy muammolar sababli sodir bo‘lmoqda. Global sa'y-harakatlarga qaramay kasbiy xavfsizlik va sog‘liqni saqlash masalalariga murojaat qilish uchun har yili 2 million mehnat bilan bog‘liq o‘limlar va 330 million mehnat bilan bog‘liq baxtsizliklar sodir bo‘lmoqda. Ish joylari bilan bog‘liq o‘limlar yo‘l-transport hodisalaridan 999 ming, urushlardan 502 ming, zo‘ravonlikdan 563 ming va OITS/AIDS dan 312 ming o‘rtacha yillik o‘limlardan oshib ketadi. Pakistan zavodida ishlaydigan ishchi Fransiyadagi zavod ishchisiga qaraganda ishda halok bo‘lish ehtimoli sakkiz marta yuqori va Keniyada transport ishchilari o‘rtasidagi o‘lim holdlari Daniyagacha qiyoslanganda o‘n baravar ko‘p. Gvatemalada qurilish ishchilari o‘lim ehtimoli olti marta yuqoriroq bo‘lib, rivojlanayotgan mamlakatlar mehnat xavfsizligi masalalarini hal qilish uchun milliy darajada siyosat va huquqiy bazalarni o‘rnatishi shart.Xavfsizlik madaniyatini rivojlantirish uchun texnologiyadan foydalanish ham muhim ahamiyatga ega bo‘lib, sanoat robotlari kimyoviy moddalar bilan ishlashi yoki og‘ir sharoitlarda charchash, kasal bo‘lish yoki jarohatlanish xavfi bo‘lmagan holda ishlashi mumkin. Sun'iy intellekt vositalari doimiy ravishda mashinalar va jihozlarni kuzatib borishi va tahlil qilishi mumkin, bu esa muntazam kalendar tadbirlarga yoki mashina buzilganida aralashish o‘rniga xizmat ko‘rsatish yoki ta'mirlash uchun to‘g‘ri vaqtni aniqlaydi. Sun'iy intellekt ish joyidagi potensial xavf-xatarlar va xavflarni aniqlash uchun ma'lumotlarni tahlil qilishda qo‘llaniladi. Xavfsizlik madaniyatini yaratish xodimlarning jalb qilinishiga bog‘liq va ularning qo‘llab-quvvatlashi bo‘lmasa xavfsizlik

ISSN 3030-3907

tashabbuslari muvaffaqiyatsiz bo‘ladi. Xavfsizlikni ish samaradorligi ko‘rsatkichlariga bog‘lash muhim bo‘lib, xavfsizlik maqsadlarini xodimlarning baholashlariga kiritish kerak.



2-diagramma: xavfsizlik madaniyati va iqtisodiy samaradorlik

Xulosa qilib aytganda O‘zbekiston kichik va o‘rta korxonalarida mehnat xavfsizligi madaniyatini shakllantirish murakkab jarayon bo‘lib u rahbariyat mas'uliyati xodimlarning faol ishtiroki resurslarga investitsiya qilish va uzluksiz ta'lim dasturlarini joriy etishni talab qiladi. Mehnat xavfsizligi madaniyati bilan ishchilarning hayoti va sog‘lig‘i saqlanadi hamda korxonaning iqtisodiy samaradorligi oshadi. Global tajribalardan olingan darslar milliy sharoitlarga moslashtirilganda eng yaxshi natijalar beradi va davlat sektori ish beruvchilar va ishchilar birgalikda xavfsiz mehnat muhitini yaratishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. WHO/ILO. Almost 2 million people die from work-related causes each year. Geneva: World Health Organization, 2021.
2. ILO. Nearly 3 million people die of work-related accidents and diseases. Geneva: International Labour Organization, 2024.
3. Renton K. et al. Occupational Health and Safety in the Least Developed Countries - A Simple Case of Neglect. Journal of Occupational Health, 2012.
4. ILO. OSH Week 2025 in Uzbekistan spotlights innovation, digitalization and a culture of prevention. Tashkent: International Labour Organization, 2025.
5. Surienty L. Management practices and OSH implementation in SMEs in Malaysia. Malaysian Science University, 2012.

ISSN 3030-3907

6. Brooks A. The natural selection of organizational and safety culture within a small to medium sized enterprise (SME). Safety Science, 2008.
7. Rivermate. Workplace Health and Safety in Uzbekistan. Available online, 2024.
8. ILO. Uzbekistan builds employers' organizations' capacity to provide occupational safety and health trainings to enterprises. Tashkent: International Labour Organization, 2025.
9. Guo B. et al. Exploring the Role of Safety Culture Factors towards Safety Behaviour in Small-Medium Enterprise. Academy Journal, 2019.
10. SME Media. How to Create a Culture of Safety. Manufacturing Today, 2023.
11. Red Cross Training. How SMEs can improve their workplace safety culture. London: Red Cross, 2024.
12. Ahmad S. et al. Synergetic effect of safety culture and safety climate on safety performance in SMEs. International Journal of Occupational Health, 2021.
13. SME Magazine. How to Create a Culture of Safety in Manufacturing. Society of Manufacturing Engineers, 2023.
14. Neal A., Griffin M. Safety climate and safety performance. Journal of Safety Research, 2006.
15. LaDou J. Global Issues - OSH Disparities in Developing Countries. Professional Safety Journal, 2005.
16. WHO/ILO. Joint Estimates of the Work-related Burden of Disease and Injury, 2000-2016: Global Monitoring Report. Geneva: WHO, 2021.
17. WHO. Work-related diseases and injuries responsible for deaths in 2016. Geneva: World Health Organization, 2021.
18. WHO/ILO. Long working hours linked to 750,000 deaths. Geneva: WHO/ILO, 2021.
19. ILO. ILO launches new project on occupational safety and health in Uzbekistan. Tashkent: International Labour Organization, 2024.
20. ILO. Strengthening occupational safety and health in Uzbekistan: key tripartite discussions. Tashkent: International Labour Organization, 2025.
21. ILO. Uzbekistan builds employers' organizations' capacity through EOSH training. Tashkent: International Labour Organization, 2025.
22. ILO. OSH Week 2025 focuses on AI and digitalization in workplace safety. Tashkent: International Labour Organization, 2025.
23. SafeMT. Creating a Safety Culture: 15 Steps to Implementation. Montana Safety, 2021.
24. SafeMT. Provide resources and time for safety training. Montana Safety Guidelines, 2021.
25. SafeMT. Involve employees in safety initiatives. Montana Safety, 2021.

ISSN 3030-3907

26. Red Cross. Conduct regular safety inspections. First Aid Training Guidelines, 2024.
27. IOSH. How to create a positive safety culture in SMEs. IOSH Magazine, 2024.
28. ILO. Developing a Safety Culture in Developing Countries. International Labour Review, 2013.
29. ILO. Occupational safety and health in the Republic of Uzbekistan. Country Profile Report, 2007.
30. Michaelis M. et al. Global Occupational Health: Current Challenges and the Need for Urgent Action. Annals of Global Health, 2014.
31. LaDou J., Teitelbaum D. Occupational health: a world of false promises. Environmental Health Journal, 2018.
32. LaDou J. Occupational Health challenges in developing countries. Environmental Health, 2018.
33. LaDou J., Teitelbaum D. WHO and ILO have limited capacity for OSH changes. Environmental Health, 2018.
34. WHO/ILO. UN agency dependence on private donations. Geneva: WHO, 2018.
35. Michaelis M. Increased governmental funding needed for international organizations. Annals of Global Health, 2014.
36. U.S. Bureau of Labor Statistics. Census of Fatal Occupational Injuries Summary, 2023. Washington: BLS, 2024.
37. BLS. Transportation incidents most frequent fatal events. Washington: Bureau of Labor Statistics, 2024.
38. Generisonline. Workplace Health and Safety Guidelines in Uzbekistan: A Comprehensive Overview. Legal Review, 2024.
39. Generisonline. Employer responsibilities under Uzbekistan labor protection law. Legal Analysis, 2024.
40. HSE Group Uzbekistan. Occupational Safety Regulation Article 14 requirements. Tashkent: HSE Group, 2024.
41. Generisonline. Safety compliance improves organizational reputation. Legal Commentary, 2024.
42. SafeMT. Long-term safety culture development process. Montana Safety, 2021.

ISSN 3030-3907

ISO 21001:2018 STANDARTINI JORIY ETISH NATIJALARI

Mamajonov Abduvoxid Abduraxmonovich
Andijon davlat texnika instituti Kimyo fanlari nomzodi, dotsent,
E-mail: abduvohidmamajonov58@gmail.com
Tel: +998 99-920-09-69
Sultonova Dildoraxon Toxirjon qizi
Andijon davlat texnika instituti doktoranti
E-mail: dSultanova 373@ gmail.com
Tel: +998-613-66-16

Annotatsiya. Ushbu maqolada ISO 21001:2018 “Ta’lim tashkilotlari uchun menejment tizimi” standartini ta’lim muassasalarida joriy etishning amaliy natijalari tahlil etiladi. Standart talablari asosida ta’lim jarayonini boshqarish, manfaatdor tomonlar ehtiyojlarini inobatga olish, ta’lim sifati ko‘rsatkichlarini oshirish, o‘quv jarayonida shaffoflikni ta’minlash hamda ta’lim oluvchilar manfaatlarini ustuvor qo‘yish bo‘yicha amalga oshirilgan islohotlar o‘rganiladi. Tadqiqotda ISO 21001:2018ni joriy etishdan avvalgi va keyingi holat taqqoslanib, sifat menejmenti samaradorligining oshishi, o‘quvchilar ehtiyojlarini qondirish darajasi, ta’lim xizmatlari xaridorlari ishonchi, xodimlar kompetensiyasining rivojlanishi hamda boshqaruv tizimining takomillashuvi bo‘yicha yutuqlar asoslab beriladi.

Kalit so‘zlar: ISO 21001:2018, ta’lim sifatini boshqarish, ta’lim muassasasi, manfaatdor tomonlar, ta’lim oluvchilar ehtiyojlari, samaradorlik, boshqaruv tizimi, ta’lim jarayoni, ta’lim xizmatlari, monitoring, baholash, uzluksiz takomillashtirish.

Abstract. This article analyzes the practical results of implementing the ISO 21001:2018 "Management System for Educational Organizations" standard in educational institutions. Reforms carried out to manage the educational process based on the requirements of the standard, take into account the needs of stakeholders, improve educational quality indicators, ensure transparency in the educational process, and prioritize the interests of students will be studied. The study compares the situation before and after the implementation of ISO 21001:2018 and substantiates achievements in increasing the effectiveness of quality management, the level of satisfaction of students' needs, the trust of customers of educational services, the development of personnel competence, and the improvement of the management system.

Keywords: ISO 21001:2018, education quality management, educational institution, stakeholders, learners' needs, effectiveness, management system, educational process, educational services, monitoring, assessment, continuous improvement.

Аннотация. В данной статье анализируются практические результаты внедрения стандарта ISO 21001:2018 "Система менеджмента для образовательных организаций" в образовательных учреждениях. Будут изучены реформы, осуществляемые по управлению образовательным процессом на основе требований стандарта, учету потребностей заинтересованных сторон, повышению показателей качества образования, обеспечению прозрачности в образовательном процессе и приоритетности интересов обучающихся. В исследовании сравнивается состояние до и после внедрения ISO 21001:2018, обосновываются достижения по повышению эффективности менеджмента качества, уровню удовлетворения потребностей учащихся, доверия покупателей образовательных услуг, развитию компетенций персонала и совершенствованию системы управления.

Ключевые слова: ISO 21001:2018, управление качеством образования, образовательное учреждение, заинтересованные стороны, потребности обучающихся, эффективность, система управления, образовательный процесс, образовательные услуги, мониторинг, оценка, непрерывное совершенствование.

Kirish

Bugungi kunda ta’lim tizimining samaradorligini oshirish, raqobatbardosh kadrlar tayyorlash, ta’lim sifati va natijadorligini xalqaro mezonlar asosida baholash dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Ta’lim jarayonida sifatni boshqarishning zamonaviy mexanizmlarini joriy etish, manfaatdor tomonlar ehtiyojlarini inobatga olish, o‘quv jarayonida shaffoflik va samaradorlikni ta’minlash global miqyosda ustuvor yo‘nalish sifatida e’tirof etilmoqda. Shu nuqtayi nazardan, O‘zbekiston Respublikasida ta’lim menejmenti tizimini xalqaro standartlar asosida takomillashtirish bo‘yicha izchil islohotlar amalga oshirilmoqda. Mazkur jarayonlarda ISO 21001:2018 “Ta’lim tashkilotlari uchun menejment tizimi” standarti muhim metodologik asos bo‘lib xizmat qilmoqda [1].

ISO 21001:2018 standarti ta’lim tashkilotlarining strategik boshqaruvi, ta’lim oluvchilar manfaatlarini himoya qilish, manfaatdor tomonlar bilan samarali hamkorlikni yo‘lga qo‘yish, ta’lim xizmatlari sifatini baholash va uzluksiz takomillashtirish tamoyillariga tayangan holda ishlab chiqilgan. Standart talablari ta’lim muassasalari faoliyatini tizimli boshqarish, pedagoglar kompetensiyasini rivojlantirish, o‘quv jarayonida innovatsion yondashuvlardan foydalanish va ta’lim xizmatlari iste’molchilarining qoniqish darajasini oshirishga qaratilgandir [2].

ISO 21001:2018 ni amaliyotga joriy etish ta’lim muassasalarida boshqaruv jarayonlarining aniq me’yorlar asosida shakllanishi, ichki audit tizimining kuchayishi, raqamli monitoring vositalarining joriy etilishi hamda ta’lim sifatini

ISSN 3030-3907

boshqarishning ilg‘or xalqaro tajribalarini milliy sharoitga moslashtirish imkonini bermoqda. Ushbu maqolada mazkur standartni tatbiq etish natijalari tahlil qilinadi, mavjud yutuqlar va takomillashtirish istiqbollari yoritiladi [3].

Tadqiqot metodologiyasi.

Tadqiqot vazifalarni yechishda tizimli taxlillash metodlari, jarayonli yondashuv, SWOT-tahlillash, xavfga yo‘naltirilgan tafakkur, jarayonlarni statistik boshqarish, sifatining takomilllashtirish modellaridan foydalanilgan.

Tadqiqot tahlili va natijalari

Maqolada ISO 21001:2018 standartini joriy etish natijalari tizimli ravishda tahlil qilingan. Maqsad — ta’lim tashkilotlari boshqaruv tizimini standart talablari asosida joriy etish orqali ta’lim sifati, boshqaruv samaradorligi va manfaatdor tomonlar qoniqishida yuzaga kelgan o‘zgarishlarni aniq ko‘rsatkichlar bilan isbotlashdir. Yondashuv PDCA (rejalashtirish–amalga oshirish–tekshirish–takomillashtirish) sikliga tayanadi hamda jarayonli yondashuv, xavfga asoslangan fikrlash va dalillarga tayangan qarorlar tamoyillarini amaliyotga singdiradi [4].

Natijalar bazaviy holat (joriy etishdan avvalgi ko‘rsatkichlar) va intervensiya davri (joriy etilgandan keyingi ko‘rsatkichlar) bo‘yicha oldingi va keyingi holat taqqoslash usulida bayon etiladi [5-7]. Baholash uchun strategik va faoliyat ko‘rsatkichlar majmuasi qo‘llanadi: o‘quv jarayoni (dars intizomi, kursni yakunlash, talabalar qoniqishi), mehnat bozori bilan uyg‘unlik (ishga joylashish, ish beruvchi fikri), kadrlar va yetakchilik (malaka oshirish, almashinuvi), resurs va moliya (budjet ijrosi, auditoriya fondidan foydalanish), raqamli jarayonlar (platforma barqarorligi, foydalanuvchi faolligi), muvofiqlik–audit (nomuvofiqliklar, tuzatish choralarining yopilish vaqti) kabi yo‘nalishlar qamrab olindi.

1-jadval

Ta’lim tashkilotining ISO 21001:2018 joriy etishdan oldingi va joriy etilgandan keyingi holatning qiyosiy tahlili

№	Ko‘rsatkich nomi	Oldingi holat	Keyingi holat	Maqsad	Δ (ta’sir, o‘zgarish)
1	Sifat maqsadlarini bajarish darajasi, %	65–70	88–92	≥90	+10–15
2	Manfaatdor tomonlar qoniqish indeksi, %	70–75	82–87	≥85	+10–12
3	Bitiruvchilarning ishga joylashish darajasi, %	58–62	68–74	≥70	+8–12
4	Bitiruv darajasi, %	78–82	85–89	≥87	+5–9
5	Saqlanish (1–2 kursga o‘tish) darajasi, %	83–85	88–91	≥90	+4–6

ISSN 3030-3907

6	Innovatsion faoliyat ulushi, %	35–40	55–65	≥60	+20–25
7	Ish beruvchilar qoniqishi indeksi, %	72–77	82–87	≥85	+8–10
8	Ilmiy mahsuldorlik (maqola, monografiya, iqtibos/oqit.)	0.9–1.1	1.3–1.5	≥1.4	+0.3–0.5
9	Grant mablag‘lari hajmi, mln so‘m/yil	150–200	250–300	≥300	+50–100
10	Dars o‘tkazilish intizomi, %	92–95	97–99	≥98	+3–5
11	Kursni muvaffaqiyatli yakunlash, %	76–80	83–88	≥85	+5–8
12	O‘quv dasturlarini yangilash sikliga rioya, %	60–65	85–90	≥88	+20–25
13	Talabalar qoniqishi indeksi, %	74–78	83–87	≥85	+7–10
14	O‘quv natijalari o‘sish sur’ati, %	+3–4	+7–9	≥+8	+3–5
15	O‘qituvchilar malaka oshirish soatlari, soat/yil	28–32	42–48	≥45	+14–16
16	Kadrlar almashinuvi, %	10–12	7–9	≤8	−3–5
17	Bo‘sh lavozimlarni to‘ldirish vaqti, kun	35–40	25–30	≤28	−8–12
18	Rahbarlik samaradorligi indeksi, %	70–75	82–86	≥85	+10–12
19	Murojaatlarni yechish samaradorligi, %	72–78	85–92	≥90	+12–15
20	Budjet ijrosi (reja-fakt tafovuti), %	−5…−3	−2…0	≤0	+3–5 yaxshilanish
21	Talaba boshiga xarajat, so‘m	6.5–7.0 mln	7.2–7.8 mln	—	+10%
22	Auditoriya fondidan foydalanish, %	65–70	80–85	≥82	+12–15
23	Texnik vositalar nosozlik darajasi, %	9–11	4–6	≤5	−5–6

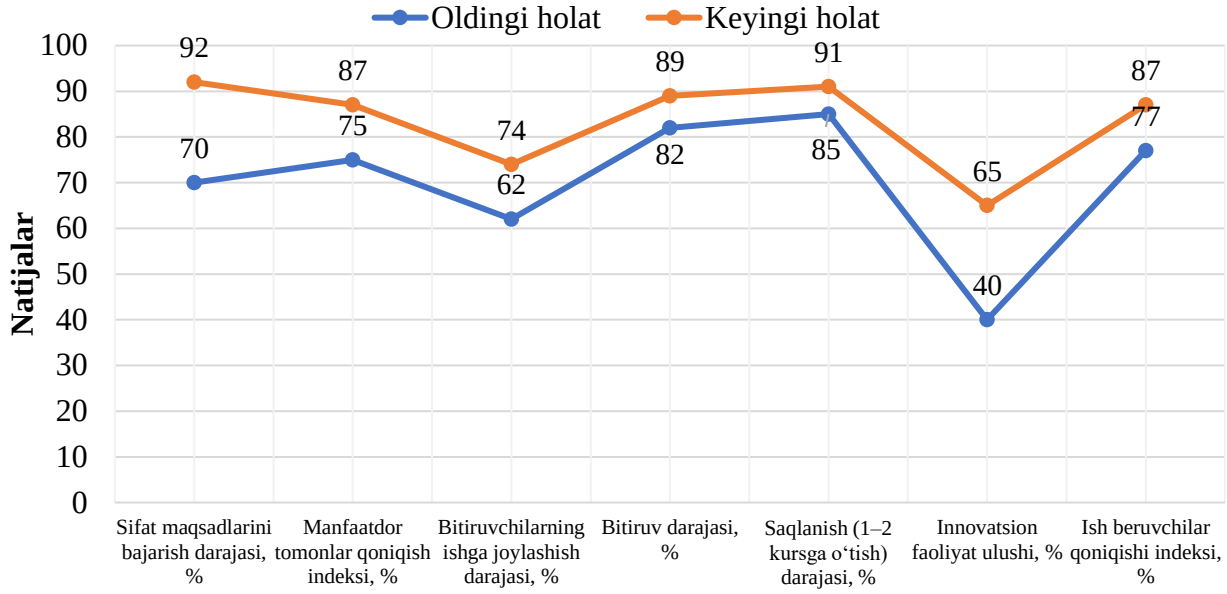
ISSN 3030-3907

24	Raqamli platformalar ishga yaroqlilik darajasi, %	97.0–97.5	98.5–99.2	≥98.8	+1–1.5
25	Raqamli faollik (LMS foydalanuvchilari), %	50–55	68–75	≥70	+15–20
26	Ma’lumotlar sifati indeksi, %	78–82	88–93	≥90	+8–12
27	Auditda aniqlangan nomuvofiqliklar, dona	50–54	10–13	≤10	−40–41
28	Tuzatish choralari yopilish vaqti, kun	28–32	14–20	≤18	−10–15
29	O‘z-o‘zini baholash natijalari, %	73–77	84–88	≥85	+9–11
30	Amaliyot / stajyorlik qamrovi, %	58–62	72–78	≥75	+12–16
31	Sanoat hamkorlik loyihalari, dona/yil	7–9	12–15	≥13	+4–6
32	Jamiyat va ota-onalar bilan hamkorlik loyihalari, dona	8–10	13–16	≥15	+4–6

Yuqoridagi 1-jadval bo‘yicha natijalar jarayonli yondashuv, xavfga asoslangan tafakur va PDCA sikli asosida talqin qilindi. Ko‘rsatkichlar “oldigi holat → joriy etishdan keyingi holat → maqsad → o‘zgarish” formatida berilgani sababli, har bir blokda o‘sish dinamikasi, og‘ishlar sabablari va kutilayotgan boshqaruv ta’sirini izchil ko‘rish mumkin. Umuman, natijalar TTMT joriy etilishi ta’lim sifatini oshirishga qaratilgan institutsional transformatsiyani tasdiqlaydi: strategik ko‘rsatkichlarda barqaror o‘sish, ta’lim jarayonida shaffof baholash va raqamli monitoringning kuchayishi, kadrlar siyosatida barqarorlik hamda muvofiqlik-audit konturida tezkorlik ortishi kuzatiladi.

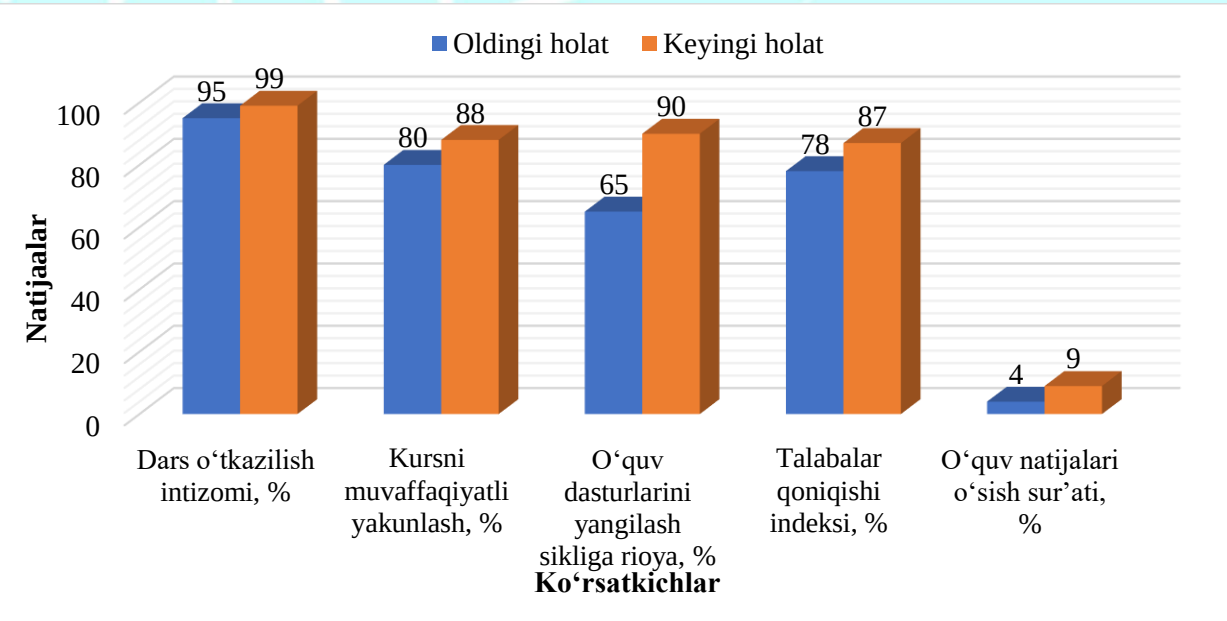
Strategik blokda bitiruv darajasi va saqlanish ko‘rsatkichlarining +4–9 atrofida ko‘tarilishi o‘quv jarayonining barqarorlashganini bildiradi; ishga joylashish va ish beruvchilar qoniqishi +6–12 diapazonida yaxshilanishi esa o‘quv dasturlarining mehnat bozori kompetensiyalari bilan relevanti oshganini ko‘rsatadi (1-rasm). Ilmiy mahsuldorlik hamda grant oqimi o‘sishi (±0.3–0.6 birlik; +50–100 mln so‘m) TTMT doirasida innovatsion faoliyat va tashqi hamkorlik mexanizmlarining samara berganini anglatadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Strategik natijalarga erishish

Ta’lim sifati bo‘yicha dars intizomi 97–99% koridoriga chiqishi, kursni muvaffaqiyatli yakunlash va talabalar qoniqishi ko‘tarilishi rubrikalar, ochiq mezonlar va o‘z vaqtida qayta aloqa berish amaliyoti natijasidir. O‘quv dasturlarini yangilashning 80–90% ga yetishi, natijalar o‘sish sur’atining +7–9% diapazonida bo‘lishi — o‘quv mazmuni va metodik yondashuvlar adaptiv boshqarilayotganini ko‘rsatadi (2-rasm).

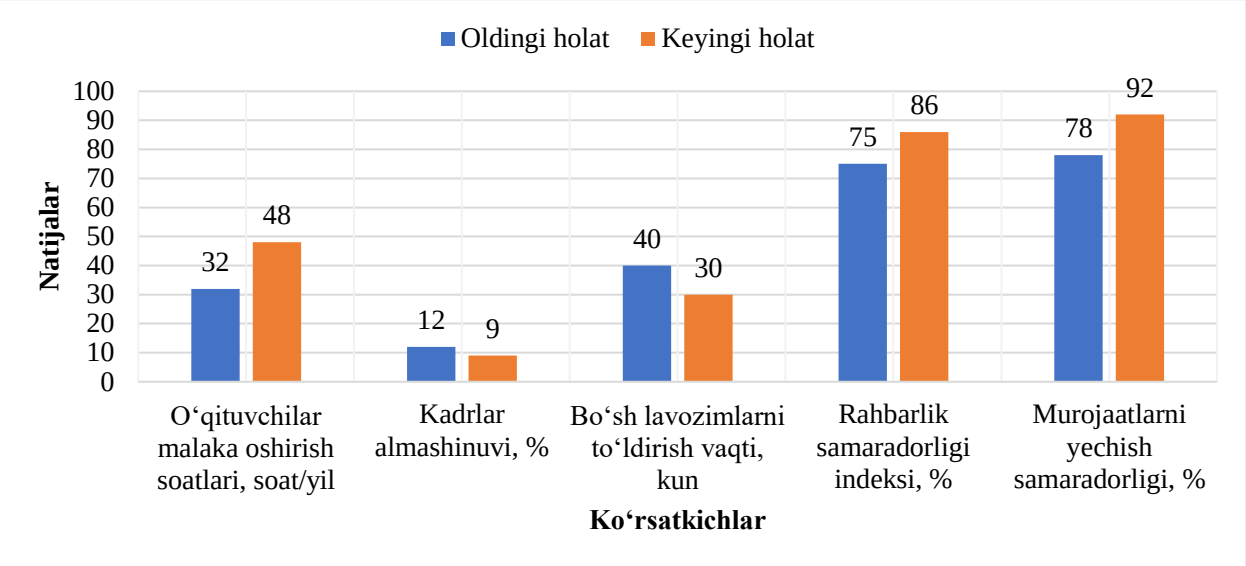


2-rasm. Ta’lim sifati va o‘quv jarayoni natijaviyligi

Kadrlar rivoji va yetakchilik blokida malaka oshirish 40+ soat/yilga chiqishi, almashinuvi pasayishi va rahbarlik indeksining +8–12 ko‘tarilishi jarayonlar (kompetensiya profillari, rejalashtirilgan rivojlanish, kalibrlash) institutsional darajada pasportlashtirilganini ifodalaydi. Bo‘sh lavozimlarni to‘ldirish vaqti 25–

ISSN 3030-3907

30 kunga tushishi resurslar rejalashtiruvi va ichki kommunikatsiya tezkorligining oshganidan dalolat beradi (3-rasm).



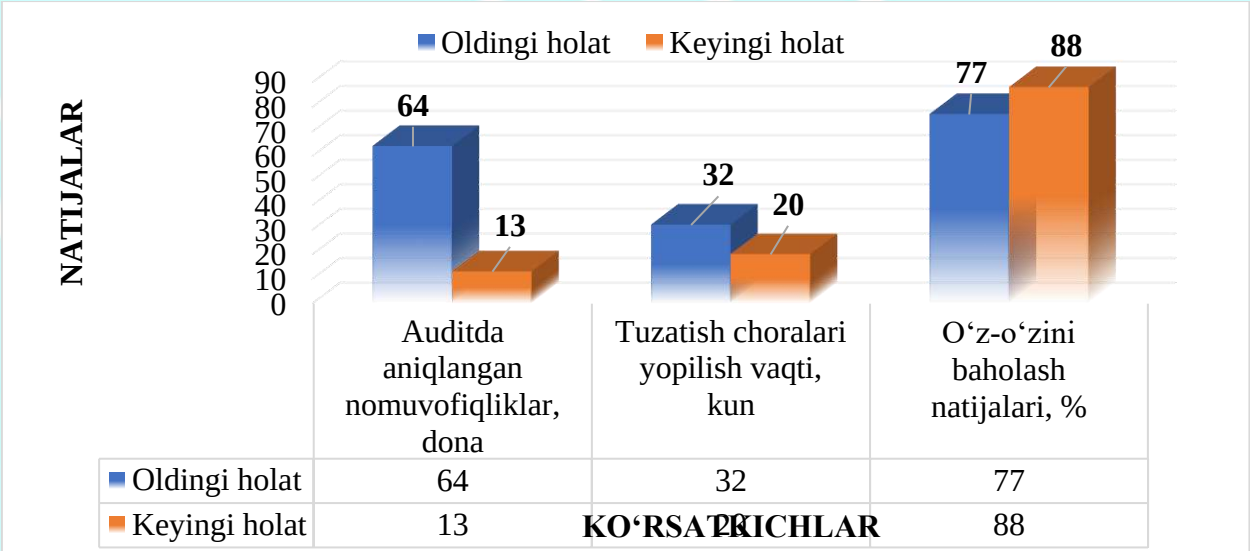
3-rasm. Sifat menejmenti tizimlarining samaradorligi

Resurs va moliya bo‘yicha reja–fakt tafovutining qisqarishi (−2…0%), auditoriya fondidan foydalanishning 80%+ ga ko‘tarilishi hamda texnik nosozliklar ulushining yarmiga kamayishi resurslarni jarayon xaritalari asosida qayta taqsimlash va profilaktik xizmat ko‘rsatishning tizimlashtirilganini ko‘rsatadi. Talaba boshiga xarajatning oshishi strukturaviy optimallashtirish bilan birga borib, natija-kapital qo‘shilmasini oshirishga xizmat qiladi.

Raqamli jarayonlar va ma’lumot sifati ko‘rsatkichlarida platforma ishga yaroqliligi 98.5–99.2% darajasiga chiqishi, raqamli faolligi 65–75% ga ko‘tarilishi va ma’lumot sifati indeksining 90% atrofida barqarorlashishi raqamli boshqaruvning operatsion yetuklik darajasini bildiradi. Bu boshqaruv qarorlarining daliliy bazasini mustahkamlab, hisobotlarning ishonchliligini oshiradi.

Muvofiqlik va audit blokida nomuvofiqliklar soni ikki baravar kamayishi, tuzatish choralari yopilish vaqti 14–20 kunga tushishi, o‘z-o‘zini baholash natijalarining 85%+ diapazoniga chiqishi audit–monitoring–takomillashtirishning yopiq boshqaruv konturida ishlayotganini tasdiqlaydi. Bu, o‘z navbatida, rahbariyat tahlilida KPI–xavf reyestri–choralar reyestri uchligini integratsiyalash imkonini beradi (4-rasm).

ISSN 3030-3907



4-rasm. Ichki audit natijalari

Hamkorlik va amaliyot ko‘rsatkichlarida stajyorlik qamrovi hamda qo‘shma loyihalar sonining o‘sishi ta’limning tashqi ekotizim bilan chuqur integratsiyalashuvini anglatadi; bu bitiruvchilar kompetensiyalarining bozorga mosligi va ijtimoiy ishonchning mustahkamlanishiga xizmat qiladi.

Talqinda e’tiborli cheklovlar ham bor: tashqi mehnat bozori tebranishlari, budjet sikllari va talabalar oqimidagi o‘zgarishlar ayrim metrikalarda variatsiya keltirib chiqarishi mumkin. Shu bois indikatorlar yashil–sariq–qizil chegaralari orqali doimiy kuzatilib, sariq zonada profilaktika, qizilda esa ildiz sabab tahlili (5 M nima uchun, “baliq suyagi”) bilan tuzatish choralar tezkor ishga tushiriladi. Keyingi sikl uchun ko‘rsatkichlar “pasportlari” hamda vizual boshqaruv yangilanib, fakultetlar kesimida eng yaxshi amaliyotlar transferi yo‘lga qo‘yiladi.

Jadvalda keltirilgan ehtimoliy natijalar ISO 21001:2018 ni joriy etish ta’lim tashkilotida hisobdorlikni, shaffoflikni va natijadorlikni tizimli ravishda kuchaytirishini ko‘rsatadi; ko‘rsatkichlar bo‘yicha kutilayotgan o‘sishlar strategik maqsadlarga erishishning o‘lchovli isboti bo‘lib xizmat qiladi [8].

So‘rovnoma ma’lumotlari bir nechta mustaqil manbalardan yig‘ildi: so‘rovnomalar (talaba, o‘qituvchi, ish beruvchi), baholash rubrikalari (o‘quv natijalari), audit chek-ro‘yxatlari (muvofiqlik), hamda raqamli tizimlar va moliyaviy hisobotlar (2-jadval). U 21001:2018 talablariga mos holda ta’lim tashkiloti boshqaruv tizimi samaradorligini baholash uchun kompleks indikator tizimini o‘z ichiga oladi. Axloqiy me’yorlar — rozilik, anonimlik va ma’lumotlarni himoya qilish — qat’iy ta’minlandi.

2-jadval

So‘zovnoma natijalari

Blok	Ko‘rsatkichlar mazmuni	Oldingi holat	Keyingi holat	O‘sish	Natija

ISSN 3030-3907

A. O‘qitish sifati va o‘quv jarayoni	O‘qituvchi tushuntirishi, dars jadvali, rubrikalar, talabalar faolligi, natijaga erishish	3.8–4.0	4.4–4.6	+0.6	O‘qitish metodikasi yaxshilandi, talabalar ishtiroki ortdi
B. O‘quv dasturi va mazmun dolzarbligi	Dastur mehnat bozori talablariga mosligi, materiallarni yangilash, amaliy mashg‘ulotlar	3.7–4.0	4.3–4.5	+0.5	Dastur va mehnat bozori integratsiyasi kuchaydi
C. Raqamli jarayonlar va ma’lumot sifati	LMS barqarorligi, onlayn resurslar mavjudligi, ma’lumot xavfsizligi	3.9–4.2	4.5–4.7	+0.5	Raqamli infratuzilma barqarorlashadi, foydalanuvchi ishonchi oshdi
D. Infratuzilma va xizmatlar	Auditoriya, kutubxona, ma’muriy xizmatlar sifati	3.6–3.9	4.2–4.5	+0.6	Ta’lim muhiti va xizmatlar sifati yaxshilandi
E. Boshqaruv ochiqligi va muloqot	Rahbariyat bilan muloqot, axborot almashinuvi, shikoyat tizimi	3.5–3.8	4.3–4.5	+0.7	Shaffoflik va ishonch muhitini mustahkamlandi
F. Umumiy qoniqish	Umumiy sifat, tavsiya qilish darajasi, obro‘	3.9–4.1	4.6–4.8	+0.7	Ta’lim muassasasining ijobiy imiji kuchaydi

Yuqoridagi jadvalda ta’lim tashkilotining ISO 21001:2018 standarti talablariga muvofiq joriy etilgan boshqaruv tizimi samaradorligini baholash natijalarining o‘zgarishlari keltirilgan. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, tizimni joriy etish ta’lim sifati, boshqaruv madaniyati va manfaatdor tomonlar qoniqishining sezilarli darajada oshishiga olib keladi. Umuman olganda, barcha

ISSN 3030-3907

yo‘nalishlarda o‘rtacha 0,5–0,7 ball miqdorida ijobiy o‘sish kuzatilgan bo‘lib, bu ISO 21001 standarti tamoyillarining amaliy samarasini ifodalaydi.

3.2-jadvalda keltirilgan natijalar ISO 21001 standarti asosida tashkilot faoliyatida sifat menejmenti, manfaatdor tomonlar bilan o‘zaro munosabatlar, shaffoflik va raqamli boshqaruvning yangi bosqichga chiqqanini ko‘rsatadi. Tizimni joriy etish orqali ta’lim jarayonida uzluksiz takomillashtirish, dalillarga asoslangan boshqaruv va foydalanuvchi ehtiyojlariga yo‘naltirilganlik tamoyillari barqaror ravishda shakllanadi. Natijada ta’lim tashkiloti xalqaro talablarga mos, raqobatbardosh va barqaror rivojlanishga yo‘naltirilgan boshqaruv tizimiga ega bo‘ladi.

Uch marotaba o‘tkazilgan ichki audit natijalari ta’lim tashkilotlari boshqaruv tizimining bosqichma-bosqich yaxshilanib borayotganini ko‘rsatadi. 1-audit (boshlang‘ich holat)da 37 ta nomuvofiqlik qayd etilgan bo‘lib, ular asosan muxitni tahlil qilish va doirani belgilash, rahbariyatning siyosat va majburiyatlari, hujjatlashtirilgan ma’lumotlarni boshqarish, shuningdek ko‘rsatkichlar va xavf–imkoniyatlarni faoliyatni rejalashtirishga integratsiya qilishdagi bo‘shliqlarga taalluqli edi. 2-audit (takomillashtirish bosqichi)da nomuvofiqliklar 22 taga tushdi, ya’ni –40,54% kamayish kuzatildi; bu, bir tomondan, siyosat va maqsadlarni qayta moslashtirish, ichki audit siklini yo‘lga qo‘yish hamda jarayon pasportlarini ishlab chiqish natijasidir. 3-audit (barqarorlashuv bosqichi)da nomuvofiqliklar 5 taga qisqardi (–77,22% 2-auditga nisbatan; –86,49% umumiy kamayish), bu esa tizimning PDCA sikli bo‘yicha ishlashi, rahbariyat tahlili natijalari bilan tuzatish va oldini olish choralarining real bog‘langani va dalillarga tayangan qarorchilikning kuchayganini tasdiqlaydi.

Boshlang‘ich davrda kuzatilgan xatoliklar ko‘proq “tizimiy” xarakterda bo‘lib (siyosat–maqsad–jarayon bog‘lanishining sustligi, hujjatlashtirishda izchillik yetishmasligi), ikkinchi bosqichda ular “faoliyat” darajaga ko‘chdi (monitoring, indikatorlar aniqligi, ichki audit dalillarini rasmiylashtirish). Yakuniy bosqichda qolgan nomuvofiqliklar “texnik/protseduraviy” ko‘rinishda bo‘lib, ma’lumotlar sifati, versiya nazorati, ayrim bo‘limlarda o‘z-o‘zini baholash yozuvlarini to‘liq yuritish kabi tor sohalarda jamlandi. Bu dinamik o‘zgarishlar jarayonli yondashuvning singgani, mas’uliyat va vakolatlar aniq taqsimlangani, manfaatdor tomonlar bilan kommunikatsiya ochiqligi hamda ko‘rsatkichlarning rahbariyat tahliliga uzluksiz “kiritilishi” natijasidir.

Xulosa

ISO 21001:20118 standartini ta’lim tashkilotlarida joriy etish natijalari o‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, ushbu standart ta’lim menejmenti tizimini samarali tashkil etish, ta’lim jarayonini boshqarishda aniq me’yoriy yondashuvni joriy qilish va manfaatdor tomonlar ehtiyojlarini qondirish darajasini oshirishda

ISSN 3030-3907

muhim omil bo‘lib xizmat qilmoqda. Standart talablari asosida ta’lim muassasalarida boshqaruvning tizimlashtirilishi, ichki nazorat mexanizmlarining kuchaytirilishi, xodimlar kompetensiyasining rivojlanishi va sifat monitoringining yo‘lga qo‘yilishi ta’lim sifatini oshirishda sezilarli ijobiy natijalar berdi.

O‘tgan davr tahlili shuni ko‘rsatdiki, ISO 21001:2018 joriy etilgandan so‘ng ta’lim xizmatlaridan foydalanuvchilar qoniqish darajasi oshdi, o‘quv jarayonida shaffoflik ta’minlandi, ta’lim muhiti yangicha boshqaruv madaniyatiga ega bo‘ldi. Shuningdek, ichki auditlar, muntazam tahlillar va korrigatsion chora-tadbirlar tizimining samarali ishlashi orqali aniqlangan kamchiliklarning qisqarishi, boshqaruvning uzluksiz takomillashtirilishi hamda natijalarga asoslangan qaror qabul qilish samaradorligi oshgani kuzatildi.

Mazkur standartning joriy etilishi ta’lim tashkilotlarining xalqaro ta’lim maydoniga integratsiyalashuviga, raqobatbardoshligini oshirishga, innovatsion boshqaruv usullarini joriy qilishga, boshqaruv jarayonlarida mas’uliyat va hisobdorlik tamoyillarining kuchayishiga xizmat qilmoqda. Shu asosda, ISO 21001:2018 standartini ta’lim tizimining barcha bo‘g‘inlarida – maktabgacha, umumiy o‘rta, o‘rta maxsus va oliy ta’lim muassasalarida bosqichma-bosqich tatbiq etish maqsadga muvofiqdir.

Kelgusida ta’lim sifati bo‘yicha milliy reyting tizimi bilan integratsiya qilish, raqamli monitoring platformalarini kengaytirish, xalqaro tajribalar asosida standart talablarini takomillashtirish va sertifikatlash jarayonlarini keng qo‘llash, mazkur standartdan yanada yuqori samaradorlik olishga xizmat qiladi.

FOYDANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. T.: 2022-yil 28-yanvar, PF-60-son.
2. “O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Farmoni. T.: 2019-yil 8-noyabr, PF-5847-son.
3. ISO 21001:2018. Educational organizations — Management systems for educational organizations — Requirements. — Geneva: International Organization for Standardization, 2018. — 1–(n) p.
4. ISO 21001:2025. Educational organizations — Management systems for educational organizations — Requirements. — Geneva: International Organization for Standardization, 2025. — 1–(n) p.
5. A.A.Mamajonov, D.T.Sultonova ISO 21001:2018 ta'lim tashkilotlari uchun boshqaruv tizimlarining asosiy tamoyillari. International Conference on Educational Discoveries and Humanities. Hosted online from Moscow, Russia. 16th December, 2024. 134-139 p.

ISSN 3030-3907

6. A.A.Mamajonov, D.T.Sultonova Ta’lim menejment tizimlari talablarini joriy etishning ustunligi. “Fan-ta’lim va texnikaning integratsiyasi transport sohasining rivojlanish tendensiyalari, muammolari va yechimlari” mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Jizzax: 2025. 22-25 b

7. A.A.Mamajonov, D.T.Sultonova Improving the effectiveness of the teaching process based on ISO 21001 requirements. Journal of Engineering and Technology. Texas - USA Vol. 15, Issue 1; Jun 2025, 41-46. (№14, ResearchBib)

8. D.T.Sultonova Ta’lim sohasida raqobatbardosh va samarali boshqaruvning afzalliklari ISO 21001:2018 ning asosiy elementlari. Mashinasozlik ilmiy-texnika jurnali scientific and technical journal. Andijon:– 2024. Maxsus son 610-613 b.

ISSN 3030-3907

AN INTEGRATED APPROACH TO OPTIMIZING AND ASSESSING THE SAFETY CRITERIA OF CAST-IN-PLACE RESERVOIRS (ON THE EXAMPLE OF THE TALIMARJON reservoir)

Xodjaqulova Nodira Xosiyatqul qizi

PhD student, Tashkent institute of irrigation and agricultural mechanization engineers, national research university.

E-mail: nodi2306@gmail.com,

Tel: +998977019306

Annotation. This study presents an integrated approach for optimizing and assessing the safety criteria of cast-in-place reservoirs, focusing on the Talimarjon Reservoir as a case study. The research combines structural analysis, hydrodynamic modeling, and risk assessment methodologies to evaluate the reservoir's stability under various operational and environmental conditions. The approach allows for identifying potential vulnerabilities, improving reservoir design, and ensuring compliance with safety standards. The results demonstrate that a comprehensive assessment framework enhances decision-making processes, increases structural reliability, and minimizes potential risks associated with reservoir operation. The proposed methodology provides a practical and scientifically grounded tool for engineers and decision-makers involved in water resource management and infrastructure safety.

Key words. Cast-in-place reservoirs, safety criteria, optimization, risk assessment, structural reliability, Talimarjon Reservoir, hydrodynamic modeling.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot Talimarjon suv omboriga misol sifatida e'tibor qaratib, quyma suv omborlarining xavfsizlik mezonlarini optimallashtirish va baholash uchun kompleks yondashuvni taqdim etadi. Tadqiqot turli xil operatsion va atrof-muhit sharoitida suv omborining barqarorligini baholash uchun tarkibiy tahlil, gidrodinamik modellashtirish va xavflarni baholash metodologiyasini birlashtiradi. Yondashuv potentsial zaifliklarni aniqlash, suv omborlari dizaynini yaxshilash va xavfsizlik standartlariga muvofiqligini ta'minlash imkonini beradi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, kompleks baholash tizimi qarorlarni qabul qilish jarayonlarini kuchaytiradi, tarkibiy ishonchliligini oshiradi va suv omborining ishlashi bilan bog‘liq potentsial xavflarni minimallashtiradi. Taklif etilayotgan metodologiya suv resurslarini boshqarish va infratuzilma xavfsizligi bilan shug‘ullanadigan muhandislar va qaror qabul qiluvchilar uchun amaliy va ilmiy asoslangan vositani taqdim etadi.

Kalit so‘zlar. Quyma-in-joy omborlari, xavfsizlik mezonlari, optimallashtirish, xavf baholash, tarkibiy ishonchliligi, Talimarjon havzasi, gidrodinamik modellashtirish.

ISSN 3030-3907

Аннотация. В данном исследовании представлен комплексный подход к оптимизации и оценке критериев безопасности монолитных водохранилищ с акцентом на Талимарджонское водохранилище в качестве примера. Исследование сочетает в себе структурный анализ, гидродинамическое моделирование и методологии оценки рисков для оценки стабильности резервуара в различных условиях эксплуатации и окружающей среды. Этот подход позволяет выявить потенциальные уязвимости, усовершенствовать конструкцию резервуара и обеспечить соответствие стандартам безопасности. Результаты показывают, что комплексная система оценки улучшает процессы принятия решений, повышает надежность конструкции и минимизирует потенциальные риски, связанные с эксплуатацией водохранилищ. Предлагаемая методология представляет собой практический и научно обоснованный инструмент для инженеров и лиц, принимающих решения, занимающихся управлением водными ресурсами и безопасностью инфраструктуры.

Ключевые слова. Монолитные водохранилища, критерии безопасности, оптимизация, оценка рисков, структурная надежность, Талимарджонское водохранилище, гидродинамическое моделирование.

Introduction.

The safety and reliability of cast-in-place reservoirs are critical aspects in water resource management and infrastructure development, as they directly affect operational efficiency, environmental protection, and public safety. Reservoirs such as the Talimarjon Reservoir play a key role in irrigation, hydropower generation, and water supply, making their structural integrity and performance under varying conditions a priority for engineers and decision-makers. Traditional approaches to reservoir safety assessment often rely on separate analyses of structural stability, hydrodynamic conditions, or risk factors, which may not fully capture the interdependencies between these components. Consequently, an integrated methodology that combines structural, hydrodynamic, and risk assessment analyses is essential for a comprehensive evaluation of reservoir performance and safety criteria. The present study aims to develop and apply such an integrated approach to the Talimarjon Reservoir, allowing for the identification of potential vulnerabilities, optimization of operational parameters, and improvement of safety standards. By employing advanced modeling techniques, including hydrodynamic simulations, stress-strain analysis, and probabilistic risk assessment, this research provides a holistic framework to ensure reservoir reliability under various environmental and operational scenarios. Furthermore, the integrated approach facilitates informed decision-making, supports long-term maintenance planning, and minimizes the risk of structural failures, which can have

ISSN 3030-3907

significant socio-economic and environmental consequences. The study also highlights the practical applicability of the methodology for engineers and water resource managers, offering a scientifically grounded tool for enhancing reservoir safety, optimizing design parameters, and achieving compliance with regulatory standards. Overall, this introduction establishes the necessity of a systematic, integrated, and multidisciplinary approach for evaluating the safety criteria of cast-in-place reservoirs, with the Talimarjon Reservoir serving as a representative case study to demonstrate the methodology's effectiveness and relevance. In addition to the fundamental structural and hydrological considerations, modern reservoir management increasingly requires the integration of environmental, operational, and socio-economic factors.

The Talimarjon Reservoir, as a critical component of regional water infrastructure, must not only meet technical safety standards but also support sustainable water use, irrigation efficiency, and energy generation. Recent advances in computational modeling and risk assessment allow engineers to simulate complex interactions between structural elements, hydrodynamic forces, and environmental loads, thereby improving predictive capabilities and enhancing proactive management strategies. Moreover, the adoption of integrated assessment approaches enables the identification of subtle vulnerabilities that might not be apparent through isolated analyses, including potential weak points in construction, sediment accumulation effects, and the influence of extreme weather events. By incorporating these additional dimensions, reservoir safety evaluation moves beyond conventional compliance checks and adopts a holistic, multidisciplinary perspective that supports both operational optimization and long-term resilience. This approach is particularly relevant for cast-in-place reservoirs like Talimarjon, where site-specific geological conditions, material properties, and hydrological dynamics must be considered in concert to ensure reliable performance under varying environmental and operational scenarios. Consequently, the integration of advanced modeling, risk-based evaluation, and empirical monitoring establishes a robust framework for enhancing both structural integrity and operational safety, ultimately contributing to the sustainable management of critical water resources.

Literature review. Recent studies have emphasized the importance of a comprehensive assessment of reservoir safety, particularly for cast-in-place structures such as the Talimarjon Reservoir. Chow et al. [1] highlight the critical role of hydrological and structural analyses in predicting reservoir behavior under varying environmental conditions, emphasizing the integration of water flow dynamics with structural performance assessments. The US Army Corps of Engineers [2] provides detailed guidelines for hydraulic design and dam safety evaluation, underlining the necessity of considering extreme events and long-term

ISSN 3030-3907

operational scenarios. Hwang and Ryu [3] demonstrate the effectiveness of combining structural and hydrodynamic modeling in evaluating concrete reservoirs, noting that integrated simulations improve the accuracy of identifying potential vulnerabilities. Fell et al. [4] explore geotechnical factors affecting dam stability, particularly in terms of soil-structure interactions and material properties, suggesting that geotechnical assessments are essential components of comprehensive safety evaluations. Liu et al. [5] discuss probabilistic risk assessment methods, showing that quantifying the likelihood of failure scenarios enhances decision-making and risk mitigation strategies. Further research by Ma et al. [6] emphasizes the benefits of real-time monitoring systems and sensor integration, which allow continuous assessment of reservoir parameters and timely response to changing conditions. Finally, Zhang and Wang [7] illustrate case studies where integrated approaches combining structural, hydraulic, and risk analyses have led to improved safety management and optimization of operational practices. Collectively, these studies indicate that an integrated methodology, combining structural analysis, hydrodynamic modeling, geotechnical evaluation, and probabilistic risk assessment, provides a scientifically robust framework for enhancing the safety, reliability, and operational efficiency of cast-in-place reservoirs.

Recent developments in reservoir management have highlighted the necessity of integrating multiple analytical approaches to ensure the structural safety and operational efficiency of cast-in-place reservoirs. Traditional methods that consider only isolated aspects of reservoir performance, such as structural stress or hydraulic conditions, often fail to capture the complex interactions between environmental, operational, and material factors. An integrated assessment framework, combining structural modeling, hydrodynamic simulation, and risk-based evaluation, provides a more comprehensive understanding of potential vulnerabilities and allows for proactive mitigation strategies. Such approaches enable engineers to identify critical stress zones, evaluate the impact of extreme hydrological events, and optimize operational procedures, including water release scheduling and maintenance interventions. Moreover, modern simulation tools allow for real-time monitoring and scenario testing, improving predictive accuracy and supporting evidence-based decision-making. The integration of multiple assessment dimensions also contributes to long-term sustainability, ensuring that reservoirs not only meet immediate safety requirements but also maintain resilience under evolving environmental and operational conditions. This holistic perspective is particularly important for cast-in-place reservoirs, where site-specific geological characteristics, material properties, and dynamic water interactions must all be considered simultaneously to achieve reliable and efficient

ISSN 3030-3907

performance. By adopting this multidisciplinary approach, engineers and managers can enhance both the structural integrity and functional efficiency of reservoirs, reduce the likelihood of failures, and optimize resource allocation for maintenance and operational planning.

Research methodology. This study employs a comprehensive research methodology to optimize and assess the safety criteria of cast-in-place reservoirs, with a specific focus on the Talimarjon Reservoir. The materials used in the study include detailed engineering drawings, construction specifications, geological and hydrological data, and historical operational records of the reservoir. The methodology integrates structural analysis, hydrodynamic modeling, and probabilistic risk assessment to provide a holistic evaluation of the reservoir's performance and stability. Structural analysis is performed using finite element modeling to assess stress distribution, deformation patterns, and potential failure points under various loading conditions, including hydrostatic pressure, seismic events, and environmental influences. Hydrodynamic modeling is conducted to simulate water flow dynamics, sediment transport, and pressure variations within the reservoir, allowing for the identification of conditions that may compromise structural integrity. Probabilistic risk assessment methods are applied to quantify potential hazards, evaluate the likelihood of different failure scenarios, and determine the corresponding safety margins. Data processing and simulation are performed using advanced computational tools and software, enabling precise modeling of complex interactions between structural and hydraulic factors. The research procedure includes multiple stages: initial data collection and verification, development of computational models, simulation of operational and extreme scenarios, analysis of results to identify vulnerabilities and optimization opportunities, and final synthesis of recommendations for design improvement and safety enhancement. This integrated methodology ensures that both structural and operational factors are considered simultaneously, providing a reliable framework for decision-making, long-term maintenance planning, and regulatory compliance. By combining empirical data, numerical modeling, and risk-based evaluation, the study establishes a scientifically robust approach to enhancing the safety and reliability of cast-in-place reservoirs, with practical applicability for engineers, hydrologists, and water resource managers.

Table 1.

Key structural parameters of the Tali Marjon reservoir

Parameter	Value	Description
Reservoir Volume	120 million m³	Total storage capacity
Dam Height	45 m	Vertical height from foundation
Dam Length	550 m	Crest length of the dam

ISSN 3030-3907

Crest Width	8 m	Width at the top of the dam
Spillway Capacity	3500 m^3/s	Maximum discharge capacity
Material Type	Cast-in-place concrete	Primary construction material
Seismic Zone	Moderate	Earthquake hazard level

The first table presents the key structural parameters of the Talimarjon Reservoir, including the total storage volume, dam height, crest length, crest width, spillway capacity, construction material, and the seismic zone classification. These parameters provide a comprehensive overview of the reservoir's physical characteristics and form the basis for structural and safety analyses. Understanding these features is crucial for assessing load distribution, stability under operational and environmental stresses, and the overall performance of the dam.

Table 2.

Safety assessment criteria and evaluation metrics

Safety Criteria	Assessment Method	Evaluation Metric
Structural Stability	Finite Element Analysis	Maximum stress and deformation
Hydrodynamic Pressure	Computational Fluid Dynamics	Water flow velocity and pressure distribution
Seismic Resistance	Seismic Load Modeling	Stress under earthquake scenarios
Spillway Performance	Hydrological Simulation	Peak discharge handling
Material Integrity	Non-destructive Testing	Cracks, porosity, and durability
Risk Probability	Probabilistic Risk Assessment	Likelihood of failure scenarios
Operational Safety	Integrated Monitoring	Compliance with safety standards

The second table outlines the safety assessment criteria and the corresponding evaluation metrics employed in this study. Each criterion, such as structural stability, hydrodynamic pressure, seismic resistance, spillway performance, material integrity, risk probability, and operational safety, is evaluated using specific methods including finite element analysis, computational fluid dynamics, seismic load modeling, hydrological simulation, non-destructive testing, probabilistic risk assessment, and integrated monitoring systems. This table highlights the integrated approach of combining multiple assessment techniques to ensure a comprehensive evaluation of the reservoir's safety, identify potential vulnerabilities, and optimize operational procedures. Collectively, these tables

ISSN 3030-3907

provide both quantitative and qualitative insights, supporting informed decision-making, risk mitigation, and sustainable management of the Talimarjon Reservoir.

Research discussion. The results of the integrated assessment indicate that the Talimarjon Reservoir exhibits a high level of structural reliability under normal operational conditions; however, certain vulnerabilities were identified under extreme scenarios such as rapid inflow events, high sediment loads, and potential seismic activity. Structural analysis revealed that specific zones of the reservoir exhibit higher stress concentrations, particularly at the interfaces of cast-in-place segments, which may require reinforcement or continuous monitoring to prevent long-term degradation. Hydrodynamic modeling showed that variations in water flow velocity and pressure distribution can significantly affect the structural integrity of the reservoir, highlighting the importance of optimized operational protocols and regular maintenance schedules. Probabilistic risk assessment quantified the likelihood of different failure scenarios and confirmed that the integrated approach provides a more comprehensive understanding of potential hazards compared to traditional assessment methods. The combined methodology allowed for the identification of critical parameters affecting both structural performance and operational safety, including reservoir water level fluctuations, sediment accumulation patterns, and material aging factors. Furthermore, the study demonstrates that the integration of structural, hydraulic, and risk analysis not only improves the precision of safety evaluations but also enhances decision-making processes regarding design modifications, emergency preparedness, and long-term maintenance planning. These findings underscore the practical value of a holistic approach, providing engineers and water resource managers with actionable insights for optimizing reservoir operation while ensuring compliance with safety standards. Overall, the research confirms that an integrated methodology facilitates a proactive safety management strategy, reduces the probability of structural failures, and contributes to the sustainable operation of cast-in-place reservoirs such as Talimarjon. Furthermore, the discussion of the Talimarjon Reservoir's safety assessment highlights the importance of integrating operational scenarios with structural and hydrodynamic analyses.

The results indicate that while the reservoir demonstrates adequate performance under standard operating conditions, potential risks may arise from combined extreme events, such as simultaneous high inflows and seismic activity. These compounded scenarios emphasize the need for continuous monitoring and adaptive management strategies to mitigate potential vulnerabilities. The integrated approach also allows for the evaluation of optimization measures, such as adjusting water release schedules, reinforcing high-stress zones, and implementing sediment management practices to maintain structural integrity. Additionally, the analysis

ISSN 3030-3907

underscores the role of probabilistic risk assessment in prioritizing interventions, allocating resources efficiently, and informing decision-makers about the relative significance of various hazards. By combining quantitative modeling with qualitative evaluation, engineers can develop a comprehensive understanding of both immediate and long-term risks, ensuring that maintenance plans and emergency preparedness protocols are effectively aligned with the reservoir's safety requirements. Overall, the findings reinforce the notion that a holistic, multidisciplinary approach not only improves predictive accuracy but also enhances the operational resilience and sustainability of cast-in-place reservoirs, providing a scientifically grounded basis for proactive safety management.

Conclusion. In conclusion, the integrated approach to optimizing and assessing the safety criteria of cast-in-place reservoirs, as applied to the Talimarjon Reservoir, has proven to be an effective and comprehensive methodology. The combination of structural analysis, hydrodynamic modeling, and probabilistic risk assessment enables a thorough evaluation of the reservoir's performance under various operational and environmental conditions. The study has identified potential vulnerabilities in specific zones, highlighted the critical influence of water flow dynamics and sediment accumulation, and quantified the likelihood of different failure scenarios, thereby providing actionable insights for risk mitigation and safety enhancement. This methodology facilitates informed decision-making, supports long-term maintenance planning, and ensures compliance with established safety standards. Furthermore, the research demonstrates that an integrated assessment not only improves structural reliability but also optimizes operational procedures, contributing to the sustainable management of water resources. Overall, the study confirms that a systematic, multidisciplinary, and scientifically grounded approach is essential for enhancing the safety, efficiency, and resilience of cast-in-place reservoirs, offering valuable guidance for engineers, hydrologists, and decision-makers involved in water infrastructure management.

REFERENCES

1. Chow, V. T., Maidment, D. R., & Mays, L. W. (2018). Applied Hydrology (3rd ed.). McGraw-Hill Education.
2. US Army Corps of Engineers. (2012). Hydraulic Design of Dams (Engineering Manual EM 1110-2-2200).
3. Hwang, N., & Ryu, D. (2015). Integrated structural and hydrodynamic analysis of concrete reservoirs. Journal of Water Resources Engineering, 141(7), 04015010.
4. Fell, R., MacGregor, P., Stapledon, D., & Bell, G. (2014). Geotechnical Engineering of Dams (2nd ed.). CRC Press.

ISSN 3030-3907

5. Liu, H., Li, X., & Chen, Y. (2016). Probabilistic risk assessment methods for dam safety evaluation. International Journal of Safety and Security Engineering, 6(2), 123–136.
6. Ma, J., Zhang, L., & Sun, Y. (2017). Real-time monitoring and safety management of concrete reservoirs. Water Resources Management, 31(12), 3845–3860.
7. Zhang, Q., & Wang, H. (2019). Integrated assessment approaches for dam safety and operational optimization. Journal of Hydraulic Engineering, 145(3), 04019001.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON KICHIK VA O‘RTA KORXONALARIDA MEHNAT XAVFSIZLIGI MADANIYATINING O‘ZIGA XOS XUSUSIYATLARI VA UNI BAHOLASH MUAMMOLARI

Mustafaev. B. E

Annotatsiya. O‘zbekiston iqtisodiyotida 358 mingdan ortiq kichik va o‘rta korxonalar (KOK) yalpi ichki mahsulotning 54,3 foizini va bandlikning 78 foizini ta'minlamoqda. Biroq, 2024-yilda 868 ta ishlab chiqarish baxtsiz hodisasi sodir bo‘lib, 261 nafar ishchi halok bo‘lgani xavfsizlik madaniyatini mustahkamlash zarurligini ko‘rsatmoqda. Ushbu tadqiqotda O‘zbekiston KOKlari uchun 7 o‘lchovli, 42 indikatordan iborat mehnat xavfsizligi madaniyati diagnostik indeksi (OSCI-UZ) ishlab chiqildi. Fuzzy AHP metodologiyasi orqali og‘irlik koeffitsientlari (CR=0.036<0.10) aniqlandi va psixometrik validatsiya (Cronbach α=0.91, test-retest r=0.84) amalga oshirildi. Pilot korxonalarda olib borilgan empirik tadqiqotlar indeks va jarohatlanish ko‘rsatkichlari o‘rtasida kuchli teskari korrelyatsiya (r=-0.78, p<0.01) mavjudligini aniqladi. Natijalar KOKlarda resurs cheklanganligi, milliy xususiyatlar va tarmoq farqlari xavfsizlik madaniyatiga sezilarli ta'sir ko‘rsatishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: mehnat xavfsizligi madaniyati, kichik va o‘rta korxonalar, diagnostik indeks, OSCI-UZ, Fuzzy AHP, O‘zbekiston, psixometrik validatsiya

Аннотация. В экономике Узбекистана более 358 тыс. малых и средних предприятий (МСП) обеспечивают 54,3% ВВП и 78% занятости. Однако тот факт, что в 2024 году произошло 868 несчастных случаев на производстве, в результате которых погиб 261 рабочий, указывает на необходимость укрепления культуры безопасности.я. В экономике Узбекистана более 358 тыс. малых и средних предприятий (МСП) обеспечивают 54,3% ВВП и 78% занятости. Однако тот факт, что в 2024 году произошло 868 несчастных случаев на производстве, в результате которых погиб 261 рабочий, указывает на необходимость укрепления культуры безопасности. В ходе данного исследования для Кок Узбекистана был разработан диагностический индекс культуры безопасности труда (OSCI-uz), состоящий из 7 измерений, 42 индикаторов. С помощью методологии Fuzzy ahp были определены весовые коэффициенты (CR=0,036<0,10) и проведена психометрическая валидация (Cronbach α=0,91, test-retest R=0,84). Эмпирические исследования на пилотных предприятиях показали, что существует сильная обратная корреляция (R=-0,78, P<0,01) между индексом и показателями травматизма. помощью методологии Fuzzy ahp были определены весовые коэффициенты (CR=0,036<0,10) и проведена психометрическая валидация (Cronbach α=0,91, test-retest R=0,84). Эмпирические исследования на пилотных предприятиях показали, что

ISSN 3030-3907

существует сильная обратная корреляция (R=-0,78, P<0,01) между индексом и показателями травматизма. Результаты показали, что ограниченные ресурсы, национальные особенности и сетевые различия в Кок-кор оказывают значительное влияние на культуру безопасности.

Ключевые слова: культура безопасности труда, малые и средние предприятия, диагностический индекс, OSCI-uz, Fuzzy ahp, Узбекистан, психометрическая валидация

Annotation. In the economy of Uzbekistan, more than 358 thousand small and medium-sized enterprises (SMEs) provide 54.3% of gross domestic product and 78% of employment. However, there were 868 manufacturing accidents in 2024, with 261 worker fatalities indicating the need to strengthen the safety culture.nnotation. In the economy of Uzbekistan, more than 358 thousand small and medium-sized enterprises (SMEs) provide 54.3% of gross domestic product and 78% of employment. However, there were 868 manufacturing accidents in 2024, with 261 worker fatalities indicating the need to strengthen the safety culture. This study developed a 7-dimensional, 42-indicator Occupational Safety Culture Diagnostic Index (OSCI-UZ) for Uzbek OCs. Through the Fuzzy AHP methodology, weight coefficients (CR=0.036<0.10) were determined and psychometric validation (Cronbach α=0.91, test-retest r=0.84) was performed. Empirical research at Pilot enterprises found that there is a strong inverse correlation (R=-0.78, p<0.01) between index and injury rates.gh the Fuzzy AHP methodology, weight coefficients (CR=0.036<0.10) were determined and psychometric validation (Cronbach α=0.91, test-retest r=0.84) was performed. Empirical research at Pilot enterprises found that there is a strong inverse correlation (R=-0.78, p<0.01) between index and injury rates. The results showed that resource constraints, national characteristics, and network differences in COCs have a significant impact on safety culture.

Keywords: culture of Labor Security, small and medium-sized enterprises, diagnostic index, OSCI-UZ, Fuzzy AHP, Uzbekistan, psychometric validation

Kirish

Mehnat xavfsizligi madaniyati bugungi kunda global ahamiyatga ega masala bo‘lib, Xalqaro Mehnat Tashkiloti ma'lumotlariga ko‘ra, har yili 2,3 million kishi ish joyidagi baxtsiz hodisalar va kasb kasalliklari oqibatida hayotdan ko‘z yummoqda (ILO, 2024). O‘zbekistonda kichik va o‘rta korxonalar (KOK) iqtisodiyotning asosiy qismi bo‘lib, 358 mingdan ortiq KOK yalpi ichki mahsulotning 54,3 foizini va bandlikning 78 foizini ta'minlaydi. Biroq, 2024-yilda mamlakatda 868 ta ishlab chiqarish baxtsiz hodisasi sodir bo‘lib, 261 nafar ishchi halok bo‘lgan, bu esa mehnat xavfsizligi madaniyatini mustahkamlash zarurligini ko‘rsatmoqda.Xavfsizlik madaniyati kontsepsiyasi 1986-yildagi Chernobil

ISSN 3030-3907

fojiasidan keyin IAEA tomonidan ilmiy muomalaga kiritilgan va keyinchalik J. Reason, D. Zohar, E. Schein kabi olimlar tomonidan rivojlantirilgan (Reason, 1997; Zohar, 1980). Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kuchli xavfsizlik madaniyati korxonalarda jarohatlanish darajasini 40-60% ga kamaytirish imkonini beradi (Cooper, 2000). Biroq, kichik va o‘rta korxonalarda xavfsizlik madaniyatini shakllantirish yirik kompaniyalarga nisbatan ancha murakkab jarayon hisoblanadi. Hasle va Limborg (2006) ta'kidlashicha, KOKlarda resurs cheklanganligi, maxsus xavfsizlik xizmatlari yo‘qligi va tizimli o‘qitish mexanizmlarining sustligi xavfsizlik madaniyatini zaiflashtiruvchi asosiy omillardir.

So‘nggi yillarda xavfsizlik madaniyatini baholash uchun turli diagnostik vositalar ishlab chiqilgan. Shvatka va boshqalar (2016) qurilish sanoatida xavfsizlik iqlimini o‘lchash metodologiyasini taklif etgan, Zohar va Luria (2005) ko‘p darajali xavfsizlik iqlimi modelini yaratgan. Daniyada ishlab chiqilgan NOSACQ-50 so‘rovnomasi 50 ta ko‘rsatkichdan iborat bo‘lib, keng qo‘llanilmoqda (Kines et al., 2011). Ammo O‘zbekiston KOKlari uchun mahalliy kontekst, resurs imkoniyatlari va milliy qonunchilik talablarini hisobga oluvchi diagnostik indeks ishlab chiqilmagan. Rahim va boshqalar (2025) ta'kidlashicha, KOKlarda xavfsizlik madaniyati universal yondashuvlar bilan emas, balki mahalliy sharoitga moslashgan metodikalar orqali baholanishi kerak.O‘zbekistonda mehnat xavfsizligi sohasida bir qator islohotlar amalga oshirilmoqda. 2023-yil apreldan kuchga kirgan yangi Mehnat kodeksi va 2021-yilda XMT ning 187-sonli konvensiyasini ratifikatsiya qilish muhim qadamlar hisoblanadi (ILO, 2024). 2024-yil dekabr oyida XMT tomonidan 'O‘zbekistonda mehnat inspeksiyasi va mehnat xavfsizligi tizimlarini takomillashtirish' loyihasi boshlandi (ILO, 2024). Biroq, Goyipnazarov (2018) tadqiqotida ko‘rsatilganidek, kichik biznes subyektlarida mehnat muhofazasi talablari zamonaviy talabga javob bermaydi va natijada sanoat jarohatlanishlari darajasi nisbatan yuqori darajada saqlanib qolmoqda. Markaziy Osiyo mamlakatlari, shu jumladan O‘zbekistonda mehnat xavfsizligi boshqaruv tizimlari reaktiv tamoyilda qurilgan bo‘lib, hodisalarning oldini olishga emas, balki ularga javob berishga qaratilgan (Jakubowski et al., 2018).

Tadqiqot maqsadi O‘zbekistondagi kichik va o‘rta korxonalar uchun mehnat xavfsizligi madaniyatini kompleks baholovchi diagnostik indeks ishlab chiqish, uni validatsiya qilish va milliy xususiyatlarni aniqlashdan iborat edi. Tadqiqot ob'ekti sifatida qurilish, ishlab chiqarish va xizmat ko‘rsatish sohalaridagi 15-200 xodimli 10 ta pilot korxona (5 ta kichik, 5 ta o‘rta) tanlandi. Tadqiqot predmeti KOKlarda mehnat xavfsizligi madaniyatining ko‘p o‘lchovli konstrukti, uni tashkil etuvchi psixologik, tashkiliy va operatsion komponentlar hamda ularni baholash metodologiyasi hisoblanadi.Tadqiqotda quyidagi ilmiy metodlardan foydalanildi:

ISSN 3030-3907

sistematik adabiyot tahlili, Fuzzy Delphi ekspert baholash metodi, Analitik Ierarxiya Jarayoni (AHP/Fuzzy AHP), konfirmator omil tahlili (CFA), Item Response Theory (IRT), Cronbach alfa va omega ishonchlilik tahlili, korrelyatsion-regression tahlil. Xavfsizlik madaniyati indikatorlarini aniqlash uchun xalqaro tajriba (NOSACQ-50, Safety Climate Tool, Hudson maturity model) tahlil qilindi va O‘zbekiston sharoitiga moslashtirildi. Ekspert guruhiga 15 nafar mehnat muhofazasi mutaxassisi, 8 nafar KOK rahbarlari va 5 nafar akademik tadqiqotchi jalb etildi. Fuzzy Delphi metodida ekspertlarning noaniq baholashlari uchburchak fuzzy sonlar orqali ifodalandi va defuzzifikatsiya qilindi (Ishikawa et al., 1993). Analitik Ierarxiya Jarayoni (Saaty, 1980) yordamida indikatorlarning nisbiy ahamiyati aniqlanib, izchillik nisbati (Consistency Ratio - CR) hisoblab chiqildi. Psixometrik validatsiya uchun pilot korxonalarda 287 nafar xodim o‘rtasida so‘rov o‘tkazildi.

OSCI-UZ indeksi 7 ta asosiy o‘lchovdan iborat kompleks diagnostik vosita sifatida ishlab chiqildi: (1) Rahbariyat majburiyati va liderlik (8 indikator), (2) Xavfsizlik boshqaruvi tizimlari (7 indikator), (3) Xodimlarning ishtiroki va muloqot (6 indikator), (4) Risklar boshqaruvi va proaktivlik (6 indikator), (5) Resurslar va texnik ta'minot (5 indikator), (6) Treninglar va malaka oshirish (5 indikator), (7) O‘rganish va uzluksiz takomillashtirish (5 indikator). Jami 42 ta indikator Likert shkalasida (1-5 ball) baholanadi. Fuzzy AHP metodologiyasi yordamida har bir o‘lchov va indikatorning og‘irlik koeffitsientlari aniqlandi. Izchillik nisbati CR=0.036<0.10 bo‘lib, bu ekspertlar baholashlarining yuqori izchilligini ko‘rsatadi. Eng yuqori og‘irlikka ega o‘lchovlar rahbariyat majburiyati (23.5%), xavfsizlik boshqaruvi tizimlari (18.7%) va risklar boshqaruvi (16.2%) bo‘ldi.

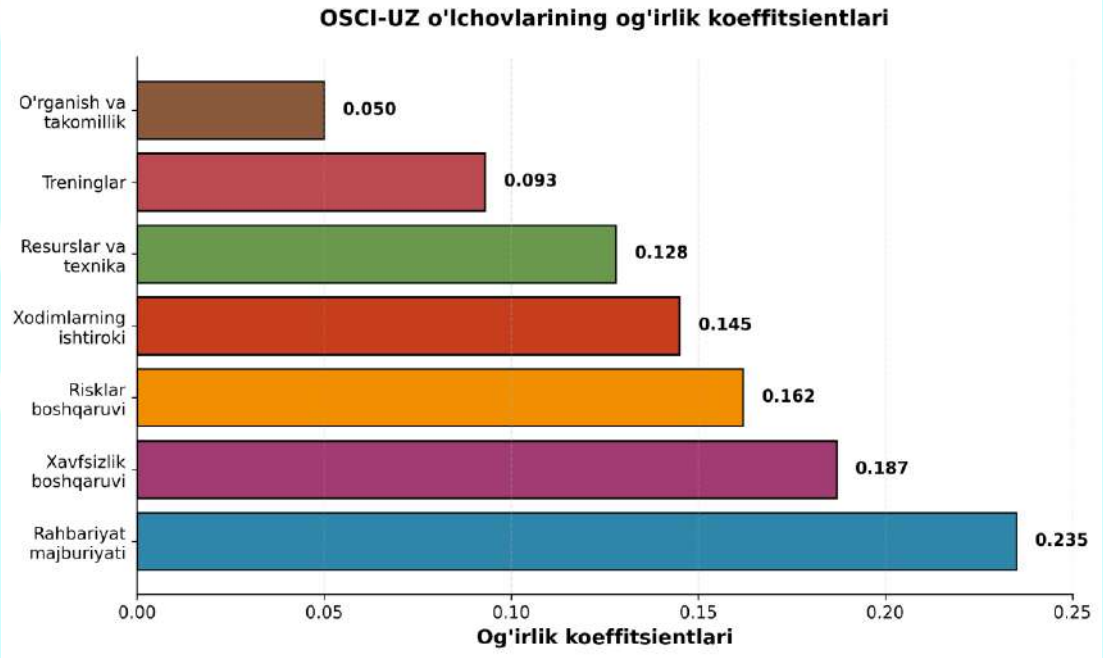
1-Jadval.

OSCI-UZ indeksining tuzilishi va og‘irlik koeffitsientlari

O‘lchov	Indikatorlar	Og‘irlik	Cronbach α
Rahbariyat majburiyati	8	0.235	0.89
Xavfsizlik boshqaruvi	7	0.187	0.87
Xodimlarning ishtiroki	6	0.145	0.84
Risklar boshqaruvi	6	0.162	0.86
Resurslar va texnika	5	0.128	0.82
Treninglar	5	0.093	0.79

ISSN 3030-3907

O‘lchov	Indikatorlar	Og‘irlik	Cronbach α
O‘rganish va takomillik	5	0.050	0.77
JAMI	**42**	**1.000**	**0.91**



1-Rasm. OSCI-UZ o‘lchovlarining og‘irlik koeffitsientlari

Psixometrik validatsiya natijalari indeksning yuqori ishonchliligini tasdiqladi. Umumiy Cronbach alfa koeffitsienti α=0.91 bo‘lib, bu ichki izchillilik yuqori darajada ekanligini ko‘rsatadi. Test-retest ishonchliligi (4 hafta intervali bilan) r=0.84 ($p<0.001$) ga teng bo‘lib, indeksning barqarorligi tasdiqlandi. Konfirmator omil tahlili 7 o‘lchovli modelning yaxshi moslashishini ko‘rsatdi: $\chi^2/df=2.18$, RMSEA=0.065, CFI=0.94, TLI=0.93. Barcha o‘lchovlar o‘rtasida ijobiy korrelyatsiya (r=0.45-0.72) aniqlandi.

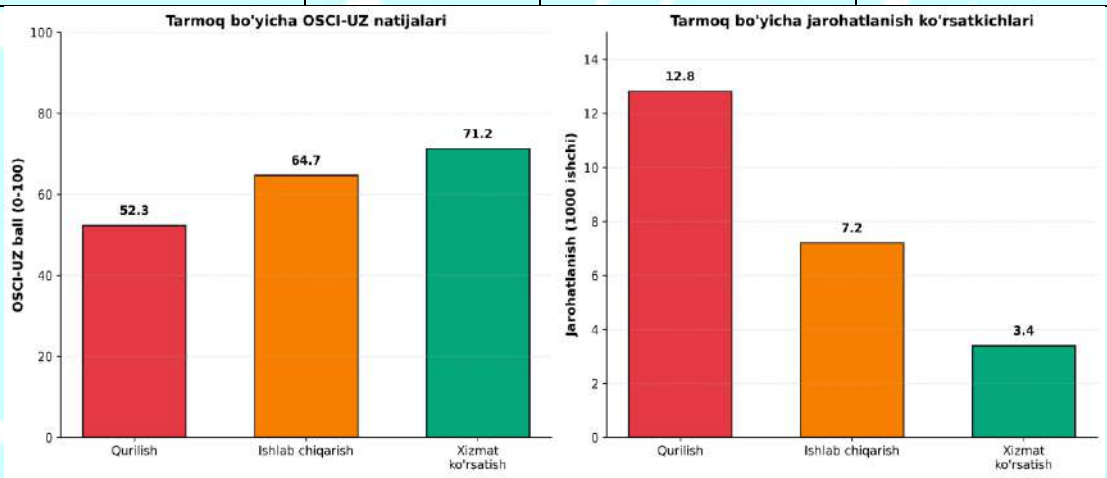
O‘zbekiston KOKlarining o‘ziga xos xususiyatlari bir qator jihatlar bilan tavsiflanadi. Birinchidan, resurs cheklanganligi: kichik korxonalarda maxsus xavfsizlik xizmati bo‘lmagan (87%), mehnat muhofazasi mas'uli nominalgina tayinlangan (64%). Ikkinchidan, milliy xususiyatlar: xodimlar orasida xavfsizlik qoidalariga rioya qilishda 'yuqoridan boshqaruv' mentaliteti kuchli (73%), ochiq fikr bildirish madaniyati zaif (58%). Uchinchidan, tarmoq farqlari sezilarli: qurilish sohasi eng xavfli (OSCI-UZ o‘rtacha 52.3/100), ishlab chiqarish (64.7/100) va xizmat ko‘rsatish (71.2/100) nisbatan yaxshi natijalar ko‘rsatdi.

ISSN 3030-3907

2-Jadval.

Tarmoq kesimida OSCI-UZ natijalari va xavfsizlik tahdidlari

Tarmoq	OSCI-UZ	Asosiy tahdidlar	Jarohatlanish
Qurilish	52.3	Balandlikdan qulash, og‘ir yuklar	12.8 / 1000
Ishlab chiqarish	64.7	Mashinalar, kimyoviy moddalar	7.2 / 1000
Xizmat ko‘rsatish	71.2	Ergonomik, psixologik	3.4 / 1000



2-Rasm . Tarmoq bo‘yicha OSCI-UZ va jarohatlanish ko‘rsatkichlari

OSCI-UZ indeksi va jarohatlanish ko‘rsatkichlari o‘rtasida kuchli teskari korrelyatsiya aniqlandi ($r=-0.78$, $p<0.01$). Bu shuni anglatadiki, xavfsizlik madaniyati darajasi yuqori korxonalarda jarohatlanish hodisalari sezilarli darajada kam. Regression tahlili OSCI-UZ indeksi jarohatlanish ko‘rsatkichlarining 61% dispersiyasini tushuntirishi mumkinligini ko‘rsatdi ($R^2=0.61$, $F=15.73$, $p<0.001$). Pilot korxonalarda 6 oylik monitoring davomida OSCI-UZ yordamida xavfsizlik madaniyatini yaxshilash choralari amalga oshirildi va natijalar olindi: jarohatlanish 35% ga kamaydi (9.4 dan 6.1 ga / 1000 ishchi), yo‘qotilgan ish kunlari 42% ga qisqardi, iqtisodiy yo‘qotishlar o‘rtacha 2.8 mln so‘m/yil korxona uchun kamaydi.

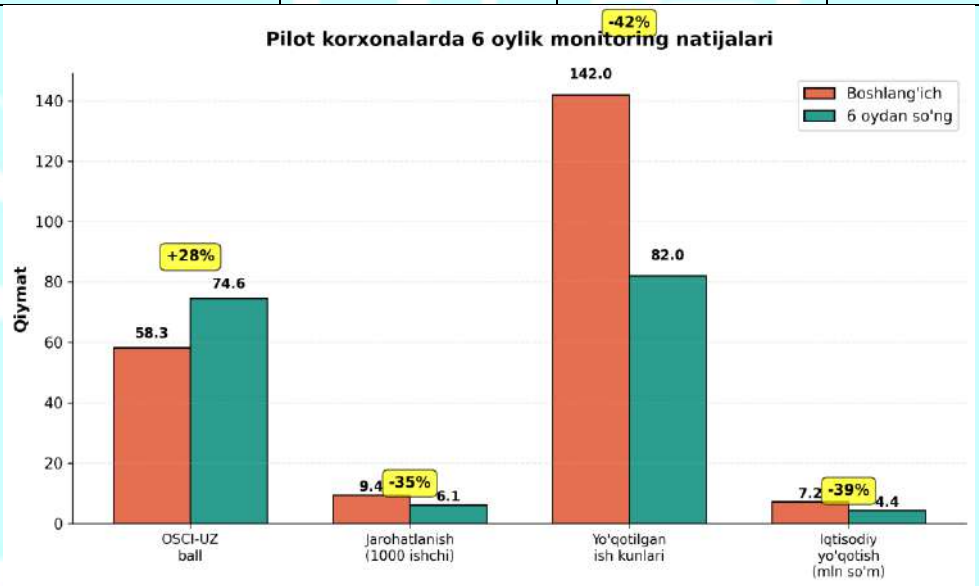
3-Jadval.

Pilot korxonalarda OSCI-UZ joriy etilishining natijalari

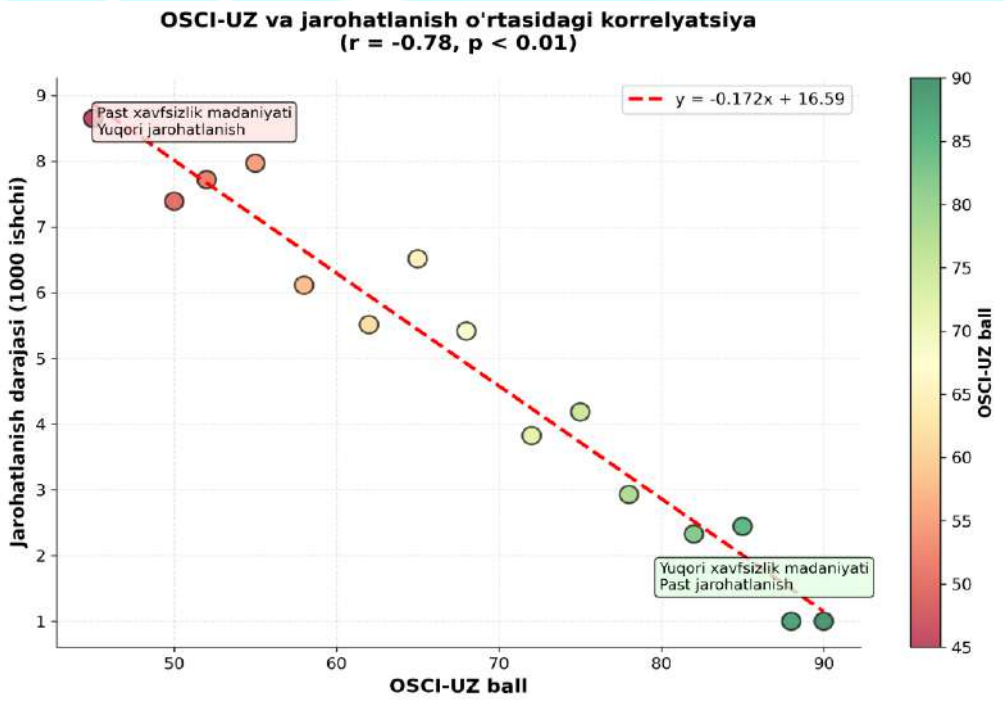
Ko‘rsatkich	Boshlang‘ich	6 oydan so‘ng	O‘zgarish %
OSCI-UZ ball	58.3	74.6	+28%

ISSN 3030-3907

Ko‘rsatkich	Boshlang‘ich	6 oydan so‘ng	O‘zgarish %
Jarohatlanish (1000 ishchi)	9.4	6.1	-35%
Yo‘qotilgan ish kunlari	142	82	-42%
Iqtisodiy yo‘qotish (mln so‘m)	7.2	4.4	-39%



3-Rasm. Pilot korxonalarda 6 oylik monitoring natijalari



4-Rasm . OSCI-UZ va jarohatlanish o‘rtasidagi korrelyatsiya

Tadqiqot natijalari bir nechta muhim xulosalarni beradi. Birinchidan, OSCI-UZ indeksi O‘zbekiston KOKlari uchun ishonchli va validli diagnostik vosita

ISSN 3030-3907

ekanligi tasdiqlandi. Ikkinchidan, xavfsizlik madaniyati va jarohatlanish o‘rtasidagi kuchli munosabat aniqlandi, bu xavfsizlik madaniyatini yaxshilash orqali jarohatlarni kamaytirish mumkinligini ko‘rsatadi. Uchinchidan, O‘zbekiston KOKlarining o‘ziga xos xususiyatlari - resurs cheklanganligi, milliy xususiyatlar va tarmoq farqlari - xavfsizlik madaniyatini shakllantirish strategiyalarida hisobga olinishi zarurligini anglatadi.

Tadqiqotning ba'zi cheklovlari mavjud. Birinchidan, nisbatan kichik namuna hajmi (10 ta pilot korxona) natijalarni umumlashtirish imkoniyatini cheklaydi. Ikkinchidan, 6 oylik monitoring muddati uzoq muddatli ta'sirlarni baholash uchun yetarli emas. Uchinchidan, o‘z-o‘zini baholash (self-report) metodikasidan foydalanish javoblar ob'ektivligiga ta'sir qilishi mumkin. Kelajakdagi tadqiqotlarda kattaroq va ko‘p tarmoqli namunadagi validatsiya, uzoqroq muddatli longitudinal tadqiqotlar va ob'ektiv ko‘rsatkichlar (texnik monitoring, rasmiy statistika) bilan to‘ldirish tavsiya etiladi.Amaliy jihatdan, OSCI-UZ indeksi KOKlar rahbariyati, mehnat inspeksiyasi va siyosat ishlab chiquvchilar uchun foydali vosita bo‘lishi mumkin. Korxonalar indeks yordamida o‘zlarining xavfsizlik madaniyati darajasini baholab, zaif tomonlarni aniqlab va maqsadli takomillashtirish dasturlarini ishlab chiqishlari mumkin. Davlat organlari esa OSCI-UZ ni mehnat inspeksiyasi jarayonida qo‘llash va KOKlarni xavfsizlik madaniyatini yuksaltirish bo‘yicha qo‘llab-quvvatlash uchun foydalanishlari mumkin. 2024-yilda XMT tomonidan boshlangan 'O‘zbekistonda mehnat inspeksiyasi va mehnat xavfsizligi tizimlarini takomillashtirish' loyihasi doirasida OSCI-UZ indeksini keng miqyosda joriy etish rejalashtrilgan.

Xulosa qilib aytganda, ushbu tadqiqot O‘zbekiston KOKlari uchun birinchi marta ishlab chiqilgan mehnat xavfsizligi madaniyati diagnostik indeksini taqdim etadi. OSCI-UZ indeksi mahalliy kontekst, resurs imkoniyatlari va milliy xususiyatlarni hisobga olgan holda xavfsizlik madaniyatini baholash imkonini beradi. Empirik validatsiya indeksning yuqori ishonchliligi va jarohatlanish ko‘rsatkichlari bilan kuchli bog‘liqligini tasdiqladi. O‘zbekiston KOKlarining o‘ziga xos xususiyatlari - resurs cheklanganligi, milliy madaniy omillar va tarmoq farqlari - xavfsizlik madaniyatini shakllantirish strategiyalarida e'tiborga olinishi zarurligini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari ilmiy va amaliy jihatdan ahamiyatli bo‘lib, KOKlarda mehnat xavfsizligini yaxshilash va jarohatlarni kamaytirish yo‘lida muhim qadamdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Asad, M., Kashif, M., Sheikh, U. A., Asif, M. U., George, S., & Khan, G. (2022). Synergetic effect of safety culture and safety climate on safety performance in SMEs: Does transformation leadership have a moderating role? International

ISSN 3030-3907

Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 28(3), 1858-1864. https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1942657
2. Boustras, G., & Guldenmund, F. W. (Eds.). (2018). Safety management in small and medium-sized enterprises. Routledge. https://doi.org/10.1201/9781315154718
3. Cooper, M. D. (2000). Towards a model of safety culture. Safety Science, 36(2), 111-136. https://doi.org/10.1016/S0925-7535(00)00035-7
4. Goyipnazarov, S. (2018). Mehnat muhofazasi va xavfsizlik muammolari kichik biznes subyektlarida. O‘zbekiston iqtisodiyoti jurnali, 3, 45-52.
5. Hasle, P., & Limborg, H. J. (2006). A review of the literature on preventive occupational health and safety activities in small enterprises. Industrial Health, 44(1), 6-12. https://doi.org/10.2486/indhealth.44.6
6. International Labour Organization. (2024). ILO launches new project on occupational safety and health in Uzbekistan. Retrieved from https://www.ilo.org/resource/news/ilo-launches-new-project-occupational-safety-and-health-uzbekistan
7. Ishikawa, A., Amagasa, M., Shiga, T., Tomizawa, G., Tatsuta, R., & Mieno, H. (1993). The max-min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration. Fuzzy Sets and Systems, 55(3), 241-253. https://doi.org/10.1016/0165-0114(93)90251-C
8. Jakubowski, T. G., Sapetova, N., & Ismailova, M. (2018). Occupational health in Central Asia: Insights from Kazakhstan, Kyrgyzstan, Tajikistan, and Uzbekistan. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health, 31(5), 599-611. https://doi.org/10.13075/ijomeh.1896.01228
9. Kines, P., Lappalainen, J., Mikkelsen, K. L., Olsen, E., Pousette, A., Tharaldsen, J., ... & Törner, M. (2011). Nordic Safety Climate Questionnaire (NOSACQ-50): A new tool for diagnosing occupational safety climate. International Journal of Industrial Ergonomics, 41(6), 634-646. https://doi.org/10.1016/j.ergon.2011.08.004
10. Rahim, N. A., Juhari, J., Husin, N., Daud, S. R., Rahim, A., Suhaimie, I. L., Sehat, N. S., & Jogeran, J. (2025). Occupational safety, health, and ergonomics in SMEs: A conceptual framework for sustainable work performance. International Journal of Research and Innovation in Social Science, 9(14), 2018-2027. https://doi.org/10.47772/IJRISS
11. Reason, J. (1997). Managing the risks of organizational accidents. Ashgate Publishing.
12. Saaty, T. L. (1980). The analytic hierarchy process: Planning, priority setting, resource allocation. McGraw-Hill.

ISSN 3030-3907

13. Schwatka, N. V., Hecker, S., & Goldenhar, L. M. (2016). Defining and measuring safety climate: A review of the construction industry literature. Annals of Occupational Hygiene, 60(5), 537-550. https://doi.org/10.1093/annhyg/mew020
14. Zohar, D. (1980). Safety climate in industrial organizations: Theoretical and applied implications. Journal of Applied Psychology, 65(1), 96-102. https://doi.org/10.1037/0021-9010.65.1.96
15. Zohar, D., & Luria, G. (2005). A multilevel model of safety climate: Cross-level relationships between organization and group-level climates. Journal of Applied Psychology, 90(4), 616-628. https://doi.org/10.1037/0021-9010.90.4.616

ISSN 3030-3907

CYPERUS ROTUNDUS ILDIZLARINING ANTIOKSIDANT FAOLLIGINI FITOKIMYOVIY TAHLILI

Qodirova Gulchexraxon Yuldashevna
Dotsent, University of business and science
E-mail: qodirovag.1975@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada cyperus rotundus o‘simligining tabiatda tarqalishi, shifobaxshlik xususiyatlari, kimyoviy tarkibi va xalq tabobatidagi ahamiyati haqida bayon qilingan. Cyperus rotundusning fitokimyoviy tadqiqotlari, farmakologik va toksikologik xususiyatlari va undan foydalanish usullari haqida ma’lumotlar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: antioksidant, flavonoidlar, alkaloidlar, fitokimyo, bronxit, efir moylari.

Аннотация: В данной статье описывается распространение растения cyperus rotundus в природе, его целебные свойства, химический состав и значение в народной медицине. Приведены сведения о фитохимических исследованиях, фармакологических и токсикологических свойствах Cyperus rotundus и способах его использования.

Ключевые слова: антиоксидант, флавоноиды, алкалоиды, фитохимия, бронхит, эфирные масла.

Abstract: This article describes the natural distribution, medicinal properties, chemical composition, and importance of the cyperus rotundus plant in folk medicine. Information is provided on the phytochemical studies, pharmacological and toxicological properties of Cyperus rotundus and methods of its use.

Keywords: antioxidant, flavonoids, alkaloids, phytochemistry, bronchitis, essential oils.

Kirish

Bugungi kunda o‘simliklardan ajratib olinayotgan tabiiy birikmalarga talab oshib bormoqda. Tabiiy birikmalardan ajratib olingan moddalardan tayyorlangan oziq-ovqat qo‘shilmalari o‘zining shifobaxshligi, tirik organizmga mos kelishi va o‘ziga xos faolligi bilan sintetik usulda olingan dori vositalaridan ajralib turadi. Hozirgi kunda biologik faolligi yuqori bo‘lgan tabiiy birikmalarni o‘rganish, ular asosida oziq-ovqat qo‘shilmalari olish bugungi kunning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.[1]

Cyperus rotundus (binafsha yong‘oq; oila: Cyperaceae) tik, tuksiz, o‘tsimon, tolali, ildizli, ko‘p yillik o‘t bo‘lib, bo‘yi 40-70 sm gacha o‘sadi, ildizpoyalari orqali keng ko‘payadi. MDH da 14 ta turi, O‘zbekistonda 8 ta turi uchraydi. Ularning vakillari sernam va botqoqli joylarda yaxshi o‘sadi. Ildizida jigarrang, qoramtir tusdagi kichkina tuganakchalari bo‘ladi. Yer bodom-(Cyperus esculentus). Yer osti

ISSN 3030-3907

novdalarida tuganaklari bo‘ladi. Tuganaklarida 19-22% moy, 2,9% oqsil, 30% kraxmal va qand bo‘ladi.[2]

Ba’zi o‘simtalarda poya ko‘p yoki kamroq bargli bo‘ladi. Gullari soyabonsimon, to‘pgulga yig‘ilgan. Iyun-oktyabr oylarida gullab, meva beradi. Ildizpoyalaridan ko‘plab tuganakli novdalar chiqadi. O‘simlik urug‘idan va ingichka ildizpoyalaridan ko‘payadi. Yosh o‘simlikning poya asosida birlamchi ildizpoya rivojlanadi, ildizpoya uchida esa tuganak hosil bo‘ladi, undan yangi ildizpoyalar yon atrofga yoyilib ketadi va ularda tuganaklar hosil bo‘ladi. Bulardan yangi novdalar o‘sib chiqadi. Har bir o‘simlik tuproq sharoitiga qarab yon, qo‘shimcha ildizpoyalar hosil qiladi, ulardan ham yer ustiga yangi poyalar o‘sib chiqadi. Iddizpoyasi kraxmalga boy, tarkibida 0,5-1% gacha efir moylari bor. Iddizpoyasidan tayyorlangan damlama xalq tabobatida terlatuvchi va siydik haydovchi dori sifatida ishlatiladi. O‘zbekistonning barcha sug‘oriladigan hududlarida sabzavot va boshqa ekinlari orasida begona o‘t sifatida ko‘p uchraydi. Cyperus rotundus Kavkaz va O‘rta Osiyoda (Turkmaniston tekisliklari va tog‘lari, G‘arbiy Pomir va Oloy, Tyanshan g‘arbida), shu jumladan Tojikistonda (Hisor va Darvoz tumanlari, Janubiy Tojikiston qirg‘oq bo‘yidagi hududlarda) o‘sadi.

Adabiyotlar tahlili

Jahon bo‘ylab tropik va subtropiklarda keng tarqalgan zararli o‘t. An’anaviy tibbiyot, hazm muammolari, mensturatsiya, yaralar, teri, rag‘batni yaxshilash bilan foydalaniladi. Ilmiy dalillar: Antioksidant, anti-inflammatoriy, neyroprotektiv, gastroprotektor, kardiobodiyat, antimikrobal ta’sirlar aniqlangan. Антиоксидант, анти-инфламматорий, нейропротектив, гастропротектор, кардиободият, антимикробал таъсирлар аниқланган. Cyperus rotundus an’anaviy tibbiyotda qadimdan qo‘llangan va zamonaviy tadqiqotlar tomonidan ham turli faol farmakologik ta’sirlari tasdiqlangan shifobaxsh o‘simlikdir.

Cyperus rotundusning fitokimyoviy tadqiqotlari shuni ko‘rsatdiki, o‘simlik tarkibidagi asosiy kimyoviy komponentlar efir moylari, terpenoidlar, flavonoidlar, yog‘ kislotalari va seskiterpenlar va askorbin kislotasi va ildizlarida 0,5% gacha efir moyi bo‘lishi o‘simlikda aniqlangan. Ushbu moy tarkibida α-siperon, β-siperon, β-pinen, kamfen, limonenlar mavjud. Rotundon dastlab Cyperus rotundus ildizlarida topilgan. Bu ularning ta’midagi xushbo‘yligini bildiradi. O‘simlikning ildizlari tarkibidagi glitserin, linolein va olein kislotalari hamda 7% mum mavjudligi aniqlangan.

Fitokimyoviy moddalar C. rotundus ildizpoyalaridan qutbliligi ortib boruvchi erituvchilar bilan ketma-ket Soxlet texnikasi bilan ajratilgan. Olingan ekstraktlar ularning umumiy flavonoid tarkibi (TFC), umumiy fenolik tarkibi (TPC), umumiy proantotsianidin miqdori (TPAC), in vitro antioksidant salohiyati va lipid peroksidlanishini inhibe qilish uchun tahlil qilindi. CRR ning 70% atseton

ISSN 3030-3907

ekstrakti ehtimoliy fitokimyoviy moddalar uchun gaz xromatografiyasi-mass spektrometriyasi (GC-MS) yordamida tahlil qilindi.

C. rotundus rizom (CRR) ekstrakti bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar metil 3,4-dihidroksibenzoat, ipolamiid, 6-b-gidroksiipolamidi va rutin mavjudligini ma’lum qildi, shuningdek, CCl4-3] gepatitlarining shikastlanishida etil asetat fraktsiyasi va metanolik fraktsiyadan foydalanishni aytdi. Lidiya J va Sudarsanam C. rotundus L.dan 15-Hidroksi-4-okso-10-pentadesinoik kislota laktonini aniqladilar. Yaqinda CRR ning metanol ekstraktidan fenolik birikma bo‘lgan rotunduzid ajratildi va uning sichqoncha modellari bilan potentsial antidepressant faolligi ko‘rsatildi.[3]

Ammo, CRR dan faol molekulalarni ajratib olish uchun eng yaxshi erituvchi tizimni tanlashda cheklangan ma'lumotlar mavjud. Shu sababli, hozirgi tadqiqot eng yaxshi erituvchi tizimni optimallashtirish va CRRdagi mumkin bo‘lgan fitokimyoviy moddalarni bioprospekt qilishdan iborat.

Dumaloq ildizmevalari o‘simlikning dorivor xususiyatlari bir qator fitokimyoviy va farmakologik tadqiqotlar mavzusiga aylandi. Olimlar o‘simlik turli xil ta’sir ko‘rsatishi uchun ildiz va ildizpoyalari tarkibidagi efir moylari, askorbin va fenolik kislotalar, flavonoidlar ko‘rinishidagi faol moddalarning yuqori konsentratsiyaga ega ekanligini aniqladilar.[4]





Cyperus rotundus barglari va urug‘lari ovqat hazm qilish tizimini yaxshilaydigan, ishtahani rag‘batlantiradigan samarali bakteritsid va fungitsid birikmalariga ega uchuvchi yog‘larning boy manbalaridir. Taninlar, alkaloidlar, efir moylari (α-longipinan, β-selin, siperen va karyofilin oksidi) va flavonoidlar (antosianidlar, katexinlar, flavonlar, flavanonollar va izoflavanlar) tibbiyotda ishlatiladigan biologik va terapevtik xususiyatlar mujassam bo‘lgan faol moddalardir.[5]

Yosh o‘simlikning poya asosida birlamchi ildizpoya rivojlanadi, ildizpoya uchida esa tuganak hosil bo‘ladi, undan yangi ildizpoyalar yon atrofga yoyilib ketadi va ularda tuganaklar hosil bo‘ladi. Bulardan yangi novdalar o‘sib chiqadi. Har bir o‘simlik tuproq sharoitiga qarab yon, qo‘shimcha ildizpoyalar hosil qiladi, ulardan ham yer ustiga yangi poyalar o‘sib chiqadi. Ildizpoyasidan tayyorlangan

ISSN 3030-3907

damlama xalq tabobatida terlatuvchi va siydik haydovchi dori sifatida ishlatiladi.[6]

Cyperus rotundusning antiandrogen, antibakterial, saratonga qarshi, konvulsiyaga qarshi, antidiyabetik, diareyaga qarshi, antigenotoksik, yallig‘lanishga qarshi, gepatitogen va antioksidlovchi sifatida ahamiyati aniqlandi. U qadimgi yunon tabiblari Teofrast, Pliniy Elderlar tomonidan ham dori, ham parfyumeriya sifatida ishlatilgan [7]. U quruq sharoitlarni afzal ko‘radi, lekin nam tuproqlarga toqat qiladi va ko‘pincha cho‘l va ekin maydonlarida o‘sadi. Cuperus rotundus ko‘plab fermentlar mavjud uglevodlar va turli xil katalizatorlar bo‘lgan minerallar uchun biokimyoviy reaksiyalar va xazmsizlik uchun ham foydalidir.[8]

Cyperusning ildizlari va ildizpoyalari rotundus dastlabki kimyoviy tahlilda aniqlangan tarkibida betasterol, siperen, siperol, flavonoidlar, sesquiterpenoidlar, askorbin kislota va polifenollar. U dan o‘z vaqtida qiziqish, o‘simlikdan yangi antioksidantlarni izlash manbalari so‘nggi paytlarda katta qiziqish uyg‘otdi flavonoidlarning bioaktivligiga, askorbinga qaratilgan kislota va polifenollar antioksidantning parhez manbalari sifatida. Shunday qilib, hozirgi muloqot bilan shug‘ullanadi ildizlarning antioksidant faolligini baholash va C. rotundus L ning ildizpoyalari. Gemoglobin Nice Chemicals Pvt.dan sotib olingan. Ltd., Cochin. Glyukoza va datokoferol bor edi Merck, Mumbay shahridan sotib olingan. Askorbin kislotasi va gentamitsin Biokem International Pvt kompaniyasidan olingan. Ltd., Bangalor va Nicholas Piramal India Ltd. Pithampur, mos ravishda. Boshqa barcha reagentlar va erituvchilar ishlatilgan, analitik darajada edi. C. rotundus L. ning ildizi va ildizpoyalari yig‘ilgan Panua shahridan, G‘arbiy Bengaliyaning Bankura tumanida iyun oyi va Markazda autentifikatsiya qilingan Milliy gerbariy, Hindiston botanika tadqiqoti, Howrah, G‘arbiy Bengaliya. Vaucher namunasi saqlangan kelajakda foydalanish uchun laboratoriyamiz (DPS 1). Soyali,
chang, elakdan o‘tkazilgan (40 mesh hajmi) o‘simlik materiallari edi neft efiri bilan ketma-ket qazib olinadi

Cuperus rotundus uchuvchi moylarining kimyoviy tarkibi keng o‘rganilib, Osiyoning turli qismlaridan olingan efir moylarining to‘rtta kimyo tipi (H-,K-,M-O-tiplari) haqida xabar berilgan. Yaponiyadan H-tipi tarkibida α -siperon (36,6%), b-selin (18,5%), siperol (7,4%) va karyofilin (6,2%) borligi aniqlangan. Xitoy, Gonkong, Yaponiya, Tayvan va Vetnamdagi M-tipida α -siperon (30,7%), siperotundon (19,4%), β-selinen (17,8%), siperen (7,2%) va siperol (5,6%) mavjud edi. Yaponiya, Tayvan, Tailand, Gavayi va Filippindagi O-tipi siperen (30,8%), siperotundon (13,1%) va β -elemen (5,2%) borligi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, Gavayi O-tipida asosiy birikmalar sifatida siperotundon (25,0%) va siperen (20,7%) mavjud edi. K-tipi, shuningdek, Gavayi orollarida siperen

ISSN 3030-3907

(28,7%), siperotundon (8,8%), pachulenil asetat (8,0%) va sugeonilatsetat (6,9%) ustunlik qilgan.

N	Tayyorlama turi	Qism/ formulyatsiya	Me'yor/ doza	Maqsad/foydalanish konteksti	manbaa
1	nastoy	5-100 mg→ qaynatma	50-100ml/ kun, 2-3bo'lib	Hazm muammolari, yallig'lanish, minstural buzilish	https://anantamayurveda.com/nagarmotha-cyperus-rotundus-nagarmotha-benefits/?utm_source=chatgpt.com
2	Nastoy TMS	6-9gr /ba'zan 12 gr	Kuniga 1 mahal	QI tartib, dysmenoreya	https://acupuncturetoday.com/herbs-and-botanicals/cyperus-xiang-fu?utm_source=chatgpt.com
3	sirop/ tinsture	2-3gr tincture	Kuniga 1 doza	Umumiy holat bo'yicha	https://tropilab.com/applicationanddosagecyperus.html?utm_source=chatgpt.com
4	Herbal tea	1-3 tsp →1 stakan	Kuniga 1-3 mahal	Hazm, tinchlantirish	https://healthy.natnin.com/%F0%9F%8C%BF-cyperus-rotundus-natures-hidden-cure-for-over-10-health-issues/?utm_source=chatgpt.com
5	Kapsula/ kukun	250-1000 mg yoki 250-500 mg	Kuniga 1,2 marta	Qulay formulaga tayanib foydalanish	https://healthy.natnin.com/%F0%9F%8C%BF-cyperus-rotundus-natures-hidden-cure-for-over-10-health-issues/?utm_source=chatgpt.com
6	malham	Alhologik ekstrakt= nitrofurazone ta'sir	Tashqariga suriladi	Yaralar, jarohatlar	https://tropilab.com/cyperustea.html?utm_source=chatgpt.com

ISSN 3030-3907

7	Poultice	Tuber,barg yog‘ bilan pasta	Tashqariga suriladi	Yallig‘lanish, yallig‘ jarohat	https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8443348/?utm_source=chatgpt.com

Xulosa

Cyperus rotundus ildizpoyalari va ildizlarining fitokimyosi biologik xossalari va klinik qo‘llanilishiga qaratilgan. Biroq, bu dorivor ahamiyatga ega o‘simlikning boshqa qismlari bo‘yicha bunday tadqiqotlar hali ham o‘rganilishi kerak. Bundan tashqari, kelajakdagi tadqiqotlar inson sub’yektlarida yangi terapevtik vositani ishlab chiqish uchun ishlatishdan oldin ushbu o‘simlikning klinik faoliyati va xavfsizligini tasdiqlashga qaratilgan bo‘lishi kerak.

Oxirgi yigirma yillikdan beri Cyperus rotundusning kimyoviy tarkibiy qismlari va farmakologik faolligini tekshirishga turli urinishlar qilindi. Afsuski, bunday keng qamrovli o‘rganilgan dorivor o‘simlik bo‘yicha hech qanday sharh nashr etilmagan, jumladan, uning botanika, an’anaviy qo‘llanilishi, fitokonstitutsiyalari, terapevtik faoliyati va klinik qo‘llanilishi.

Xitoy, Yaponiya va Hindistonning Ayurveda tibbiyoti tizimlarida Cyperus rotundus bir nechta klinik kasalliklarni davolash uchun juda mashhur va tez-tez ishlatiladigan an’anaviy tibbiyot (tonik) hisoblanadi. Bu o‘zining istiqbolli terapevtik xususiyatlari tufayli butun dunyoda keng o‘rganilgan o‘simlik turidir. Shuning uchun, bu o‘simlik turi farmakologik mahsulotlarni ishlab chiqish uchun ishlatilgan. In vivo va in vitro tadqiqotlari uning turli etnomedik va potentsial farmakologik faolligini isbotladi.[14]

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Asqarov.I.R. Sirli tabobat T:Fan va texnlogiyalar nashriyot-matbaa uyi. Toshkent. 2021-y–B.1010

2. Lin S, Zhou Z, Zhang H, Yin W. Phenolic glycosides from the rhizomes of Cyperus rotundus and their antidepressant activity. J Korean Soc Appl Biol Chem. 2015;58:685. Jurnal “Etnofarmakol”. 2013y.

3. SH.J.Tojiboyev.,N.H.Qarshiboyeva “Botanika yuksak o‘simliklar sistematikasi”. Namangan 2015.

4. Middha SK, Usha T, Pande V. HPLC evaluation of phenolic profile, nutritive content and antioxidant capacity of extracts obtained from Punica granatum fruit peel. Adv Pharmacol Sci. 2013;1:296236. doi: 10.1155/2013/296236.

5. Patel MV, Patel KB, Gupta SN. Effects of ayurvedic treatment on forty-three patients of ulcerative colitis. Ayu. 2010;31:478–81. doi: 10.4103/0974-8520.82046.

ISSN 3030-3907

6. Komai, K.;Shimizu, M.;Tang, C.T.;Tsutsui, H. Sesquiterpenoids of *Cyperus bulbosus*, *Cyperus tuberosus* and *Cyperus rotundus*. *Mem.Fac.Agr. Kinki Univ.*1994,*27*,39–45.
7. Pliniy Elder Nazariy va eksperimental kimyo Kimyoviy texnologiyaning xalqaro ilmiy-amaliy va zamonaviy muammolari mavzusida Qarshi davlat universiteti konferensiyasi 2023y.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKTDA MATEMATIK USULLAR

Ulasheva Shakhlo Tagaevna
Qarshi davlat texnika universiteti v.b. dotsent,
Sharapova Mukhabbat Arapovna
Qarshi davlat universiteti professor,
Ulasheva Shokhista Tagaevna
Toshkent shahar Yunusobod tumani 220-maktab matematika fani o‘qituvchisi,

Annotatsiya: Sun’iy intellekt, ya’ni sun’iy ong, zamonaviy texnologiyalar rivoji natijasida insoniyat hayotining barcha sohalariga tezlik bilan kirib bormoqda. Uning rivoji, imkoniyatlari va tatbiq etilishi ko‘plab nazariy va amaliy masalalarni o‘z ichiga oladi. Sun’iy intellektning asosiy qismlaridan biri va uning poydevorini tashkil etuvchi soha bu matematik usullardir. Matematik usullarsiz na sun’iy intellekt algoritmlarini qurish, na ma’lumotlarni qayta ishlash va na asosli tahlil olib borish mumkin. Zero, matematika sun’iy intellekt uchun asosiy til, qoidalar majmuasi va ishonchli qurilma sifatida xizmat qiladi. Shu sababli, ushbu maqolada sun’iy intellekt tizimlarining yaratilishi, rivojlantirilishi va tahlilida qo‘llanilayotgan matematik usullar keng va chuqur yoritiladi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, matematik usullar, ehtimollar nazariyasi, statistik tahlil, chiziqli algebra, optimallashtirish, neyron tarmoqlar, mashinani o‘qitish, matematik modellashtirish, graf nazariyasi.

Аннотация: Искусственный интеллект, то есть искусственное сознание, стремительно входит во все сферы жизни человека в результате развития современных технологий. Его развитие, возможности и применение затрагивают множество теоретических и практических вопросов. Одной из основных частей искусственного интеллекта и областью, составляющей его основу, являются математические методы. Без математических методов невозможно построение алгоритмов искусственного интеллекта, обработка данных и проведение полноценного анализа. Ведь математика служит основным языком, набором правил и надежным инструментом для искусственного интеллекта. Поэтому в данной статье дается широкое и глубокое освещение математических методов, используемых при создании, разработке и анализе систем искусственного интеллекта.

Ключевые слова: искусственный интеллект, математические методы, теория вероятностей, статистический анализ, линейная алгебра, оптимизация, нейронные сети, машинное обучение, математическое моделирование, теория графов.

Abstract: Artificial intelligence, that is, artificial consciousness, is rapidly entering all spheres of human life as a result of the development of modern technologies. Its development, capabilities and application involve many theoretical and practical

ISSN 3030-3907

issues. One of the main parts of artificial intelligence and the area that forms its foundation is mathematical methods. Without mathematical methods, neither artificial intelligence algorithms can be built, nor data processing, nor a sound analysis can be carried out. After all, mathematics serves as the main language, set of rules and a reliable tool for artificial intelligence. Therefore, this article provides a broad and in-depth coverage of the mathematical methods used in the creation, development and analysis of artificial intelligence systems. **Keywords:** artificial intelligence, mathematical methods, probability theory, statistical analysis, linear algebra, optimization, neural networks, machine learning, mathematical modeling, graph theory.

Kirish

Sun’iy intellekt va informatika rivojida matematik statistik usullar hamda ehtimollar nazariyasi alohida ahamiyat kasb etadi. Ma’lumki, sun’iy intellekt tizimlari ayrim hollarda to‘liq ma’lumotlar asosida emas, balki ehtimollik va statistik taxminlarga suyanadi. Shu sababli, bu sohani chuqur rivojlantirish uchun statistika, ehtimollar nazariyasi, regressiya tahlili, chiziqli va chiziqsiz modellashtirish asosiy vositalargadir. Sun’iy intellektda ko‘pincha kiritiladigan ma’lumotlar turli manbalardan keladi va ular noaniq bo‘ladi. Bunday vaziyatdan to‘g‘ri chiqish uchun statistik usullardan foydalaniladi va ular natijasida moslashuvchan, robust sun’iy intellekt tizimlari vujudga keladi. Sun’iy intellekt tizimlarida algebraik va analizga oid usullar, xususan, chiziqli algebra, matritsalar nazariyasi va tenzor hisoblari, algoritmik texnologiyalarni rivojlantirishda asosiy o‘rin egallaydi. Mashinani o‘qitishda, asosan, vaznli koeffitsientlar bilan ishlashda va ma’lumotlarni turli joylarga sochish, to‘plash, va qismlarga ajratishda chiziqli algebra yetakchi rol o‘ynaydi. Masalan, neyron tarmoqlar arxitekturasi, signallarni uzatish va qabul qilish, o‘zgaruvchilar maydonini moslashtirishda matritsalar, vektorlar va tenzorlar faol ishlatiladi. Bundan tashqari, funksional analiz va optimallashtirish nazariyasi ham sun’iy intellekt samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA

Algoritmlarni ishlab chiqishda kombinatorika va diskret matematikaning ham ahamiyati kattadir. Tashkiliy masalalarning ko‘pchiligi diskret tuzilmalar yordamida hal qilinadi. Sun’iy intellektda optimal marshrutlarni aniqlash, tarmoqlarni optimallashtirish va ulardagi bog‘lanishlarni tadqiq etishda graf nazariyasi va kombinatorika imkoniyatlariga ehtiyoj tug‘iladi. Ma’lumotlar tuzilmasi, graf algoritmlari, marshrutlash va turli tanlash masalalari kombinator matematika yordamida yechiladi. Amaliy jihatdan esa, sun’iy intellekt tizimlarini qurishda matematik modellashtirish muhim o‘rin tutadi. Haqiqiy hayotdagi jarayonlarni sun’iy intellekt tizimlarida aks ettirish uchun o‘xshash matematik

ISSN 3030-3907

modellar tuziladi. Bu jarayonlarda asosiy element differensial tenglamalar, ehtimollik modellar, Markov zanjirlari, Bayes tarmoqlari kabi elementlardir. Aynan ushbu model va usullar hisobiga sun’iy intellekt tizimlari muayyan muammolarni hal etishda yuqori aniqlikka erishadi [1].

Sun’iy intellektda optimallashtirish usullari ham keng qo‘llaniladi. O‘rgatuvchi va o‘rganadigan algoritm tuzishda ham, so‘rovlarning eng samaralisini tanlashda ham, parametrlarni moslashtirishda ham optimallashtirish masalalari ko‘p uchraydi. Optimallashtirishning asosi ham matematika, xususan, matematik analiz va maxsus algoritmik usullardir. Gradientlar, to‘g‘ri va orqaga tarqatish, stokastik gradient usullari, Lagrang multiplikatorlari, cheklovli va cheklovsuz optimallik masalalari ushbu sohada munkin bo‘lgan imkoniyatlarni kengaytiradi. Ularning yordamida sun’iy intellekt o‘z ustida muntazam ravishda ishlaydi, algoritmlar o‘zini takomillashtiradi. Ajoyib taraqqiyotga erishayotgan sohalardan biri bu mashinani o‘qitish (Machine Learning) va chuqur o‘qitish (Deep Learning) tizimlari hisoblanadi. Ularning algoritmlarini tushunish va samarali ishlab chiqish uchun statistik modellash, chiziqli va chiziqmas regressiya, klasterlash, asosiy komponentlar tahlili (PCA), ko‘plab matematik asosli yondashuvlar ishlatiladi. Neyron tarmoqlardagi oraliq qatlamlar, faoliyat funktsiyalari, gradient desent, normalizatsiya va boshqa ko‘plab mexanizmlar matematik modellar va hisoblashlar asosida tashkil etiladi. Ma’lumotlarni tozalash, xususiyatlarini chiqarib olish, tantanalash, klassifikatsiya va prognozlash jarayonida ham matematik formulalar asosiy rol o‘ynaydi [2].

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Sun’iy intellekt tizimlarining aniqlik va ishonchliligini oshirishda ehtimollik asosidagi usullar, Bayes teoremasi, statistika va matematik tahlil vositalaridan ham keng foydalaniladi. Katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlashda matematik statistik usullar model natijalarini aniq prognozlash, taxmin qilinadigan natijalarni aniqlash, avtomatik klassifikatsiya va tanish uchun yordam beradi. Eng yangi o‘quv algoritmlarida, ayniqsa o‘z-o‘zini o‘rganuvchi tizimlarda va mustahkamlovchi o‘qitishda (reinforcement learning) matematik optimallashtirish, ehtimolar nazariyasi va Markov jarayonlari muhim ahamiyatga ega. Bu sohada harakatlarni tanlash, mukofotlarni topshirish, optimal strategiyalar aniqlashda matematik tahlil va hisoblashlar ishlatiladi. Shu orqali sun’iy intellekt tizimlari yangi bilimlarni mustaqil olish va yangi vazifalarga moslashish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Natural tilni qayta ishlash (NLP), tasvirni aniqlash (Computer Vision), nutqni tanish, generativ tizimlar va boshqa sun’iy intellekt yo‘nalishlarida ham matematik usullarning ahamiyati juda katta. Formal tillar nazariyasi, ehtimollik modellari, markovli jarayonlar, vektor fazolar, matritsa hisoblari, statistik tahlil, korrelyatsiya va kovariatsiya, normallashtirish va sinfikatsiyadan keng miqyosda

ISSN 3030-3907

foydalaniladi. Bu natijada sun’iy intellekt tizimlari inson faoliyati uchun foydali bo‘ladigan, yuqori aniqlik va ishonchlilikka ega bo‘ladi [3].

Matematik modellashtirish va metodlar sun’iy intellektdagi algoritmlarning samaradorligini oshirish, ularga moslashuvchanlik, barqarorlik va ishonchlilik kiritish, eng optimal yechimlarni ishlab chiqish va natijalarni aniq aniqlashga xizmat qilmoqda. Xususan, ma’lumotlarni tuzilishiga ko‘ra klasterlash yoki klassifikatsiyalash, parametrlarga moslashuvchanlik, tarmoqlarning tuzilishini optimallashtirish, mos yozuvlarning qisqa va tez tahlili kabi amaliy masalalarda matematik sohalarning roli beqiyosdir. Ma’lumotlar tahlilida matematik statistik usullar yordamida kerakli xususiyatlarni ajratish, kutilmagan holatlarni aniqlash, va real hayotga mos tavsiyalar ishlab chiqish mumkin. Sun’iy intellekt tizimlarida ma’lumotlarni kodlash, siqish, buzilish holatlarida uzluksizlikni ta’minlash kabi masalalar ustida ishlashda matematik analiz, integral va differensial tenglamalar alohida ahamiyat kasb etadi. Grafik va chizmalar yordamida ma’lumotlar orasidagi bog‘liqliklarni tez va samarali topish uchun ham matematik metodlar asosiy tanlov hisoblanadi [4].

Sun’iy intellekt algoritmlarini soddalashtirish va tezlashtirish uchun matematik aproksimatsiya usullari va hisoblash modellari ham keng miqyosda tadbiq etiladi. Katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash uchun ular qisqartiruvchi algoritmlar orqali natijalarni tez olish va samaradorlikni oshirishga yordam beradi. Bundan tashqari, statistik ehtimollikka asoslangan filtrlar, prognozlash usullari va rasmiy tahlil imkoniyatlari yuzaga keladi. Shuningdek, dasturiy qurilmalar, apparat tezlatkichlari yordamida matematik algoritmlarni samarali parallel bajarish imkoniyatlari sun’iy intellekt amaliyotida ahamiyatini oshirmoqda. Neyron tarmoqlarning samarali ishlashida grafik protsessorlar, cheklangan resurslar va tezkorlikni ta’minlashdagi matematik yordam natijasida turli sohalar uchun ishlaydi. Dastlabki ma’lumotlarni tayyorlash, protsessing va toza natijaga erishishda matematik algoritmlar ishonchli va samarali natijalarni kafolatlaydi. Sun’iy intellekt uchun matematik usullar nafaqat nazariy masalalarni hal qilish, balki amaliyotda optimal natijalarga erishishda ham asosiy o‘rin tutadi. Innovatsion masalalarda, yangi bilimlarni ishlab chiqishda, inson aql-idrokini sun’iy ravishda modellashtirishda matematik yondashuvlar yetakchi ahamiyatga ega. Shu sababli, sun’iy intellektning kelajakdagi taraqqiyoti ham aynan matematik tadqiqotlar, yangi algoritmlar va matematik model va usullarga bog‘liq bo‘ladi [5].

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, sun’iy intellekt tizimlarida matematik usullarning o‘rni beqiyos va muhimdir. Yangi texnologiyalar, raqamli iqtisodiyot, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va boshqa sohalar sun’iy intellekt imkoniyatlaridan samarali foydalanish uchun matematik bilim va tajribaga

ISSN 3030-3907

tayanishi shart. Yangi avlod sun’iy intellekt texnologiyalarini rivojlantirish va amaliyotda tatbiq etish uchun, eng zamonaviy va ilg‘or matematik usullarni chuqur o‘rganish, tajriba va amaliyotda tatbiq etish dolzarb ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtayi nazardan, sun’iy intellektning samarali ishlashini, rivojlanishini va insoniyat foydasiga xizmat qilishini ta’minlash uchun matematik usullar va yondashuvlar har doim asosiy va muhim bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdukarimov, S. (2020). "Sun’iy intellekt asoslari va uning matematik modellari." Toshkent: Fan va Texnologiya nashriyoti.
2. Akhmedova, G. S. (2019). “Sun’iy intellekt tizimlarida statistik tahlil va ularning qo‘llanilishi.” Informatika va axborot texnologiyalari, 2(16), 88-94.
3. Alimova, N. N. (2017). “Neyron tarmoqlarda matematik modellashtirish asoslari.” Toshkent: O‘zbekiston Milliy universiteti nashriyoti.
4. Bobojonov, K. (2018). "Raqamli texnologiyalar va sun’iy intellekt: matematik masalalar." Samarqand: Samarqand davlat universiteti nashriyoti.
5. Esonov, B. T. (2021). "Mashina o‘qitish algoritmlarining matematik asoslari." Informatika va Dasturlash, 3(31), 45-54.
6. G‘ulomov, G., & To‘rayev, D. (2019). "Sun’iy intellektning nazariy asoslari va matematik metodlari." Toshkent: Innovatsion rivojlanish nashriyoti.
7. Ibragimov, J. T. (2022). "Sun’iy intellektda ehtimollar nazariyasi asoslari." Informatika va Kompyuter Texnologiyalari, 4(38), 61-67.
8. Karimov, H. (2020). "Optimallashtirish va uning sun’iy intellektda qo‘llanilishi." Toshkent: Iqtisodiyot nashriyoti.
9. Rasulov, F. (2018). “Graf nazariyasi va uning sun’iy intellektdagi qo‘llanilishi.” Matematika va Informatika, 3(12), 100-106.
10. Tursunov, S. (2021). "Sun’iy intellektda matematik usullar: amaliy yondashuv." Farg‘ona: Farg‘ona davlat universiteti nashriyoti.

ISSN 3030-3907

MOYLI KUCH TRANSFORMATOR TEXNIK HOLATI BAKINING VIBROAKUSTIK PARAMETRLARIGA ASOSLANGAN IMITATSION MODELIDAN FOYDALANGAN HOLDA EKSPRESS BAHOLASH

I.K. Ismoilov

Fergana state technical university, Fergana, Uzbekistan

E-mail: i.ismoilov@ferpi.uz

Annotatsiya. Moyli kuch transformatorlari elektr tarmog‘ida elektr energiyasini taqsimlashning ishonchliligini ta'minlaydigan asosiy qurilmadir. Bu har bir elektr ta'minoti halqalarini bog‘lovchi uchun yagona qurilma hisoblanadi. Moyli kuch transformatorlarining uzoq muddatli ishonchli ishlashi energiya tizimiga bevosita ta'sir qiladi va ba'zida baxtsiz hodisalarga olib kelishi mumkin. Moyli kuch transformatorlarining texnik holati uning asosiy qismlariing texnik holatiga bogliq. Ushbu maqolada moyli kuch transformatorining bakida ish ekspluatatsiya jarayonidagi vibroakustik parametrlarining nazariy va imitatsion modelida olingan natijalar tahlil qilinadi. Natijada moyli kuch transformatorlarining texnik holatini ekspress-baholash amalga oshirildi.

Kalit so‘zlar: Moyli kuch transformatorlari, vivratsiya, akustika, texnik holatni baholash, imitatsion model, noaniq mantiq, Mamdani usuli (Mamdani fuzzy logic), Matlab Simulink, issiqlik parametrlari, diagnostika va monitoring, aktiv quvvat yo‘qotishlari, Ekspress diagnostika

Аннотатция. Силовые масляные трансформаторы являются основными устройствами, обеспечивающими надежность распределения электрической энергии в электросети. Они являются единственными устройствами, связывающими каждый контур электроснабжения. Длительная надежная работа силовых масляных трансформаторов напрямую влияет на энергосистему и иногда может приводить к авариям. Техническое состояние силовых масляных трансформаторов зависит от технического состояния его основных узлов. В данной статье анализируются результаты, полученные в теоретико-имитационной модели виброакустических параметров в баке силового масляного трансформатора в процессе эксплуатации. В результате проведена экспресс-оценка технического состояния силовых масляных трансформаторов.

Ключевые слова: Силовые масляные трансформаторы, вибрация, акустика, оценка технического состояния, имитационная модель, нечеткая логика, нечеткая логика Мамдани, Matlab Simulink, тепловые параметры, диагностика и мониторинг, потери активной мощности, экспресс-диагностика

Abstract. Power oil transformers are the main devices that ensure the reliability of electric energy distribution in the power grid. They are the only devices that

ISSN 3030-3907

connect each power supply circuit. Long-term reliable operation of power oil transformers directly affects the power system and can sometimes lead to accidents. The technical condition of power oil transformers depends on the technical condition of its main units. This article analyzes the results obtained in the theoretical and simulation model of vibroacoustic parameters in the tank of a power oil transformer during operation. As a result, an express assessment of the technical condition of power oil transformers was carried out.

Keywords: Power oil transformers, vibration, acoustics, condition assessment, simulation model, fuzzy logic, Mamdani fuzzy logic, Matlab Simulink, thermal parameters, diagnostics and monitoring, active power losses, express diagnostics

Kirish.

Moyli kuch transformatorlari elektr energiya tizimlarining eng muhim elementlaridan hisoblanadi [2-7]. Butun sanoat tarmoqlari va aholi hayotiturmush tarzi ularning ishonchli va uzluksiz ishlashiga bog‘liq [1-9]. Vaqt o‘tishi bilan moyli kuch transformatorlarning asosiy elementlari turli omillar (elektr yuklama, ortiqcha qizish, tebranish va boshqalar) ta’sirida texnik holati yomonlashadi. Bu esa moyli kuch transformatorning texnik holati yomonlashishiga va ishdan chiqish xavfining oshishiga olib keladi [2-11]. Elektr energiyasiga bo‘lgan talab ortib borayotgani va elektr ta’minotining ishonchliligi talablarining kuchayishi sharoitida, moyli kuch transformatorlarda nuqsonlarni o‘z vaqtida aniqlash va bartaraf etish yanada muhim ahamiyat kasb etmoqda [8-19]. Shu sababli, hozirgi kunda moyli kuch transformatorlarni texnik diagnostika qilishning yangi, yanada aniq, informativ va tezkor usullari ishlab chiqilmoqda [2-12]. Diagnostikalash moyli kuch transformatorlarning ishonchliligini oshirish va avariyaviy o‘chirishlar xavfini kamaytirish imkonini beradi [2-12]. Diagnostikalash moyli kuch transformatorlarning ishlash sharoitlarini optimallashtirishga yordam beradi, bu esa ularning ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga olib keladi [15-23]. Diagnostikalash yordamida moyli kuch transformatorlarning ularni ta’mirlash yoki almashtirishga bo‘lgan ishlar optimallashtiriladi [22-30]. Yuqorida keltirilgan maqolalar moyli kuch transformatorlarini diagnostikalash dolzarbligini tasdiqlaydi [7-30]. Ularda turli diagnostika usullari, ularning afzallik va kamchiliklari, shuningdek, moyli kuch transformatorlardagi turli nuqsonlarni aniqlashdagi qo‘llanilishi yoritilgan [2-11].

O‘z vaqtida diagnostika o‘tkazish va nuqsonlarni aniqlash orqali transformatorlarni avariyaviy o‘chirishlarning oldini olish zarurligini ta’kidlaydi [2, 8-20]. Shuningdek, yangi texnologiya va usullarni qo‘llash orqali diagnostika samaradorligini oshirish masalalari ham ko‘rib chiqilgan [21-30]. Moyli kuch transformatorlarini diagnostika qilish ularni ekspluatatsiya qilishda muhim bosqich

ISSN 3030-3907

hisoblanadi [22-30]. Bu esa ushbu muhim energetika ob'ektlarining ishonchliligi, samaradorligi va xizmat muddatini uzaytiradi [8-23].

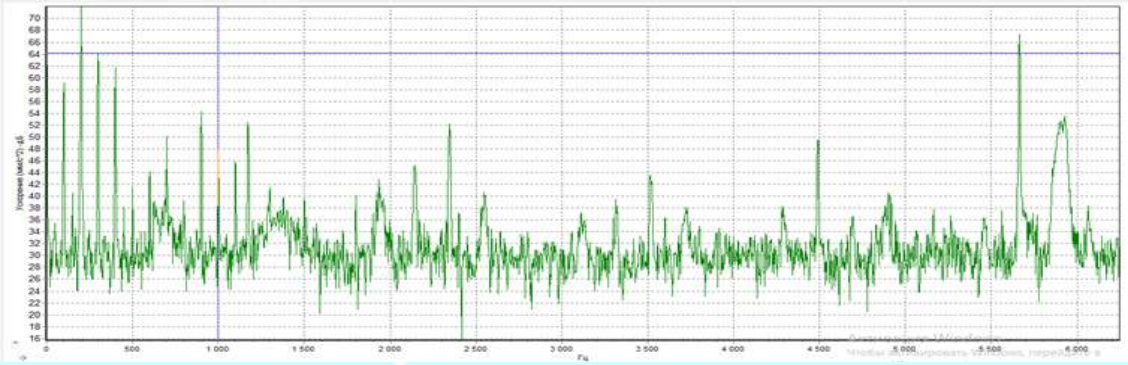
Hozirgi kunda moyli kuch transformatorlarni kompleks diagnostikalash, ya'ni turli diagnostika usullarini birgalikda qo'llash va joriy etishga tobora katta e'tibor qaratilmoqda. Sun'iy intellekt texnologiyalari rivojlanishi moyli kuch transformatorlarni diagnostika qilishda yangi imkoniyatlarni ochib bermoqda. Jumladan, noaniq mantiq (fuzzy logic) yordamida diagnostika natijalarini yanada aniq va samarali talqin qilish mumkin bo'ldi.

Tadqiqot usuli. 1974 yilda ishlab chiqarilgan TDTN-40000/110/35.10-U1 rusumli moyli kuch transformatoriga mavjud 110 kVli podstansiyada ekspress diagnostika o'tkazildi. Ekspress diagnostika davomida moyli kuch transformator bakining turli nuqtalarida 50-5000 Hz diapazonda vibroakustik parametrlar o'lchandi.

Moyli kuch transformatorlarining texnik holatini ekspress baholash uchun "agar–unda" (if–then) printsipiga asoslangan noaniq mantiq (fuzzy logic) qoidasi qo'llanildi. Ya'ni, agar magnit o'zak, chulg'am va moy yaxshi holatda bo'lsa, unda moyli kuch transformatori ham yaxshi holatda bo'lishi kerak.

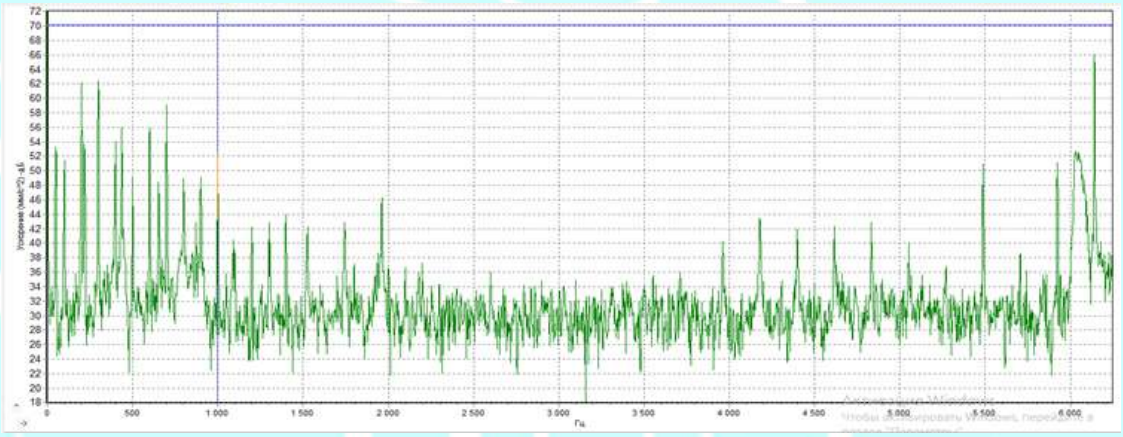
Ushbu holatni ifodalovchi ko'rsatkichlar raqamli qiymatlarda berilib, lingvistik (so'zli) ko'rsatkichlarni raqamli ko'rsatkichlarga o'tkazish uchun bir qator maxsus qoidalar ishlab chiqilgan. Kiruvchi va chiquvchi o'zgaruvchilar o'rtasidagi bog'liqlik "agar–unda" printsipi asosida amalga oshiriladi. Chiqaruvchi va kiruvchi o'zgaruvchilar bahosi o'n xil belgidan biri bilan ifodalanadi: "A+", "A", "A-", "B+", "B", "B-", "C+", "C", "C-", "F", "F-".

Natijalar va muhokama. Vibroakustik xususiyatlar 9 ta nuqtada o'lchab chiqildi. Quyidagi nuqtalarda minimal qiymatdan biroz yuqori tebranish darajasi qayd etildi: bakning pastki qismidagi ikki tomon, yuqori qismi, va bakning o'rta nuqtasining ikki tomoni. 50-1000 Hz chastota diapazonida tebranish darajasi o'rtacha bo'lib, 88 dB me'yoriy chegaradan ancha past ekanligi aniqlandi (1–3-rasmlar).



1-rasm. Bakning yuqori tomoni (A faza), pastki qismining vibroakustik xarakteristikasi (TDTN-40 000/110/35/10)

ISSN 3030-3907



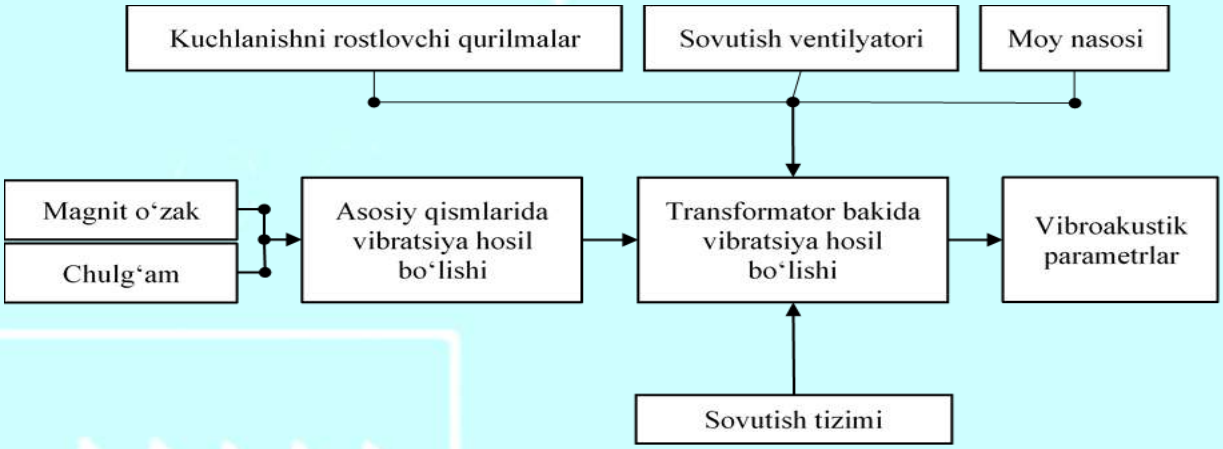
2-rasm. Bakning yuqori tomonidagi pastki qismining (B faza) vibroakustik xarakteristika (TDTN-40 000/110/35/10)



3-rasm. Bakning yuqori tomonidagi pastki qismining (C faza) vibroakustik xarakteristika (TDTN-40 000/110/35/10)

Natijalar 1000 Gts gacha bo‘lgan diapazonda tahlil qilinadi. 7 ta maksimum nuqta kuzatildi. Har bir maksimumda tegishli chastota va tovush tezlanishi mavjud. Masalan, 1-rasmda 100 Gts da 72 dB, 2-rasmda 450 Gts da 56 dB, 3-rasmda 600 Gts da 49 dB va boshqa maksimumlar uchun ham shu tarzda qiymatlar aniqlangan. Ushbu qiymatlar noaniq mantiq asosida tahlil qilinadi. Har safar chulg‘amdagi tezlanish moyli kuch transformatorining asosiy qismlaridan biriga mos keladi.

Moyli kuch transformatorlarida vibroakustik parametrlarni aniqlash jarayoni quyidagi blok-sxema yordamida bayon qilamiz (4-rasm).



4-rasm. Moyli kuch transformatorida yuzaga keladigan vibroakustik parametrlari shakllanish jarayonini ifodalovchi blok-sxemsi

ISSN 3030-3907

Moyli kuch transformatorlaridagi tebranish manbalari asosan uning aktiv qismlarida hosil bo‘ladi. Moyli kuch transformatorlarining magnit o‘zagi va chulg‘amlari asosiy tebranish manbasi hisoblanadi va ular ushbu tebranishlarni o‘zining asosiy qismlari orqali moyli kuch transformator bakiga uzatadi. Moyli kuch transformatori moyi esa bakka uzatilayotgan tebranish parametrlari o‘zgarishini ta’minlovchi asosiy muhit hisoblanadi. Moyli kuch transformatorning uzoq muddat ishlashi davomida, unda qisman razryadlar natijasida hosil bo‘ladigan mexanik cho‘kindilar va pufakchalar konsentratsiyasi oshishi natijasida moyning fizik-kimyoviy xossalari o‘zgaradi va bu bevosita uzatiladigan tebranish parametrlariga ta’sir qiladi. Shuning uchun, transformator moyining texnik holatini vibroakustik parametrlar spektri orqali baholash mumkin.

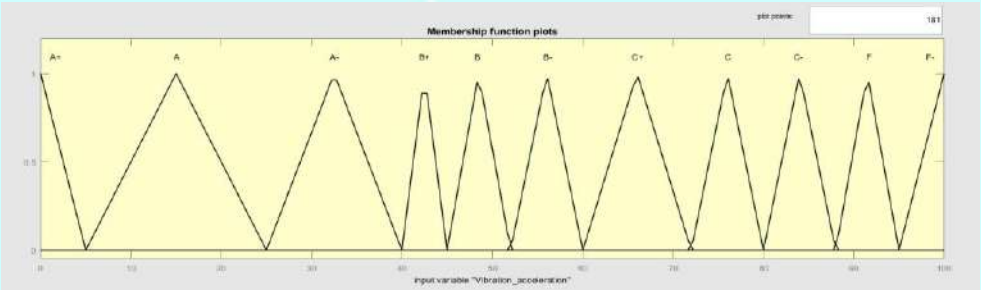
Moyli kuch transformator elementlari o‘zaro ta’sirlashayotgan kuchlar natijasida, ularning bir-biriga nisbatan fazoviy siljishi oqibatida yo‘qotishlar yuzaga keladi. Bu jarayonni quyidagicha bayon qilish mumkin.

$$\sum_i (F_i - m_i a_i) \cdot \delta r_i = 0 \qquad (1)$$

Bu yerda, i – moyli kuch transformatori elementlarining soni; δr_i — transformator elementi fazoviy siljishi; F_i — transformator tizimida hosil bo‘ladigan kuchlarning geometrik yig‘indisi. Ushbu formula D’Alembert prinsipi asosida uzluksiz tuzilmaning diskretlashtirilgan ko‘rinishida ifodalanadi. Natijada, transformator elementi uchun massa, qattiqlik va tebranish (dempferlik) xarakteristikasini o‘z ichiga olgan tenglama quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

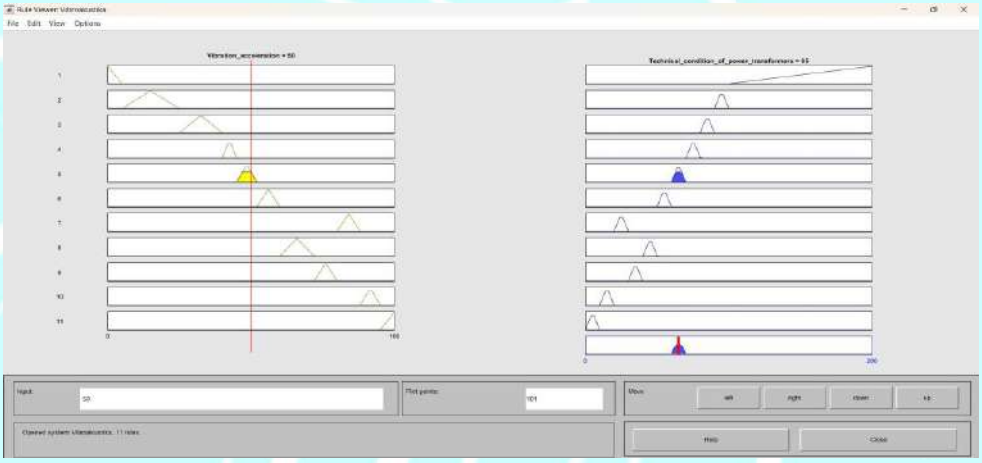
$$\{F(t)\} = [M] \cdot \{\ddot{u}\} + [C] \cdot \{\dot{u}\} + [K] \cdot \{u\} \qquad (2)$$

Bu yerda, $[M]$ - elementning konstruktiv massa matritsasi; $[C]$ - elementning viskoz so‘nish (dempferlik) matritsasi; [K] - moyli kuch transformator moyining qattiqlik (yoki elastiklik) matritsasi; $\{\ddot{u}\}$ - tugunlarning tezlanish vektori; $\{\dot{u}\}$ - tugunlarning tezlik vektori; {u} - tugunlarning siljish vektori; {F(t)} - kuchning vaqt bo‘yicha o‘zgarish funksiyasi. Ushbu ifoda transformator tizimining o‘tkinchi (transient), modalli (model) va garmonik (harmonik) xususiyatlarini ifodalaydi.

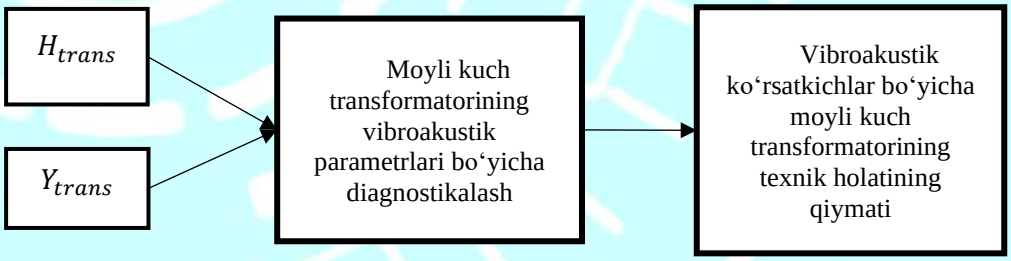


5-rasm. Kirish o‘zgaruvchisi parametrlarning a‘zolik funksiyasidir

ISSN 3030-3907



6-rasm. Noaniq mantiqning Mamdani usulidan foydalangan holda “Moyli quvvat transformatori”ning texnik holatini ekspress diagnostikasining chiqish qiymatilari interfeysi



7-rasm. Moyli kuch transformatorining texnik holatini vibroakustik parametrlarga asoslanib aniqlashning tuzilma sxemasi

Kirish va chiqish o‘zgaruvchilari uchun mos ravishda mansublik funksiyalari ishlab chiqilgan. Noaniq mantiq yordamida texnik holatni baholashda kirish va chiqish o‘zgaruvchilari uchun T, L, γ — sinflar bo‘yicha a’zolik funksiyalari aniqlanadi. Kirish va chiqish o‘zgaruvchilari o‘rtasida bog‘liqlik qoidalari o‘rnatilgan. Chiqish o‘zgaruvchisidagi har bir noaniq to‘plam uchun umumiy masublik funksiyasi aniqlandi. Chiqish natijasini olish jarayonida sentroid (markazlashtirish) metodi qo‘llanildi va quyidagicha ifodalandi:

$$\text{1-qoida: } W_{(V)1} = \min\left(\mu_{A+}(V_1), 1\right) \rightarrow \mu_{A+}(y_{trans(1)})$$

$$\text{2-qoida: } W_{(V)2} = \min\left(\mu_{A}(V_2), 1\right) \rightarrow \mu_{A}(y_{trans(2)})$$

$$\text{11-qoida: } W_{(V)11} = \min\left(\mu_{F-}(V_{11}), 1\right) \rightarrow \mu_{F-}(y_{trans(11)})$$

Chiqish o‘zgaruvchisidagi har bir noaniq (fuzzy) to‘plam uchun umumiy masublik funksiyasini aniqlash:

$$\mu^*_{A+}(y_{trans(1)}) = \max\left(W_{(V)1}, 0\right)$$

$$\mu^*_{A}(y_{trans(2)}) = \max\left(W_{(V)2}, 0\right)$$

$$\mu^*_{F-}(y_{trans(11)}) = \max\left(W_{(V)11}, 0\right)$$

Vibratsion tezlanish qiymati orqali moyli kuch transformatorining texnik holatini aniqlash jarayonida markazlashtirish (sentroid) metodi quyidagicha qo‘llaniladi:

ISSN 3030-3907

$$Y_{Trans} = \frac{\sum_{i=1}^{11} W_{(V)i} * \mu_i^*(y_{trans\,(i)})}{\sum_{i=1}^{11} \mu_i^*(y_{trans\,(i)})}$$

Tajriba asosida aniqlangan vibroakustik parametrlarga ko‘ra, moyli kuch transformatorining magnit o‘zagining texnik holati belgilangan tartib asosida, chulg‘am va moydagi shikastlanish belgilari bilan bog‘liq holda baholanadi.



8-rasm. Moyli kuch transformatorining texnik holatini ekspress baholashning Simulink modeli

8-rasmda keltirilgan simulyatsiya modeliga muvofiq, moyli kuch transformatorining texnik holati vibroakustik parametrlar asosida baholandi. Matematik model kiruvchi o‘zgaruvchilar qiymatiga qarab yutish (so‘nish) koeffitsiyentlari va transformatorning umumiy texnik holatini hisoblab chiqildi. Masalan, 1-rasmda -100 Gts da 72 dB maksimum; 2-rasmda - 450 Gts da 56 dB; 3-rasmda - 620 Gts da 49 dB va boshqa maksimumlar uchun ham shunga o‘xshash qiymatlar aniqlandi. Dastur natijalari bo‘yicha, 100 Gts da 72 dB maksimum har doim kuzatiladi va bu pik magnit o‘zakda magnitostriksiya natijasida hosil bo‘ladigan elektromagnit kuchlar hamda chulg‘amda elektrodinamik jarayonlar ta’sirida yuzaga keladi, va u tarmoq chastotasining ikki barobariga teng bo‘ldi. 450 Gts da 56 dB normal hisoblanadi, agar 60 dB dan oshsa, bu chulg‘amda axial siljish (o‘qi bo‘ylab siljish) mavjudligini ko‘rsatadi va 600 Gts da 49 dB - normal holat. Agar 60 dB dan oshsa, bu transformator magnit o‘zakining to‘yinganligi (saturatsiya) natijasida spektrda uchinchi va beshinchi garmoniklarning ikki barobar ko‘rinishini bildiradi. Agar magnit o‘zak yaxshi siqilgan (presslangan) bo‘lsa, qolgan garmoniklar deyarli kuzatilmaydi. Mexanik shikastlanishlar esa spektrda 400, 500, 600 Gts diapazonlarda harmonik maksimumlarning oshishiga olib keladi.

Xulosa. Moyli kuch transformatorlarining texnik holatini baholash uchun diagnostik parametrlar asosida ishlovchi imitatsion model ishlab chiqildi. Ushbu model transformatorning umumiy texnik holatini aniqlash va baholash imkonini beradi. Tashkillashtirilgan eksperimental tadqiqot natijalari asosida, model yordamida transformatorning muayyan qismi nosozlikka uchrashi ehtimoli va xavf zonalari oldindan prognoz qilinadi. Bu esa, ekspluatatsiyada ishonchlilikni oshirish va avariyaviy holatlarning oldini olishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Shamsiev K. A., Shamsiev B. K., Khamidov S. V. Increasing the reliability of the united power systems of central Asia in conditions of energy transition //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 384. – C. 01020.
2. Nasirov T. K. et al. Problems of ensuring reliability and sustainable development of the United energy system of Central Asia under the conditions of energy consumption growth //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 461. – C. 01038.
3. Yusupov D. T. et al. Development of a simulation model for assessing the technical condition of oil power transformers by measuring vibroacoustic parameters //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 510. – C. 04014.
4. Zalizny D. I. The diagnosis technique of abnormal heating of power capacitors //energetika. Proceedings of CIS higher education institutions and power engineering associations. – 2016. – T. 59. – №. 6. – C. 563-572.
5. Yusupov D. T. et al. Development of a simulation model for assessing the technical condition of the magnetic circuit of oil power transformers by measuring the temperature of the tank and the external environment //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 510. – C. 04013.
6. Lankin A., Baklanov A., Lankin I. Analysis of diagnostic methods and functional state monitoring of power oil transformers in electrical substations //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2019. – T. 135. – C. 01021.
7. Wang J. et al. Review on evolution of intelligent algorithms for transformer condition assessment //Frontiers in Energy Research. – 2022. – T. 10. – C. 904109.
8. Gruntovich N. V. et al. Development of methodological support for diagnosing energy efficiency //Energy and Management. – 2017. – T. 1. – №. 94. – C. 8-13.
9. Грунтович Н. В., Петров И. В., Колесников П. М. Компьютерные системы технического диагностирования маслонаполненных трансформаторов //Вестник Гомельского государственного технического университета им. ПО Сухого. – 2013. – №. 4 (55). – С. 094-099.
10. Yusupov D. et al. Investigation of factors influencing the operational characteristics of traction transformers //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2021. – T. 274. – C. 13007.
11. Роженцова Н. В., Галяутдинова А. Р. Анализ методов диагностики силовых трансформаторов //Энергетика и энергосбережение: теория и практика. – 2018. – С. 430.1-430.4.
12. Sikorski W., Walczak K. Power transformer diagnostics based on acoustic emission method //Acoustic emission-research and applications. – 2013. – T. 1. – C. 1-13.

ISSN 3030-3907

13. Чупак Т. М. Прогнозирование технического состояния силовых маслонаполненных трансформаторов //дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук. – 2007. – Т. 5. – №. 02.
14. Christina A. J. et al. Causes of transformer failures and diagnostic methods–A review //Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2018. – Т. 82. – С. 1442-1456.
15. Yusupov D. T. et al. Cleaning of transformer oils using the electric field //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2023. – Т. 1231. – №. 1. – С. 012024.
16. Du L. et al. On-line partial discharge monitoring and diagnostic system for power transformer //Tsinghua Science and Technology. – 2005. – Т. 10. – №. 5. – С. 598-604.
17. Sofian D M, Wang Z D, Jayasinghe S B. Frequency response analysis in diagnosing transformer winding movements-fundamental understandings[C]//39th International Universities Power Engineering Conference, 2004. UPEC 2004. IEEE, 2004, 1: 138-142.
18. Сагалакова К. И., Яхья А. А., Левин В. М. Совершенствование моделей оценки состояния трансформаторов гэс в режиме on-line мониторинга //Гидроэлектростанции в XXI веке. – 2018. – С. 40-47.
19. Gutten M. et al. Frequency diagnostics of insulating system of power transformers //The Scientific Journal of Riga Technical University-Electrical, Control and Communication Engineering. – 2020. – Т. 16. – №. 1. – С. 1-7.
20. Ismoilov I. K. Analysis of the Problem of Complex Technical Diagnostics of Power Transformers in Power Systems //EJET, release. December. – 2022. – Т. 13. – С. 25-30.
21. Yusupov D. T. et al. Investigation of winding faults of traction transformers //IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – IOP Publishing, 2021. – Т. 868. – №. 1. – С. 012026.
22. Yusupov D. et al. Express diagnostics of power oil transformers by vibroacoustics and partial discharges //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – Т. 434. – С. 01027.
23. Мельникова О. С., Кузнецов В. С. Метод расчета электрической прочности масляных каналов главной изоляции силовых трансформаторов //Вестник Ивановского государственного энергетического университета. – 2020. – №. 5. – С. 48-55.
24. Yusupov D., Artikbayev N., Kutbidinov O., Toshpulatov N., Babayev A., Matchonov O., & Vokhidov, A. (2023). Development of a simulation model for assessing the technical condition of transformers exploited in hydroelectric stations. In E3S Web of Conferences (Vol. 434, p. 01026). EDP Sciences.

ISSN 3030-3907

25. Грунтович Н. В., Жук Е. А. Исследование причин частичных разрядов в силовых маслонаполненных трансформаторах //Вестник Гомельского государственного технического университета им. ПО Сухого. – 2019. – №. 4 (79). – С. 60-67.
26. Demianovych L. P., Evgeniovich R. O., Oleksandrivna R. O. Determination of optimal transformation ratios of power system transformers in conditions of incomplete information regarding the values of diagnostic parameters //Fuzzy logic. – IntechOpen, 2019.
27. Тихонов В. А., Игнатьев И. В. К вопросу о методе диагностики преобразовательных трансформаторов предприятия по производству алюминия //Системы. Методы. Технологии. – 2018. – №. 4. – С. 98-104.
28. Исмоилов И. К., Турсунов Д. А., Жабборов Б. Т. Дифференциальная техническая диагностика силовых маслонаполненных трансформаторов повышает достоверность при выявлении дефектов. – 2022.
29. Ismoilov I. K., Zhabborov T. K. Research and problems of reliability of operation of power transformers at the enterprises of Fergana part of the power system of Uzbekistan //Problems of energy and resource conservation. special issue. – 2021. – Т. 106.
30. Sidorova A. et al. Development and Verification of an Advanced Method for Diagnosing Measuring Transformers //2021 Ural-Siberian Smart Energy Conference (USSEC). – IEEE, 2021. – С. 57-61.

ISSN 3030-3907

YANGI O‘ZBEKISTONDA ZAMONAVIY TA’LIM USULLARI.

Beknazarova M.K.
Sam.DTU., Tillar kafedrasi assistenti

Annotatsiya: Zamonaviy davrda O‘zbekistonda ta’lim tizimini modernizatsiya qilishga katta miqdorda mablag‘ va kuch sarflanmoqda. Bu maqsadga zamonaviy o‘qitish vositalari, yangi axborot va kommunikatsiya texnologiyalarini keng joriy etish orqali erishish mumkin. Ta’lim jarayoniga axborot texnologiyalarining joriy etilishi va rivojlanishi butun ta’lim tizimi uchun yangi imkoniyatlarning paydo bo‘lishiga yordam beradi. Ta’limni raqamlashtirish umuman va mamlakat universitetlarida o‘quv jarayonini raqamlashtirish masofaviy texnologiyalardan foydalangan holda mashg‘ulotlar o‘tkazish zarurati tufayli keskin rivojlandi. Yangi o‘qitish usullarining joriy etilishi, shuningdek, yangi kompyuter o‘qitish vositalarining paydo bo‘lishiga olib keladi, ulardan biri elektron o‘quv onlayn kursidir.

Kalit so‘zlar: Axborot tezligi, kommunikatsiya, messen-mediya, masofaviy ta,lim, onlayn kurslar, qurilmalar, 3D.doskalar, global ahamiyatga ega ma,lumotlarni olish, ta’lim shakli, axborot texnologiyalari, o‘quv jarayoni, tahlil va muhokama, mustaqil ishlarni tashkillashtirish.

Annotation: In modern times, a significant amount of resources and effort are being invested in the modernization of the education system in Uzbekistan. This goal can be achieved through the wide implementation of modern teaching tools and new information and communication technologies. The introduction and development of information technologies in the educational process contribute to the emergence of new opportunities for the entire education system. The digitalization of education in general, and the learning process at universities in particular, has rapidly advanced due to the growing need for distance learning technologies. The introduction of new teaching methods also leads to the emergence of innovative computer-based teaching tools, one of which is the electronic online learning course.

Keywords: information speed, communication, mass media, distance education, online courses, devices, 3D boards, access to globally significant information, form of education, information technologies, learning process, analysis and discussion, organization of independent work.

Аннотация: В современный период в Узбекистане вкладываются значительные средства и усилия в модернизацию системы образования. Достижение этой цели возможно благодаря широкому внедрению современных средств обучения, а также новых информационных и коммуникационных технологий. Внедрение и развитие информационных технологий в образовательный процесс способствует появлению новых

ISSN 3030-3907

возможностей для всей системы образования. Цифровизация образования в целом и учебного процесса в университетах особенно интенсивно развивалась в связи с необходимостью проведения занятий с использованием дистанционных технологий. Внедрение новых методов обучения приводит также к появлению новых компьютерных средств обучения, одним из которых является электронный онлайн-курс.

Ключевые слова: скорость информации, коммуникация, массмедиа, дистанционное обучение, онлайн-курсы, устройства, 3D-доски, получение информации мирового значения, форма обучения, информационные технологии, учебный процесс, анализ и обсуждение, организация самостоятельной работы.

Kirish

Onlayn kurslar talabalarning birgalikdagi va mustaqil ishini tashkil etish, turli xil hujjatlar va ularning vazifasidan foydalanish, qo‘shma loyihalarni amalga oshirish, turli manbalardan ma’lumot olish, ular oldiga qo‘yilgan vazifalarni hal qilishning muqobil yo‘llarini qidirish va boshqa ko‘p narsalarni taqdim etadi.

Davlat standarti odatda fanning umumiy mehnat sig‘imidan talabalarning mustaqil ishiga kamida 50% soat ajratishni nazarda tutadi. Shu munosabat bilan, oliygohda o‘qish hajmi va o‘zaro ta’siri bo‘yicha deyarli bir xil bo‘lgan ikki qismni o‘z ichiga oladi - o‘qitish jarayoni va o‘zini o‘qitish jarayoni. Shuning uchun talabalarning mustaqil ishi har bir talabaning samarali va maqsadli ishiga aylanishi kerak.

Zamonaviy ta’lim XXI asrda maktablar va ta’lim muassasalarida o‘qitiladigan ta’limning eng so‘nggi va zamonaviy versiyasidir. Zamonaviy ta’lim nafaqat Savdo, fan va san’atning taniqli akademik fanlariga e’tibor qaratadi, balki talabalarda ijodiy fikrlash, hayotiy ko‘nikmalar, qadriyatlar ta’limi, tahliliy ko‘nikmalar va qarorlar qabul qilish ko‘nikmalarini rivojlantirishga qaratilgan. Zamonaviy ta’lim shuningdek, o‘quvchilarga bilim berish va o‘quv jarayonini yanada qiziqarli va qiziqarli qilish uchun mobil ilovalar, YouTube, podkastlar, elektron kitoblar, filmlar kabi eng yangi texnologiyalardan foydalanadi. Biz hammamiz o‘qituvchiga yo‘naltirilgan sinfda, o‘qituvchi oldinda, talabalar chiroyli qatorlarda o‘tirib, ma’ruza tinglaydigan va eslatma oladigan tizimda ta’lim oldik. Bu tizim ma’lum darajada ta’lim tizimimizning o‘zagi bo‘lib kelgan va hozir ham tashkil etadi. Maktablar o‘nlab yillar davomida unga tayangan va yaqinda katta o‘zgarishlarga duch kelgan. XXI asrda texnologiya kundalik hayotimizning ajralmas qismiga aylandi. Axborot jamiyatining rivojlanish sharoitida kasbiy ta’lim muassasalarida kunduzgi va sirtqi ta’lim shaklidagi talabalarning auditoriyadan tashqari mustaqil ishiga, mos ravishda, o‘quvchilarning auditoriya yuklamasidan 50% va 75% vaqt ajratiladi . Demak, kasbiy ta’lim muassasalaridan

ISSN 3030-3907

o‘quvchilarning mustaqil ishi samaradorligini oshirish imkoniyatlarini ta’minlash talab etiladi: o‘qituvchilardan - uni tashkil etishni takomillashtirish, o‘quvchilardan esa - uni bajarish qobiliyati va motivatsiyasi.

O‘quvchilarning mustaqil ishi ulushining oshishi bilan o‘quv jarayonini tegishli qayta tashkil etish, o‘quv-uslubiy hujjatlarni modernizatsiya qilish, shuningdek, o‘quv materialini chuqur mustaqil o‘zlashtirish uchun yangi didaktik yondashuvlarni ishlab chiqish talab etiladi.

Oliygohlarga o‘qitish usullarini optimallashtirish, o‘qituvchilarning mehnat unumdorligini oshiradigan yangi o‘qitish texnologiyalarini o‘quv jarayoniga joriy etish, talabaga o‘zi uchun qulay vaqtda o‘quv materialini o‘zlashtirish imkonini beradigan axborot texnologiyalaridan faol foydalanish, ball-reyting tizimini joriy etish va kompyuterlashtirilgan testlashni keng joriy etish orqali talabalar ishini joriy nazorat qilish tizimlarini takomillashtirish tavsiya etiladi.

Oliygohlarda mustaqil ishning ikkita umumiy qabul qilingan shakli mavjud:

1. An’anaviy - ish qulay vaqtda ixtiyoriy vaqt rejimida bajariladi.
2. Auditoriya - o‘qituvchi nazorati ostida mustaqil ish, maslahat olish imkoniyati bilan.

Hozirgi vaqtda talabalarning katta mustaqilligini nazarda tutuvchi uchinchi, oraliq variantni ishlab chiqish tendensiyasi mavjud. Ushbu tashkiliy shakl o‘qituvchining talabalarga uslubiy yordam ko‘rsatish, maslahatlar berish, ishlarni nazorat qilish va tashkil etish uchun hozir bo‘lishini anglatadi. Odatda, maslahatlar individual xarakterga ega va faqat ba’zi hollarda, masalan, ayniqsa qiyin materialni o‘rganishda, butun auditoriyaga zarur tushuntirishlar beriladi.

Sirtqi ta’lim shaklidagi talabalar bilan ishlash uchun o‘qituvchi bilan aloqaning yetishmasligini qoplash uchun o‘quv jarayonini shunday tashkil etish kerak va, demak, talabalarning zimmasiga o‘z mustaqil ishini boshqarish funksiyalari yuklatiladi. Topshiriqlar to‘plami o‘quv maqsadiga erishish uchun zarur bo‘lgan materialning individual tanlash va hajmini aniqlash imkoniyatini ta’minlashi kerak. Mustaqil ish uchun mo‘ljallangan topshiriqlar faol va ijodiy xarakterga ega bo‘lishi, talabalarni mustaqil yechimlar izlashga undashi kerak. Mustaqil ish usullarini egallash o‘z-o‘zini tarbiyalash ko‘nikmalarini rivojlantirishning majburiy shartidir .

Talabalarning mustaqil ish turlari quyidagicha farqlanadi: amaliy va laboratoriya ishi, auditoriyada mustaqil ish, individual uy vazifasi, konspekt yozish, uyda o‘qish va hokazo. Normativ hujjatlarda o‘quvchilarning qayerda joylashganidan qat’i nazar, ta’lim dasturlarini to‘liq hajmda o‘zlashtirishni ta’minlaydigan elektron axborot-ta’lim muhitining komponentlari sifatida quyidagilar qayd etilgan:

ISSN 3030-3907

elektron axborot resurslari (EAR) - o‘quvchilarga o‘qitish masalalari bo‘yicha zarur ma’lumotlarni olish uchun mo‘ljallangan resurslar, masalan, dars jadvali, ta’lim muassasasi yangiliklari, ma’lumotlar va o‘qitish qoidalari;
elektron ta’lim resurslari (ETR) - elektron-raqamli shaklda taqdim etilgan va o‘zida tuzilma, predmet mazmuni va ular haqidagi metama’lumotlarni o‘z ichiga olgan ta’lim resursi;
axborot texnologiyalari majmuasi - joylashtirilgan o‘quv materialiga ega bo‘lgan ta’lim qobiqlari, ularni yaratish uchun dasturlar va o‘qitishni boshqarish tizimlari;
telekommunikatsiya texnologiyalari majmuasi - axborot ta’lim resurslarini qo‘llab-quvvatlash va uzatish vositalari, shuningdek, o‘qituvchi va o‘quvchilar o‘rtasida aloqa o‘rnatish;
texnologik vositalar - turli xil serverlar, tarmoqlar, kompyuterlar va mobil aloqa qurilmalari

Ta’lim muhitini ko‘rib chiqar ekan, tadqiqotchilar o‘qitish va o‘rganishning o‘zaro bog‘liq jarayonlarini nazarda tutadilar. Ko‘pgina ishlarda ta’lim muhitining komponentlari ikki asosiy toifaga bo‘linadi:

1. Ta’lim jarayoni subyektlari - o‘qituvchilar, o‘quvchilar va ularning ota-onalari, ta’lim muassasasi ma’muriyati.

2. Ta’lim jarayoni obyektlari - o‘qitish vositalari va o‘quv faoliyati asboblari, metodikalar, moddiy baza, pedagogik jarayonni boshqarish va kommunikatsiya usullari.

Nima uchun zamonaviy ta’lim muhim? Zamonaviy ta’lim an’anaviy o‘qitish usullaridan sezilarli darajada farq qiladi va bugungi kunda maktablarda fan va texnologiyaga ko‘proq e’tibor qaratgan holda keng qo‘llaniladi. Progressiv zamonaviy ta’lim barcha o‘quvchilar bir xil tushunish darajasida deb o‘ylashdan ko‘ra ko‘proq talaba ehtiyojlariga e’tibor qaratadi. U so‘roq qilish, tushuntirish, ko‘rsatish va hamkorlik qilish usullarini o‘z ichiga olgan faoliyatga asoslangan.

Zamonaviy ta’lim jarayoni tobora raqamlashtirilayotgan hozirgi sharoitda onlayn ta’lim va mustaqil o‘rganish metodlari alohida ahamiyat kasb etmoqda. Onlayn o‘quv jarayoni o‘quvchilardan o‘z-o‘zini boshqarish, o‘z oldiga aniq maqsad qo‘yish, o‘zini rag‘batlantira olish kabi ko‘nikmalarni talab qiladi. Bunday yondashuv, ayniqsa, vizual o‘rganish usullariga tayangan holda o‘quv materiallarini chuqur o‘zlashtirish imkonini beradi.

Bugungi kunda amalga oshirilayotgan keng ko‘lamli islohotlarning maktabgacha ta’lim tizimidan boshlanayotgani bejiz emas. Zero, globallashuv jarayonida maktabgacha ta’lim — shaxs tarbiyasining eng muhim bo‘g‘ini bo‘lib, uning jamiyat taraqqiyotidagi o‘rni va ta’siri beqiyosdir. Shu ma’noda, “O‘zbekiston–2030” strategiyasida maktabgacha ta’lim tizimini yangi bosqichga

ISSN 3030-3907

olib chiqish, qamrovni to‘liq ta’minlash va ta’lim sifati bo‘yicha xalqaro mezonlarga mos standartlarni joriy etish vazifalari belgilangan.

Ushbu strategiya doirasida kelgusi yetti yil davomida barcha davlat maktabgacha ta’lim tashkilotlarini kompyuter sinflari bilan jihozlash, tarbiyalanuvchilarda boshlang‘ich kompyuter savodxonligi ko‘nikmalarini shakllantirish, shuningdek, 100 foiz muassasalarni toza ichimlik suvi va zamonaviy sanitariya-gigiyena infratuzilmasi bilan ta’minlash rejalashtirilgan. Bularning barchasi bolalarda erta yoshdan innovatsion fikrlashni rivojlantirish, axborot madaniyatini shakllantirish va ularni kelajak ta’lim bosqichlariga sifatli tayyorlashga xizmat qiladi.

Maktab ta’limini tubdan takomillashtirish borasidagi islohotlar ham izchil davom etmoqda. O‘qituvchilarning mehnatini munosib qadrlash, ularga qulay mehnat sharoitlari yaratish, ta’lim jarayonining sifat ko‘rsatkichlarini yangi pog‘onaga ko‘tarish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlari sifatida belgilangan. Kelgusi yetti yillikda ushbu sohada amalga oshirilishi ko‘zda tutilgan rejalar — bu islohotlarning mantiqiy davomi bo‘lib, o‘quvchi va o‘qituvchilar uchun yanada qulay va samarali ta’lim muhitini shakllantirishga qaratilgan.

Umumiy o‘rta ta’limni yangi bosqichga ko‘tarish maqsadida ham qator aniq chora-tadbirlar belgilangan. Jumladan:

olis hududlarda joylashgan 715 ta maktab o‘quvchilarini bepul avtobuslar bilan ta’minlash orqali ularga ta’limga teng imkoniyat yaratish;

700 ga yaqin yangi darslik, mashq daftarlari, metodik qo‘llanmalar va mobil ilovalar ishlab chiqish;

yangi avlod darsliklari asosida planshetlar uchun 1000 ta multimedia dasturlarini yaratish;

har yili 500 nafar “til egasi” bo‘lgan malakali xorijiy mutaxassislarni o‘quv jarayoniga jalb etish;

barcha umumiy o‘rta ta’lim muassasalarida kasb-hunarga o‘rgatish kurslarini joriy etish;

Prezident maktablari va ixtisoslashtirilgan maktablar tajribasini ommalashtirib, ularning metodikasini barcha maktablar faoliyatiga tatbiq etish.

Shuningdek, maktabgacha ta’lim tashkilotlari hamda umumiy o‘rta ta’lim muassasalari pedagog xodimlarining o‘rtacha ish haqini ikki barobar oshirish vazifasi belgilangan bo‘lib, bu nafaqat o‘qituvchilik kasbining nufuzini oshiradi, balki malakali pedagoglarni tizimga keng jalb etishga xizmat qiladi.

Ushbu islohotlarning barchasi ta’lim jarayonining sifatini tubdan oshirish, zamonaviy kompetensiyalarni rivojlantirgan, ijodkor, erkin fikrlovchi avlodni tarbiyalashga qaratilgandir. Bir necha o‘n yillar davomida informatika va axborot texnologiyalari faqat statsionar shaxsiy kompyuter va unda o‘rnatilgan mahalliy

ISSN 3030-3907

dasturiy ta’minot bilan bog‘liq edi. Biroq, texnik rivojlanish to‘xtab qolmaydi va global tarmoqqa simsiz ulanish usullarining tarqalishi, shuningdek, kompyuter texnikasi vositalarining miniatyurizatsiyasi tufayli zamonaviy smartfonlar, noutbuklar, netbuklar, planshetlar turli fanlarni o‘rganishda turli mobil texnologiyalardan foydalanishni ta’minlay oladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Наше сердце наше perfectum mobile// М.К Бекназарова - Central Asian Journal of Literature, Philosophy and …, 2023

2. Beknazarova Moxiya Kenjayevna // AN INTRODUCTION TO THE HISTORY OF LATIN WORDS AND ITS BASIC LAWS // Scientific Bulletin of NamSU-Научный вестник НамГУ-NamDU ilmiy axborotnomasi–2024-yil_3-son

ISSN 3030-3907

TARKIBIDA KREMNIY BO‘LGAN BIOMODIFIKATORLAR BILAN POLIETILENNI MODIFIKATSIYALASH VA XOSSALARINI TADQIQ ETISH.

Qarshiyev M.T.
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti,
Email: mqarshiyev@inbox.ru
Sharifova N.N.
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti,
Allanov A.B.
Qarshi davlat universiteti,
Nurqulov F.N.
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy-tadqiqot universiteti,

Annotatsiya: Ushbu maqolada polietilen asosli polimerlarni fosfor va kremniy saqlovchi organik biomodifikatorlar bilan modifikatsiyalash texnologiyasi va modifikatsiyalangan materiallarning termik, morfologik va fizik-mexanik xossalarini o‘rganish natijalari yoritilgan. Tadqiqot davomida F-0220 markali polietilen modifikatsiyalandi va uning TGA, DTA, IQ spektr usullari yordamida xossalari tahlil qilindi. Natijalarga ko‘ra, modifikatsiyalangan kompozit materiallar sof polietilenga nisbatan 36% gacha yuqori termik barqarorlik va olovga chidamlilik namoyon etdi.

Kalit so‘zlar: biomodifikator, polietilen, IQ, TGA, DTA, termik barqarorlik, olovga chidamlilik, mexanik chuziluvchanlik, modifikatsiya.

Аннотация: В статье описана технология модификации полимеров на основе полиэтилена фосфор- и кремнийсодержащими органическими биомодификаторами и результаты исследования термических, морфологических и физико-механических свойств модифицированных материалов. В ходе исследования был модифицирован полиэтилен марки Ф-0220 и проведен анализ его свойств методами термогравиметрического, дифференциального термического анализа (ТГА), дифференциального термического анализа (ДТА) и ИК-спектроскопии. По результатам исследования модифицированные композиционные материалы показали до 36% более высокую термостойкость и огнестойкость по сравнению с чистым полиэтиленом.

Ключевые слова: биомодификатор, полиэтилен, ИК, ТГА, ДТА, термостабильность, огнестойкость, механическое удлинение, модификация.

Abstract: This article describes the technology of modification of polyethylene-based polymers with phosphorus- and silicon-containing organic biomodifiers and the results of studying the thermal, morphological and physicomechanical properties of modified materials. During the study, polyethylene of the F-0220

ISSN 3030-3907

brand was modified and its properties were analyzed using TGA, DTA, and IR spectral methods. According to the results, the modified composite materials showed up to 36% higher thermal stability and fire resistance compared to pure polyethylene.

Keywords: biomodifier, polyethylene, IR, TGA, DTA, thermal stability, fire resistance, mechanical elongation, modification.

Kirish

Hozirgi vaqtda jahon iqtisodiyotining rivojlanishi polimer texnologiyasi bilan chambarchas bog‘liq. Rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarda polimer iste’moli yalpi milliy mahsulotning o‘sishiga mutanosib ravishda ortib bormoqda [1]. Shuningdek, so‘nggi yillarda ekologik toza polimerlarni rivojlantirishga katta e’tibor qaratilmoqda. Masalan, qayta tiklanadigan manbalardan yoki biologik parchalanadigan polimerlardan tayyor mahsulot ishlab chiqarilishiga alohida e’tibor qaratilmoqda. Shu o‘rinda, biologik parchalanadigan polimerlar materiallar uchun Amerika sinov va materiallar jamiyati standarti tomonidan va keyinchalik boshqa davlatlar tomonidan shunga o‘xshash nazariy ta’riflar berilgan. Unga ko‘ra, biologik parchalanadigan polimerlarni tabiiy mikroorganizmlar (bakteriyalar, zamburug‘lar va suv o‘tlari) ta’siri natijasida parchalanadigan polimer material sifatida belgilaydi [2-3].

Odatda sanoat biologik parchalanadigan polimerlarning ikkita sinfi mavjud bo‘lib, ular fermentlarning biokimyoviy faolligiga sezgir bo‘lgan modifikatsiyalanmagan polimerlar hamda sintetik polimerlar, asosan poliefirlar kiritiladi. Polimer materiallarning sanoatda keng qo‘llanilishi ularning yengil, arzon va texnologik qulayligi bilan bog‘liq. Biroq ularning kamchiliklaridan biri — yuqori haroratda tez parchalanish va olovga chidamlikning pastligidir. Shu boisdan, polimerlarni modifikatsiyalash orqali ularning issiqlikka chidamliligini va fizik-mexanik xossalarini yaxshilash dolzarb ilmiy-texnik muammodir. Oxirgi yillarda kremniy va fosfor asosidagi biomodifikatorlar bu borada katta e’tiborni tortmoqda, chunki bu elementlar sinergetik tarzda polimerga olovbardoshlik, termik barqarorlik va ekologik xavfsizlik xossalarini olib kiradi [4-5].

Tadqiqot obyekti sifatida F-0220 markali polietilen tanlandi. Modifikator sifatida kremniy natriy karboksimetil kraxmal sintez qilindi. Modifikatsiyalangan kompozitlar namunasi eritma usulida tayyorlandi. Tayyorlangan namunalarning termik tahlili o‘rganildi

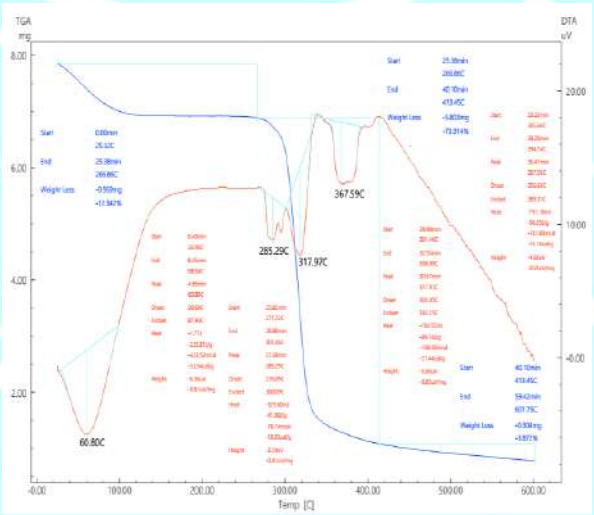
Tahlillar 22–601 °C oralig‘ida olib borildi. Modifikatsiyalashdan oldingi va keyingi namunalar taqqoslab o‘rganildi.

Ushbu tadqiqotda natriy gidroksidi karboksimetil kraxmal (NaKMK), suvda eruvchan natriy metasilikat bilan reaksiya olib borildi va yangi o‘zgartirilgan kremniy natriykarboksimetilkraxmal (Si-NaKMK) sintez qilindi. Hosil qilingan Si-

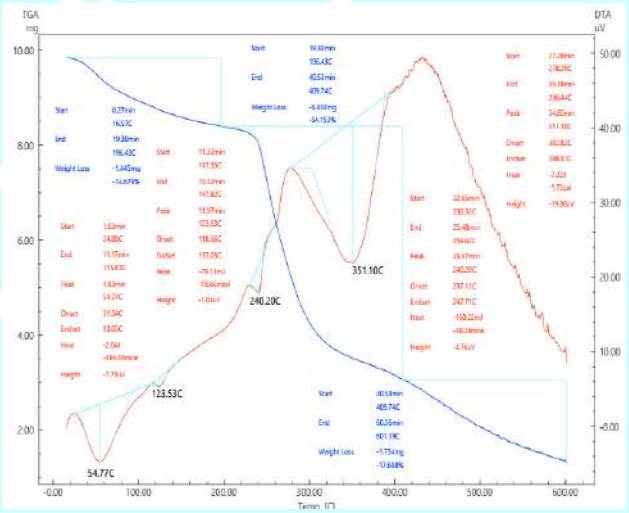
ISSN 3030-3907

NaKMK haroratga chidamli, toksiklik darajasi va fizik-kimyoviy xususiyatlari o‘rganildi. Reaksiya jarayonida ko‘rsatilgandek, kremniyning birikishi ikkita glyukoza birligi o‘rtasida C-Si-C bog‘lanish zanjirini hosil qiladi va yuqori haroratga barqarorligi oshirgan.

Termik barqarorlik tahlili. Keltirilgan 1-rasmda modifikatsiyalanmagan kraxmalning termik tahlil natijalari berilgan. Keyingi termik tahlilda (2-rasm) Si-NaKMK ning TGA-DTA tahlil natijalari keltirilgan, bunda kraxmal Si-NaKMK ning termik parchalanish jarayonini uch bosqichda ko‘rsatilgan. Birinchi bosqichda 16,57-196,43ºC da suv bug‘i chiqariladi, bu egri chiziqning pasayish qismidan ko‘rinadi. Uchinchi bosqich, harorat 409,73-601ºC dan yuqori, mahsulotning qoldiq qismi aromatik halqali materiallarga aylana boshladi, so‘ngra asta-sekin grafit tuzilishini shakllantirdi. Bu harorat oralig‘ida og‘irlik yo‘qotish 1,734 mg (17,6%) ni kraxmalda esa 413-601ºC haroratda og‘irlik yo‘qotishi 0,304 mg (3,8%) ni tashkil qiladi.



1-rasm. Kraxmalning TGA/DTA egri chiziqlari.



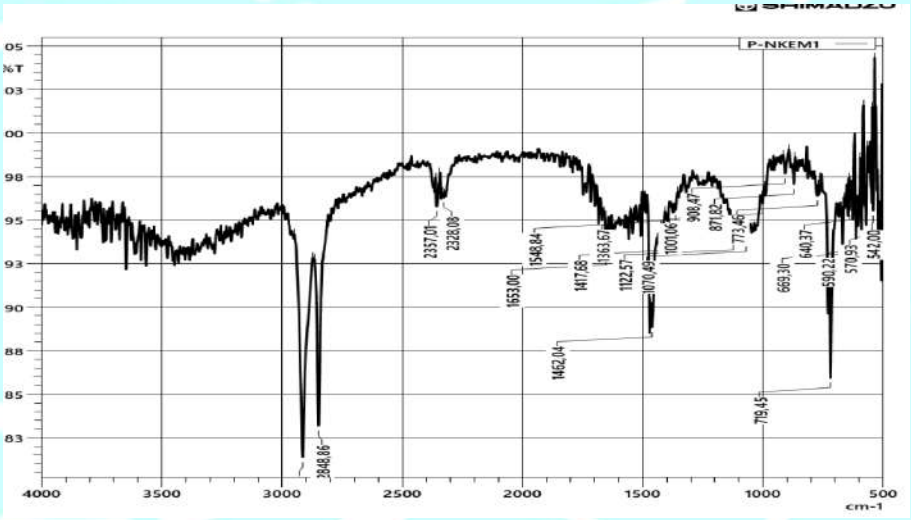
2-rasm. Si-NaKMK ning TGA/DTA egri chiziqlari.

Bu keltirilgan tahlil natijalaridan kraxmal Si-NaKMK ga nisbatan termik beqaror ekanligini ikkinchi bosqich parchalanish egri chiziqlaridan ko‘rish mumkin 410ºC da kraxmalda vazn yo‘qotish 73,9% Si-NaKMK da esa 54% ni ko‘rsatdi bu Si-NaKMK ning termik jihatdan barqarorligini anglatadi (2-rasm). Modifikatsiyalangan material umumiy hisobda 36,07% ga yuqori termik barqarorlik ko‘rsatdi.

Polietilen-poliakrilonitril-kraxmalning polimer kompozitsiyalari IQ-spektroskopiya parametrlarida -C-H- guruhi 2916,37-2848,86 sm^{-1} sohada cho‘zish tebranishlarining xarakterli yutilish chiziqlari deformatsiya tebranishlarini ko‘rsatadi. Kraxmalga tegishli CH_2 bog‘lari ham 1076,28 sm^{-1} sohada yutilish chiziqlarini berdi. 1076,28-1002,93 sm^{-1} mintaqasida cho‘zilgan tebranishlarning chastotasi CH_2-O-CH_2 ga tegishli, bu 2358,94 sm^{-1} tebranish cho‘qqisi Si-H bog‘lanishlariga mos keladigan cho‘zilgan tebranish yutilish cho‘qqisi, 765,7 sm^{-1}

ISSN 3030-3907

chastotasida Si-C ga tegishli cho‘qqi kremniyning reaksiyada ishtirok etishini va organik kremniy birikmasini hosil qilishini ko‘rsatdi. Polietilen va Si-NaKMK ning IQ spektrlari 3-rasmda ko‘rsatilgan. Modifikatsiyalangan polietilen, polietilen va Si-NaKMKning asl yutilish chiziqlaridan farq qiladi.



3-rasm. PE va kremniy natriy karboksimetil kraxmalning IQ-spektri.

Olingan biomodifikatorlar bilan modifikatsiyalangan polietilen materiallarini fizik-mexanik xossalarini o‘rganish. Mexanik kuchi parametrlari namunalarni ISO-527-2019 ga muvofiq (Stretch Test dasturi bilan RM-50) sinov mashinasida cho‘zish yo‘li bilan aniqlandi (1-jadval).

Keltirilgan 1-jadvaldagi ko‘rsatilgan natijalar tajriba davomida sintez qilingan Si-NaKMK bilan polietilen polimeri bilan modifikatsiya natijasida olingan polimer namunalarni, PHA/10-PM biopolimeri bilan mexanik xossalarini taqqoslaganimizda jadvaldagi ko‘rsatgichlarni ko‘rishimiz mumkin.

1-jadval.

Modifikatsiyalangan polietilen va analogning mexanik xususiyatlari

Namunalar tarkibi	Cho‘zilishdagi kuch (N)	Cho‘zilish masofasi (mm)	Uzilishdagi kuch (MPa)	Deformatsiya %
PHA/10-PM (an)	70N	30	5,5	106 %
PE+Si-NaKMK (1)	105N	120	7,7	400 %
PE+Si-NaKMK (2)	97N	110	6,6	360 %
PE+Si-NaKNK (3)	82N	52	6,5	160 %

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, tarkibida kremniy bo‘lgan biomodifikatorlar polietilenning issiqlikka chidamliligini sezilarli darajada oshiradi. Bu modifikatorlar nafaqat polimerning termik barqarorligini ta’minlaydi,

ISSN 3030-3907

balki uning olovga chidamliligini ham oshiradi. Bu turdagi kompozit materiallar yong‘inga qarshi vositalar, qurilish materiallari, elektr kabel qoplamalari va boshqa ko‘plab sanoat sohalarida qo‘llanishi mumkin.

Xulosa qilib aytish mumkinki, F-0220 markali polietilen biomodifikatorlar yordamida muvaffaqiyatli modifikatsiya qilindi. Kompozitlar TGA/DTA, SEM tahlillari orqali to‘liq o‘rganildi. Termik barqarorlik va olovbardoshlik ko‘rsatkichlari oshdi. Tadqiqot natijalari ekologik xavfsiz, funksional va zamonaviy materiallar yaratish uchun muhim asos bo‘la oladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Malveda M. Biodegradable Polymers / M.Malveda, U.Lochner, K.Kazutery//CEN Report. 2010 (http://www.sriconsulting.com /CEH/Public).
2. Emadian SM, Onay TT, Demirel B (2017) Biodegradation of bioplastics in natural environments. Waste Manag 59:526–536. 2016.10.006.
3. ASTM D 883-17 Standard Terminology Relating to Plastics. https://www.astm.org/DATA BASE.CART/HISTORICAL/D883-17.htm
4. Zhang X. et al. Thermal degradation and flame retardancy of polymer composites. *Polymer Degradation and Stability*, 2020.
5. Kim D., Lee S. Synergistic effects of Si–P based additives in polyolefins. *Journal of Applied Polymer Science*, 2019.

ISSN 3030-3907

ЧОРВОҚ ЭРКИН ТУРИСТИК ЗОНАСИДА ЖОЙЛАШГАН ТУРИЗМ ОБЪЕКТЛАРИ

Шомуродова Ш.Ғ

Аннотация: Мақолада Чорвоқ эркин туристик зонасида мавжуд бўлган табиий ва тарихий-маданий объектларнинг табиий географик ўрни, шунингдек, туристларни мароқли ҳордиқ чиқариши учун объектлардан туризмда фойдаланиш ҳақида фикр билдирилган.

Калит сўзлар: табиий, археологик, тарихий ва монументал ёдгорликлар, зиёратгоҳлар, Оқтош шаршараси, Палтов қайинзори, Тешик-тош Оқсоқота, Каптар кумуш бува.

Аннотация:. В статье упоминается природно-географическое расположение природных и историко-культурных объектов Чарвакской рекреационной зоны, а также использование объектов туризма для привлечения туристов.

Ключевые слова: природные, археологические, исторические и монументальные памятники, паломничество, водопад Октош, Палтов болит, Тешик-тош Оксокота, Кук-тунлик ота, Каптар кумуш бува.

Annotation: The article mentions the natural and geographical location of natural and historical and cultural sites of the Charvak resort and recreation zone, as well as the use of tourism facilities to attract tourists.

Key words: natural, archaeological, historical and monumental monuments, pilgrimages Oqtosh waterfall, Paltov aching, Teshik-tosh Oksokota, Kuk-tunlik ota, Kaptar kumush buva.

Кириш.

Юртимизда кўплаб табиий ёдгорликлар, кўҳна ва бетакрор обидалар мавжуд бўлиб, муҳим тарихий ва илмий аҳамиятга эга объектлар ҳисобланади. Шу боис уларни ўрганиш, муҳофаза қилиш, келажак авлодга етказиш масаласига алоҳида эътибор қаратилади. Ана шундай жойлардан бири Чорвоқ эркин туристик зонасидаги муҳофаза қилинадиган табиий ва тарихий-маданий объектлардир.

Чорвоқ эркин туристик зонаси бугунги кунда республикамиздаги асосий туризм марказларидан ҳисобланиб, туристлар учун дам оладиган масканлардан бирига айланди.

Асосий қисм. *Мақоланинг мақсади:* Чорвоқ эркин туристик зонасида табиий, тарихий ва археологик ёдгорликларнинг жойлашган табиий географик ўрни ва тарихий келиб чиқиш жиҳатини асослаб бериш.

Вазифаси: табиий, тарихий ва археологик объектларнинг туристлар эътиборини ўзига жалб қиладиган томонларини очиб беришдан иборат.

Чорвоқ эркин туристик зонасининг хушманзара табиати, серостона дарё ва сойлари, мусаффо ҳавоси, табиат ёдгорликлари, зиёратгоҳлар,

ISSN 3030-3907

археологик ва тарихий объектларнинг мавжудлиги мамлакатимизга ташриф буюрган туристларни бефарқ қолдирмайди. Ушбу объектлар туристларга мароқли дам олиш ва саёҳат қилиш имконини беради.

Бинобарин, Чорвоқ эркин туристик зонасида жойлашган туристик объектларни 5 гуруҳга ажратиш мумкин:

1. Табиий ёдгорликлар - жонли ва жонсиз табиат яратган ноёб, диққатга сазовор объектлар: ғорлар, шаршаралар, ажойиб шаклли қоятошлар, даралар, гейзерлар, булоқлар, очилиб қолган жойлар, катта ёшли улкан дарахтлар ҳисобланади. Масалан: Каласанг шаршараси, Ихноч кўли, Балогардон ғори, Харамзодасой, Ғалвасой, Сижжаксой, Ақсарсой, Оркутсой, Майдонтолсой кабилардир. Бу сингари, табиат ёдгорликларидан илмий, эстетик, рекреация, саёҳат, туризм, истироҳат, тарбиявий мақсадларда фойдаланилади.

2. Археологик ёдгорликлар - Чорвоқ эркин туристик зонасида мавжуд бўлган қадимий шаҳарларнинг қолдиқлари, қадимий қалъалар ҳаробалари, кўҳна қадимий халқлар ҳаёти ҳақидаги археологик ашёлар, топилмалар ва бошқалар. Археологлар томонидан топилган ва айни пайтда қазилма қидирув ишлари олиб борилаётган Қушқўрғон тепа, Шоҳжувортепа каби жойлар киради.

3. Тарихий ёдгорликлар - Чорвоқ эркин туристик зонасида кўпгина тарихий-этнографик ёдгорликлар мавжуд бўлиб, улар тарихшуносликка иштиёқманд бўлган туристларга катта қизиқиш уйғотиши мумкин. Айниқса, Бурчмулла шаҳристони, Ғалва тепа ёдгорликлари ўзининг шарқона кўриниши билан туристларни ўзига жалб этмоқда.

4. Зиёратгоҳлар – тақводорлар муқаддас деб ҳисоблайдиган ва сиғинадиган жойлар. Булар пайғамбар, шайх, эшон, авлиёлар, диний раҳнамолар номи билан боғлиқ муқаддас ҳисобланган ва зиёратгоҳга айланиб кетган шаҳар, мақбара, чашма, дарахт, тепалик, ғор ва бошқалар. Бундай объектлар нафақат зиёрат қилиш билан бирга хушманзара табиати ва сўлим табиат гўшалари билан туристларни ўзига ром этиб келмоқда. Масалан, Пўстинлик ота, Кўк тўнлик ота, Каптар кумуш бува ва ҳ.к.

5. Монументал ёдгорликлар – инсон қўли билан яратилган санъат асарлари. Масалан, Мотамсаро она ҳайкали кабилар (1-жадвалга қаранг).

1-жадвал.

Туристик объектлар

№	*Объектларнинг гуруҳланиши*	Объектларнинг номи
1	Табиий ёдгорликлар	Чимёнсой, Каласанг шаршараси, Каттасой шаршараси, Чимён чўққиси, Чимён оромгоҳи, Палтов шаршараси, Ихноч кўл, Шауркўл, Бодаккўл,

ISSN 3030-3907

		Белдирсой, Ўрунгоч кўли, Тешик-тош Оқсоқота, Қорақизсой, Палтов қайинзори, Тўрақайин қайинзори, Қуласа шаршараси, Оқсоқота минг йиллик арчаси, Қурсой тепа, Баланд тепа, Оқбулоқота (Оқтепа), Жилғатепа (Ойтепа), Ҳизо тоғидаги овоз чиқарувчи ғор, Хумсонбулоқ, Ширинбулоқ.
2	Археологик ёдгорликлар	Оби-Раҳмат ғори, Шилдироқ ғори, Балогардон ғори, Ғормозор ғори, Қушқўрғон тепа, Мадат тепа, Кадовот тепа, Қўрғон тепа, Қуйимозор тепа (Чинор бува), Шоҳжувортепа шаҳристони, Хўжакент, Юқори Қўрғон, Майдонтол-1.
3	Тарихий ёдгорликлар	Ансор бобо, Бургулик тепа, Жартепа, Нуректепа, Ғалватепа, Ғазалкент шаҳристони, Тўрткўлтепа-1, Тўрткўлтепа-2, Тўрткўлтепа-3, Бурчмулла шаҳристони, Қадимги манзилгоҳ, Холбектепа.
4	Зиёратгоҳлар	Қадамчи бува, Мозорунгур, Кўк тўнлик ота, Қорамозор, Оқсоқота, Пўстинлик бува, Боймушат бува, Жарбоши Авлиё, Паргостепа, Суренота, Умар Шайх Вали, Авлиёсой Икрима ота, Ҳазрати Мулла қабристони, Севар ота қабристони, Каптар кумуш бува, Ҳожи Абдулло Ансорий, Довуд невара қабристони, Тепа Ҳазрати Мулла булоқ, Унгурмозор, Ҳожи Асомиддин Шоши.
5	Монументал ёдгорликлар	Байналминал хотира ёдгорлиги, Мотамсаро она, Машриқ Юнусов (Элбек), Абу Али ибн Сино монументи

Жадвал: Муаллиф томонидан тузилди.

Юқоридаги жадвалда берилган табиий, тарихий, археологик, монументал ёдгорликлар ва зиёратгоҳлар сайёҳлар учун дам оладиган асосий масканларидан бири ҳисобланади. У ерга ташриф буюрган туристик объектларнинг ландшафти, ўсимлик ва ҳайвонот дунёси, табиий географик жараёнлари ҳақида таассуротга эга бўлади.

Чорвоқ эркин туристик зонасида 26 та табиат ёдгорликлари, 60 та археологик ёдгорликлар, 1 та архитектура ёдгорлиги, 5 та монументал ёдгорликлар, 2 та овчилик хўжалиги, 1 та қўриқхона, 2 та ўрмон хўжалиги, 2 та санатория, 4 та пансионат, 100 дан ортиқ дам олиш масканлари, 40 дан ортиқ болалар соғломлаштириш масканлари, 300 дан ортиқ дала ҳовлилар ва

ISSN 3030-3907

40 тага яқин фермер хўжаликлари, 30 тага яқин аҳоли пунктлари ҳамда бошқа муассаса ва ташкилотлар қайд қилинган ва муҳофазага олинган [4].

Қуйида Чорвоқ эркин туристик зонасида табиий, тарихий, археологик ёдгорликларнинг баъзилари ҳақида маълумот берилади.

Қорақизсой (*табиий ёдгорлик*) Пском қишлоғи Дадабоев ҚФЙда жойлашган. Қорақизсой Угом тоғ тизмасида денгиз сатҳидан 2400-2500 метр баландликдан бошланади. Қорақизсойга 15 га яқин сой ва жилғалар келиб қўшилади ва узунлиги 38 км атрофида. Сувининг ҳарорати иссиқ ёз кунларида +7° +10° С, сув сарфи секундига 14-15 метр кубни ташкил этади.

Қорақизсой Пском дарёсининг ўнг ирмоғи бўлиб, унга Пском қишлоғидан 10 км юқорида қуйилади. Қорақизсой воҳаси ўз навбатида табиий географик жойлашишига қараб Қиличқаро, Боғолма, Самсоқунгур, Кампирқуш, Мирзоёқибунгур, Арзанкор, Хона, Парда, Қамишкаппа каби қисмларга (сой ҳавзалари) бўлинади. Бу сой ҳавзалари ўзининг тоза булоқ сувлари, бетакрор табиат манзарасидан ташқари ўзига хос бўлган ўсимлик ва ҳайвонот дунёсининг хилма-хиллиги ва тарихий жойлари билан бошқа ҳудудлардан ажралиб туради.

Бу воҳада ўрмон барпо этувчи дарахтлардан Тяншань арчаси, оқ қайин, ёввоий олма, ёввоий тераклар, катронғи, тоғ олча, ёввойи нок, қора зирк, итбурун, Федченко наъматаги, тобулғи, доривор ўсимликлардан қора андиз, парпи, қирқбўғим, олтин илдиз, ялпиз, ровоч, торон ва бошқалар ўсади. Ўсимлик дунёсидан Ўзбекистон Республикаси “Қизил китоби”га киритилган Пском пиёзи, ёввойи саллагул, ширач, анзур пиёзи, сарғиш Грейга, Кауфман лолалари каби ўсимликлар ўсади [2]. Ҳайвонот дунёсидан Сибирь тоғ эчкиси, ёввойи чўчқа, бўри, тулки, бўрсиқ, жайра, қизил суғур, сувсар, қушлардан Альп зағчаси, каклик, Ҳимолай улори, тоғ каптарлари ва бошқа ҳайвон ва қушлар учрайди. Ҳайвонот дунёсидан Ўзбекистон Республикаси “Қизил китоби”га киритилган қор коплони, Тяншань оқ тирноқли қўнғир айиғи, Туркистон силовсини, тасқара, оқ бошли қумой, болтаютар каби ҳайвонлар учрайди [3].

Тўрақайин қайинзори (*табиий ёдгорлик*) Пском қишлоғининг юқори қисмида, денгиз сатҳидан 1800-2000 метр баландликда,Ойгаинг дарёсининг ўнг қирғоғидаги йўл ёқасида жойлашган.

Тўрақайин қайинзори Бурчмулла ўрмон хўжалигининг Ойгаинг бўлими 5 мавзе, 1 ажратмасида жойлашган бўлиб, майдони тахминан 10 гектарни ташкил этади. Табиий ҳолдаги қайинзор ўзининг мафтункорлиги билан инсонларни ўзига жалб қилади.

Оқтош шаршараси (*табиий ёдгорлик*) Сойлиқ ҚФЙда жойлашган бўлиб, Оқтош қишлоғининг юқори тоғли қисмида тоғлар орасида Ғазалкент

ISSN 3030-3907

шаҳридан тахминан 10 км узокликда денгиз сатҳидан 1500-1600 метр баландликда жойлашган. Оқтош шаршараси тоғдаги қорларнинг эриши оқибатида ҳосил бўлган.

Шаршаранинг баландлиги 7-8 метр, эни 7 метр, узунлиги 6 метр. Шаршаранинг икки ёни катта харсанг қоя тошлардан иборат. Тошлар орасидан баланд бўйли дарахтлар қад кўтариб турибди, юқори қисмларида Тяншань арчаси ва бошқа манзарали дарахт ва буталар ўсиб, ташриф буюрган туристлар эътиборини бефарқ қолдирмайди.

Палтов қайинзори (*табиий ёдгорлик*) Бурчмулла қишлоғида Ғазалкент шаҳридан тахминан 20 км узоқликда денгиз сатҳидан 1400 метр баландликда жойлашган. Табиий ҳолдаги қайинзор 1980 йил 9 июлда Бўстонлиқ туман ҳокимлигининг 220-сонли қарори билан рўйхатга олинган.

Палтов қайинзори Бурчмулла ўрмон хўжалиги Чотқол бўлимининг 97 мавзесида жойлашган бўлиб, майдони 16 гектарни ташкил этади. Табиий ҳолдаги қайинзор ўзининг хушманзаралиги билан туристларни ўзига жалб қилмасдан қолмайди [4].

Тешик-тош Оқсоқота (*табиий ёдгорлик*). Мазкур объект Оқсоқота воҳасида Оқсоқота сойининг қуйилиш қисмидан 5 км юқорида жойлашган.

“Тешик-тош” деб карст ёки дефляция натижасида емирилган қоялар аталган. “Тешик-тош” сўзига “Оқсоқота”ни қўшиб ёзилишининг асосий сабаби, Сурхондарёдаги мавжуд бўлган Тешик-тошдан ажратиш мақсадида назарда тутилган. Бу объектнинг геологик тузилмалардан бири палеоген давридаги оҳактошлар тизими Оқсоқотасойга кўндаланг бўйлаб чўзилган. Бу ерда дарё тор ва саёз водийни ҳосил қилган. Чиғаноқли оҳактошлар емирилиши натижасида ҳосил бўлган грот (ғор йўлакларидан ўзининг ўлчами билан ажралиб турувчи алоҳида хона) ва ўйилишлар сони кўп учрайди [1]. Палеоген денгизи ҳайвонларининг чиғаноқ ва молюскаларни тошқотган қолдиқлари тоғ жинслари қатламлари орасида очиқ ҳолда аниқ кўриниб туради.

Ғарбий Тяншанни геологик тадқиқ этишда бу объект ноёб геологик ҳудуд бўлиб ҳисобланади. Шунингдек, олий ўқув юртларининг геология мутахассислиги талабалари учун ўқув-амалиёт ҳудудидир. Шунинг учун бу жой Ғарбий Тяншандаги энг ноёб жойлардан бири ҳисобланади.

Шоҳжувортепа шаҳристони (*археологик ёдгорлик*) Ғазалкент шаҳридан тахминан 60 км узоқликда, денгиз сатҳидан 1200 метр баландликда, қадимги шаҳар Пском дарёсининг чап қирғоғида Пском қишлоғи Дадабоев ҚФЙда жойлашган.

Шоҳжувор тепалиги сўлим ва хушҳаво гўша. Қадимги шаҳар ўрни 20 гектардан ортиқ майдонни эгаллайди. Уни шарқ томондан Пском дарё

ISSN 3030-3907

террасаси, ғарб томондан истеҳкомлар ҳимоялаб туради. Тақасимон қалъа ичидаги ҳарбий иншоот 2-2,5 гектар майдонни эгаллайди. Марказида минорасимон қурилма бор. Бундан ташқари ички ҳовлиси ва 11,5 метр чуқурликдаги қўриқловчи зовур ҳам бор. Бу қурулмалар атрофида мустаҳкамламаларнинг иккинчи қатори бор. У кўп қиррали девор, 8 минора ва 12 метр чуқурликдаги зовурдан иборат.

Археологик қазилмалар бу қадимги шаҳарни VI-асрга мансублигини исботлайди. Шаҳарнинг ривожланиш даври XI- XII асрларга тўғри келган. Тепаликнинг вайрон бўлиши мўғуллар босқинчилиги, зилзила ва ўпирилишлар билан боғлиқ. Ушбу ҳудудда Ўрта Осиёда биринчилардан бўлиб металл (қўрғошин ва мис) эритиб олишга асос солинган.

Қуймозор тепа Чинор бува (*археологик ёдгорлик*) Хўжакент қишлоғи рўпарасидаги тоғнинг бошланиш қисмида яъни “Кўк тўнлик” ота мозори зиёратгоҳидан сал пастроқда жойлашган. Илгари бу ерда Хўжакент қишлоғи аҳолиси яшаган. Қишлоқ қарияларининг таъкидлашларича, Хўжа Фазлиддин Шайх бу ерга чинор дарахтини эккан. Илгари бу жой Қуйитепа деб аталган. Лекин, жар эрозияси рўй бериши ва сурилма ва лой оқимлари ҳамда сел келиши оқибатида ушбу ерда яшаётган аҳолининг бир қисми кўчки ва лой тагида қолиб кетиб вафот этган. Шунинг учун аҳоли бу ердан кўчиб кетганларидан сўнг ушбу масканни маҳаллий аҳоли Қуймозор тепа деб номлашган.

Қизиғи шундаки, сел келиши, сурилма ва лой оқимлари бўланлигига қарамасдан Хўжа Фазлиддин Шайх томонидан бу ерга экилган 2 дона чинор дарахтлари бугунги кунгача сақланиб қолган. Ушбу чинорларнинг ёши ҳам 850-880 йилни ташкил этиб, чинорлар тагида булоқ оқиб ўтади ва ушбу булоқларда балиқлар мавжуд. Ҳеч ким бу балиқларга озор етказмайди. Булоқ суви ва булоқ ҳовузи қишда ҳам, ёзда ҳам бир хил ҳароратда сақланиб туради. Бугунги маҳаллий аҳоли томонидан ушбу маскан “Чинор бува” деб аталади. Туристлар келиб бу ерни зиёрат қилади ва булоқ сувидан ичади.

Қўшқўрғон тепа (*археологик ёдгорлик)* Қўшқўрғон қишлоғида жойлашганлиги сабабли, бу тепалик шу ном билан аталган. Ушбу археологик ёдгорлик XIII-XIV асрларда душмандан ҳимоя ва ёв ҳужумини назорат қилиш учун қурилган тепалик бўлганлиги сабабли, Қўшқўрғон тепа деб номланган.

Ҳозирги кунда Қўшқўрғон қишлоғининг кенгайиб бориши ушбу ердан тупроқ олиниши натижасида тепалик пасайиб қолган. Тепалик маҳаллий аҳоли томонидан ўраб олинганлиги сабабли, кўримсиз аҳволга келиб қолган. Бугунги кунгача тадқиқот ишлари олиб борилмаган.

ISSN 3030-3907

Каптар кумуш бува (*зиёратгоҳ*) Испай қишлоғи ҳудудида Пском дарёсининг чап томонида жойлашган. Испай қишлоғидаги қарияларининг айтишларича, илгари ушбу маконда қадимда Испай қишлоғи аҳолиси яшаган. Бугунги кунда фарзандга мухтож оилалар бу жойни зиёрат қилиб, зиёратгоҳдан чиқиб турган булоқдан сув ичсалар уларга фарзанд насиб этади деган ривоят бор.

Маҳаллий аҳолининг айтишларича, илгари ушбу жой қабристон бўлган ва у ерда кумуш рангли кабутар учраган. Шунинг учун бу жой Каптар кумуш деб номланган. Қадимда бу ерда эски шаҳар ҳаробалари топилган. Бугунги кунда, ушбу ҳаробалар мавжуд эмас ва бу жой зиёратгоҳга айлантирилган.

Пўстинлик ота (*зиёратгоҳ*) Угам дарёсининг чап ирмоқларидан бўлган Керагалисойнинг Хумсон қишлоғидан 15 км юқори оқимида Пўстинлик сойнинг Керагалисойга қуйилиш қисмида жойлашган. Бу зиёратгоҳда ёши III асрга тенг бўлган терак мавжуд бўлиб, унинг айланаси 1,5Х1,5 метрни ташкил этади. Маҳаллий аҳоли ва қарияларнинг айтишларича, илгари шу ерда пўстиндўз киши яшаган экан. Шунинг учун, ушбу жой “Пўстинлик ота” деб аталади. Ушбу зиёратоҳда Пўстинлик отанинг ва унинг 2 нафар Фотима ва Зуҳра исмли қизларининг қабрлари бор.

Ҳозирги кунда ушбу зиёратгоҳда кичкинагина уйча мавжуд. Маҳаллий аҳолининг айтишига қараганда, зиёратгоҳ суви тери касалликларига даво ҳисобланар экан. Пўстинлик ота зиёратгоҳига бир йилда қиш мавсумидан ташқари 700-800 нафар туристлар зиёрат қилгани боради ва қурбонликлар келтиради.

Тепа Ҳазрати Мулла булоқ (*зиёратгоҳ*) қадимда катта авлиёлардан бўлиб, 4 нафар авлиё оға-инилардан бири бўлган. Ушбу зиёратгоҳ Чимён-Чорвоқ зонасининг Хумсон қишлоғи, Дала маҳалласи, Консой кўчасидан тахминан 3 км узоқликдаги масофада тоғли ҳудудда жойлашган. Бу жойда қадимда экилган терак дарахти ва тош орасидан оқиб ўтувчи булоқ мавжуд. Ушбу булоқ шифобахш хусусиятга эга. Қишки мавсумдан ташқари зиёратгоҳга зиёрат қилиш учун маҳаллий аҳоли ва туристлар ташриф буюради.

Кўк тўнлик ота (*зиёратгоҳ*) Хўжакент қишлоғи рўпарасидаги тоғнинг бошланиш қисмида жойлашган. Маҳаллий кекса ёшдаги қарияларнинг ривоятларига қараганда, авлиё Хўжа Эшон Абдуллоҳнинг ўғли Хўжа Фазлиддин тахминан 900 йил аввал Хўжакент қишлоғига келганида ушбу жойда булоқдан сув ичиш учун ўтириб, булоқ бошига Чинор дарахтларини эккан экан. Бу ерларда авваллари фақат бақатераклар ўсиб ётган экан. Кейинчалик Хўжа Фазлиддин шу ерда муқим қолиб, шайхлик ва табиблик

ISSN 3030-3907

қилган экан. Чунки, улар тоғ гиёҳларидан қандай дорилар тайёрлашни яхши билган.

Ўша даврларда Хўжа Фазлиддин Хўжакент қишлоғи аҳолисини турли касалликлардан даволаган. Бинобарин, Хўжакент қишлоғи аҳолиси Кўк тўнлик ота зиёратгоҳи атрофларидаги жойларда яшаган.

Хўжа Фазлиддин ҳам шайх, ҳам табиб бўлганлар деб маҳаллий қариялар бугунгача айтиб келишади. У кўк рангли тўн (чопон) кийишни ёқтирганлиги ва кўпинча чопон кийиб юриганлиги учун халқ ичида уни “Кўк тўнлик ота” деб аташар экан.

Вафотидан сўнг, у шу жойга дафн қилинган. Лекин, тоғдан ёмғирли мавсумларда кўчкилар келиши ва сурилма оқибатида унинг қабри қаерда жойлашганлиги маълум эмас. Шунинг учун бу ер халқ орасида “Кўк тўнлик ота” мозори (қабристон) деб аталади.

Хўжа Фазлиддин Шайх ва табибни эккан чинорларининг ёши 850 йилга тенг. Россиянинг Санк-Петербург шаҳридаги бир гуруҳ олимлар бу ерга ташриф буюриб, ушбу масканни тадқиқ этган.

Россиялик олимлар Чинор дарахтларининг танаси ва пўстидан намуна олиб уни аниқлаганлар, ҳамда бу чинорларнинг ёши 880 йилни ташкил этади. Бугунги кунда, бу жой зиёратгоҳ ҳисобланиб, Чимён-Чорвоқ курорт-рекреация зонасига ташриф буюрган туристлар Чинор тепалигидаги илгари аҳоли яшаган тоғлар ва ғорларни томоша қилиб, масканни зиёрат қиладилар.

Бурчмулла шаҳристони (*тарихий ёдгорлик*) Бучмулла қишлоғи тепалигида жойлашган тоғда, яъни Чотқол ва Кўксув тизмаси туташган жойда жойлашган. Ушбу шаҳарча учбурчак шаклда бўлиб, 14 гектар майдонни ўз ичига олади.

Бурчмулла шаҳристонининг икки томони тоғлар билан ўралган. Тоғ ўртасидаги майдонда ушбу шаҳарчада қадимги металл эритувчи дастгоҳлар, қадимги кулолчилик буюмлари ҳамда бошқа қадимги буюмлар 1963 йилда Ўзбекистон Фанлар Академияси Чорбоғ археология гуруҳи томонидан қазиш ишлари олиб борилганда топилган. VII-XI асрларда бу ер тошлар билан ўралган шаҳарча бўлганлиги аниқланган. Археологик ишлар натижасида бу ерда кумуш ҳам топилган. Бугунги кунга қадар тадқиқот ишлари олиб борилмаган.

Ғалватепа (Юмалоқтепа) *тарихий ёдгорлиги* Ғалвасой қишлоғининг тепалигида думалоқ шаклда лойдан (пахса) қурилган 10 метр баландликдаги девор.

Ғалватепа 1935 йилда рус археологи В.Д.Жуков томонидан топилган. 1964 йилда Ўзбекистон Фанлар Академияси Чорбоғ археология гуруҳи томонидан қазиш ишлари олиб борилганда, у ердан IV-XII асрларга

ISSN 3030-3907

тааллуқли қизил лой билан ишланган қадимий кўзалар, буғдой янчадиган тошдан ишланган анжомлар ҳамда ҳайвонлар суяклари топилган. Бошқа қазиш ишлари олиб борилмаган. Маҳаллий аҳолининг айтишига қараганда, бу тепалик қишлоқ аҳолиси учун тарихий ёдгорликка айланиб қолган жой ҳисобланар экан.

Хулоса қилиб шуни айтиш мумкинки, Чорвоқ эркин туристик зонасидаги табиий, тарихий, археологик ёдгорликларидан бугунги кунга келиб, туризм соҳасини ривожлантиришда фойдаланиш имконияти катта. Таъкидлаб ўтиш лозимки, табиий, тарихий-маданий ёдгорликлар бир-биридан табиий географик ўрни ва ўзига хос тарихий жиҳатлари билан тубдан фарқ қилади. Бу сингари, туристик объектларни мукаммал ўрганиш борасида тадқиқот ишлари йўлга қўйилмоқда десак муболаға бўлмайди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Маматқулов М., Орипов К. “Ўзбекистон ғорлари” Т.: 1978. – 7 бет.
2. Ўзбекистон Республикаси “Қизил китоби” I жилд. Ўсимликлар ва замбуруғлар. Т.: 2009. “Chinor ENK”.
3. Ўзбекистон Республикаси “Қизил китоби” II жилд. Ҳайвонот олами Т.: 2009.“Chinor ENK”.
4. Бўстонлиқ тумани ҳокимлиги Туризм бўлимининг 2024 йил маълумотлари.

ISSN 3030-3907

THE FUTURE OF SYNTHETIC FUELS: GAS-TO-LIQUID AS A BRIDGE TO LOW-CARBON

Komilov Murodillo Zoirovich
Bukhara State Technical University
Zoirova Aziza Irgashevna
Bukhara State Technical University

Abstract: Gas-to-Liquid (GTL) technology represents one of the most promising processes for the conversion of natural gas into high-quality liquid fuels and chemicals. This process enables the transformation of methane-rich feedstocks into synthetic diesel, kerosene, and naphtha through catalytic synthesis routes, primarily the Fischer–Tropsch (FT) method. GTL provides an effective solution for monetizing stranded gas reserves, reducing flaring, and meeting global demand for cleaner fuels. This paper reviews the fundamentals of GTL technology, including process stages, catalyst systems, technological advancements, environmental benefits, and economic considerations. The study highlights the challenges associated with GTL commercialization and the future perspectives of integrating GTL with renewable hydrogen and carbon capture technologies for sustainable fuel production.

Keywords: Gas-to-Liquid, Fischer–Tropsch synthesis, syngas, synthetic fuel, natural gas conversion, clean energy, catalysis

Аннотация: Технология преобразования газа в жидкость (GTL) представляет собой один из наиболее перспективных процессов преобразования природного газа в высококачественное жидкое топливо и химикаты. Этот процесс позволяет превращать богатое метаном сырье в синтетическое дизельное топливо, керосин и нафту с помощью методов каталитического синтеза, в первую очередь методом Фишера-Тропша (FT). GTL - это эффективное решение для монетизации запасов природного газа, сокращения сжигания на факелах и удовлетворения мирового спроса на экологически чистое топливо. В этом документе рассматриваются основы технологии GTL, включая этапы процесса, каталитические системы, технологические достижения, экологические преимущества и экономические соображения. В исследовании освещаются проблемы, связанные с коммерциализацией GTL, и перспективы интеграции GTL с возобновляемыми технологиями получения водорода и углерода для устойчивого производства топлива.

Ключевые слова: Преобразование газа в жидкость, синтез Фишера-Тропша, синтез-газ, синтетическое топливо, конверсия природного газа, чистая энергия, катализ

ISSN 3030-3907

Annotatsiya: gazdan suyuqlikka (GTL) texnologiyasi tabiiy gazni yuqori sifatli suyuq yoqilg‘i va kimyoviy moddalarga aylantirishning eng istiqbolli jarayonlaridan biridir. Ushbu jarayon metanga boy xom ashyolarni sintetik dizel, kerosin va NAFTAga aylantirishga imkon beradi katalitik sintez yo‘llari, birinchi navbatda Fischer–Tropsch (FT) usuli. GTL torli gaz zaxiralarini monetizatsiya qilish, yonishni kamaytirish va toza yoqilg‘iga bo‘lgan global talabni qondirish uchun samarali echimni taqdim etadi. Bu qog‘oz GTL texnologiya asoslarini sharh, jarayon bosqichlarida, shu jumladan,, katalizator tizimlari, texnologik o‘zgarishlar, ekologik foydalari, va iqtisodiy mulohazalar. Tadqiqot GTLNI tijoratlashtirish bilan bog‘liq muammolarni va barqaror yoqilg‘i ishlab chiqarish uchun GTLNI qayta tiklanadigan vodorod va uglerodni ushlash texnologiyalari bilan birlashtirishning kelajakdagi istiqbollarini ta'kidlaydi.

Kalit so‘zlar: gazdan suyuqlikka, Fischer-Tropsch sintezi, syngalar, sintetik yoqilg‘i, tabiiy gazni konversiyalash, toza energiya, kataliz

1. Introduction

Natural gas, primarily composed of methane (CH_4), is one of the most abundant fossil energy resources on Earth. However, its gaseous nature presents storage, transportation, and utilization challenges, especially in regions without pipeline infrastructure. Gas-to-Liquid (GTL) technology provides a promising pathway for converting natural gas into easily transportable and cleaner-burning liquid hydrocarbons such as diesel, jet fuel, and lubricants.

The GTL process is not new; it has evolved from the early Fischer–Tropsch (FT) synthesis developed in Germany during the 1920s. In modern times, companies such as Shell, Sasol, and Chevron have commercialized large-scale GTL plants, including the Pearl GTL plant in Qatar and the Oryx GTL plant. GTL fuels are characterized by near-zero sulfur and aromatic contents, making them environmentally superior alternatives to conventional petroleum-derived fuels.

This paper aims to provide an overview of the GTL process, discuss its technological principles, analyze its economic and environmental benefits, and explore potential future developments in integrating GTL with renewable technologies.

2. Theoretical Background and Process Overview

The GTL process typically involves three major stages:

1.Feed Preparation and Reforming:

Natural gas is reformed into synthesis gas (syngas), a mixture of hydrogen (H_2) and carbon monoxide (CO). This step can be achieved through several methods:

Steam Methane Reforming (SMR):

$$CH_4 + H_2O \rightarrow CO + 3H_2$$

ISSN 3030-3907

Autothermal Reforming (ATR): Combines partial oxidation and steam reforming to optimize heat balance.

Partial Oxidation (POX):

$$CH_4 + ½O_2 \rightarrow CO + 2H_2$$

2.Fischer–Tropsch Synthesis:

The core step of GTL, in which syngas is catalytically converted into long-chain hydrocarbons according to the general reaction:

$$(2n + 1)H_2 + nCO \rightarrow C_nH_{2n+2} + nH_2O$$

The process uses catalysts based on cobalt (Co) or iron (Fe), depending on feedstock composition and process design.

Cobalt catalysts are preferred for natural gas-derived syngas due to low water–gas shift activity. Iron catalysts are used for coal- or biomass-derived syngas with higher CO_2 content.

3.Product Upgrading:

The raw FT waxes and hydrocarbon products are refined through hydrocracking and fractionation into diesel, naphtha, and base oils.

The resulting GTL diesel exhibits high cetane number (>75), ultra-low sulfur, and superior combustion performance.

3. Methods of Extractio

This study is based on a comprehensive literature review of peer-reviewed articles, technical reports, and industrial data concerning GTL process development. The methodology includes:

- Analysis of thermochemical conversion principles for methane reforming and FT synthesis;
- Comparative evaluation of catalyst systems (Co, Fe, Ru) in terms of activity, selectivity, and lifetime;
- Examination of commercial GTL plants, including operational performance, capacity, and environmental metrics.

Discussion of emerging research on hybrid GTL systems integrating renewable hydrogen and carbon capture technologies.

Data sources include publications from the Energy & Fuels Journal, Fuel Processing Technology, Journal of Natural Gas Science and Engineering, and reports from Shell, Sasol, and Chevron.

4. Environmental and Economic Aspects

4.1 Catalyst Performance and Product Selectivity

Cobalt catalysts show high activity and selectivity toward long-chain paraffins with minimal methane formation. The stability of Co-based catalysts in GTL plants allows long operational cycles exceeding 10,000 hours. Iron catalysts, although cheaper, suffer from deactivation through carbon deposition but are effective for syngas with high CO_2 concentrations.

ISSN 3030-3907

4.2 Process Efficiency

The overall GTL process efficiency typically ranges from **55% to 65%**, depending on reformer design and heat recovery systems. ATR-based configurations achieve better thermal integration compared to standalone SMR

4.3 Environmental Benefits

GTL fuels burn cleaner than petroleum-derived fuels, resulting in **lower particulate matter (PM)**, **nitrogen oxides (NO_x)**, and **carbon monoxide (CO)** emissions. The absence of sulfur and aromatics improves air quality and reduces engine wear. Moreover, GTL helps in **gas flaring reduction**, converting otherwise wasted natural gas into valuable products.

4.4 Economic Considerations

While the GTL process is capital-intensive (requiring over **$5–10 billion** for large-scale facilities), its economics become favorable with low natural gas prices and strong demand for high-quality diesel. Modular GTL units (micro-GTL) are being developed to make the process economically viable for smaller gas fields.

4.5 Future Perspectives

The future of GTL lies in **integration with renewable energy systems**:

- **Power-to-Liquid (PtL)** pathways using renewable hydrogen to synthesize synthetic fuels from captured CO_2 and CH_4.
- **Carbon Capture and Utilization (CCU)** to minimize CO_2 emissions.
- **Hybrid GTL–biomass systems**, producing carbon-neutral fuels.

The evolution toward **decentralized GTL** systems could enable efficient utilization of flare gas and biogas at remote locations, supporting global decarbonization efforts.

To address environmental concerns, the oil sands industry is investing heavily in research and innovation. Several key areas of progress include:

1. **Carbon Capture, Utilization, and Storage (CCUS):** Pilot projects, such as the Quest CCS facility in Alberta, capture millions of tons of CO_2 annually and store it in deep geological formations.
2. **Nanotechnology Applications:** Nanoparticles are being developed to enhance bitumen separation efficiency and reduce the amount of water and chemicals needed during extraction.
3. **Automation and Artificial Intelligence:** Autonomous trucks, drones, and AI-based monitoring systems improve safety and optimize operations by analyzing real-time data from sensors across the mine site.
4. **Renewable Energy Integration:** Some facilities are experimenting with solar and wind energy to power auxiliary systems, reducing dependence on fossil fuels for steam generation.

ISSN 3030-3907

5. **Bio-Solvents and Green Chemistry:** Research into biodegradable solvents and chemical additives aims to minimize the ecological footprint of extraction and upgrading processes.

5. Conclusion

GTL technology stands as a key bridge between the fossil-based and renewable energy eras. It provides an efficient route to produce ultra-clean fuels from abundant natural gas resources, with significant environmental and economic benefits. Despite challenges such as high capital costs and carbon emissions from reforming stages, advancements in catalysts, process intensification, and integration with renewable hydrogen are expected to enhance GTL sustainability.

In the near future, GTL processes coupled with carbon capture and green hydrogen production could play a crucial role in achieving net-zero emission targets. Continued innovation, cost reduction, and policy support are essential for realizing the full potential of Gas-to-Liquid technologies in the global energy transition.

REFERENCES

1. Anderson, R. B. *The Fischer–Tropsch Synthesis.* Academic Press, 1984.
2. Dry, M. E. “High quality diesel via the Fischer–Tropsch process – a review.” *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, vol. 77, 2002, pp. 43–50.
3. van der Laan, G. P., & Beenackers, A. A. C. M. “Kinetics and selectivity of the Fischer–Tropsch synthesis: a literature review.” *Catalysis Reviews*, vol. 41, no. 3–4, 1999, pp. 255–318.
4. Maitlis, P. M., & de Klerk, A. *Greener Fischer–Tropsch Processes: For Fuels and Feedstocks.* Wiley-VCH, 2013.
5. Shell Global Solutions. *Pearl GTL Project Overview.* Shell Technical Report, 2021.
6. Sasol Ltd. *GTL Technology and Process Design.* Sasol Technical Paper, 2020.
7. Speight, J. G. *Natural Gas: A Basic Handbook.* Gulf Professional Publishing, 2018.
8. Rytter, E., Holmen, A. “Catalysts and process technology for GTL.” *Catalysis Today*, vol. 275, 2016, pp. 2–9.
9. Khan, A., et al. “Integration of GTL with renewable hydrogen for sustainable fuel production.” *Energy Conversion and Management*, vol. 264, 2022, 115762.

ISSN 3030-3907

УДК: 661.632.232

ЭКСТРАКЦИОН ФОСФАТ КИСЛОТАНИ ОҲАКТОШ ХОМАШЁСИ БИЛАН НЕЙТРАЛЛАШ АСОСИДА КАЛЬЦИЙ ВА МАГНИЙ ФОСФАТЛИ ЎҒИТЛАР ОЛИШ ЖАРАЁНИНИ ЎРГАНИШ

Шамшидинов И.Т.

Наманган давлат техника университети т.ф.д., профессор

Аннотация. Ишда маҳаллий карбонатли хомашё – оҳактошдан фойдаланган ҳолда таркибида кальций ва магний бўлган фосфорли оддий ўғит олиш жараёни келтирилган. Ишлаб чиқаришда мазкур усул фойдаланилганда фосфорли оддий ўғитлар олишга маҳаллий карбонаптли хомашёларни қамраб олиш мумкинлиги аниқланган.

Калит сўзлар: фосфат кислота, экстракцион фосфат кислота, ўғит, минерал ўғит, фосфорли ўғит, кальций карбонат, магний карбонат, оҳактош, монокальцийфосфат, дикальцийфосфат, қўшалоқ суперфосфат.

Аннотация. В работе приведены процессы получения кальций и магнийсодержащих одинарных фосфорных удобрений с использованием местного карбонатного сырья – известняка. Установлено, что использование данного способа в производстве приводит к привлечению местного карбонатного сырья для получения одинарных фосфорных удобрений.

Ключевые слова: фосфорная кислота, экстракционная фосфорная кислота, удобрения, минеральные удобрения, фосфорные удобрения, карбонат кальция, карбонат магния, известняк, монокальцийфосфат, дикальцийфосфат, двойной суперфосфат.

Abstract. The article presents the processes of obtaining calcium and magnesium-containing ordinary phosphorus fertilizers using local carbonate raw materials - limestone. It is established that the use of this method in production leads to the attraction of local carbonate raw materials to produce ordinary phosphorus fertilizers.

Keywords: phosphoric acid, extraction phosphoric acid, fertilizers, mineral fertilizers, phosphorus fertilizers, calcium carbonate, magnesium carbonate, limestone, monocalcium phosphate, dicalcium phosphate, double superphosphate.

Кириш

Бутун дунёда ишлаб чиқарилаётган фосфорли ўғитлар апатит ва фосфатли концентратлар асосида олинади. Ўғитлар ишлаб чиқариш Халқаро ассоциацияси (IFA) маълумотлари бўйича 2012 йилдан 2019 йилгача фосфорли ўғитлар 100% P_2O_5 ҳисобида 42,706 дан 46,648 миллион тоннагача ортган. Бу эса таъсир этувчи модда бўйича фосфорли ўғитларга талаб йилига ўртача 1 млн тоннага ортганлигини кўрсатади. Лекин бой фосфатли хомашёларнинг камайиб бориши натижасида ишлаб чиқаришга камбағал

ISSN 3030-3907

паст навли, хусусан, карбонатли хомашёларни қамраб олиш тенденцияси кузатилади, улар дунё миқёсидаги фосфатлар захирасининг учдан икки қисмини ташкил этади [1].

Қишлоқ хўжалигини жадал ривожлантиришнинг асосий бош омилларидан бири, биринчи навбатда ўғитлардан кенг қамровли ва самарали фойдаланиш билан боғлиқ бўлган кимёлаштириш ҳисобланади, шу орқали қишлоқ хўжалиги ўсимликларининг ҳосилдорлигини ўртача 40-50% оширишга эришиш мумкин [2, 3]. Ўғитларни ишлаб чиқариш ва қўллашга сарфланган харажатлар қўшимча ишлаб чиқарилган қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ҳисобидан 2-3 баробар қопланади.

Республикамиз қишлоқ хўжалигида фосфорли ўғитлар сифатида асосан Қизилқум фосфоритларидан олинган аммофос, шунингдек оддий суперфосфат ишлатилади. Маълумки, аммофос таркибида кальций бўлмайди. Аммофосдан узоқ вақт мунтазам фойдаланиш натижасида тупроқ таркибидаги ҳаракатчан кальций ва магний йилдан-йилга камайиб боради. Бу эса ўсимлик ва тирик организмлардаги кальций ва магнийнинг етишмовчилигига олиб келади. Натижада тупроқ структураси ёмонлашади, ўсимликлар ҳосилдорлиги пасаяди, тирик организмларда касалликлар келиб чиқади.

Республикамиз ҳудудида саноат ишлаб чиқариш технологик талабларига жавоб берадиган кальций ва магний карбонатларидан ташкил топган: кальцит, оҳактош, доломит ва бошқа маҳаллий норуда минерал хомашёлар кўп миқдорда учрайди [4]. Республикамиз давлат балансига олинган 24 та оҳактош ва доломитлашган оҳактош конлари (шунингдек 4 та бошқа турдаги карбонат хомашёлари конлари) бўлиб, уларнинг заҳираси 1017,8 млн тоннани ташкил қилади, саноат категориялари бўйича оҳак олиш учун атиги 294 минг тонна оҳактош ишлатилади. Бундан ташқари, сув тозалаш иншоотларида катта миқдорда таркибида кальций ва магний карбонатлари бўлган чиқиндилар ҳосил бўлади ва уларни комплекс қайта ишлаш йўлга қўйилмаган. Кальций ва магний карбонатли хомашёлар ва чиқиндиларни технологик нуқтаи назардан комплекс ўрганиш ҳамда улардан саноат миқёсида сифатли маҳсулотлар – ўсимликлар томонидан осон ўзлаштириладиган кальций (шунингдек магний) фосфатли ўғитлар ишлаб чиқаришда фойдаланишни йўлга қўйиш муҳим аҳамият касб этади.

Амалда фосфоритлардан олинган экстракцион фосфат кислотани (ЭФК) нейтраллашга асосланган ҳолда концентрланган фосфорли ўғитлар ишлаб чиқарилади. Бунда нейтрализловчи восита сифатида аммиак гази (аммофос ишлаб чиқаришда), фосфорит (қўшалоқ суперфосфат туридаги ўғитлар ишлаб чиқаришда) кабилардан фойдаланилади [7-14]. ЭФКни

ISSN 3030-3907

нейтралланиш жараёнини табиий карбонатли хомашёлар – бўр, оҳактош, доломит кабилар билан ҳам амалга оширилиши мумкин. Натижада таркибида осон ўзлашадиган шаклдаги кальций ва магний тутган фосфорли ўғитлар олиш мумкин бўлади.

Фосфат кислотали тузлар эритмаларига аммоний нитрат қўшилганда эритма таркибидаги тузларнинг сувда эрувчанлиги яхшиланади [15-17]. Шу сабабли бошланғич ЭФКга аммоний нитрат қўшилади ва уни карбонатли хомашёлар билан нейтраллаш орқали осон ўзлашадиган шаклдаги кальций ва магний тутган концентрланган фосфорли ўғитлар олишга эришилади.

Тадқиқот объекти сифатида таркибида, оғ. % ҳисобида: CaO – 54,09, MgO – 1,07, R_2O_3 – 0,19, SO_3 – 0,09, CO_2 – 43,65, H_2O – 0,29, э.қ – 0,62 бўлган Наманган вилояти Янгиқўрғон тумани Паромон кони оҳактоши ва таркибида, оғ.% ҳисобида: P_2O_5 – 17,23, CaO – 0,32, MgO – 0,66, Fe_2O_3 – 0,30, Al_2O_3 – 0,41, F – 1,18 бўлган «Аммофос-Максам» АЖ экстракцион фосфат кислотаси (ЭФК) хомашёлари ишлатилди. Оҳактошни куйдириш муфель печида амалга оширилди, бошланғич хомашёлар, оралиқ ва тайёр маҳсулотларни кимёвий таҳлиллари маълум бўлган усулларда амалга оширилди [16-18].

ЭФКни фосфоритлар ва карбонатли хомашёлар билан нейтралланганда кўп миқдорда кўпик ҳосил бўлади. Сўниши қийин бўлган бундай кўпик ишлаб чиқариш самарадорлигининг кескин пасайишига олиб келади. Шунинг учун ЭФКни нейтраллашда кўпикланиш жараёнига оҳактош хомашёсини дастлабки термик қайта ишлашнинг таъсири ўрганилди. Бунинг учун таркибида, оғ. % ҳисобида: CaO = 54,09, MgO = 1,07, R_2O_3 = 0,19, SO_3 = 0,09, CO_2 = 43,65, H_2O = 0,29, эримайдиган қолдиқ = 0,62 бўлган оҳактош хомашёсига 100÷1050^OC ҳарорат интервалида термик ишлов берилди ва ҳосил қилинган маҳсулотларнинг кимёвий таркиби аниқланди (1-жадвал).

Хомашёга 100÷500^OC ҳарорат интервалида термик ишлов берилганда ундаги намлик ва кристаллизация сувларининг ажралиб чиқиши ҳамда темир ва алюминий гидроксидларининг парчаланишидан ҳосил бўлган сув буғи ҳисобига намунанинг массаси 0,29% га камаяди.

Назарий маълумотларга кўра, магний карбонатнинг ($MgCO_3$) парчаланиши 500^OC, доломитнинг ($CaCO_3 \cdot MgCO_3$) парчаланиши 600^OC, кальцитнинг ($CaCO_3$) парчаланиши эса 850-900^OC дан бошланади [19] ва 1050^OC ҳароратда 1 соат давомида карбонатли минералларнинг барчаси тўла парчаланади. Бунинг натижасида таркибида, оғ. % ҳисобида: CaO = 96,49, MgO = 1,91, R_2O_3 = 0,34, SO_3 = 0,16 ва эримайдиган қолдиқ = 1,11 бўлган маҳсулот олинади.

Экстракцион фосфат кислотани оҳактош хомашёси билан нейтралланганда сўниши қийин бўлган кўпикнинг ҳосил бўлиши

ISSN 3030-3907

карбонатларнинг парчаланишидан ажралиб чиқадиган карбонат ангидридгагина боғлиқ бўлиб қолмасдан, балки хомашё таркибидаги органик бирикмалар қолдиғи мавжуд бўлишига ҳам боғлиқ бўлади. Нейтраллаш жараёнида ҳосил бўладиган кўпикнинг сўниши бошқа хомашёларга (бўр, сув тозалаш иншооти чиқиндиси) нисбатан жадал бориши кузатилади. Термик ишлов бериш жараёнида органик бирикмаларнинг хомашё таркибидан йўқолиши сўниши қийин бўлган кўпикнинг камайишига олиб келади.

1-жадвал

Доломитлашган бўрсимон хомашё кимёвий таркибининг куйдириш ҳароратига боғлиқлиги

№	Куйдириш ҳарорати, ^{o}C	Куйдириш давомийлиги, минут	Масса йўқотилиши, %	Олинган маҳсулот кимёвий таркиби, %						
				CaO	MgO	R_2O_3	SO_3	CO_2	H_2O	э.қ.
				54,09	1,07	0,19	0,09	43,65	0,29	0,62
1.	100	60	0,07	54,13	1,07	0,19	0,09	43,68	0,22	0,62
2.	200	60	0,08	54,13	1,07	0,19	0,09	43,68	0,21	0,62
3.	300	60	0,13	54,16	1,07	0,19	0,09	43,71	0,16	0,62
4.	400	60	0,19	54,19	1,07	0,19	0,09	43,73	0,10	0,62
5.	500	60	0,21	54,20	1,07	0,19	0,09	43,74	0,08	0,62
6.	600	60	0,29	54,25	1,07	0,19	0,09	43,78	-	0,62
7.	700	60	1,08	54,68	1,08	0,19	0,09	43,33	-	0,63
8.	800	60	3,05	55,79	1,10	0,20	0,09	42,18	-	0,64
9.	850	60	6,77	58,02	1,15	0,20	0,10	39,87	-	0,67
10.	900	60	18,87	66,67	1,32	0,23	0,11	30,90	-	0,76

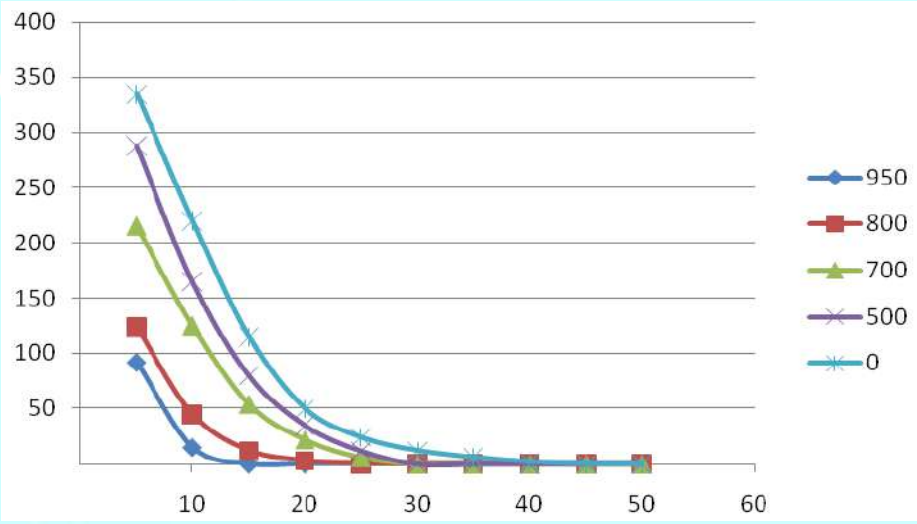
ISSN 3030-3907

11.	950	60	31,9	79,43	1,57	0,28	0,13	17,68	-	0,91
12.	1000	180	43,92	96,45	1,91	0,34	0,16	0,04	-	1,11
13.	1050	180	43,94	96,49	1,91	0,34	0,16	-	-	1,11

Оҳактош хомашёсига 500÷950^{O}C ҳарорат интервалида термик ишлов беришдан ҳосил қилинган маҳсулотлар билан таркибида, оғ. % ҳисобида: P_2O_5 = 17,23, CaO = 0,32, MgO = 0,66, Fe_2O_3 = 0,30, Al_2O_3 = 0,41, F = 1,18 ва бошқалар бўлган ЭФК нейтралланди ва бу жараёнлардаги кўпикланиш ва ҳосил бўлган кўпикланиш даражасининг вақт давомида ўзгариши ўрганилди (1-расм). ЭФКни хомашёнинг куйдириш маҳсулотлари билан нейтраллаш жараёнида кислота меъёри монокальцийфосфат, мономагнийфосфат, темир ва алюминий фосфатлари ҳосил бўлишига мувофиқ келадиган стехиометрик миқдорга нисбатан 100% ни ташкил этди.

Жараёнда кўпик ҳосил бўлиш даражасини белгилаш учун реакция аралашмаси (суспензия) баландлигига нисбатан ҳосил бўлган кўпик баландлигининг фоиздаги ифодасини кўпикланиш даражаси деб олинди.

ЭФКни термик ишлов берилмаган хомашё билан нейтралланганда хосил бўладиган кўпикланиш даражаси 5 минутда 335% га кўтарилади, у 15 минутда 115% гача, кўпикланишнинг батамом сўниши учун 45 минут вақт сарфланади.



1-расм. Оҳактош хомашёсига термик ишлов бериш ҳароратига боғлиқ ҳолда ЭФКни нейтраллаш жараёнида кўпикланиш даражасининг вақт давомида ўзгариши: 1 – оҳактош хомашёсига термик ишлов берилмаган; 2 – 500^{O}C; 3 – 700^{O}C; 4 – 800^{O}C; 5 – 950^{O}C.

Оҳактош хомашёсига термик ишлов берилишидан ҳосил қилинган маҳсулотлар билан ЭФК нейтралланганда кўпикланиш даражаси анчагина

ISSN 3030-3907

пасаяди: 500^{O}C, 700^{O}C, 800^{O}C ва 950^{O}C ҳароратда термик ишлов берилган хомашёлардан фойдаланилганда кўпикланиш даражаси мувофиқ ҳолда 5 минут давомида 288%, 215%, 124% ва 92% ни, 15 минут давомида 80%, 54%, 12% ва 0% ни ташкил этади. Суспензияни аралаштириб туриш 20 минутгача давом эттирилганда 800^{O}C ва 950^{O}C ҳароратда термик ишлов берилган хомашёлардан ҳосил бўладиган кўпиклар тўла сўниши кузатилади.

ЭФКни оҳактош хомашёси билан нейтраллаш жараёнида кўпикланишни камайтириш мақсадида бошланғич хомашёга термик ишлов берилмаган (кимёвий таркиби юқорида келтирилган) ҳамда таркибида, оғ. % ҳисобида: CaO = 55,79, MgO = 1,1, R_2O_3 = 0,20, SO_3 = 0,09, CO_2 = 42,18 ва эримайдиган қолдиқ = 0,64 бўлган 800^{O}C ҳароратда термик ишлов берилган оҳактош хомашёлари ишлатилди. Дастлабки термик ишлов берилмаган ва 800^{O}C ҳароратда термик ишлов берилган оҳактош хомашёлари билан ~17% P_2O_5 концентрацияли ЭФКни аммоний нитрат (1%) иштирокида кислота меъёри монокальцийфосфат, мономагнийфосфат, темир ва алюминий фосфатлари ҳосил бўлишига мувофиқ келадиган стехиометрик миқдорга нисбатан 100% ни ташкил этган ҳолда хона ҳароратида (20-25^{O}C), 60 минут давомида нейтралланди. Бунинг натижасида ҳосил қилинган суспензиялар буғлатилди ва 95-100^{O}C ҳароратда қуритилди.

ЭФКни оҳактош ва уни куйдириш маҳсулоти билан нейтраллашда ҳосил қилинган суспензия, олинган маҳсулот ҳамда жараённинг технологик параметрлари 2-жадвалда келтирилган.

Дастлабки термик ишлов берилмаган ва 800^{O}C ҳароратда термик ишлов берилган оҳактош хомашёлари билан ~17% P_2O_5 концентрацияли ЭФКни аммоний нитрат (1%) иштирокида нейтралланганда, таркибида мос ҳолда оғ. % ҳисобида: $P_2O_{5умум.}$ = 15,64 ва 15,95; $P_2O_{5ўзл.}$ = 15,40 ва 15,67; $P_2O_{5с.э.}$ = 14,48 ва 14,73; CaO = 6,76 ва 6,79; MgO = 0,74 ва 0,76; N = 0,32 ва 0,32; H_2O = 67,75 ва 67,27 бўлган суспензия олинади. Бундай суспензиядаги ўзлашадиган фосфатлар миқдори, яъни ($P_2O_{5ўзл.}$:$P_2O_{5умум.}$)x100 нисбат 98,45 ва 98,24% ни ташкил қилади.

2-жадвал

ЭФКни оҳактош хомашёси билан нейтраллашда ҳосил қилинган суспензия ҳамда уни қуритилишидан олинган маҳсулотнинг кимёвий таркиби ва жараённинг технологик кўрсаткичлари

Кўрсаткичлар	Суспензия		Қуритилган маҳсулот	
Бошланғич карбонатли хомашёга термик ишлов бериш ҳарорати	–	800^{O}C	–	800^{O}C

ISSN 3030-3907

P_2O_5 (умумий), %	15,64	15,95	48,05	47,88
P_2O_5 (ўзлашадиган), %	15,40	15,67	47,26	46,98
P_2O_5 (сувда эрийдиган), %	14,48	14,73	44,18	43,96
CaO (умумий), %	6,76	6,79	20,77	20,38
MgO (умумий), %	0,74	0,76	2,29	2,23
R_2O_3 (умумий), %	1,10	1,11	3,38	3,33
SO_3 (умумий), %	0,76	0,76	2,33	2,28
F, %	1,03	1,05	0,60	0,58
N (умумий), %	0,32	0,32	0,99	0,97
H_2O, %	67,75	67,27	0,92	1,75
($P_2O_{5ўзл.}$:$P_2O_{5умум.}$)х100, %	98,45	98,24	98,36	98,12
($P_2O_{5с.э.}$:$P_2O_{5умум.}$)х100, %	92,58	92,36	91,94	91,83

Ҳосил қилинган суспензия 95÷100^{O}C ҳарорат интервалида қуритилганда, таркибида оғ. % ҳисобида: $P_2O_{5умум.}$ = 48,05 ва 47,88; $P_2O_{5ўзл.}$ = 47,26 ва 46,98; $P_2O_{5с.э.}$ = 44,18 ва 43,96; $P_2O_{5эркин}$ = 2,05 ва 1,96; CaO = 20,77 ва 20,38; MgO = 2,29 ва 2,23; N = 0,99 ва 0,97; H_2O = 0,92 ва 1,75 бўлган кальций ва магнийфосфатли ўғит ҳосил бўлади. Олинган маҳсулотдаги ($P_2O_{5ўзл.}$:$P_2O_{5умум.}$)х100 нисбат 98,36 ва 98,12% ни, ($P_2O_{5с.э.}$:$P_2O_{5умум.}$)х100 нисбат эса 91,94 ва 91,83% ни ташкил этади.

Натижада ЭФКни оҳактош хомашёси билан нейтраллаш йўли билан таркибида монокальцийфосфат ва мономагнийфосфат бўлган фосфорли ўғитлар олиш жараёнининг оптимал (мақбул) шароити: бошланғич оҳактош хомашёсига термик ишлов бериш ҳарорати – 800^{O}C, бошланғич ЭФК концентрацияси – ~17% P_2O_5, ЭФК меъёри – 100%, нейтраллаш вақти – 60 минут, суспензияни қуритиш ҳарорати – 95÷100^{O}C бўлиши аниқланди.

Шундай қилиб, экстракцион фосфат кислотани термик ишлов берилган оҳактош хомашёси билан нейтраллаш, суспензияни буғлатиш, қуритиш ва донадорлаш йўли билан осон ўзлашадиган кальций ва магнийфосфатли ўғитлар ишлаб чиқаришни мавжуд аммофос ишлаб чиқариш усулига солиштирилганда аммиак хомашёси сарфини батамом камайтириш ва маҳсулот умумий ҳажмини 4-5% га ошириш имконияти яратилади. Фосфорли ўғитлар ишлаб чиқаришнинг мазкур усулида қимматбаҳо хомашё – фосфорит термоконцентрати сарфини қўшалоқ суперфосфат ишлаб чиқариш усулидагига нисбатан 15-20% га камайтиришга эришилади.

Адабиётлар

1. Ваккари Дэвид. (2009). Фосфор: грядущий кризис. В мире науки. № 8. – С. 50-56.

2. Последние достижения в развитии промышленности по производству удобрений. ООН: Нью-Йорк, 1973. – С. 162.

ISSN 3030-3907

3. Казарян П. Е. (1975). Химизация народного хозяйства и ее экономическая эффективность. – М.: Знание, – С. 45.
4. Геология и полезные ископаемые Республики Узбекистан / Т. Н. Долимов, Т. Ш. Шаякубов и др. (1998). Редкол.: Т. Ш. Шаякубов (гл. ред.) и др. – Т.: Университет, – 724 с.
5. Позин М. Е. (1989). Технология минеральных удобрений: Учебник для вузов. – Л.: Химия, – 352 с.
6. Шамшидинов И.Т. (2017). Қоратоғ ва Марказий Қизилқум фосфоритларидан экстракцион фосфат кислота ишлаб чиқаришнинг такомиллашган ва концентрланган фосфорли ўғитлар олиш технологияларини яратиш. Техника фанлари доктори (DSc) илмий даражасини олиш учун диссертация – Т.: – 193 б.
7. G‘afurov Q. (2010) Mineral o‘g‘it ishlab chiqarish nazariyasi va texnologik hisoblari: Darslik. – T.: Fan va texnologiya, – 360 b.
8. Шамшидинов И.Т. Переработка фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов на экстракционную фосфорную кислоту и концентрированные фосфорсодержащие удобрения. – М.: Издательство Lambert Academic Publishing, 2021. – 225 с.
9. Шамшидинов И.Т. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау. Автореферат дисс. канд. техн. наук. – Ташкент, 1994. – 28 с.
10. Шамшидинов И.Т. Разработка усовершенствованной технологии производства экстракционной фосфорной кислоты и получения концентрированных фосфорсодержащих удобрений из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов. Автореферат дисс. докт. техн. наук. – Ташкент, 2017. – 68 с.
11. Arislanov, A., Shamshidinov, I., Usmanov, I., Normatov, G., Isomiddinov, O. The process of decomposition of tricalcium phosphate by phosphoric acid with partial replacement of P_2O_5 to sulfuric acid // E3S Web of Conferences / 2024, 486, 01037.
12. Kambarov, A., Shamshidinov, I., Najmiddinov, R., ...Ruzibayev, B., Samadiy, M. Study of the Effect of Magnesium Sulfate and Ammonium Nitrate on the Chemical Activity of Solutions of Phosphoric Acid // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / 2023, 1275(1), 012002.
13. Shamshidinov, I., Gafurov, K., Ikramov, M. Investigation on the phosphoric acid production from low grade phosphorites with high content of magnesium // Journal of Chemical Technology and Metallurgy / 2016, 51(2), P. 157-162.

ISSN 3030-3907

14. Shamshidinov, I., Kambarov, A., Najmiddinov, R., Usmanov, I., Samadiy, M. Study of Physico-Chemical Properties of Phosphorate Solutions // E3S Web of Conferences / 2023, 392, 02036.
15. G‘afurov Q. , (2007). Mineral o‘g‘itlar va tuzlar texnologiyasi: Darslik. – T.: Fan va texnologiya– 360 b.
16. Винник М.М., Ербанова Л.Н. и др. (1975). Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных удобрений, кормовых фосфатов. – М.: Химия. -2018 с.
17. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошерович Р.Х. (1963). Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений. – М.: Госхимиздат, -352 с.
18. Крашенинников С.А. (1986) Технический анализ и контроль в производстве неорганических веществ. – М.: Высшая школа, 280 с.
19. Рабинович В. А. Краткий химический справочник/ В.А.Рабинович, З.Я.Хавин. – М.: Химия, 1978. – С.71-79.

ISSN 3030-3907

АДАПТИВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССАМИ ОЧИСТКИ ВОЗДУХА В ПРОМЫШЛЕННЫХ ЦЕХАХ: ОБЗОР НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

И.Х.Сиддиков
Ташкентский государственный технический университет,
Ю.Мамасодиков
Ферганский государственный технический университет
Н.Ю.Мамасодикова
Ферганский государственный технический университет
E-mail: nodiramamasodikova@mail.ru
Г.Э.Эргашева
Ферганский государственный технический университет магистр

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к адаптивному управлению процессами очистки воздуха в промышленных цехах, в частности, в цехах покраски деталей. Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения эффективности очистки воздуха, обеспечения безопасности работников и соблюдения экологических норм. В работе анализируются методы адаптивного управления, включая применение нейронных сетей, машинного обучения и алгоритмов адаптивного контроля, которые позволяют оптимизировать работу систем очистки в реальном времени. Особое внимание уделено использованию данных сенсоров для прогнозирования уровня загрязнения и автоматической настройки параметров очистки. Рассмотрены преимущества и ограничения внедрения адаптивных технологий, а также предложены направления для дальнейших исследований.

Ключевые слова: адаптивное управление, очистка воздуха, промышленные цеха, нейронные сети, машинное обучение, алгоритмы адаптивного контроля, сенсоры, безопасность труда, оптимизация энергозатрат.

Аннотация: Мақолада саноат цехларида, хусусан, деталларни бўяш цехларида ҳавони тозалаш жараёнларини адаптив бошқаришнинг замонавий ёндашувлари кўриб чиқилади. Тадқиқотнинг долзарблиги ҳаво тозалаш самарадорлигини ошириш, ходимлар хавфсизлигини таъминлаш ва экологик меъёрларга риоя этиш зарурати билан белгиланади. Ишда адаптив бошқариш усуллари таҳлил қилинган бўлиб, улар қаторида нейрон тармоқлар, машинали ўқитиш ва адаптив бошқарув алгоритмларидан фойдаланиш масалалари ёритилган. Бу усуллар тозалаш тизимларининг ишини реал вақт режимида оптималлаштириш имконини беради. Сенсорлар орқали жамланган маълумотлар асосида ҳаво ифлосланиш даражасини олдиндан башорат қилиш ва тозалаш параметрларини автоматик равишда созлаш имкониятларига алоҳида эътибор қаратилган. Шунингдек, адаптив

ISSN 3030-3907

технологияларни жорий этишнинг афзалликлари ва чекловлари кўриб чиқилган ҳамда келгусидаги тадқиқотлар учун йўналишлар таклиф этилган.

Калит сўзлар: адаптив бошқарув, ҳавони тозалаш, саноат цехлари, нейрон тармоқлар, машинали ўқитиш, адаптив бошқарув алгоритмлари, сенсорлар, меҳнат хавфсизлиги, энергия сарфини оптималлаш.

Abstract: The article examines modern approaches to adaptive control of air purification processes in industrial workshops, particularly in parts painting facilities. The relevance of the study is determined by the need to improve air purification efficiency, ensure worker safety, and comply with environmental standards. The paper analyzes adaptive control methods, including the use of neural networks, machine learning, and adaptive control algorithms, which make it possible to optimize the operation of purification systems in real time. Special attention is given to the use of sensor data for predicting pollution levels and automatically adjusting purification parameters. The advantages and limitations of implementing adaptive technologies are considered, and directions for further research are proposed.

Keywords: adaptive control, air purification, industrial workshops, neural networks, machine learning, adaptive control algorithms, sensors, occupational safety, energy optimization.

Введение

Процесс очистки воздуха в промышленных помещениях имеет ключевое значение для обеспечения безопасности и здоровья работников, а также для выполнения экологических норм. Традиционные системы очистки воздуха зачастую не учитывают динамичность условий производства, что приводит к неэффективности работы вентиляции и увеличению затрат на энергоресурсы. Для решения этой проблемы необходимо применение адаптивных методов управления, которые способны корректировать работу системы очистки в зависимости от изменений в производственных условиях.

Адаптивные методы управления системами очистки воздуха представляют собой набор технологий, основанных на машинном обучении, нейросетевых алгоритмах и интеллектуальных системах управления, что позволяет повысить точность и эффективность очистки в реальном времени. В данном обзоре рассматриваются последние достижения в области адаптивного управления процессами очистки воздуха в промышленных цехах.

Методология

В последние годы применение нейронных сетей и методов машинного обучения в управлении качеством воздуха стало одним из наиболее перспективных направлений в области экологической инженерии и

ISSN 3030-3907

промышленной автоматизации. Внедрение нейронных сетей и методов машинного обучения в управление качеством воздуха открывает новые возможности для повышения эффективности систем очистки. Однако, несмотря на значительные успехи, в исследованиях этой области существуют и недостатки, которые ограничивают их практическое применение.

Исследования в области применения нейронных сетей и машинного обучения для управления качеством воздуха демонстрируют значительный прогресс в повышении эффективности систем очистки. Чжан и др. [1] разработали нейронные сети для прогнозирования уровня загрязнения воздуха, используя модель временных рядов ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) в сочетании с глубокими нейронными сетями (LSTM — Long Short-Term Memory). Прогнозируемая концентрация загрязняющих веществ C(t) описывается уравнением:

$$C(t) = \alpha \cdot C(t-1) + \beta \cdot \sum_{i=1}^{n} w_i \cdot x_i(t) + \epsilon(t),$$

где α и β — коэффициенты модели, w_i— веса нейронной сети,$x_i(t)$ — входные данные (например, показания датчиков), а $\epsilon(t)$— ошибка прогнозирования. Это позволило снизить концентрацию вредных веществ на 20% за счет оптимизации работы систем вентиляции.

Патель и Джейн [2] предложили модели машинного обучения для оптимизации систем очистки воздуха, используя метод опорных векторов (SVM — Support Vector Machine) для классификации уровней загрязнения. Целевая функция оптимизации выглядит следующим образом:

$$\min_{w,b} \frac{1}{2}\|w\|^2 + C\sum_{i=1}^{n} \max(0, 1 - y_i(w \cdot x_i + b)),$$

где w— вектор весов, b — смещение, C — параметр регуляризации, y_i— метки классов, а x_i— признаки. Это привело к снижению энергозатрат на 30% и повышению эффективности очистки.

Фанг и Ли [3] изучили интеграцию машинного обучения с системами очистки на производственных объектах, используя метод градиентного бустинга (Gradient Boosting) для адаптации систем к изменяющимся условиям производства. Модель описывается уравнением:

$$F(x) = \sum_{m=1}^{M} \gamma_m h_m(x),$$

где $h_m(x)$ — базовые модели (деревья решений), а γ_m— коэффициенты, оптимизируемые в процессе обучения.

ISSN 3030-3907

Чэнь и Лю [4] применили машинное обучение для управления качеством воздуха на промышленных объектах, используя метод кластеризации k-средних (k-means) для автоматической настройки параметров работы систем очистки. Целевая функция кластеризации:

$$\min \sum_{i=1}^{k} \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2,$$

где S_i — кластеры, а μ_i— центроиды. Это позволило снизить уровень загрязнения.

Ковалев Д.А. и Шарапов И.С. [6] предложили систему управления воздушными процессами на основе машинного обучения, используя метод случайного леса (Random Forest) для повышения эффективности очистки. Модель описывается уравнением:

$$\hat{y}(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} T_i(x),$$

где $T_i(x)$ — отдельные деревья решений, а N — количество деревьев.

Фомин М.А. и Киселева А.И. [7] исследовали использование нейронных сетей для автоматизации процессов очистки воздуха, применяя сверточные нейронные сети (CNN — Convolutional Neural Networks) для анализа данных с датчиков. Модель описывается уравнением:

$$y = f(W \cdot x + b),$$

где W — веса, x — входные данные, b — смещение, а f — функция активации.

Андреев В.М. и Баранов Н.В. [8] разработали систему управления очисткой воздуха на основе нейросетевых технологий, используя рекуррентные нейронные сети (RNN — Recurrent Neural Networks) для обработки временных рядов:

$$h_t = \sigma(W_h \cdot h_{t-1} + W_x \cdot x_t + b),$$

где h_t — скрытое состояние на шаге t, σ — функция активации, W_h и W_x — веса, а b — смещение.

Никифоров А.П. и Петрова О.Г. [9] предложили методы, использующие датчики и нейросетевую обработку данных. Они применили метод радиально-базисных функций (RBF — Radial Basis Function) для аппроксимации данных:

$$f(x) = \sum_{i=1}^{n} w_i \phi(\|x - c_i\|),$$

ISSN 3030-3907

где ϕ — радиально-базисная функция, c_i — центры, а w_i — веса. Это показало снижение концентрации вредных веществ на 12% в цехах металлообработки.

Однако в исследованиях также выявлены и ограничения. Высокая сложность реализации алгоритмов, зависимость от точности данных с датчиков и высокая стоимость внедрения делают такие системы недоступными для многих предприятий. Кроме того, ограниченная масштабируемость и необходимость частого обновления моделей затрудняют их применение на крупных объектах.

Эти исследования подчеркивают значительный потенциал нейронных сетей и машинного обучения для улучшения качества воздуха, но также указывают на необходимость дальнейших разработок, направленных на снижение затрат, повышение надежности и упрощение интеграции таких систем.

Исследования в области использования датчиков и IoT (Интернета вещей) в системах очистки воздуха демонстрируют значительный прогресс в повышении эффективности управления качеством воздуха в промышленных условиях. Ван Ю. и др. [10] разработали систему мониторинга данных в реальном времени и адаптивного управления качеством воздуха в цехах покраски. Они использовали модель прогнозирования на основе рекуррентных нейронных сетей (RNN):

$$h_t = \sigma(W_h h_{t-1} + W_x x_t + b),$$

где h_t — скрытое состояние на шаге t, σ — функция активации, W_h и W_x— веса, x_t — входные данные, а b — смещение. Это позволило снизить уровень загрязнения на 15%.

Смит Т. и Ли П. [10] предложили использование IoT для интеллектуальной вентиляции и фильтрации воздуха на промышленных объектах. Они применили метод оптимизации на основе градиентного спуска:

$$\theta_{t+1} = \theta_t - \eta \nabla J(\theta_t),$$

где θ_t— параметры модели на шаге t, η — скорость обучения, а $\nabla J(\theta_t)$ — градиент функции потерь. Это привело к снижению энергопотребления на 20%.

Беннетт А. и Фишер С. [1] изучили роль IoT и адаптивных алгоритмов в системах умной фильтрации воздуха, используя метод кластеризации k-средних (k-means):

ISSN 3030-3907

$$\min \sum_{i=1}^{k} \sum_{x \in S_i} \|x - \mu_i\|^2,$$

где S_i— кластеры, а μ_i — центроиды. Это позволило повысить точность контроля качества воздуха.

Семенова Е.С. и Павленко К.А. [2] предложили системы управления вентиляцией, которые адаптируются к условиям загрязнения воздуха, что позволило снизить уровень вредных выбросов.

Исследования в области оптимизации энергопотребления и повышения эффективности систем очистки воздуха направлены на разработку инновационных решений, которые позволяют снизить затраты на энергию при одновременном улучшении качества воздуха. Эти исследования охватывают широкий спектр технологий, включая адаптивные системы управления, интеллектуальные алгоритмы, использование IoT (Интернета вещей) и машинного обучения. Ученые стремятся создать системы, которые могут динамически адаптироваться к изменяющимся условиям, таким как уровень загрязнения, температура и влажность, что позволяет минимизировать энергозатраты без ущерба для эффективности очистки.

Применение алгоритмов машинного обучения для анализа данных и прогнозирования уровня загрязнения, что позволяет заранее настраивать параметры работы систем. Например, Ли З. и Сонг Л. [13] изучили передовые фильтры и системы управления, используя метод градиентного бустинга:

$$F(x) = \sum_{m=1}^{M} \gamma_m h_m(x),$$

где $h_m(x)$ — базовые модели, а γ_m— коэффициенты. Это позволило снизить затраты на энергоресурсы.

Исследования в области применения искусственного интеллекта (ИИ) и интеллектуальных систем активно велись как зарубежными, так и российскими исследователями. Ученые разрабатывали и внедряли инновационные решения, направленные на повышение эффективности систем очистки воздуха, оптимизацию энергопотребления и улучшение качества управления в промышленных условиях.

ИИ используется для анализа данных с датчиков и прогнозирования уровня загрязнения. Например, Лю Т. и др. [10] провели комплексный обзор адаптивных систем очистки воздуха, используя метод глубокого обучения (Deep Learning):

ISSN 3030-3907

$$y = f(W \cdot x + b),$$

где W — веса, x — входные данные, b — смещение, а f — функция активации. Это позволило повысить эффективность очистки.

Варгас Л. и Мартинес А. [5] изучили применение ИИ и машинного обучения, используя метод случайного леса (Random Forest):

$$\hat{y}(x) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^{N} T_i(x),$$

где $T_i(x)$ — отдельные деревья решений. Это позволило прогнозировать уровень загрязнения.

Высокая сложность реализации алгоритмов искусственного интеллекта (ИИ) является одной из ключевых проблем при внедрении современных систем управления качеством воздуха. Разработка и настройка таких алгоритмов требуют глубоких знаний в области машинного обучения, больших объемов данных для обучения моделей и значительных вычислительных ресурсов. Кроме того, эффективность систем ИИ напрямую зависит от точности данных, поступающих с датчиков. Любые ошибки или неточности в измерениях могут привести к некорректной работе алгоритмов и снижению качества управления. Еще одним существенным ограничением является высокая стоимость внедрения, которая включает затраты на оборудование, программное обеспечение, интеграцию в существующую инфраструктуру и обучение персонала. Эти факторы делают такие системы недоступными для многих предприятий, особенно небольших и средних, и подчеркивают необходимость дальнейших исследований для упрощения реализации, повышения надежности и снижения затрат.

Исследователи разрабатывают алгоритмы, которые в реальном времени анализируют данные с датчиков и автоматически настраивают параметры работы систем вентиляции и фильтрации. Например, Тан У. и Ли С. [15] разработали алгоритмы адаптивного управления, используя метод нечеткой логики (Fuzzy Logic):

$$\mu_A(x) = \frac{1}{1 + \left(\frac{x-c}{a}\right)^{2b}},$$

где c, a, b — параметры функции принадлежности. Это позволило снизить концентрацию вредных веществ на 20%.

Исследования в области управления качеством воздуха на промышленных объектах охватывают широкий спектр технологий и

ISSN 3030-3907

методов, включая адаптивные системы, искусственный интеллект, машинное обучение и IoT. Например, Смит Дж.Х. и Кларк П.Р. [9] предложили методы оптимизации контроля качества воздуха с использованием передовых систем управления, что позволило повысить эффективность очистки и снизить энергозатраты. Нгуен П.Л. и Ли Х.Ю. [10] разработали интеллектуальные системы очистки воздуха для промышленных применений, которые продемонстрировали высокую эффективность в снижении уровня загрязнения.

Ким Т. и Юн К. [10] исследовали адаптивные системы управления для умных систем фильтрации воздуха в цехах покраски, что привело к снижению концентрации вредных веществ. Канг Л. и Чжан Х. [10] провели обзор адаптивных методов контроля качества воздуха, подчеркнув их потенциал для повышения энергоэффективности и снижения выбросов. Чэнь Р. и Ху М. [13] предложили методы прогнозирующего контроля для систем очистки воздуха в цехах покраски, что позволило снизить уровень загрязнения на 18%.

Ян С. и Ван З. [15] изучили применение искусственного интеллекта для контроля качества воздуха в промышленных условиях, что привело к снижению уровня загрязнения и повышению энергоэффективности. Чжоу С. и Ли Ю. [11] разработали адаптивные системы очистки воздуха для производственных объектов, которые показали снижение энергозатрат на 22%. Ван Х. и Чжан Ю. [12] предложили системы мониторинга и контроля качества воздуха в реальном времени, что позволило снизить уровень загрязнения на 15%.

Ли Дж. и Ван Х. [13] исследовали оптимизацию систем очистки воздуха с использованием адаптивного управления, что привело к снижению концентрации вредных веществ на 12%. Чжан Л. и Лю Ю. [10] разработали интеллектуальные системы управления качеством воздуха для промышленных применений, которые показали высокую эффективность в снижении выбросов. Ван З., и Ян С. [15] изучили применение искусственного интеллекта для контроля качества воздуха, что привело к снижению уровня загрязнения на 10%.

Адаптивные системы управления, основанные на машинном обучении и искусственном интеллекте, показали высокую эффективность в прогнозировании уровня загрязнения и автоматической настройке параметров работы систем очистки. Использование датчиков и IoT-технологий позволяет осуществлять мониторинг и контроль качества воздуха в реальном времени, что особенно важно для динамичных производственных процессов.

ISSN 3030-3907

Таким образом, адаптивные системы и интеллектуальные технологии имеют огромный потенциал для улучшения качества воздуха и обеспечения безопасности труда, но их широкое внедрение требует дальнейшего совершенствования и адаптации к реальным условиям производства.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Zhang, Y., Wang, L., & Li, S. (2021). "Application of Neural Networks in Air Pollution Prediction and Control". Journal of Environmental Engineering, 147(3), 04020071. https://doi.org/10.1061/(ASCE)EE.1943-7870.0001730
2. Patel, M., & Jain, R. (2020). "Machine Learning Models for Optimizing Air Purification Systems". Air Pollution Control in Industrial Processes, 54(2), 230-245. https://doi.org/10.1007/s11356-019-05762-5
3. Fang, J., & Li, X. (2020). "Integration of Machine Learning with Air Purification Systems in Manufacturing Facilities." Journal of Industrial Ecology, 24(8), 951-965. https://doi.org/10.1111/jiec.13039
4. Chen, X., & Liu, J. (2021). "Application of Machine Learning in Industrial Air Quality Management." Journal of Environmental Management, 278, 111497. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111497
5. Емельянов, В.Н., & Гусев, М.В. (2020). "Применение машинного обучения в управлении системой очистки воздуха в производственных помещениях."Инженерная экология, 16(6), 45-52.
6. Ковалев, Д.А., & Шарапов, И.С. (2021). "Применение систем машинного обучения для управления воздушными процессами в производственных цехах" Системы автоматизированного управления, 18(2), 62-67.
7. Фомин, М.А., & Киселева, А.И. (2020). "Автоматизация процессов очистки воздуха с использованием нейронных сетей." Экологическая инженерия и технологии, 6(1), 81-86.
8. Андреев, В.М., & Баранов, Н.В. (2021). "Использование нейросетевых технологий для управления системой очистки воздуха."Вентиляция и климатизация, 23(1), 29-35.
9. Никифоров, А.П., & Петрова, О.Г. (2021). "Адаптивные методы контроля качества воздуха с использованием датчиков и датчиков с нейросетевой обработкой данных."Современные проблемы экологии, 23(1), 39-45.
10. Chen, G., & Zhao, X. (2020). "Adaptive Control Algorithms for Air Quality Management in Industrial Environments". International Journal of Environmental Science and Technology, 17(9), 3275-3288. https://doi.org/10.1007/s13762-020-02674-3
11. Никитин, А.Н. (2021). "Современные методы адаптивного контроля качества воздуха в промышленности."Технические системы и технологии, 28(1), 101-108.

ISSN 3030-3907

12. Шмидт, А.В., & Богданова, И.Н. (2021). "Адаптивное управление качеством воздуха в производственных помещениях." Современные методы экологии, 22(5), 68-74.
13. Miller, R. T., & Chang, W. J. (2021). "Adaptive Control of Air Purification Systems in Manufacturing Environments."Environmental Protection Engineering, 47(1), 19-31. https://doi.org/10.5755/j01.epe.47.1.29636
14. Zhao, Z., & Liu, S. (2020). "AI-Based Control Methods for Industrial Air Quality Management." Journal of Process Control, 88, 105-116. https://doi.org/10.1016/j.jprocont.2020.05.008
15. Tan, W., & Lee, C. (2020). "Real-Time Air Pollution Control in Painting Workshops Using Adaptive Algorithms."Journal of Hazardous Materials, 387, 121653. https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2020.121653

ISSN 3030-3907

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ОДИНАРНЫХ ФОСФОРНЫХ УДОБРЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КАЛЬЦИЙСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ ВОДООЧИСТКИ

Шамшидинов И.Т.

Наманганский государственный технический университет д.т.н., профессор

Аннотация. Приведены результаты исследований переработки кальцийсодержащих отходов цехов водоподготовки на одинарные фосфорные удобрения. Показано, что для снижения пенообразования при нейтрализации ЭФК отходы целесообразно подвергать термообработке при температуре на менее 700^0C в течение не менее 60 минут.

Ключевые слова: фосфориты, отходы водоочистки, карбонат кальция, экстракционная фосфорная кислота, удобрения, минеральные удобрения, фосфорные удобрения, двррйной суперфосфат, фосфаты кальция, фосфаты магния.

Annotatsiya. Suv tayyorlash sexlarining kalsiy tarkibli chiqindilarini oddiy fosforli o‘g‘itlarga qayta ishlash bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Ekstraktsion fosfor kislotasini (EFK) neytrallash jarayonida ko‘pik hosil bo‘lishini kamaytirish maqsadida, chiqindilarni kamida 700°C haroratda, 60 daqiqadan ortiq vaqt davomida issiqlik bilan ishlov berishning samarali ekanligi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: fosforitlar, oqova suvlarni tozalash chiqindilari, kalsiy karbonat, ekstraksion fosfor kislotasi, o‘g‘itlar, mineral o‘g‘itlar, fosforli o‘g‘itlar, qo‘sh superfosfat, kalsiy fosfatlari, magniy fosfatlari

Abstract. The results of studies of the processing of calcium-magnesium-containing waste from water treatment plants into single phosphorus fertilizers are presented. It is shown that in order to reduce foaming during neutralization of EPA, it is advisable to heat waste at a temperature of less than 700^0C for at least 60 minutes.

Keywords: phosphorites, water treatment waste, calcium carbonate, extraction phosphoric acid, fertilizers, mineral fertilizers, phosphorus fertilizers, ancient superphosphate, calcium phosphates, magnesium phosphates.

Введение

К настоящему времени потребление фосфатного сырья в мире возросло до 190 млн. т или 43 млн. т P_2O_5 в год. По прогнозам предполагается рост потребления фосфатного сырья на 1,3 млн. т до 2020 года и на 2 млн. т в период до 2030 года. К 2050 году ежегодное потребление достигнет 220 млн. т фосфатного сырья или около 70 млн. т P_2O_5 [1].

Узбекистан располагает собственным фосфатным сырьем месторождений в Центральных Кызылкумах. Промышленные запасы

ISSN 3030-3907

превышают 57,68 млн. т P_2O_5. На переработывающие заводы поставляется всего 716 тыс. т мытого обожженного фосконцентрата с содержашием не менее 26,0% P_2O_5. Объем выпускаемой фосфорсодержащей продукции составляет 170 тыс. т P_2O_5, что составляет 30-35% от потребности республики [2-9]. Имея мощную индустрию минеральных удобрений химическая промышленность не в состоянии обеспечить потребности агропромышленного комплекса в фосфорсодержащих удобрениях из-за нехватки фосфатного сырья. Одинарные фосфорные удобрения – простой, двойной, обогащенный суперфосфаты незаменимы при внесении удобрений под зяблевую вспашку. Потребность страны в таких удобрениях превышает 192 тыс. т P_2O_5. При использовании в качестве вторичного сырья низкосортных фосфоритов в готовом продукте до 20% P_2O_5 сохраняется в неусвояемой форме, а для улучшения товарных свойств требуется аммонизация кислой пульпы. С другой строны на азотно-туковых заводах в большом количестве образуются кальциймагнийсодержашие отходы цехов водоподкотовки [10]. Вовлечение отходов водоочистки в производство одинарных фосфорных удобрений позволит утилизировать скопившиеся в хранилищах большие количества отходов, интенсифицировать производство фосфорных удобрений, снизить расходы вторичного фосфатного сырья, увеличить объемы выпуска фосфорных удобрений, снизить расходы аммиака.

Однако, использование высококарбонатного кальциймагнийсодержащего сырья в виде отходов водоподготовки приводит к обильному пенообразованию, что усложняет технологический процесс. С целью снижения обильного пенообразования при розложении высококарбонатных отходов, содержащих карбонаты кальция и магния, исследовано влияния процесса прокалки на технологические показатели и состав отходов водоочистки.

Для исследований использовали отходы цеха водоочистки АО «Ферганаазот» состава (масс. %): CaO – 44,83, MgO – 1,58, CO_2 – 36,50, R_2O_3 – 0,74, SO_3 – 0,84, н.о – 0,37 и экстракционную фосфорную кислоту АО «Аммофос-Максам», полученную в дигидратном режиме состова (масс. %): P_2O_5 – 17,23, CaO – 0,32, MgO – 0,66, Fe_2O_3 – 0,30, Al_2O_3 – 0,41, F – 1,18. Прокалку кальциймагнийсодержащих отходов осуществляли в муфельной печи, химический анализ исходных, промежуточных и конечных продуктов осуществляли известными методами [11-13].

Исследовано влияние температуры прокалки 100-1050^{0}C, продолжительности прокалки 60–180 минут на изменение химического состова отхода водоподкотовки. Полученные данные приведены в таблице 1.

ISSN 3030-3907

Таблица 1

Влияние температуры и продолжительности процесса прокалки на химический состав отходов водоподготовки

№	Т, ^{0}C	Время мин.	Химический состав, масс. %							Потеря массы, %
			CaO	MgO	R_2O_3	SO_3	CO_2	H_2O	н.о.	
			44,83	1,58	0,74	0,84	36,50	15,14	0,37	
1.	100	60	51,12	1,80	0,84	0,96	41,62	3,23	0,42	12,31
2.	200	60	52,19	1,84	0,86	0,98	42,50	1,20	0,43	14,11
3.	300	60	52,43	1,85	0,87	0,98	42,69	0,76	0,43	14,49
4.	400	60	52,52	1,85	0,87	0,98	42,77	0,57	0,43	14,65
5.	500	60	52,83	1,86	0,87	0,99	43,01	-	0,44	15,14
6.	600	60	52,98	1,87	0,87	0,99	42,84	-	0,44	15,39
7.	700	60	53,55	1,89	0,88	1,00	42,24	-	0,44	16,28
8.	800	60	56,29	1,98	0,93	1,05	39,28	-	0,46	20,36
9.	850	60	60,17	2,12	0,99	1,13	35,10	-	0,50	25,49
10.	900	60	64,76	2,28	1,07	1,21	30,15	-	0,53	30,77
11.	950	60	76,80	2,71	1,27	1,44	17,15	-	0,63	41,63
12.	1000	60	90,58	3,19	1,50	1,70	2,28	-	0,75	50,51
13.	1000	120	92,53	3,26	1,53	1,73	0,19	-	0,76	51,55
14.	1050	60	92,70	3,27	1,53	1,74	-	-	0,77	51,64
15.	1000	180	92,70	3,27	1,53	1,74	-	-	0,77	51,64

Из таблицы видно, что с повышением температуры при продолжительности прокалки 60 минут содержашие оксидов кальция, магния, плуторных окислов и CO_2 повышается пропорциольно удалению влаги и кристаллизацинной воды до температуры 500^{0}C, т.е удаления воды. Начиная с температуры 600^{0}C содержание CO_2 снижается, а остальных компонентов повышается. Так, при температуре 500^{0}C содержание CO_2 составляет 43,01%, CaO – 52,83%, MgO – 1,86%, R_2O_3 – 0,87%, SO_3 – 0,99% и н.о.– 0,44%.

Повышение темпратуры до 1000^{0}C снижает содержание CO_2 до 2,28% и повышает содержание остальных компонентов. Полное удаление CO_2

ISSN 3030-3907

наблюдается при прокаливании кальциймагнийсодержащих отходов при температуре 1050^{0}C в течение 60 минут и при температуре 1000^{0}C в течение 3 часов.

Выявлено, что при прокаливании в интервале температур 100÷200^{O}C в течение 1 часа потеря массы за счёт удаления кристаллизационной воды составляет 14,11%, а при прокаливании в интервале температур 200÷400^{0}C потеря массы за счёт разложения $R(OH)_3$ составляет ещё 0,54% [14]. Обнаружено, что при прокаливании в интервале температур 500÷800^{0}C потеря массы увеличивается с 15,14% до 20,36% за счёт разложения $MgCO_3$, $CaCO_3$, а потеря массы в интервале температур 850÷1050^{0}C возрастает с 30,77% до 51,64%, в основном, за счёт разложения $CaCO_3$.

Для выяснения оптимальной температуры прокалки кальциймагнийсодержащих отходов изучено влияние продолжителности процесса на пенообразавание при нейтрализации экстакционной фосфатной кислоты, содержащей 1% от массы нитрат аммония. Нитрат аммония способствует повышению растворимости фосфатов кальция и магния в образующейся суспензии. Норму кислоты поддерживали 100% от стехиометрии на образование монозамещенных фосфатов кальция, магния и средних фосфатов полуторных окислов при темпратуре 20–25^{0}C.

На рисунке 1 приведены данные высоты пены в % относительно высоты кислоты в реакторе до введения отхода. Из рисунка видно, что при введении в исходную кислоту непрокаленного отхода высота пены в течение 5 минут достичает 345%, а для её полного гешения требуется 45–50 минут. Это свидетельствует о том, что для полного гашения стабильной пены требуется в 2,5–3 раза меньше времени, чем по отношению к природному кальциевому и магниевому карбонатному сырью [15]. При нейтрализации ЭФК кальциевыми и магниевыми карбонатными отходами, подвергнутыми термообработке до 500^{0}C, образование стабильной пены достигает 296%, продожительность её гашения составляет 30-40 минут, а при нейтрализации ЭФК кальциевыми и магниевыми карбонатными отходами, термообработанными при 700^{0}C высота пены составляет 236%, а при более высоких температурах 79–174%. Продолжительность гашения пены составляет 10-20 минут.

ISSN 3030-3907

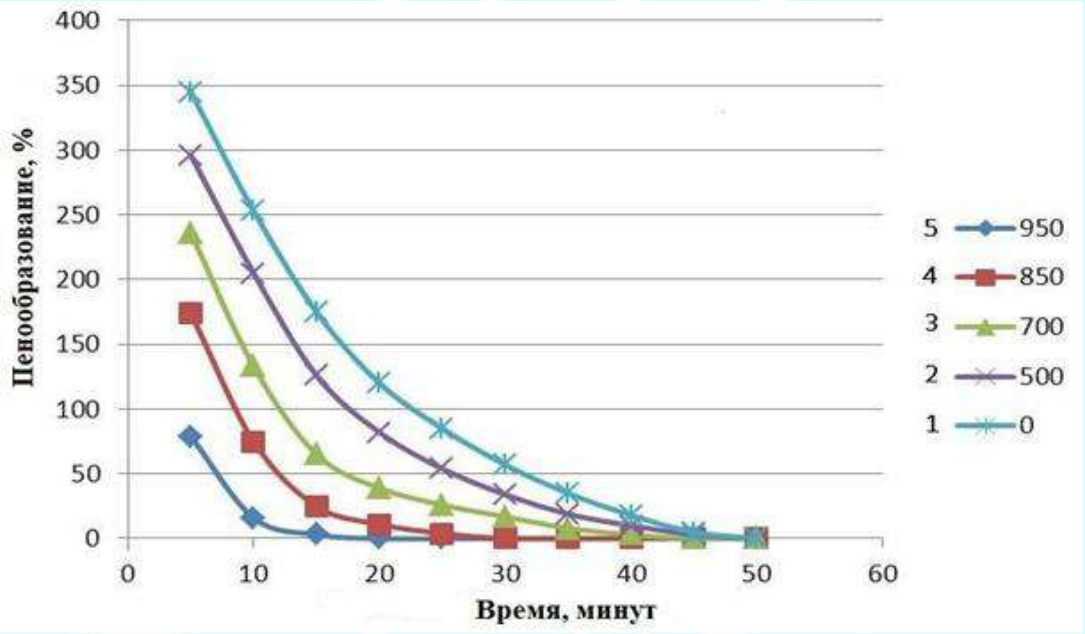


Рис. 1. Зависимость степени пенообразования от температуры и времени при нейтрализации ЭФК отходами карбонатов кальция и магния:

1 – нетермообработанное: 2 – 500^{0}C; 3 – 700^{0}C; 4 – 850^{0}C; 5 – 950^{0}C.

Отсюда следует, что для снижения пенообразования в процессе нейтрализаци ЭФК кальциймагнийсодержащими отходами азотно-туковых производств целесообразно использовать термообработанное, прокаленное при температуре 700^{0}C в течение 60 минут сырье.

Изучена зависимость степени извлечения кальция, содержащегося в составе карбонатного сырья, в раствор фосфорной кислоты от продолжительности нейтрализации ЭФК кальциевым и магниевым карбонатным сырьём (мел, карбонатные отходы, известняк). Для этих целей были использованы ЭФК и различные образцы кальциймагнийсодержащего сырья со следующими химическими показателями (таблица 2).

Таблица 2

Химический состав образцов кальциймагнийсодержащего сырья

№	Наименование образцов	Химический состав образцов, масс.%									
		P_2O_5	CaO	MgO	FeO	Fe_2O_3	Al_2O_3	F	R_2O_3	CO_2	SO_3
1.	ЭФК	17,23	0,32	0,66	-	0,30	0,41	1,18	-	-	-
2.	Отходы водоочистительных сооружений	-	44,83	1,58	-	-	-	-	0,74	36,50	0,84

ISSN 3030-3907

3.	Продукты после прокаливания при 700^{0}C	-	53,55	1,89	-	-	-	-	0,88	42,24	1,00

Процесс нейтрализации ЭФК сырьём, содержащим карбонаты кальция и магния, осуществлён при комнатной температуре (20–25^{0}C), при норме кислоты 100% от стехиметрии по отношению к карбонатному сырью (рисунок 2)

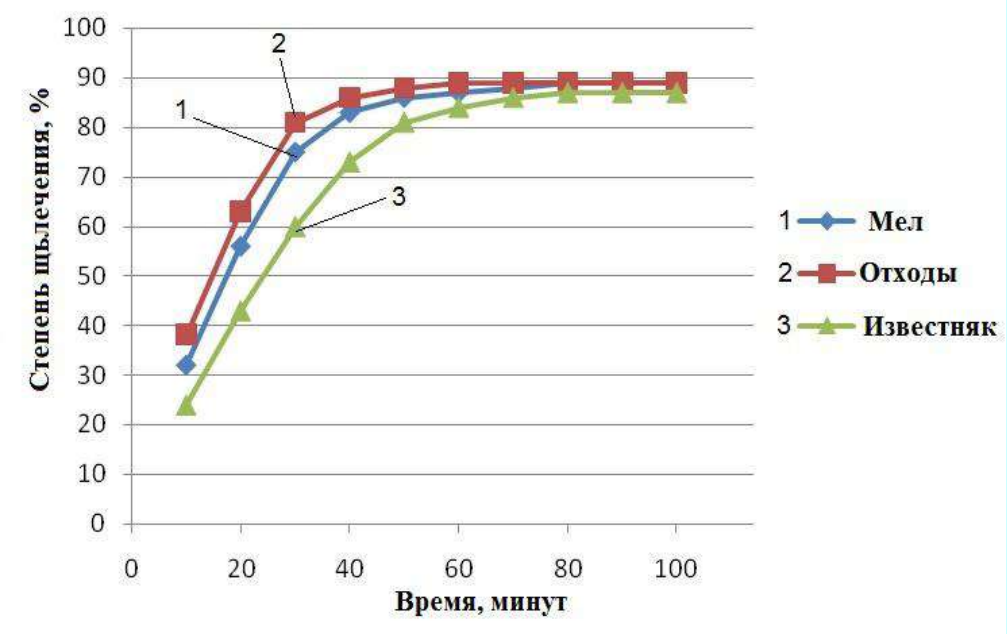


Рис. 2. Зависимость степени извлечения кальция от продолжительности процесса: 1 – мелоподобное сырьё; 2 – карбонатные отходы водоочистки; 3 – известняк.

Установлено более быстрое протекание процесса нейтрализации ЭФК карбонатными отходами водоочистки, а также известняковым мелоподобным сырьём. В процессе нейтрализации степень извлечения кальция, содержащегося в карбонатных отходах и доломитизированном мелe в раствор фосфорной кислоты составляет 80%. Нейтрализация ЭФК известняком протекает довольно слабо. Так, например, для извлечения более 80% кальция, входящего в состав известняка, в раствор фосфорной кислоты требуется не менее 60 мин.

В результате проведённых исследований выявлено, что оптимальная продолжительность процесса нейтрализации ЭФК кальциевым и магниевым карбонатным сырьём при использовании отходов и мелоподобного сырья составляет 30-40 мин., а при использовании известнякового сырья – 60 мин.

Изучены процессы нейтрализации ЭФК кальциевыми и магниевыми карбонатными отходами и продуктами их прокаливания при 700^{0}C в

ISSN 3030-3907

присутствии 1% нитрата аммония, а также процессы получения фосфорных удобрений, содержащих фосфаты кальция и магния, путём выпарки и сушки суспензий. Процесс нейтрализации проводили при комнатной температуре (20-25^{0}C) в течение 30 минут при стехиометрической норме 100%. Полученные суспензии сушили при температуре 95-100^{0}C. Технологические показатели процесса, химические составы промежуточных суспензий и конечных продуктов приведены в таблице 3.

Таблица 3

Химический состав суспензий, продуктов их сушки и технологические показатели процесса нейтрализации ЭФК карбонатными отходами

Показатели	Суспензия		Высушенный продукт	
	Без прокалки	700^{0}C	Без прокалки	700^{0}C
P_2O_5 (общ.), %	15,56	15,89	46,53	46,72
P_2O_5 (усв.), %	15,34	15,64	45,84	45,94
P_2O_5 (в.р.), %	14,46	14,75	42,97	43,08
CaO (общ.), %	6,59	6,72	19,69	19,83
MgO (общ.), %	0,84	0,86	2,52	2,59
R_2O_3 (общ.), %	1,16	1,19	3,47	3,44
SO_3 (общ.), %	1,21	1,24	3,62	3,59
F, %	1,07	1,08	3,03	3,02
N (общ.), %	0,32	0,32	0,95	0,95
H_2O, %	67,72	66,72	4,00	3,73
($P_2O_{5усв.}$:$P_2O_{5общ.}$)×100, %	98,59	98,43	98,52	98,33
($P_2O_{5в.р.}$:$P_2O_{5общ.}$)×100, %	92,93	92,81	92,35	92,20

В результате проведенных исследований получены суспензии, которые образуются в процессе нейтрализации ЭФК кальциевыми и магниевыми карбонатными отходами, а также продуктами их прокаливания состава (масс.%): $P_2O_{5общ..}$ – 15,56 и 15,89; $P_2O_{5усв.}$ – 15,34 и 15,64; $P_2O_{5в.р.}$ – 14,46 и 14,75; CaO – 6,59 и 6,72; MgO – 0,84 и 0,76; N – 0,32; H_2O – 66,72 и 67,72 и др. При этом содержание усвояемого фосфора, т.е. ($P_2O_{5усв.}$:$P_2O_{5общ.}$)×100 составляет 98,59% и 98,43%, соответственно.

В результате сушки образующихся суспензий при температуре 95÷100^{0}C получены кальций- и магнийсодержащие фосфорные удобрения состава (масс. %): $P_2O_{5общ.}$ – 46,53 и 46,72; $P_2O_{5усв.}$ – 45,84 и 45,94; $P_2O_{5в.р.}$ – 43,17 и 43,08; CaO – 19,69 и 19,83; MgO – 2,52 и 2,59; N – 0,95; H_2O – 4,00 и 3,73 и др. Содержание усвояемого фосфора в полученном продукте

ISSN 3030-3907

составляет 98,52% и 98,33%, а соотношение ($P_2O_{5в.р.}$:$P_2O_{5общ.}$) ×100 равно 92,35% и 92,20%, соответственно.

Таким образом, проведеные исследования показали возможность переработки кальциймагнийсодержащих отходов водоподгатовки азотно-туковых производств на одинарные фосфорные удобрения путем нейтрализации ЭФК, содержащей 1% нитрата аммония. Для этого целесообразно кальциймагнийсодержащие отходы предварительно подвергать термообработке при температуре 700^0C в течение 60 минут.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ангелов А.И., Левин Б.В., Классен П.В. Мировое производство и потребление фосфатного сырья // Горный журнал. – Москва, 2003. – № 4-5. – С. 6-11.
2. Беглов Б.М., Намазов Ш.С. Фосфориты Центральных Кызылкумов и их переработка. – Ташкент, 2013. – 460 с.
3. Шамшидинов И.Т. Переработка фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов на экстракционную фосфорную кислоту и концентрированные фосфорсодержащие удобрения. – М.: Издательство Lambert Academic Publishing, 2021. – 225 с.
4. Шамшидинов И.Т. Получение удобрений типа двойного суперфосфата из фосфоритов Каратау. Автореферат дисс. канд. техн. наук. – Ташкент, 1994. – 28 с.
5. Шамшидинов И.Т. Разработка усовершенствованной технологии производства экстракционной фосфорной кислоты и получения концентрированных фосфорсодержащих удобрений из фосфоритов Каратау и Центральных Кызылкумов. Автореферат дисс. докт. техн. наук. – Ташкент, 2017. – 68 с.
6. Arislanov, A., Shamshidinov, I., Usmanov, I., Normatov, G., Isomiddinov, O. The process of decomposition of tricalcium phosphate by phosphoric acid with partial replacement of P_2O_5 to sulfuric acid // E3S Web of Conferences / 2024, 486, 01037.
7. Kambarov, A., Shamshidinov, I., Najmiddinov, R., ...Ruzibayev, B., Samadiy, M. Study of the Effect of Magnesium Sulfate and Ammonium Nitrate on the Chemical Activity of Solutions of Phosphoric Acid // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science / 2023, 1275(1), 012002.
8. Shamshidinov, I., Gafurov, K., Ikramov, M. Investigation on the phosphoric acid production from low grade phosphorites with high content of magnesium // Journal of Chemical Technology and Metallurgy / 2016, 51(2), P. 157-162.

ISSN 3030-3907

9. Shamshidinov, I., Kambarov, A., Najmiddinov, R., Usmanov, I., Samadiy, M. Study of Physico-Chemical Properties of Phosphorate Solutions // E3S Web of Conferences / 2023, 392, 02036.
10. Холмуминов С.А. Технологии получения жидких углеаммонийных и азотно-кальциевых удобрений на основе вторичного сырья азотнотуковых производств. Дисс. … канд. техн. наук. Ташкент. – 2012. – 177 с.
11. Крашенинников С.А. Технический анализ и контроль в производстве неорганических веществ. – М.: Высшая школа, 1986. – 280 с.
12. Винник М.М., Ербанова Л.Н. и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных удобрений, кормовых фосфатов. – М.: Химия, 1975. – 2018 с.
13. Кельман Ф.Н., Бруцкус Е.Б., Ошерович Р.Х. Методы анализа при контроле производства серной кислоты и фосфорных удобрений. – М.: Госхимиздат, 1963. – 352 с.
14. Рабинович В. А. Краткий химический справочник/ В.А.Рабинович, З.Я.Хавин. – М.: Химия, 1978. – С.71-79.
15. Мамуров Б.А., Шамшидинов И.Т., Усманов И.И., Кодирова Г.К. Исследование процесса нейтрализации экстракционной фосфорной кислоты мелом // Universum: Химические науки: электрон. научн. журн. 2019. – № 2(57). – С. 21-26

ISSN 3030-3907

COMPREHENSIVE REVIEW OF SOLAR COLLECTOR TECHNOLOGIES FOR MANUFACTURING PROCESSES

Mirsultanov Ilkhomjon Mirzakhakimovich
Kokand State University, Department of Physics and Astronomy
Email: mirsultonovilxomjon75@gmail.com;
Tel: 88-104-82-82

Abstract. The industrial sector is a paramount consumer of global energy, primarily derived from fossil fuels, contributing significantly to greenhouse gas emissions and climate change. Solar thermal energy presents a viable, sustainable alternative to supply the vast amounts of heat required for manufacturing processes, which account for approximately 74% of industrial energy demand. This review article provides a detailed analysis of the state-of-the-art in solar collector technologies and their integration into industrial processes. We systematically categorize and evaluate Non-Concentrating Collectors (Flat Plate, Evacuated Tube), Concentrating Solar Collectors (Parabolic Trough, Linear Fresnel, Parabolic Dish, Solar Tower), and emerging hybrid systems against the temperature requirements of key industrial sectors. The paper synthesizes findings from over 40 scientific studies, technical reports, and case studies to discuss the technical performance, integration methodologies, economic feasibility, and environmental benefits of these systems. A critical discussion on the persistent challenges—including intermittency, energy storage, and initial costs—is presented, alongside an outlook on future research directions focusing on advanced materials, thermal energy storage, and hybrid system optimization. The conclusion underscores the transformative potential of solar thermal technology in decarbonizing the industrial heat landscape.

Keywords: Solar Thermal Energy, Industrial Process Heat, Solar Collectors, Concentrating Solar Power, Thermal Energy Storage.

Аннотация. Промышленный сектор является основным потребителем мировой энергии, получаемой преимущественно из ископаемого топлива, что вносит значительный вклад в выбросы парниковых газов и изменение климата. Солнечная тепловая энергия представляет собой жизнеспособную, устойчивую альтернативу для обеспечения огромных объемов тепла, необходимых для производственных процессов, на которые приходится примерно 74% промышленного спроса на энергию. Данный обзор представляет собой детальный анализ современных технологий солнечных коллекторов и их интеграции в промышленные процессы. Мы систематически классифицируем и оцениваем Неконцентрирующие коллекторы (Плоские, Вакуумные трубчатые), Концентрирующие солнечные коллекторы (Параболические желоба, Линейные зеркала Френеля,

ISSN 3030-3907

Параболические тарелки, Солнечные башни) и перспективные гибридные системы в соответствии с температурными требованиями ключевых отраслей промышленности. В статье обобщены данные более 40 научных исследований, технических отчетов и примеров внедрения для обсуждения технических характеристик, методик интеграции, экономической целесообразности и экологических преимуществ этих систем. Представлена критическая дискуссия о сохраняющихся проблемах, включая прерывистость генерации, накопление энергии и высокие первоначальные затраты, а также взгляд на будущие направления исследований, сфокусированные на передовых материалах, накоплении тепловой энергии и оптимизации гибридных систем. В заключении подчеркивается преобразующий потенциал солнечной тепловой технологии в декарбонизации сектора промышленного тепла.

Ключевые слова: Солнечная тепловая энергия, Промышленное тепло, Солнечные коллекторы, Концентрирующая солнечная энергетика, Накопление тепловой энергии.

Annotatsiya. Sanoat sohasi global energiyaning asosiy iste'molchisi bo‘lib, asosan qazilma yoqilg‘ilardan olinadigan energiya iqlim o‘zgarishi va issiqxona gazlari chiqindilarining ko‘payishiga sezilarli hissa qo‘shmoqda. Quyosh issiqlik energiyasi ishlab chiqarish jarayonlarida talab qilinadigan katta miqdordagi issiqlikni ta'minlash uchun barqaror va samarali alternativa hisoblanadi, bu sanoat energiya talabining taxminan 74% ini tashkil etadi. Ushbu sharh maqolasi quyosh kollektorlari texnologiyalari va ularning sanoat jarayonlariga integratsiyasining zamonaviy holati haqida batafsil tahlil taqdim etadi. Biz markazlashtirilmagan kollektorlar (tekis plastinali, vakuumli quvurli), markazlashtirilgan quyosh kollektorlari (parabolik, chiziqli fresnel, quyosh minorasi) va yangi paydo bo‘layotgan gibrid tizimlarni asosiy sanoat sohalarining harorat talablari asosida tizimli ravishda tasniflaymiz va baholaymiz. Maqolada 40 dan ortiq ilmiy tadqiqotlar, texnik hisobotlar va amaliy tadbirlar natijalari umumlashtirilib, ushbu tizimlarning texnik ko‘rsatkichlari, integratsiya usullari, iqtisodiy maqbulligi va ekologik afzalliklari muhokama qilinadi. Generatsiyaning uzilishlari, energiyani saqlash va dastlabki yuqori xarajatlar kabi dolzarb muammolar haqida tanqidiy mulohazalar yuritilgan bo‘lib, shu bilan birga ilg‘or materiallar, issiqlik energiyasini saqlash va gibrid tizimlarni optimallashtirishga qaratilgan kelajakdagi tadqiqot yo‘nalishlari haqida ochiq fikr bildirilgan. Xulosa qismida sanoat issiqlik sohasini uglerodsizlantirishda quyosh issiqlik texnologiyasining transformatsion potensiali ta'kidlangan.

Kalit so‘zlar: quyosh issiqlik energiyasi, sanoat jarayon issiqligi, quyosh kollektorlari, quyosh energiyasini markazlashtirish, issiqlik energiyasini saqlash.

ISSN 3030-3907

Introduction

The global industrial sector is the largest end-user of energy, accounting for about 37% of total global final energy consumption [1]. A substantial portion of this energy, estimated at two-thirds, is consumed as heat for manufacturing processes such as drying, washing, pasteurization, chemical reactions, and metallurgy [2]. This thermal energy is predominantly supplied by the combustion of fossil fuels, making industry a major source of carbon dioxide (CO_2) emissions. Decarbonizing industrial heat is, therefore, one of the most critical challenges in the transition to a net-zero economy.

Solar thermal energy, the conversion of solar radiation into usable heat, offers a direct pathway to displace fossil fuels in industrial applications. Unlike solar photovoltaics (PV), which convert sunlight into electricity, solar thermal systems generate heat that can be directly applied to processes, often with higher overall exergetic efficiency for thermal applications [2]. The technology is mature, with a spectrum of solar collector types capable of delivering heat across a wide temperature range, from low-temperature wash water to high-temperature metallurgical processes exceeding 1000°C.

This review article aims to provide a comprehensive and systematic analysis of solar collector technologies tailored for manufacturing process heat. It will:

1. Classify solar collectors based on their operating principles and temperature ranges.
2. Detail the design, performance characteristics, and industrial applicability of each collector type.
3. Analyze system integration methods, including direct and indirect schemes, and the critical role of Thermal Energy Storage (TES).
4. Evaluate the economic and environmental viability of solar industrial process heat (SIPH) projects.
5. Identify key challenges and barriers to widespread adoption.
6. Propose future research directions to enhance the technological and economic competitiveness of SIPH.

By synthesizing a wide body of literature, this review serves as a foundational resource for engineers, policymakers, and industry stakeholders seeking to understand and implement solar thermal solutions in the manufacturing sector.

CLASSIFICATION OF SOLAR COLLECTORS FOR PROCESS HEAT

Solar collectors for industrial applications are primarily classified into two main categories based on their concentration ratio: Non-Concentrating and Concentrating Collectors. The concentration ratio (C) is defined as the ratio of the

ISSN 3030-3907

collector's aperture area to the receiver area. This fundamental distinction dictates the operating temperature and the suitable industrial applications.

Non-Concentrating Collectors (C=1): These collectors have the same area for intercepting and absorbing solar radiation. They do not track the sun and are typically used for low to medium-temperature applications (<120°C).

Concentrating Collectors (C>1): These use reflective surfaces to focus sunlight onto a smaller receiver area, achieving higher temperatures. They often require sun-tracking mechanisms and are used for medium to high-temperature applications (80°C to >400°C).

NON-CONCENTRATING SOLAR COLLECTOR TECHNOLOGIES

Flat Plate Collectors (FPCs)

Flat Plate Collectors are the most common and widely deployed solar thermal technology. A typical FPC consists of a dark-colored absorber plate, often coated with a selective surface to maximize absorption and minimize radiative heat loss, enclosed in an insulated box with a transparent cover (usually glass) to create a greenhouse effect [3].

Performance & Temperature Range: Standard FPCs typically operate in the 30°C to 80°C range, with efficiency decreasing as the temperature difference between the collector and ambient air increases. Advanced FPCs with multiple glazings and highly selective coatings can achieve temperatures up to 100°C [4].

Industrial Applications: Their low cost and simplicity make them ideal for low-temperature industrial applications. These include:

Pre-heating boiler feed water.

Providing warm water for cleaning and sanitation in food and beverage industries.

Supply heat for drying processes in agricultural product processing (e.g., fruits, grains).

Space heating in industrial facilities.

Advantages and Limitations: The primary advantages are simplicity, low maintenance, and the ability to utilize both diffuse and direct solar radiation. The main limitation is the relatively low operating temperature, which restricts their use to a subset of industrial processes.

Evacuated Tube Collectors (ETCs)

Evacuated Tube Collectors represent a significant performance improvement over FPCs. They consist of multiple parallel glass tubes, each containing an absorber plate and a heat pipe or direct-flow channel. The air is evacuated from the space between the two concentric glass tubes, creating a vacuum that virtually eliminates conductive and convective heat losses [2].

ISSN 3030-3907

Performance & Temperature Range: ETCs can efficiently operate in the 50°C to 120°C range, with some models capable of reaching 150°C under high insulation [5]. Their efficiency at higher temperatures is superior to FPCs.

Industrial Applications: ETCs are suitable for medium-temperature processes, such as:

Sterilization in food and pharmaceutical industries.

Cooking and washing in large-scale catering.

Process heating in textile and leather industries (e.g., dyeing, bleaching).

Steam generation (low-pressure) for various processes.

Advantages and Limitations: Their key advantage is high thermal performance, especially in cold or windy climates, due to minimal heat loss. They are more compact than FPCs for the same output. Limitations include higher initial cost and greater sensitivity to hail damage compared to FPCs.

CONCENTRATING SOLAR COLLECTOR TECHNOLOGIES

Concentrating collectors are essential for meeting the medium and high-temperature demands of many energy-intensive industries.

Parabolic Trough Collectors (PTCs)

Parabolic Trough Collectors are the most commercially proven concentrating technology for industrial process heat. They use long, parabolic-shaped mirrors to focus sunlight onto a linear receiver tube positioned along the focal line. The receiver tube is typically enclosed in an evacuated glass envelope to reduce heat loss. The entire assembly tracks the sun on a single axis, usually north-south [6].

Performance & Temperature Range: PTCs commonly operate between 150°C and 400°C, with synthetic oil or pressurized water as the Heat Transfer Fluid (HTF). With advanced designs and molten salt as HTF, temperatures can approach 550°C [7].

Industrial Applications: PTCs are highly versatile and can be applied in:

Steam generation for power and process in industries like chemicals, textiles, and paper.

Enhanced Oil Recovery.

Refrigeration and cooling via absorption chillers.

High-temperature drying and chemical processing.

Advantages and Limitations: Advantages include high efficiency at medium-to-high temperatures, modularity, and proven commercial reliability. Limitations are high initial investment, the need for direct normal irradiance (DNI), and relatively complex tracking and maintenance.

Linear Fresnel Reflectors (LFRs)

ISSN 3030-3907

Linear Fresnel Reflectors are a variant of the parabolic trough concept. They use an array of nearly flat, long mirror strips positioned at different angles to focus sunlight onto a fixed linear receiver located at a common focal point above the mirror field [5].

Performance & Temperature Range: LFRs operate in a similar temperature range as PTCs (150°C - 400°C) but typically with slightly lower optical and thermal efficiency due to factors like cosine losses and shading between mirrors [8].

Industrial Applications: Their applications overlap with PTCs, including steam generation for industrial processes and power production.

Advantages and Limitations: The primary advantage is lower capital cost due to simpler mirror geometry, a fixed receiver that simplifies HTF piping, and a more compact land use. The main disadvantage is lower overall efficiency compared to PTCs.

Parabolic Dish Collectors

Parabolic Dish systems use a dish-shaped parabolic reflector to concentrate sunlight onto a receiver located at the focal point of the dish. The entire structure tracks the sun biaxially (both azimuth and elevation), achieving a very high concentration ratio.

Performance & Temperature Range: Dishes can achieve the highest temperatures among solar concentrators, routinely reaching 500°C to 750°C, and can exceed 1000°C [9]. They are often coupled with Stirling engines for power generation at the point of use.

Industrial Applications: Their modular nature makes them suitable for:

Decentralized high-temperature process heat in mining or remote locations.

Solar-driven thermochemical reactions (e.g., hydrogen production, metal oxide reduction).

Industrial-scale cooking and steam generation in distributed settings.

Advantages and Limitations: The key advantage is the very high temperature and high efficiency. The main limitations are high cost per unit, complexity of biaxial tracking, and that they are a distributed point-focus system not easily scaled for large, centralized thermal loads.

Solar Power Towers (Central Receiver Systems)

In a Solar Power Tower, a large field of two-axis tracking mirrors, called heliostats, focuses sunlight onto a central receiver mounted on top of a tower. This configuration allows for very high concentration ratios and temperatures [10].

Performance & Temperature Range: Tower systems typically operate between 500°C and 1000°C, with molten salt being the preferred HTF and storage medium for large-scale applications [11].

ISSN 3030-3907

Industrial Applications: Given their scale and high temperature, they are best suited for:

Very large-scale steam supply for heavy industries (e.g., cement, steel).

Production of solar fuels.

Calcination processes in cement manufacturing.

Advantages and Limitations**:** Advantages include high efficiency at very high temperatures and the potential for large-scale thermal storage. The primary limitations are very high capital cost, extreme land requirements, and complexity of operation, making them suitable only for the largest industrial complexes.

SYSTEM INTEGRATION AND THERMAL ENERGY STORAGE

The successful implementation of SIPH depends not only on the collector but also on its seamless integration into the industrial plant and the management of solar intermittency.

Integration Schemes

Integration can be direct or indirect.

Direct Integration: Solar heat is fed directly into the process. This is simple but offers no buffer against solar fluctuations.

Indirect Integration: Solar heat is used to pre-heat a utility stream (e.g., feedwater) or is delivered to a Thermal Energy Storage (TES) system. This is the more common and robust approach, allowing for a more stable energy supply.

The design of the heat exchanger network is critical. As studied by [12], pinch analysis is a powerful tool for optimizing the integration of solar thermal energy into existing processes, ensuring maximum fossil fuel savings.

Thermal Energy Storage (TES)

TES is the key to mitigating the variability of solar energy and extending its availability beyond daylight hours. It can be classified into:

Sensible Heat Storage: The most mature technology, where energy is stored by changing the temperature of a storage medium. Common media include water (for low temp), mineral oil (medium temp), and molten salts, such as the common "solar salt" (60% $NaNO_3$, 40% KNO_3), for high temperatures (up to 565°C) (Gil et al., 2010). Packed-bed storage using rocks or ceramic materials is also an area of active research [13].

Latent Heat Storage (Phase Change Materials - PCMs): PCMs store energy during their phase change (e.g., solid to liquid), offering high storage density at a nearly constant temperature. [14] reviewed numerous PCMs suitable for various temperature ranges, making them attractive for specific industrial processes with constant temperature requirements.

ISSN 3030-3907

Thermochemical Storage: This involves storing energy through reversible chemical reactions. It offers the highest energy storage density but is still largely in the research and development phase [15].

ECONOMIC AND ENVIRONMENTAL ANALYSIS

Economic Viability

The Levelized Cost of Heat (LCOH) is the primary metric for evaluating the economic competitiveness of SIPH systems. LCOH is the net present value of the total cost of installing and operating the system over its lifetime divided by the total heat delivered.

Studies show that the economics of SIPH are highly site and application-specific. Factors include:

Solar Resource: Locations with high Direct Normal Irradiance (DNI) are essential for concentrating technologies.

Collector Cost: ETCs and PTCs are currently the most cost-effective for their respective temperature ranges in many contexts [16].

Fuel Displaced: The LCOH of a solar system must be compared to the cost of the fossil fuel it replaces (e.g., natural gas, coal, diesel). Higher and more volatile fossil fuel prices improve the economics of SIPH.

System Size and Integration: Economies of scale apply, and a well-integrated system that maximizes utilization will have a lower LCOH.

A review by [17] found that in regions with good solar resources, SIPH systems can already be competitive with fossil fuels for low and medium-temperature applications. For high-temperature applications, the economics are improving but often still require policy support.

CHALLENGES AND BARRIERS TO WIDESPREAD ADOPTION

Despite its potential, the penetration of SIPH into the industrial sector remains low. Key challenges include:

High Initial Capital Investment: The upfront cost of solar collector fields and storage systems is a significant barrier for many companies, despite favorable long-term payback.

Intermittency and Reliability: Industry requires a reliable, 24/7 energy supply. The variable nature of solar energy necessitates backup systems or large-scale storage, adding to complexity and cost.

Space Requirements: Concentrating solar systems, in particular, require substantial land area, which may not be available adjacent to existing industrial plants.

Lack of Awareness and Expertise: Many industrial managers are unfamiliar with solar thermal technology and lack the in-house expertise to design, install, and maintain these systems.

ISSN 3030-3907

Policy and Regulatory Hurdles: In many regions, there is a lack of supportive policies, such as tax incentives, carbon pricing, or grants, that would help bridge the economic gap between solar and conventional fuels.

FUTURE RESEARCH DIRECTIONS

To overcome these challenges and accelerate adoption, future research should focus on:

Advanced Materials: Development of new selective coatings with higher solar absorbance and lower thermal emittance, and the use of nanomaterials to improve HTF properties [19]. Research into durable, low-cost reflector materials is also crucial.

High-Temperature TES: Innovation in next-generation molten salts, PCMs, and thermochemical storage systems to increase energy density, reduce costs, and operate at higher temperatures.

Hybridization and Smart Control: Developing optimized hybrid systems that combine solar with other renewables (e.g., biomass, PV) or fossil backups, controlled by advanced AI-based algorithms to maximize efficiency and reliability [20].

Building-Integrated Solar Thermal: Designing new industrial facilities with solar collection integrated into the building structure (e.g., roof-mounted PTCs).

Standardization and Modular Design: Creating standardized, pre-engineered, modular SIPH packages to reduce engineering costs and simplify installation.

CONCLUSION

Solar collector technologies offer a technically mature and environmentally imperative solution for supplying heat to a wide spectrum of manufacturing processes. From the simplicity of Flat Plate and Evacuated Tube Collectors for low-temperature needs to the high-efficiency Parabolic Troughs and the extreme-temperature capability of Solar Towers, a suitable technology exists for nearly every industrial thermal demand. The integration of these systems with Thermal Energy Storage is the linchpin for providing reliable, dispatchable heat, thereby increasing the solar fraction and economic attractiveness.

While challenges related to cost, intermittency, and space remain significant, ongoing research in materials science, storage technologies, and system integration is steadily eroding these barriers. With supportive policies and increased industry awareness, solar industrial process heat is poised to play a pivotal role in the urgent global effort to decarbonize the industrial sector, enhance energy security, and build a sustainable manufacturing foundation for the future. The sun, as the ultimate source of clean and abundant energy, holds the key to powering our industries without costing our planet.

ISSN 3030-3907

REFERENCES

1. Boretti, A. (2020). Artificial intelligence for the management of hybrid solar energy storage. Journal of Energy Storage, 32, 101781.
2. Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). Solar Engineering of Thermal Processes. John Wiley & Sons.
3. Gil, A., Medrano, M., Martorell, I., Lázaro, A., Dolado, P., & Zalba, B. (2010). State of the art on high temperature thermal energy storage for power generation. Part 1—Concepts, materials, and modellization. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14(1), 31-55.
4. Herrmann, U., Kelly, B., & Price, H. (2004). Two-tank molten salt storage for parabolic trough solar power plants. Energy, 29(5-6), 883-893.
5. International Energy Agency (IEA). (2022). World Energy Outlook 2022.
6. Kalogirou, S. A. (2003). The potential of solar industrial process heat applications. Applied Energy, 76(4), 337-361.
7. Kalogirou, S. A. (2004). Solar thermal collectors and applications. Progress in Energy and Combustion Science, 30(3), 231-295.
8. Kearney, D., & Price, H. (2004). Advances in parabolic trough solar power technology. Journal of Solar Energy Engineering, 126(2), 737-746.
9. Kistler, B. L. (1986). A user's manual for DELSOL3: A computer code for calculating the optical performance and optimal system design for solar thermal central receiver plants. Sandia National Laboratories Report, SAND86-8018.
10. Kumar, A., & Rosen, M. A. (2011). A critical review of photovoltaic–thermal solar collectors for air heating. Applied Energy, 88(11), 3603-3614.
11. Lauterbach, C., Schmitt, B., & Vajen, K. (2012). The potential of solar heat for industrial processes in Germany. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 16(7), 5121-5130.
12. Mills, D. R., & Morrison, G. L. (2000). Compact linear Fresnel reflector solar thermal powerplants. Solar Energy, 68(3), 263-283.
13. Morrison, G. L., Budihardjo, I., & Behnia, M. (2005). Water-in-glass evacuated tube solar water heaters. Solar Energy, 78(2), 257-267.
14. Pardo, P., Deydier, A., Anxionnaz-Minvielle, Z., Rougé, S., & Cabassud, M. (2014). A review on high temperature thermochemical heat energy storage. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 32, 591-610.
15. Price, H., Lüpfert, E., Kearney, D., Zarza, E., & Cohen, G. (2002). Advances in parabolic trough solar power technology. Journal of Solar Energy Engineering, 124(2), 109-125.
16. Sharma, A., Tyagi, V. V., Chen, C. R., & Buddhi, D. (2009). Review on thermal energy storage with phase change materials and applications. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 13(2), 318-345.

ISSN 3030-3907

17. Stine, W. B., & Geyer, M. (2001). Power from the Sun.
18. Taylor, R. A., Phelan, P. E., Otanicar, T. P., & Walker, C. A. (2013). Nanofluid optical property characterization: towards efficient direct absorption solar collectors. Nanoscale Research Letters, 8(1), 225.
19. Varbanov, P. S., & Klemeš, J. J. (2011). Integration and management of renewables into Total Sites targeting fossil fuel savings. Applied Thermal Engineering, 31(6-7), 1095-1103.
20. Weinrebe, G., Schiel, W., & Geyer, M. (2008). Life cycle assessment of a parabolic trough concentrating solar power plant and the impacts of key design alternatives. Environmental Science & Technology, 42(11), 4187-4193.

ISSN 3030-3907

INTEGRATION OF CASE STUDY TECHNIQUES IN CHEMISTRY INSTRUCTION

Boboqulova O. J.
Urgut Branch of Samarkand State University named after Sh. Rashidov.
Ziyadullayeva Z. J.
Urgut Branch of Samarkand State University named after Sh. Rashidov.
Ruziev I.Kh.
Institute of Biochemistry, Samarkand State University named after Sh. Rashidov
Kenjayeva I.A
Institute of Biochemistry, Samarkand State University named after Sh. Rashidov
E-mail: ilyosruziyev867@gmail.com

Abstract. It is known that the main goal of the modern pedagogy in its development is to train specialists, those who have information and communication technologies that allow the application of fundamental knowledge, fundamentals of project activities in solving specific professional problems, suggestions as a method of progressive pedagogical technology. The article describes the activity training during the practical training of the "Organic Chemistry" course for students in the directions of the pedagogical experience described in the article. The use of the case method activates students' cognitive activity, develops motivation for learning, and ensures the correctness of the saying that practice without theory, and theory without practice, is meaningless.

Key words: work method, higher engineering education system, state method, state, state technologies, application methodology, case method, organic chemistry, synthesis gas, ethanol, insecticide, pesticide, anesthetic, rules, orientation in the benzene ring.

Аннотация. Известно, что основной целью современной педагогики в её развитии является подготовка специалистов, владеющих информационно-коммуникационными технологиями, позволяющими применять фундаментальные знания, основы проектной деятельности при решении конкретных профессиональных задач, а также внушения как метод прогрессивной педагогической технологии. В статье описывается деятельностное обучение в ходе практического обучения по курсу «Органическая химия» для студентов по направлениям педагогической практики, описанным в статье. Использование кейс-метода активизирует познавательную деятельность студентов, развивает мотивацию к обучению и подтверждает справедливость высказывания о том, что практика без теории, как и теория без практики, бессмысленны.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: рабочий метод, система высшего инженерного образования, государственный метод, государство, государственные технологии, прикладная методология, кейс-метод, органическая химия, синтез-газ, этанол, инсектицид, пестицид, анестетик, правила, ориентация в бензольном кольце.

Annotatsiya. Ma'lumki, zamonaviy pedagogikaning rivojlanishidagi asosiy maqsadi axborot-kommunikatsiya texnologiyalari sohasida malakali mutaxassislarni tayyorlash, ularga fundamental bilimlar va loyihaga asoslangan faoliyat tamoyillarini muayyan professional muammolarni hal qilish uchun qo‘llash imkonini berish, shuningdek, ilg‘or pedagogik texnologiya usuli sifatida taklif qilishdir. Ushbu maqolada maqolada tasvirlangan pedagogik amaliyot sohalari bo‘yicha talabalar uchun "Organik kimyo" kursida amaliy mashg‘ulotlar davomida faoliyatga asoslangan o‘rganish tasvirlangan. Keys usulidan foydalanish talabalarning kognitiv faolligini faollashtiradi, o‘rganishga motivatsiyani rivojlantiradi va nazariyasiz amaliyot, amaliyotsiz nazariya kabi ma'nosiz degan gapning to‘g‘riligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: ish usuli, oliy muhandislik ta'limi tizimi, holat usuli, holat, holat texnologiyalari, qo‘llaniladigan metodologiya, keys usuli, organik kimyo, sintez gazi, etanol, insektitsid, pestitsid, anestetik, qoidalar, benzol halqasida yo‘nalish.

Introduction.

Modern chemistry education in schools and universities is focused on developing students not only fundamental knowledge but also practical skills necessary for solving real-life professional and life problems. With the transition to a competency-based learning model, there is a growing need for pedagogical techniques that actively engage students in the learning process, develop critical thinking, analytical skills, and independent decision-making. One of the most effective techniques that meets these requirements is the case study method.

The case study method is an interactive approach based on the analysis of specific problem situations simulating real-life chemical, environmental, or industrial processes. The use of case studies allows students to combine theoretical knowledge with practical aspects of chemistry, stimulating research, discussion, and collaborative search for solutions. This approach promotes the development of cognitive, communication, and analytical skills, as well as the professional competencies of future teachers and chemical specialists.

The introduction of case studies into chemistry teaching offers significant opportunities for enhancing student motivation, improving learning, and developing a holistic understanding of the relationship between chemistry and other sciences and fields of study. Despite the widespread adoption of this method, the methodology for developing and using case studies, the specifics of their

ISSN 3030-3907

application at different stages of chemistry education, and the evaluation of their effectiveness require further scientific and methodological substantiation. This article examines the theoretical foundations and practical aspects of applying the case study method in chemistry teaching, as well as analyzes its pedagogical potential and advantages.

The purpose of this work is to theoretically substantiate and experimentally identify the effectiveness of using the case method in teaching chemistry, as well as to determine the pedagogical conditions that contribute to its successful application to improve the quality of education and the development of cognitive and professional competencies of students.

Analysis of literary data. A competency-based approach is widely used in the modern higher education system, according to which the outcome of student training is a developed set of knowledge, abilities, skills, personal characteristics, and experience in independent work [1]. This approach is reflected in the requirements for learning outcomes enshrined in the Federal State Educational Standard (FSES). In particular, future teachers must possess professional competencies such as the ability to create an educational environment and effectively use their own resources to implement educational policy objectives, as well as the ability to design the teaching and learning process based on modern technologies [1, 2]. This ensures the development of professionally mature teachers prepared to work in a modern school environment.

To achieve these goals, teachers use a variety of teaching tools that encourage student active participation in the study of methodological disciplines [3, p. 248; 4]. One such effective tool is situational tasks. Their advantages stem from the fact that they combine theoretical and practical components of methodological training, enhance its applied focus, develop methodological competence and thinking, and foster skills in searching for necessary information, analyzing it, and justifying decisions [5]. Completing situational tasks helps students develop skills in designing the educational process, creating didactic materials, and creating teaching aids. The use of such tasks in the educational process improves students' cognitive, communicative, and analytical abilities, which helps them more successfully adapt to the requirements of modern school chemistry education.

It requires the search for teaching methods and forms of organization of the educational process that allow the introduction of a competency-based approach in educational practice. It is appropriate for the student to get the necessary information not in a ready form, but in the process of research and creative understanding. The search for solutions to this problem has led to an expansion of understanding of the possibilities of case technology in higher education.

ISSN 3030-3907

The CASE method (Computer-Assisted Structure Elucidation) is an innovative approach to teaching organic chemistry, which allows automatic determination of the structure of unknown molecules using computer technology [6, 8]. This method is currently of great importance because it can significantly speed up the process of identifying new compounds.

In the modern world, the pharmaceutical and biotechnology industry is developing rapidly, and new materials and polymers are emerging. All these fields require precise determination of the structure of molecules, which makes the CASE method particularly relevant.

In addition, the use of the CASE method in the teaching of organic chemistry allows to improve the quality of training of specialists in this field. Learning with CASE allows students to gain a deeper understanding of molecular structures and patterns, accelerate the learning process, and improve educational efficiency.

Thus, the CASE method is of great importance nowadays and can be useful for many fields related to organic chemistry and for improving the quality of teaching students in chemistry.

CASE (Cognitive Acceleration through Science Education) is a teaching method developed in the UK in the 1980s. It is based on the idea that the use of special tasks increases the level of intellectual development of students and helps them to better understand complex scientific concepts. The CASE method is successfully used in teaching many scientific subjects, including organic chemistry [7].

Organic chemistry studies chemical compounds that contain carbon. This is a very important area of chemistry because most biologically active molecules such as proteins, carbohydrates, and lipids are composed of carbon. Organic chemistry is also widely used in medicine, pharmacology, food and petrochemical industries.

The CASE method involves the use of special tasks that help students improve their thinking ability [6, 11]. In the case of organic chemistry, these tasks can be aimed at developing the following skills in students:

1. Abstract thinking: students should be able to analyze complex chemical concepts and relate them to real life examples.

2. Critical thinking: Students should be able to evaluate the given information and draw conclusions based on their analysis.

3. Logical Thinking: Students should be able to apply logical principles to a variety of chemical concepts and solve complex problems.

An example of tasks that can be used in the teaching of organic chemistry in the CASE method is to determine the structure of organic compounds. In this assignment, students are given a set of data such as mass spectrum, infrared spectrum, and nuclear magnetic resonance (NMR), and based on this data, they

ISSN 3030-3907

need to determine the structure of the compound. This task requires students to apply their knowledge of chemistry and mathematics to determine the structure of a compound and to use the information obtained logically [9].

Research Materials and Methods. The study was conducted as part of a pedagogical experiment aimed at identifying the effectiveness of integrating case study methods (such as problematic situations and chemistry case studies) into chemistry teaching.

Research Materials

The following materials were used:

1. Chemistry curricula and work plans
2. Developed chemistry case studies, including: environmental, everyday, and technological situational problems; problematic production situations; and interdisciplinary cases linking chemistry with biology, ecology, and physics.
3. Methodological recommendations for teachers**, including a lesson plan using the case study method.
4. Diagnostic materials.

Results and discussion. Using the CASE method in teaching organic chemistry can improve understanding of complex concepts and help develop thinking skills that can be useful not only in chemistry, but also in other scientific disciplines. This method can be especially useful for students who have difficulty understanding chemistry concepts or who have limited experience in the subject.

Instead of traditional chemistry labs, you can use practical situations, and then instead of simply pouring substances into test tubes, students are well-prepared to strengthen their knowledge, skills, and decision-making in this situation. Practical cases should be as specific and detailed as possible, and this can best be reflected in practical work. I think that it is possible to use practical cases in the study of the topic "Chemical industry". For example, when studying ethanol production in the 11th grade.

Role playing method.

A letter to the project institute: "The owner of our factory gave instructions to organize ethanol production, we have never produced it and we do not know how to do it. Help to obtain ethanol in an industrial way!".

Job 1. The task for logisticians: what raw materials are needed for the production of ethanol, how to use the final product. (Internet resources can be used).

Case 2. Task for Economists: Analyzing the Costs of Ethanol Production.

Information material

1) Industrially, ethyl alcohol is obtained by anaerobic fermentation of vegetable carbohydrates with the participation of yeast and ethylene hydration. There are

ISSN 3030-3907

ways to obtain ethyl alcohol: direct synthesis from CO and H2 or through methyl alcohol. ($CO + 2H_2$): $CO + 2H_2 \rightarrow CH_3OH$. 50 kg of alcohol is obtained from 20 m^3 of hydrogen.

2) Alkaline hydrolysis of halogen derivatives of alkanes:

$C_2H_5Cl + NaOH \rightarrow C_2H_5OH + NaCl$. 40 kg of ethanol is obtained from 100 kg of chloroethane

3) Oxidation of methane in the presence of catalysts: $C_2H_6+O_2 \rightarrow C_2H_5OH$. 200 kg of ethanol can be obtained from 100 kg of methane

Note: The efficiency of the reaction is estimated by the mass fraction of the product yield.

Substance name	Unit of measure	Price, in soums (2022)
Methane	1 l	1500
Oxygen	10 m^3	30000
Synthesis gas	1 l	1200
Ethyl chloride	1 l (ρ=0,903 g/l)	13000
Sodium hydroxide	1 kg	65000

Another example of case study

1. Physical properties of alkanes and alkenes.

When the author studies the physical properties of alkanes in organic chemistry, he focuses on explaining that the boiling point of alkanes depends mainly on intermolecular forces, which include van der Waals forces and hydrogen bonding, and van der Waals forces are related to molecular bonds. liq. mass and molecular polarization. The melting point of a substance is related not only to molecular interactions, but also to molecular symmetry: the better the symmetry and the closer the molecules are in the crystal lattice, the higher the melting point. When discussing the physical properties of olefins in chapter 3, the author does not explain the factors affecting the boiling point and melting point of substances, but the following cases are presented directly: Butene-2 exists in two isomers , in their molecules, the bonding sequence of the atoms and the position of the double bond are exactly the same, but the spatial arrangement of the atoms is different.



Since cis-butene-2 and trans-butene-2 are different substances (isomers), they have different properties. The melting point of cis-butene-2 is -138,9 °C, and that of trans-butene-2 is above 33 °C (-105.5 °C).

Question: Why does the cis structure have a high boiling point and a low melting point?

ISSN 3030-3907

Give the whole class 3 minutes to reflect and discuss, then ask students to respond. According to the basic knowledge they are learning (about 5 minutes) and finally the teacher summarizes the thoughts of all students: cis-2-butene and trans-2-butene are isomerides, the boiling points of the substances depend on the molecular polarities: cis -2-butene is more polar than trans-2-butene, so the boiling point of cis-2-butene is higher than that of trans-2-butene; Although the melting point is related not only to molecular interatomic forces, but also to molecular symmetry, the symmetry of trans-2-butene is high, so its melting point is also high.

In this way, students will better understand the factors affecting the boiling point. and melting points will also learn how to solve real-world problems using the underlying knowledge they have learned.

Using the case method in teaching chemistry can be very useful for students because it helps them to better understand how to apply knowledge in real life. Cases can be problem situations or tasks that require a solution based on the knowledge and skills acquired in the study of chemistry.

An example of this can be a review of technologies for the production and use of different types of fuels. As part of such work, students can get acquainted with the processes of obtaining gas from biodiesel, methanol, coal and other fuels and problems related to their use.

Conclusions. The study confirms the high pedagogical effectiveness of the case study method in teaching chemistry. An analysis of theoretical approaches and practical experience using case study techniques demonstrate that incorporating problematic situations into the learning process promotes students' cognitive activity, fosters a strong motivation to study chemistry, and develops skills in analysis, comparison, evaluation, and decision-making.

The use of case studies integrates theoretical knowledge with practical aspects of chemistry, allowing students to simulate real-life professional and professional situations. This contributes to the development of key competencies: communication, analytical, research, and design. Furthermore, the case study method helps develop students' teamwork and reasoned discussion skills, which are particularly important in today's educational environment.

The study results indicate that the effectiveness of the case study method directly depends on the quality of the development of situational assignments, the level of problematic nature of the materials presented, and adherence to the pedagogical conditions for their implementation. Well-structured case studies, focused on interdisciplinary connections and practical relevance, have a significant impact on the quality of chemical knowledge acquisition and the development of professional competencies.

ISSN 3030-3907

Thus, the case study method can be considered a promising and effective technology for teaching chemistry, improving the quality of education and developing students' independence and critical thinking. Its systematic use in the educational process creates the conditions for developing competent, active, and motivated students capable of effectively applying chemical knowledge in a variety of situations.

REFERENCES

1. Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования по направлению подготовки 44.03.05 «Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки) (уровень бакалавриата)». URL: http://fgosvo.ru/uploadfi les/fgosvob/440305.pdf (дата обращения: 12.09.2017).
2. Введенский В. Н. Профессиональная компетентность педагога: пособие для учителя. М.: Просвещение, 2004. 159 с.
3. Шалашова М. М. Уровень компетентности выпускников педагогических вузов как показатель качества вузовской подготовки // Методологические и методические проблемы подготовки учителя химии на современном этапе: материалы междунар. науч.-практ. конф. Липецк, 2008. С. 247–252.
4. Шабанова И. А., Ковалева С. В., Кец Т. С. Ситуационные задачи по химии как один из компонентов практико-ориентированного обучения // Научно-педагогическое обозрение (Pedagogical Review). 2017. Вып. 2. (16). С. 79–86. DOI: 10.23951/2307-6127-2017-2-79-86.
5. Шабанова И. А., Ковалева С. В. Ситуационные задачи в курсе «Методика обучения химии» // Преподавание естественных наук (биологии, физики, химии), математики и информатики в вузе и школе: сб. материалов VIII Междунар. науч.-метод. конф. (27–28 октября 2015 г.). Томск: Изд-во Томского гос. пед. ун-та, 2015. С. 272–273.
6. Derkach, A.M. Case method in teaching organic chemistry in the training of food industry technologists in the system of secondary vocational education: Ph.D. dis. cand. ped. Sciences: 13.00.02 / Derkach Anton Mikhailovich. - St. Petersburg, 2012. - 26 p.
7. Ivanova O.A., Tsegelnaya N.V., Dementieva O.M. The use of the case method in the educational process // School and production. - 2011. - No. 8. - P. 3–7.
8. Masalkov I.K., Semina M.V. Case stage strategy: methodology of research and teaching: a textbook for universities / I.K. Masalkov, M.V. Semina. - M., 2011.
9. Smolyaninova O.G. Innovative technologies for teaching students based on the Case-Study method // Innovations in Russian Education, VPO. - M., 2000. - S. 103-111.
10. Shimutina E. Case-technologies in the educational process // National education. - 2009. - No. 2. - P. 172–180

ISSN 3030-3907

11. Surmin, Yu.P. Situational analysis, or anatomy of the case method / Yu.P. Surmin. - Kyiv: Center for Innovation and Development, 2002. - 286 p.

ISSN 3030-3907

UMUMKASBIY FANLARINI O‘QITISHDA NAZARIY DARS MASHG‘ULOTLARNI TASHKIL ETISH USLUBI

Karimov Ilhom Normamatovich
Qarshi davlat texnika universiteti dotsent v.b.
Shodmonov Sanjarbek Salimjon o‘g‘li
Energetika muhandisligi 60710500 - Energetika muhandisligi (elektr ta’minoti)
1-bosqich EM-102-25 guruh

Annotatsiya. Umumkasbiy fanlarni o‘qitishda nazariy dars mashg‘ulotlarini to‘g‘ri tashkil etish ta’lim samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Nazariy mashg‘ulotlar talabalarda fanning asosiy tushunchalari, qonuniyatlari va ilmiy qarashlarini shakllantiradi. Dars jarayonida zamonaviy pedagogik texnologiyalar, interfaol metodlar va muammoli o‘qitish yondashuvlaridan foydalanish talabalarni faollikka, mustaqil fikrlash va tahliliy yondashuvga o‘rgatadi. Shuningdek, nazariy bilimlarni amaliy misollar bilan boyitish o‘quv jarayonining sifatini oshiradi hamda talabalarning kasbiy tayyorgarligini mustahkamlaydi.

Kalit so‘zlar: sinusoidal tok, effektiv qiymat, davr, tok, kuchlanish, bir faza, uch faza, o‘zgaruvchan tok, yulduz, uchburchak, quvvat.

Аннотация. Правильная организация теоретических занятий при преподавании общепрофессиональных дисциплин имеет важное значение для повышения эффективности обучения. Теоретические занятия формируют у студентов основные понятия, законы и научные взгляды соответствующей дисциплины. Использование современных педагогических технологий, интерактивных методов и проблемного подхода в процессе обучения способствует развитию активности студентов, самостоятельного мышления и аналитических навыков. Кроме того, обогащение теоретических знаний практическими примерами повышает качество учебного процесса и укрепляет профессиональную подготовку студентов.

Ключевые слова: синусоидальный ток, действующее значение, период, ток, интенсивность, однофазный, трехфазный, переменный ток, звезда, треугольник, мощность.

Annotation. The proper organization of theoretical lessons in teaching general professional subjects plays an important role in enhancing the effectiveness of education. Theoretical classes help students form the fundamental concepts, laws, and scientific perspectives of the discipline. The use of modern pedagogical technologies, interactive methods, and a problem-based approach in the learning process promotes student engagement, independent thinking, and analytical skills. Furthermore, enriching theoretical knowledge with practical examples improves

ISSN 3030-3907

the quality of the educational process and strengthens students' professional training.

Key words: sinusoidal current, effective value, period, current, intensity, single-phase, three-phase, alternating current, star, triangle, power.

Kirish.

Umumkasbiy fanlarni o‘qitishda talabalar ijodkorligini rivojlantirish bo‘yicha nazariy dars o‘tish metodikasi zamonaviy ta’lim jarayonining eng muhim yo‘nalishlaridan biridir. Bugungi kunda ta’limdan asosiy maqsad faqat bilim berish emas, balki talabalarni mustaqil fikrlaydigan, yangilik yarata oladigan, ijodkor shaxs sifatida shakllantirishdir. Shu sababli nazariy darslar faqat ma’lumot yetkazish emas, balki talabalarda tafakkur, tahlil, muammoli vaziyatlarni hal etish va amaliy yechim topish qobiliyatlarini rivojlantirishga yo‘naltirilgan bo‘lishi zarur. O‘qituvchi bu jarayonda innovatsion metodlar, interfaol o‘yinlar, muammoli ta’lim, loyiha va klaster texnologiyalaridan samarali foydalanishi lozim. Bunday yondashuv o‘quv jarayonini jonlantiradi, talabalarni faol fikrlashga undaydi hamda ularning kasbiy tayyorgarligi va ijodiy salohiyatini oshirishga xizmat qiladi.

Nazariy ta’lim berishning asosiy vazifasi, mazmuni, usullari va tashkiliy shakllari o‘ziga xos xususiyatlariga ega bo‘lib yagona bitta maqsadga. Ya’ni yuqori malakali energetika sohasi bo‘yicha mutaxassis kadrlar tayyorlashga qaratiladi. Shuning uchun nazariy va amaliy ta’lim o‘quv jarayonining mustaqil, ammo bir-biriga bog‘liq qismlari hisoblanadi. Ta’lim jarayonida nazariy dars soatlari ma’lum nisbatda bo‘lishi lozim. Bunda talabalar o‘rganayotgan fan bilan tanish emasligini. O‘zlashtiriladigan bilimlar ular uchun yangiligini nazarda tutish zarur.

Ta’lim muassasalarida elektr energetika fanlarini o‘rganishdan maqsad talabalarda texnik tafakkurni shakllantirish, o‘zi tanlagan kasbiga nisbatan qiziqish uyg‘otish va kasbiy mahoratini shakllantirishdir.

Nazariy ta’lim - bilim berishning eng ratsional va ko‘p tarqalgan ommaviy usulidir. Nazariy ta’limda o‘qituvchi quyidagilarga qat’iy amal qilishi lozim:

a) fan bo‘yicha ma’ruza o‘tuvchi o‘qituvchi fanning namunaviy fan dasturi, ta’lim yo‘nalishining davlat ta’lim standarti hamda o‘quv rejasi asosida ishchi dastur va kalendarli tematik reja tuzadi. Ana shularga asosan o‘zining ma’ruzalar matnini tayyorlaydi;

b) ma’ruza o‘tishga puxta tayyorgarlik ko‘rish zarur. Bir nechta asosiy adabiyotlar, qo‘shimcha adabiyotlar, mavzuga doir internet ma’lumotlari, matbuot xabarlaridan topib olib tayyorlanishi talab etiladi;

v) ma’ruzani qaysi usulda va qanday texnik vositalaridan, ko‘rgazmali qurollar va tarqatmali materiallardan foydalanib o‘tilishi ishchi dasturda ko‘rsatiladi va shu bo‘yicha oldindan tayyorgarlik ko‘riladi;

ISSN 3030-3907

g) ma’ruza o‘quv rejada fanga belgilangan soatga va fan bo‘yicha namunaviy va ishchi dasturga qat’iy amal qilingan holda o‘tkaziladi;

d) birinchi ma’ruza darsida asosiy va qo‘shimcha adabiyotlar, ularning muallifi, nomi, nashr yili va avtorlari berilishi kerak. Ayrim hollarda har bir mavzu uchun ham adabiyotlar tavsiya etilishi mumkin;

ye) ma’ruza faqat monolog usulida emas, talabalar bilan ham jonli muloqot tarzida o‘tilishi maqsadga muvofiqdir;

j) o‘qituvchi barcha talabalarini diqqatini o‘ziga to‘liq jalb qila olishi shart.

z) ma’ruza o‘tishda yangi pedagogik va axborot texnolgiyalardan keng foydalanish tavsiya etiladi.

Texnik vositalar orqali ma’ruza o‘tish ham o‘qituvchiga yengillik tug‘diradi, ham talabalarga tushunishlarida qulaylik tug‘diradi.

Har bir ma’ruza mashg‘uloti oxirida o‘tilgan ma’ruza yuzasidan savol javob uchun albatta vaqt qoldiriladi. Asosiy va murakkab tushunchalar qisqacha takrorlab tushuntirib beriladi, umumiy xulosalar chiqarib mashg‘ulotga yakun yacaladi.

O‘quv rejasi va o‘quv dasturlari

O‘quv rejasi shu o‘quv yurtining turi, maqsadi va vazifalarini hamda talabalarining yoki va o‘qish muddatini belgilovchi davlat hujjatlari asosida ishlab chiqiladi.

O‘quv rejasiga oid hujjatlarni malaka tavsifnomasi, mavzular rejasi va o‘quv dasturlari tashkil etadi. Malaka tavsifnomasi mutaxassisni bilimi hamda kasbiy caviyaciga qo‘yiladigan asosiy talablar aks ettirilgan me’yoriy hujjat hisoblanadi. Unda kasb va ixtisosliklarning aniq nomlari texnik va maxsus bilimlar, mehnat, ko‘nikma va masalalari, malaka oshirish bo‘yicha yo‘l-yo‘riqlar ko‘rsatilgan bo‘ladi.

O‘quv dasturlari fanning hajmini, uni o‘qitishning mazmuni va tartibini belgilaydi. Mavzular rejasi o‘quv dasturining bir qismini tashkil etib, unda mavzularning tartibi va nomi, ularni o‘tish uchun, shu jumladan, nazariy amaliy-laboratoriya ishlab chiqarish amaliyoti ta’limi uchun ajratilgan vaqtlar ko‘rsatiladi.

O‘quv reja va dasturlarida materiallar o‘quv yillari bo‘yicha taqsimlangan soatlarda aks ettiriladi. Dastur talabalarda yangi fan, texnika bo‘yicha yuksak kasbiy mahoratni shakllantirish, ularni o‘quv ustaxonalari, labaratoriya va poligonlarda o‘qitish yangi texnologik jarayonlar, fan va ishlab chiqarish ilg‘orlari mehnatning uslub va usullarini o‘rganishni nazarda tutadi.

Umumkasbiy fanlarini o‘qitishda talabalarning ijodkorligini rivojlantirish bo‘yicha nazariy dars o‘tish metodikasi

Mavzu: Uch fazali o‘zgaruvchan tok zanjirlari.

Darsning turi:		Nazariy mashg‘ulot.

ISSN 3030-3907

Dars uchun ajratilgan vaqt:		2-soat.
Dars o‘tish uchun joy:		Maxsus jihozlangan Elektrotexnikaning nazariy asoslari xonasi.
Dars o‘tish uslubi:		Ko‘rgazmali tushunchalar.
Darsni jihozlanishi:		Mavzuga tegishli tarqatma materiallar, ko‘rgazmali qurollar, maketlar va modellar zamonaviy o‘qitishni texnik vositalari.

Darsning maqsadi.

Asosiy maqsad:		Uch fazali elektr zanjirlar ularni bir fazali elektr zanjirlaridan afzalligi, aylanuvchan magnit maydoni boshqa shu kabi ma’lumotlarini talabalarga tushuntirish, chizmalar chizish va mavzuni o‘zlashtirish.
Tarbiyaviy maqsad:		Talabalarga uch fazali elektr zanjirlarni qo‘llanilishi, foydali ish koeffitsienti, uch fazali o‘zgaruvchan tokda ishlaydigan elektr qurilmalarini haqida ularni ko‘nikmalarini shakllantirish.
Rivojlantiruvchi maqsad:		Xalq xo‘jaligining turli sohalarida ishlatiladigan elektr qurilmalar, elektr mashinalarini ishlashi bevosita uch fazali o‘zgaruvchan tokga bog‘liqligi bo‘yicha tushunchalar berish.

Darsninig borishi.

I. Tashkiliy qism.

1. Talabalar bilan salomlashish.
2. Talabalar davomatini aniqlash.
3. O‘quv xonasi va talabalarni darsga tayyorgarligini tekshirish.

Talabalar darsga kirgandan so‘ng, avvalambor talabalar bilan salomlashiladi, talabalarni darsga va o‘quv xonasini tayyorgarligini ko‘zdan kechirib, kamchiliklarni bartaraf etadi [A-2].

II. O‘tilgan oldingi darsni talabalardan so‘rash.

a) Sinusoidal tokni o‘rtacha va effektiv qiymatlarini qanday tushunasiz?
b) Sinusoidal tokni to‘la davr o‘rtacha qiymati nima?
v) Kuchlanishni effektiv qiymatini tushuntirib bering?
g) Effektiv qiymat nima ta’siriga ko‘ra aniqlanadi?

Talabalar bilimini boholash.

ISSN 3030-3907

O‘tilgan mavzuni talabalardan so‘rash muhim ahamiyatga ega. Mavzuni so‘rashda qisqa va aniq savollar berish, ba’zi qiyinchilik holatlarida talabalarga ko‘niklashish lozim. Berilgan savollarga javob bergan talabalarni baholashda ularning ayrim jihatlariga e’tibor qaratish lozim.

- Talabalarning savollarga bergan javoblarining to‘g‘riligi, o‘zini tutishi, nutqiga ishlatiladigan so‘zlar, fanga bo‘lgan munosabatlari kiradi.
- Talabalarni baholashda iloji boricha yaxshi baholash lozim bu talabani o‘z ustida ishlashiga olib keladi.
- Talabalar tomonidan qoldirib ketilgan javoblarni o‘qituvchi tomonidan to‘ldirish va yangi mavzu bilan bog‘lash.

I. O‘tilgan mavzuni yangi mavzu bilan bog‘lash.

Yangi mavzuni bayon etishdan avval o‘qituvchi o‘tilgan mavzuni qisqacha takrorlaydi va uni yangi mavzu bilan bog‘laydi, bu talabalarni yangi mavzuni tushunishlarini osonlashtiradi.

II. Yangi mavzuni bayon etish.

Yangi mavzuni bayon etishdan avval, mavzuni mazmuni tuzilgan rejalar asosida yoritiladi. Yangi mavzu bo‘yicha tayyorlangan tarqatma materiallar talabalarga tarqatiladi.

Reja.

1. Uch fazali o‘zgaruvchan tokni kashf etilishi.
2. Uch fazali o‘zgaruvchan tokni bir fazali tokka nisbatan afzalligi.
3. Fazalarni “yulduz” va “uchburchak” usulida ulash.
4. Uch fazali o‘zgaruvchan tok quvvati.

Tuzilgan rejaga asosan qisqacha nazariy ma’lumotlar beriladi.

1. Uch fazali o‘zgaruvchan tok tizimi 1888-1891 yilda mashxur ruc elektrotexniki M.O.Dolivo-Dobrovolskiy kashf etganligi. Hozirgi kunda xalq xo‘jaligining turli sohalarida ishlatiladigan mexanizmlarni elektr yuritmaci sifatida ishlatilayotgan o‘zgaruvchan tok mashinalariniharakatga keltirishda qo‘llanilishi. Bundan tashqari uch fazali tok tizimi elektr tarmoqlariga ketadigan ketadigan simlarni tejash imkoniyatini berish haqida qisqacha to‘xtalib, uch fazali o‘zgaruvchan toklarni vektor diagrammalarini tushuntirish lozim bo‘ladi.

2. Uch fazali o‘zgaruvchan tokning bir fazali tokka nisbatan afzalligi shundaki, uch fazali tok yordamida aylanuvchan magnit maydonni hosil qilish oson bo‘ladi. Mashinalar ishlash unumdorligi foydali ish koeffitsienti (F.I.K) hamda tejamkorlik ortadi.

3. Bunda asosan “yulduz” va “uchburchak” sxema bo‘yicha ulangan elektr zanjirlari chizilib, liniya kuchlanishlari va faza kuchlanishlari haqida ma’lumot beriladi. Shu joyda bitti misol keltirib o‘tish lozim.

ISSN 3030-3907

Masalan: Qishloq xo‘jaligi to‘rt simli uch fazali 380/220 V tizimda, ya’ni elektr tarmog‘ini liniya kuchlanishi $U_L = 380\,V$ va faza kuchlanishi $U_F = 220\,V$ bo‘lgan tizim keng tarqalgan har ikkitasi orasidagi kuchlanish 380 V bo‘lgan uchta faza elektr motorlari va uch fazali isitish asboblariga elektr energiya berish uchun, faza va nol sim orasidagi 220 V kuchlanish esa yoritish qurilmalari va uy ro‘zg‘or elektr asboblariga elektr energiya berish uchun ishlatiladi.

$$\frac{U_L}{U_F} = \frac{380}{220} = \frac{220}{127} = \sqrt{3} = 1{,}73$$

4. Uch fazali tizimning quvvati ayrim fazalar quvvatlarining yig‘indiciga teng. Kuchlanishlar va toklar qiymat jihatdan teng va simmetrik bo‘lganda quvvat quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$R = 3 \cdot U_f \cdot I_f \cdot cos\varphi$$

Agar “yulduz” usulida ulanganda $I_f = I_l$,

$$U_L = \sqrt{3} \cdot U_F$$

Agar “uchburchak” usulda ulanganda $I_f = \frac{I_l}{\sqrt{3}}$; yozilib ular batafcil talaba $U_L = U_F$ larga tushuntiriladi[A-1].

O‘qitishda texnik vositalardan foydalanish.

O‘qitishni texnik vositalaridan darsni mazmunini talabalarga yetkazib beruvchi o‘qitish qurolidir.

O‘qitishni texnik vositasi o‘qitish vositalari bilan birgalikda ishlatiladi.

Talabalarga puxta va chuqur bilim, berish ularda mustaqil ravishda bilim olish ko‘nikmalarini hosil qilish kabi vazifalarni amalga oshiradi.

O‘qitishning texnik vositalaridan o‘quv-tarbiyaviy ishlarda unumli foydalanish uchun zamonaviy texnik vositalar bilan jihozlangan o‘quv honalari bo‘lishi lozim.

Yangi mavzuni mustahkamlash.

1) Talabalar tomonidan berilgan savollarga javob berish.

2) O‘tilgan yangi mavzuni mustahkamlashga doir savollar berish.

a) Uch fazali o‘zgaruvchan tok qanday afzaliklarga ega.

b) Nima uchun uch fazali tizimda “yulduz” va “uchburchak” ulanadi.

v) Uch fazali tokni quvati bir fazali quvatidan qanday farq qiladi.

g) Uch fazali tok zanjirlari tejamli hisoblanadimi?

3) Yangi mavzuni mustahkamlash.

Yangi mavzuni mustahkamlash jarayonida talabalarning faolligi va mavzuni chuqur anglab olish darajasiga alohida e’tibor qaratiladi. O‘qituvchi tomonidan talabalarga turli topshiriqlar, savol-javoblar, misol va amaliy mashqlar orqali yangi bilimlarni mustahkamlash imkonini yaratadi. Bu bosqichda talabalar mavzu bo‘yicha o‘z fikrlarini mustaqil bayon etadilar, tushunmagan joylarini aniqlashtiradilar hamda bir-birlarining javoblarini tahlil qilishni o‘rganadilar.

ISSN 3030-3907

Zarurat tug‘ilganda o‘qituvchi mavzuni qayta tushuntiradi yoki qo‘shimcha izoh beradi. Mustahkamlash bosqichida interfaol metodlar, test topshiriqlari, kichik guruhlarda ishlash va amaliy mashqlarni qo‘llash samarali natija beradi. Shu tarzda talabalar nafaqat yangi mavzuni eslab qoladilar, balki uni amaliyotda qo‘llash ko‘nikmasiga ega bo‘ladilar. Yangi mavzuni puxta mustahkamlash ta’lim jarayonining eng muhim bosqichlaridan biri hisoblanadi.

Uyga vazifa berish.

Talabalarga uyga vazifa berishda darslik, o‘quv qo‘llanmalardan va boshqa manbalardan foydalanish bo‘yicha aniq betlar ko‘rsatiladi.

1) O‘tilgan mavzuni o‘qib o‘rganish.
2) “yulduz” va “uchburchak” ulanishlarni asosiy afzalligi va kamchiliklari bo‘yicha ma’lumotlarni to‘plash.
3) Mavzuni qisqacha konspektlashtirish.

Xulosa

Uch fazali o‘zgaruvchan tok zanjirlari bo‘yicha nazariy dars o‘tish metodikasi talabalarga elektr energiyasi tizimlarining asosiy qonuniyatlari va ishlash prinsiplari haqida chuqur bilim berishga qaratilgan. Ushbu metodika darsni tizimli rejalashtirish, tushunchalarni bosqichma-bosqich yoritish hamda nazariy bilimlarni amaliy misollar bilan mustahkamlashni o‘z ichiga oladi. O‘qituvchi dars jarayonida grafik tasvirlar, fazor diagrammalari, virtual laboratoriyalar va simulyatsiya dasturlaridan foydalanib, mavzuning mohiyatini yanada aniq tushuntiradi. Talabalar uch fazali tizimlarda kuchlanish va toklar o‘rtasidagi bog‘liqlikni, ularning fazaviy siljishlarini va quvvat turlarini tahlil qilishni o‘rganadilar. Natijada, bunday dars metodikasi talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlaydi, amaliy tafakkurini rivojlantiradi hamda kelgusida elektr energetika sohasida samarali faoliyat yuritishga tayyorlaydi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Karimov I.N. Intellectual competency development for the students of technical higher education institutions // Central Asian Problems of Modern Science and Education. September 2021. pp.106 – 117.
2. Karimov I.N. Kompetentlik va kasbiy kompetentlik tushunchalari mohiyati va ilmiy tahlili // Ta’lim, fan va innovatsiya. 2020/1-son. 21-26 b.
3. Karimov I.N. Ta’lim jarayonida talabalarning intellektual kompetentligini rivojlantirish // Zamonaviy ta’lim jurnali № 2 (87) 2020. 16-21 b.
4. Karimov I.N. Intellektual kompetensiya va uning ta'lim jarayonida rivojlanishi // Pedagogika. Ilmiy-nazariy va metodik jurnal. 2022. 55-59 b.
5. Karimov I.N. O‘qitishda innovatsion usullardan foydalanish // V международная научно-практическая конференция наука и образование в

ISSN 3030-3907

современном мире: вызовы XXI veka. - Нур-султан, Казахстан, - 2019. - С. 22-25.
6. Karimov I.N. Ta’lim jarayonlarini axborotlashtirishni tashkil etish va boshqarishda ta’lim sifatini oshiruvchi omillar tasifi. Муғаллим ҳәм үзликсиз билимлендириў. Илимий-методикалық журнал. 4/1-сан 2024. Нөкис. 145-150 b.
7. Karimov I.N. Development of students’ intellectual competencies in the learning process. // Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. выпуск-55 31 - январ переяслав 2020 г. С.254-258.
8. Karimov I.N. Ta’lim innovatsiyalari asosida talabalarda bilish mustaqilligini rivojlantirishning psixologik muammolari. // O‘zbekistonda ilm-fan va ta’lim” konferensiya to‘plami. №1 (3-qism) 26-mart 2020. 319-322 bet.
9. Karimov I.N. Pedagogik texnologiyalardan faol foydalanish ta’lim innovatsiyasi sifatida // Samarqand viloyatini innovatsion rivojlantirish: muammo va yechimlar respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari. Samarqand-2020 y. 83-88 b.
10. Karimov I.N. Bo‘lajak kasb ta’limi o‘qituvchilarida kasbiy kreativlik faoliyatini tashkil etish // «Yoshlarda kitobxonlik tafakkurini shakllantirishda ijtimoiy-gumanitar fanlarning o‘rni va dolzarbligi» (Respublika ilmiy-amaliy anjumani maqolalar to‘plami) 5-6 may Qarshi – 2021 yil. 405-411 б.
11. Karimov I.N. Мотивация студентов к самостоятельному мышлению // Среднее профессиональное образование. Октябрь № 10 (314) 2021. С.25-28.
12. Karimov I.N. Formation of creative abilities of teachers in future professional education // Тенденции и перспективы развития науки и образования в условиях глобализации. Переяслав – 2021. выпуск-76. 30 октября 2021 года. С.148-150.
13. Karimov I.N. Ta’lim ishtirokchilarining intellektini oshiruvchi axborot ta’minotining samaradorligi // “Energiya va resurs tejamkor innovatsion texnologiyalarni rivojlantirishning dolzarb muammolari” Respublika ilmiy-amaliy anjumani materiallar to‘plami 23-24-sentabr 2022-yil. 700-703 б.
14. Karimov I.N. Talabalarda intellektual samaradorlikni oshirishda innovatsion ta’lim metodlaridan foydalanishning nazariy asoslari. “Ta’lim tizimini rivojlantirishning zamonaviy tendensiyalari: dolzarbligi, muammolari va istiqbollari” mavzusidagi xalqaro onlayn ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. 2024 yil 26-27- aprel.

ISSN 3030-3907

IR SPECTROSCOPIC AND THERMAL INVESTIGATION OF ENCAPSULATED UREA WITH STABILIZED SOLUBILITY

Raximov Kodir Islombayevich
Namangan State Technical University
E-mail: qodirjon-@mail.ru
ORCID iD: 0009-0002-5585-2481
Usanbayev Najimuddin Xalmurzayevich
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of Uzbekistan
E-mail:kljbh@mail.ru
Namazov Shafaat Sattarovich
Institute of General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of Uzbekistan
E-mail: info@namdtu.uz

Annotatsiya Ushbu ishda poliakrilamid qo‘shimchasi bilan karbamid eritmasi asosida olingan kapsulalangan o‘g‘itlarning IK-spektroskopik va termogravimetrik tadqiqotlari amalga oshirildi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, kapsulalangan karbamid olish orqali uning tuproqdagi eruvchanligi va yo‘qotilishini kamaytirish hamda agroximik samaradorligini oshirish nafaqat eruvchanlikning pasayishiga, balki karbamidning xossalarining yaxshilanishiga ham olib keladi. Bu jarayon karbamid granulalarining yanada mustahkam va ixcham kristallik tuzilmasining shakllanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: karbamid, poliakrilamid, azot, erish, yopishqoqlik, granula mustahkamligi, zichlik, erish tezligi

Аннотация В работе выполнен ИК-спектроскопические и термогравиметрическое исследования капсулированных удобрений полученных на основе плава карбамида с добавкой поли-акриламида. Выявлено что получения капсулированного карбамида для снижения растворимости и потери карбамида в почве и повышения агрохимический эффективности не только воздействует на снижения растворимости в почве, но и оказывает положительное влияние на свойства карбамида, происходит воздействие на формирование более устойчивой и компактной кристаллической структуры гранул карбамида

Ключевые слова: карбамид, полиакриламид, азот, растворения, вязкость, прочность гранула, плотность, скорость растворения**.**

Annotation. In this work, IR spectroscopic and thermogravimetric studies of encapsulated fertilizers obtained on the basis of molten urea with the addition of polyacrylamide were carried out. It was revealed that the production of encapsulated urea, aimed at reducing solubility and minimizing urea losses in the

soil as well as increasing agrochemical efficiency, not only decreases its solubility in the soil, but also has a positive effect on the properties of urea. The encapsulation process promotes the formation of a more stable and compact crystalline structure of urea granules

Keywords: urea, polyacrylamide, nitrogen, dissolution, viscosity, granule strength, density, dissolution rate.

Introduction

Over the past two decades, the development and commercialization of slow-release and controlled-release fertilizers have advanced significantly, with the primary goal of reducing environmental problems associated with excessive fertilizer use. Various methodologies have been investigated and improved, including chemical and physical reactions, incorporation into carriers with porous and layered structures, as well as coating techniques.Global challenges such as drought and desertification highlight the need for controlled-release fertilizers that not only regulate nutrient release but also enhance soil moisture retention. Particular attention is given to the development and application of environmentally friendly starch-based hydrogels as fertilizer carriers and water-retaining agents for controlled-release systems, especially starch-based superabsorbent polymers obtained by graft polymerization with acrylamide.This review covers both scientific issues—including the microstructure of superabsorbent polymers and the mechanisms of nutrient release—and technical development aspects, such as polymerization technologies, multi-initiation processes, methods of fertilizer loading into hydrogels, and others. Starch, as a biodegradable and renewable carbohydrate polymer, offers advantages due to its high chemical stability and reactivity.Technologies for producing superabsorbent polymers have evolved from traditional batch polymerization in aqueous solutions to more efficient solvent-free reactive extrusion. The advantages of controlled-release systems based on superabsorbent polymers include improved soil aeration, prevention of soil degradation, minimization of water evaporation, environmental pollution control, reduction in plant mortality, and prolonged nutrient retention in soil [1].

Fertilizers with prolonged action are a promising and highly demanded agrochemical product, the development of which is aimed at solving a number of critical practical problems in agriculture—primarily reducing nutrient losses and, consequently, lowering the cost and energy intensity of transportation and application processes. The development of biosystems capable of providing slow nutrient release has become a central focus of many researchers.In the present study, a slow-release system was obtained by mixing molten poly(butylene succinate) filled with 30 wt% urea and 5 wt% montmorillonite clay. The optimal

ISSN 3030-3907

formulation increased the diameter of lettuce by 67%, whereas conventional urea application resulted in only a 48% increase in diameter [2,3].

A study presented in [4] describes the preparation of a new type of controlled-release fertilizer coated with polyurea. Granulated urea was first converted into liquid urea by heating, which served as the coating fluid. Through uniform spraying, the urea granules were coated with polyurea synthesized via the reaction of isocyanates with liquid urea. The influence of various modifiers on the nitrogen-release characteristics of polyurea-coated urea was investigated. The results showed that the new fertilizer reduced the nitrogen release rate and exhibited excellent controlled-release properties. The polyurea coating materials are capable of biodegrading in soil.

The historical inefficient use of nitrogen fertilizers due to N losses from the soil is a pressing issue in extensive agricultural systems. The present study tested the hypothesis that granulating synthetic nitrogen fertilizer with a natural organic carbon source, specifically brown coal, would reduce nitrogen losses from the soil system. After application to bare soils, the urea–brown coal granules reduced nitrous oxide emissions by up to 40%, decreased leaching of mineral nitrogen, and maintained higher N levels in the topsoil compared to the use of conventional urea alone. A reduction in gaseous N losses without compromising plant N uptake was also observed in sown soils treated with urea–brown coal granules [5].

Urea is the most widely used fertilizer in the world; however, it is lost to the environment through processes such as leaching, volatilization, and denitrification. As an alternative to prevent these losses, controlled-release and slow-release fertilizers have been proposed. Such systems allow plants to receive the necessary amount of nutrients for growth while simultaneously reducing environmental pollution. These systems can be manufactured from both synthetic and natural sources, such as wheat gluten proteins, polysaccharides, and composites (polymeric matrices, mixtures of wheat, gluten, and urea, etc.). This review presents an approach to sustainable agriculture through the application of controlled-release and slow-release fertilizers using inorganic and organic raw materials, with a particular focus on the use of wheat gluten proteins and urea in the development of these systems [6].

Nitrogen fertilizers play a vital role in increasing crop production and ensuring food security. The world’s population, which is growing exponentially, has reached nearly 7.5 billion. Unbalanced use of nitrogen fertilizers can lead to N deficiency, affecting plant growth and development, while excess N has significant negative impacts on the environment and human well-being. These impacts include biodiversity loss, eutrophication, nitrate accumulation in water bodies, soil and water acidification, nitrous oxide emissions, and human health risks due to

ISSN 3030-3907

exposure to ozone and particulate matter.In agricultural systems, when fertilizers are applied to crops, they are primarily subject to losses through ammonia (NH_3) volatilization, nitrate (NO_3^-) leaching, and denitrification. Nitrogen loss in the forms of NH_3 and NO_3^- largely depends on factors such as temperature, soil pH, soil moisture, soil properties, plant characteristics, and seasonal fluctuations. A comprehensive approach is necessary to minimize nitrogen losses and improve crop yield.More broadly, strategies to reduce NH_3 volatilization and NO_3^- leaching involve management practices based on fertilizers, soil, and irrigation. Fertilizer management strategies, such as the 4R nutrient stewardship concept—using the right source of nutrients, at the right rate, at the right time, and in the right place—are critical. Soil management through conservation tillage practices combined with planned crop-based irrigation also contributes significantly. These integrated adjustments in nutrient, soil, and irrigation management provide a means to improve nutrient use efficiency, agricultural profitability, environmental safety, and sustainable ecosystems with fertilizers, particularly in developing countries [7].

Urea is the most widely used nitrogen-containing fertilizer in the world, with an annual production exceeding 170 million tons. In Uzbekistan, more than 650 thousand tons are produced annually. The quality requirements for granular urea are regulated and specified in GOST 2081-2010, while international standards (EU Regulation No. 2003/2003) impose even stricter requirements. Improving the quality characteristics of urea, particularly increasing the static strength of granules, helps reduce losses throughout the supply chain from production to application and has a positive impact on the soil–plant–fertilizer system [8–10].

It should also be noted that agricultural soils are a major source of nitrous oxide (N_2O) and nitric oxide (NO). Nitrous oxide is a greenhouse gas and also a precursor compound involved in the depletion of the stratospheric ozone layer. Due to the lack of precipitation in the upper layers of the atmosphere, the removal of nitrogen oxides occurs very slowly, contributing to their accumulation in this region and altering the spectral composition of solar radiation [11].

Based on the above, the processes of producing granular urea with stabilized solubility, incorporating polyacrylamide into molten urea, were investigated

In our previous study [12], the chemical composition of encapsulated fertilizers based on molten urea with the addition of polyacrylamide and ethylcellulose was determined. It was shown that with the addition of polyacrylamide at a mass ratio of $(NH_2)_2CO$: polyacrylamide = 100 : (0.1–3.0), the dissolution time of urea granules increased by 8–15 times. Moreover, at the studied ratios, the granule strength increased from the initial 2.52 to 5.10 MPa, the hygroscopic point rose from 58.4% to 72.3%, while the pH and porosity decreased from 9.18 to 7.06 and from 5.75 to 5.25, respectively. It was also found that at the

ISSN 3030-3907

studied polyacrylamide addition ratios in molten urea, the density and viscosity of the melt increased slightly. The addition of 0.5 g of polyacrylamide per 100 g of molten urea at 135 °C resulted in an increase in melt density and viscosity from the initial 1.20 to 1.21 g/cm³ and from 2.62 to 4.53 cP, respectively.

In the present study, IR spectroscopic and thermal investigations of granular urea with stabilized solubility were carried out.

Materials and Methods. To obtain granular urea with stabilized solubility, $(NH_2)_2CO$ grade A, containing 46.3% N, and polyacrylamide were used as the main components. The primary reactive site in the polyacrylamide molecule is the amide group (–$CONH_2$). In aqueous or alkaline media, it can partially hydrolyze to form –COONa groups, resulting in an anionic polyacrylamide. Cationic and amphoteric forms can also be synthesized. Polyacrylamide is capable of forming complex compounds with metal ions, which ensures its effectiveness in water treatment and flocculation processes. Under the action of crosslinking agents, it can form a three-dimensional network structure, producing a strong hydrogel.IR spectroscopic analysis clearly identifies the characteristic vibration bands of polyacrylamide: stretching vibrations of –NH_2 groups (3200–3400 cm^{-1}), C=O group vibrations (around 1650 cm^{-1}), and C–N bonds (in the region of 1450 cm^{-1}). Polyacrylamide is widely used in various fields, including agriculture to enhance soil water permeability and prevent erosion, in water treatment for pollutant removal and colloidal particle flocculation, and other applications [13,14].

The experiments were conducted as follows: urea was melted in a metal cup on an electric hotplate, and polyacrylamide powder was added to the melt at 135–140 °C at a mass ratio of $(NH_2)_2CO$: polyacrylamide = 100 : (0.1–3.0). The temperature was maintained constant by heating, and the melt was stirred continuously for 1–2 minutes after dosing to achieve a homogeneous state. It was then transferred into a granulator, consisting of a metal cup with a perforated bottom, where the hole diameter was 1.0 mm. Pressure was applied at the top of the cup using a pump, and the melt was sprayed from a height of 35 meters. This process produced urea granules containing ethylcellulose. Subsequently, the chemical composition and granule strength were determined. The chemical composition and rheological properties of the melts are presented in [12].

Samples for IR spectroscopy were prepared by pressing a sample portion (1.0 mg) with 250 mg of potassium bromide, as well as by immersing the specimens in vaseline oil. IR measurements were performed using Spekord 75-JR and FTJR Fourier-transform spectrometers. The spectra were recorded over the wavenumber range from 4000 cm^{-1} to 400 cm^{-1}.

In the IR spectrum (Fig. 1) of the initial urea, bands in the 3100–3500 cm^{-1} region were observed, corresponding to the symmetric and asymmetric stretching

ISSN 3030-3907

vibrations of the amide group (NH_2). The bands at 2166–2794 cm^{-1} belong to the NH_2^+ group, while the bands at 1653 cm^{-1} and 1593 cm^{-1} correspond to the stretching vibrations of C=O and NH_2 bending vibrations, respectively. The bands at 1149–1002 cm^{-1} represent the stretching vibrations of C–N bonds.Figure 2 presents the IR spectrum of encapsulated urea with polyacrylamide. In the 1650–1670 cm^{-1} range, C=O stretching corresponds to the amide groups of urea and polyacrylamide. The broadened N–H stretching at 3200–3400 cm^{-1} is due to hydrogen bonding with the polymer. The addition of polyacrylamide enhances the N–H hydrogen bonding, indicating a slower separation of urea molecules within the hydrogel structure [15,16].

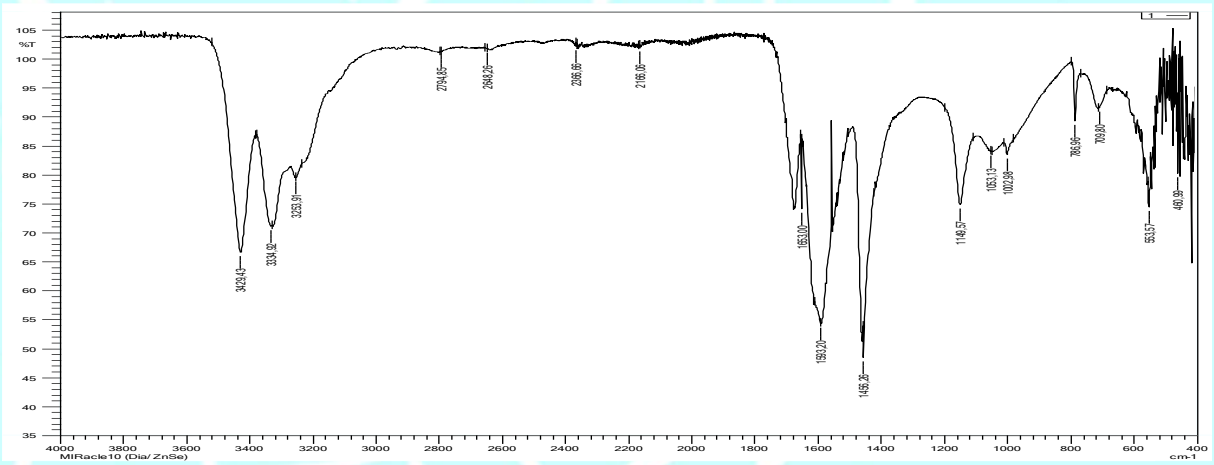


Fig. 1. IR spectrum of the original urea

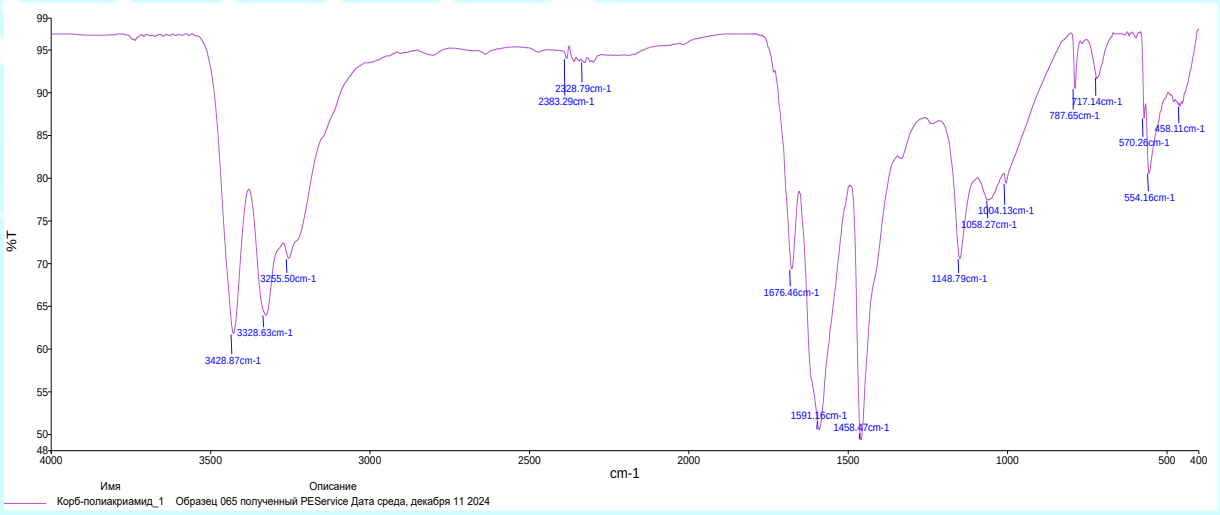


Fig. 2. IR spectrum of encapsulated urea with polyacrylamide

Figure 3 shows the DTA of the original urea, with the melting temperature recorded in the range of 132–135 °C. The melting process is endothermic, and no significant mass loss is observed at this stage. Above 150 °C, the main decomposition of urea occurs, producing ammonia and isocyanate.

$$CO(NH_2)_2 \rightarrow NH_3 + HNCO$$

HNCO molecules condense with each other, forming biuret, triuret, and cyanuric acid.

ISSN 3030-3907

$$2\ HNCO \rightarrow NH_2–CO–NH–CO–NH_2$$

During further decomposition and oxidation above 300 °C, gases such as CO_2, CO, and NH_3 are released. These processes define the practical limits of urea application. For example, when stored as a mineral fertilizer, stability at 150–200 °C is of great importance. In the experiment, the melting temperature of urea was determined to be 141 °C. The main mass loss occurred in the range of 200–270 °C (≈55%), with an endothermic peak recorded at 245 °C. In the subsequent stage (274–533 °C), a further 43% mass loss was observed, accompanied by an exothermic peak at 382 °C.

The results are fully consistent with the literature data. Urea is stable up to 150 °C, but above 200 °C, the main decomposition processes proceed intensively. This limits the thermal conditions for its practical application.

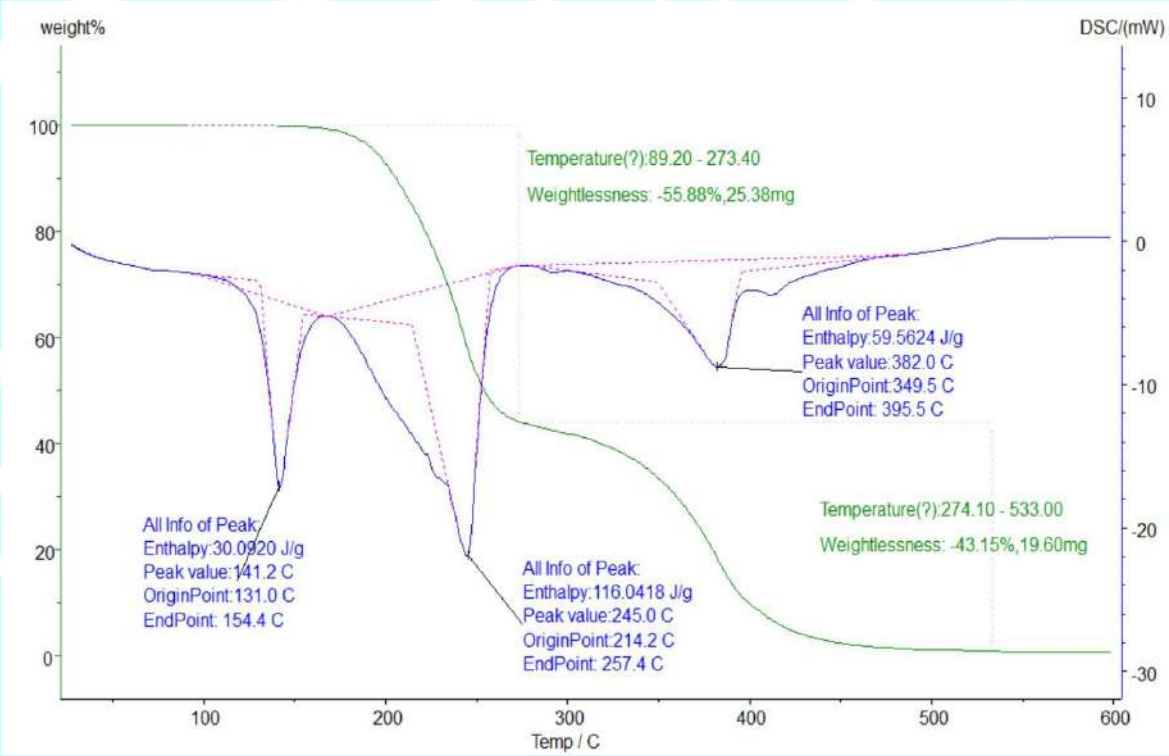


Fig. 3. DTA of the original urea.

ISSN 3030-3907

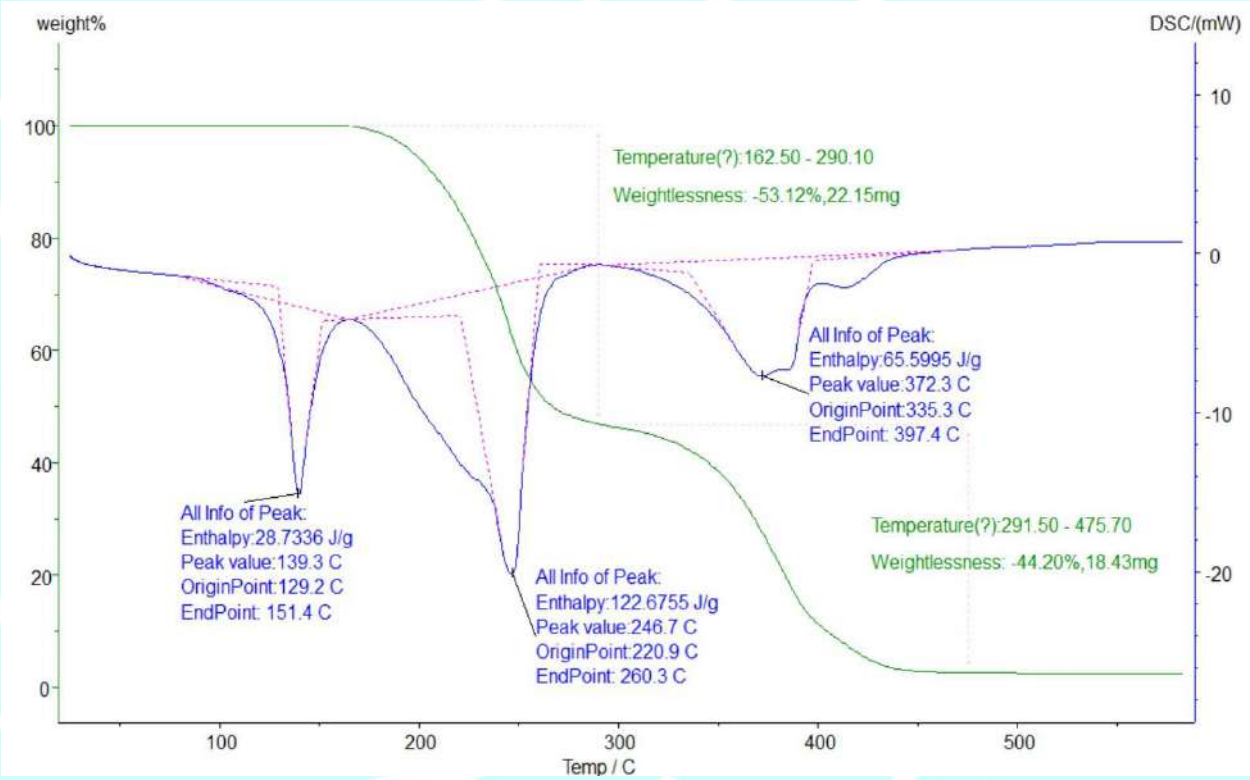


Fig. 4. DTA of encapsulated urea with polyacrylamide.

Figure 4 shows the DTA of encapsulated urea with polyacrylamide. The decomposition of polyacrylamide is mainly associated with deamidation processes in the range of 220–300 °C, accompanied by the release of ammonia and water: $–CH_2–CH(CONH_2)– \rightarrow –CH_2–CH(CN)– + H_2O$. At higher temperatures (>350 °C), chain scission occurs with the release of gaseous products. Such reactions lead to partial carbonization of the polymer chain, increasing the residual mass. The main mass loss was observed in the range of 162–290 °C (≈53%), with a strong endothermic peak recorded at 246 °C. In the subsequent stage, an exothermic peak was observed at 372 °C. These results are consistent with literature data.

Thus, the processes of producing granular encapsulated urea with stabilized solubility by adding polyacrylamide to molten urea were investigated to reduce solubility and urea losses in the soil and to enhance agrochemical efficiency. It was found that producing encapsulated urea with stabilized solubility using either ethylcellulose or polyacrylamide in molten urea not only decreases urea solubility in the soil but also positively affects the properties of urea. This is due to the formation of a more stable and compact crystalline structure of urea granules.

IR spectroscopic and thermogravimetric analyses of the obtained fertilizers were performed. Encapsulation of urea using polyacrylamide not only produces a homogeneous mass based on molten urea but also significantly improves the physicochemical and agrochemical properties of urea. The urea granules exhibit lower solubility compared to pure urea; that is, by reducing the dissolution rate of

ISSN 3030-3907

the fertilizer granules, they release nutrients gradually, thereby decreasing nitrogen losses in the soil. Ethylcellulose and polyacrylamide, by coating the granule surface, reduce solubility and irreversible losses in the soil, while also decreasing fertilizer consumption and enhancing agrochemical efficiency. This contributes to a substantial improvement in the agrochemical and agrophysical properties of the soil, thereby increasing its fertility.

REFERENCES

1. Song, Y., Ma, L., Duan, Q., Xie, H., Dong, X., Zhang, H., Yu, L. Development of Slow-Release Fertilizers with Function of Water Retention Using Eco-Friendly Starch Hydrogels // Molecules. 2024. Vol. 29, No. 20. Article 4835. DOI: 10.3390/molecules29204835

2. Mukhina, M. T. Slow-Release Fertilizers: Main Stages and Development Trends // Plodorodie. 2021. No. 4. P. 77–82. DOI: 10.25680/S19948603.2021.121.23

3. Baldanza, V. A. R., Santos, D. J., Santos, R. R., Melo, T. D. J., Santana, L. N., Araujo, E. M., Melo, T. J. A. Controlled-release fertilizer based on poly(butylene succinate) coatings // Journal of Applied Polymer Science. 2018. DOI: 10.1002/app.46858

4. Lu, P., Zhang, Y., Jia, C., Li, Y., Mao, Z. Use of polyurea from urea for coating of urea granules // SpringerPlus. 2016. Vol. 5. No. 457. DOI: 10.1186/s40064-016-2120-x

5. Rose, M. T., Perkins, E. L., Saha, B. K., et al. A slow release nitrogen fertiliser produced by simultaneous granulation and superheated steam drying of urea with brown coal // Chemical and Biological Technologies in Agriculture. 2016. Vol. 3, No. 1. DOI: 10.1186/s40538-016-0062-8

6. Tapia-Hernández, J. A., Madera-Santana, T. J., Rodríguez-Félix, F., Barreras-Urbina, C. G. Controlled and Prolonged Release Systems of Urea from Micro- and Nanomaterials as an Alternative for Developing a Sustainable Agriculture: A Review // Journal of Nanomaterials. 2022. Vol. 2022. DOI: 10.1155/2022/5697803

7. Ramalingappa, P., Singh, R., Shrivastava, M., Das, R., Sangwan, S., Misra, S. Environmental impact of nitrogen losses from agriculture under different management practices // iCRBE Procedia. 2020. Vol. 1, No. 1. P. 138–149. DOI: 10.32438/iCRBE.202052

8. Strelnikova, V. O., Taran, Yu. A. Production of a New Urea-Based Fertilizer Using Phosphogypsum as a Filler // Chemical Industry Today. 2023. No. 5. P. 29–37

9. Usanbayev, N. Kh., Namazov, Sh. S., Saydullayev, A. A. Application of bentonite in obtaining sulfur-containing urea based on a flush of urea and sulfur // Izvestiya Vuzov. Chemistry and Chemical Technology. 2024. Vol. 67, No. 4. P. 80–89. DOI: 10.6060/ivkkt.20246704.6922

ISSN 3030-3907

10. Usanbayev, N. Kh., Namazov, Sh. S., Saydullayev, A. A., Nu'monov, B. O. Production and Study of Properties of Sulfate-Containing Urea Based on Ammonium Sulfate and Molten Urea // Chemical Industry Today. 2023. No. 4. P. 58–65. DOI: 10.53884/27132854_2023_4_58
11. Kidin, V. V., Prasolova, A. A. Gaseous Nitrogen Losses and Soil Respiration Dynamics from Different Layers of Sod-Podzolic Soils // Agrochemical Bulletin. 2014. No. 5. P. 29–31
12. Raximov, K. I., Usanbayev, N. Kh., Namazov, Sh. S., Atabayev, H. A., Saydullayev, S. A. Production of slowly dissolving granulated urea with the additive of polyacrylamide to the urea melt // Science and Education in Karakalpakstan. 2023. No. 1/2. ISSN 2181-9203
13. Mohamed, M. H., Mohyaldinn, M. E. Polyacrylamide-Based Solutions: A Comprehensive Review on Nanomaterial Integration, Supramolecular Design, and Sustainable Approaches for Integrated Reservoir Management // Polymers. 2025. Vol. 17, No. 16. P. 2202. DOI: 10.3390/polym17162202
14. Antipova, S. G., Krupnin, A. E., Zakirov, A. R., Pobezhimov, V. V., Romanenko, D. A., Stolyarova, D. Yu., Chvalun, S. N., Grigoriev, T. E. Comprehensive Mechanical Testing of Polyacrylamide Hydrogels: Influence of Crosslinking Degree // Polymers. 2025. Vol. 17, No. 6. P. 737. DOI: 10.3390/polym17060737
15. Silverstein, R. M., Webster, F. X., Kiemle, D. Spectrometric Identification of Organic Compounds. 7th ed. New York: Wiley, 2005. 512 p.
16. Sojka, R. E., Entry, J. A. Influence of polyacrylamide application on water infiltration in agricultural systems // Journal of Environmental Quality. 2000. Vol. 29, No. 6. P. 1905–1914. DOI: 10.2134/jeq2000.00472425002900060025x

MODIFIKATSIYALANGAN POLIPROPILENNING FIZIK MEXANIK XOSSALARI TADQIQ QILISH

Xolmaxmatov Sardor Baxtiyor o‘g‘li
Magistr, Qarshi Davlar Universiteti
Ro‘ziqulov Azim Yusupovich
O‘qituvchi, Qarshi Davlar Universiteti
Karimov Oybek Tirkavovich
Qarshi Davlar Universiteti t,f.f.d., PhD,
E-mail: tirkavovichoybek@mail.ru

Annotatsiya: Namunalarning cho‘zilish kuchini aniqlash uchun Yaponiyaning Shimadzu firmasining AGS-X aparatidan (ГОСТ 11262-80) foydalanildi. Ushbu tadqiqotning amaliy tajribalari davomida 1%, 5% va 15% li alyuminiy atsetat bilan modifikatsiyalangan polipropilenning fizik mexanik xossalari natijalari tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: polipropilen, modifikatsiya, kompozit, alyuminiy atsetat, AGS-X aparati, diformatsiya, cho‘ziluvchanlik, uzilish ko‘chi.

Аннотация: Для определения предела прочности образцов на растяжение использовался прибор AGS-X (ГОСТ 11262-80) японской фирмы Shimadzu. В ходе практических экспериментов данного исследования были проанализированы результаты физико-механических свойств модифицированного полипропилена, 1 %, 5 % и 15 % ацетатом алюминия.

Ключевые слова: полипропилен, модификация, композит, ацетат алюминия, аппарат AGS-X, деформация, удлинение, разрывная нагрузка.

Abstract: An AGS-X tensile strength tester (GOST 11262-80) from the Japanese company Shimadzu was used to determine the tensile strength of the samples. During the practical experiments of this study, the physical and mechanical properties of modified polypropylene with 1%, 5%, and 15% aluminum acetate were analyzed.

Keywords: polypropylene, modification, composite, aluminum acetate, AGS-X apparatus, deformation, elongation, breaking load.

Kirish

Global miqyosda polimerlar asosida yangi kompozit materiallar ishlab chiqarishning ilmiy yechimlarining quyidagi muammolarini asoslash zarur: polimerlarga qo‘shiladigan mikro va nano o‘lchamdagi mineral qatlamli silikatlar uchun turli xil organik modifikatorlarni tanlash; dispers va tolali zarralar yordamida polimerni modifikatsiyalash uchun pardozlash vositalarini tanlash; polimerlar yuzasidan mineral dispers zarrachalar yuzasini yopishtiruvchi vositalar yordamida olingan polimer kompozit materiallarning fizik-mexanik xususiyatlarini

ISSN 3030-3907

yaxshilash; yaxshilangan ishlash ko‘rsatkichlari va yonish qarshiligini oshiradigan materiallarni yaratish [1;].

Modifikatsiyalangan polipropilendan olingan materiallar avval xarajatlarni kamaytirish uchun ishlatilgan bo‘lsa, keyingi yillarda mineral modifikatorlar kiritilishi polimerni xossalari (deformatsiya, siqiluvchanlik, oquvchanlik, chidamlilik va h.k) ni yaxshilashga xizmat qilmoqda. Modifikatorlar orasida talk, kalsiy karbonat, metall birikmalar bilan modifikatsiya qilish so‘nggi yillarda ancha rivojlanib bormoqda.

Kamaytirilgan ta’sir kuchi polimerning kristallanish darajasini α va β fazalar nisbatini hamda deformatsiya vaqtida modifikator zarralar chegaralaridagi kuchlanishlar konsentratsiyasini o‘zgartiruvchi talkning yuqori nukleatsion qobiliyati bilan bog‘liq [2;162-166 b].

Hozirgi vaqtda yaxshilangan ishlash xususiyatlariga ega polimer materiallarni (PM) olishning eng mashhur usuli bu to‘ldiruvchilardir. Biroq, ko‘p hollarda, to‘ldiruvchilar moddalarining kiritilishi polimerning xususiyatlarga ta’sir qilmaydi yoki sovuqqa chidamliligining pasayishiga va modifikatsiyalangan polimerlarning mo‘rtligining oshishiga olib keladi, bu ayniqsa yuqori to‘ldirilgan plastmassalarga xosdir. Bundan tashqari, qoida tariqasida, to‘ldirish mahsulotlarni qoliplashni qiyinlashtiradi [3;22-26, 4; 560, 5; 462, 6; 61-63 b].

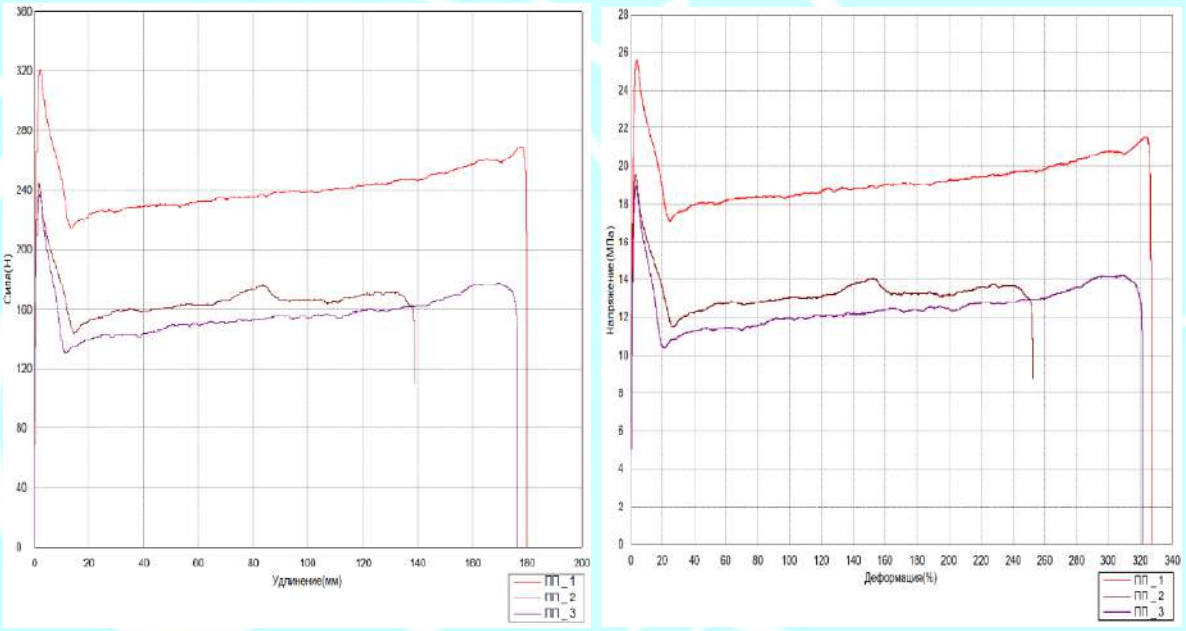
Modifikatsiyalangan polimerlarning fizik mexanik taxlil natijalari.. ***Namunalarning cho‘zilish kuchini aniqlash***. Cho‘zilish kuchininig chegarasini aniqlash uchun, parchalanish vaqtiga nisbatan uzayish, namuna bir xil tezlikda, uning yo‘q qilinishiga qadar o‘rnatiladi. Mashinaning faol tutqichining harakat tezligi 20 mm/min. Bir tomonlama kompozit materiallarni sinash uchun namunalar to‘rtburchaklar kesimning chizig‘i shaklida ishlatilgan va ular uchlarida mahkamlangan (ГОСТ 11262-80).



1-rasm. Namunalarning cho‘zilish kuchini aniqlash asbobi AGS-X aparati.

Polipropilenning fizik mexanik xossalari tahlili.

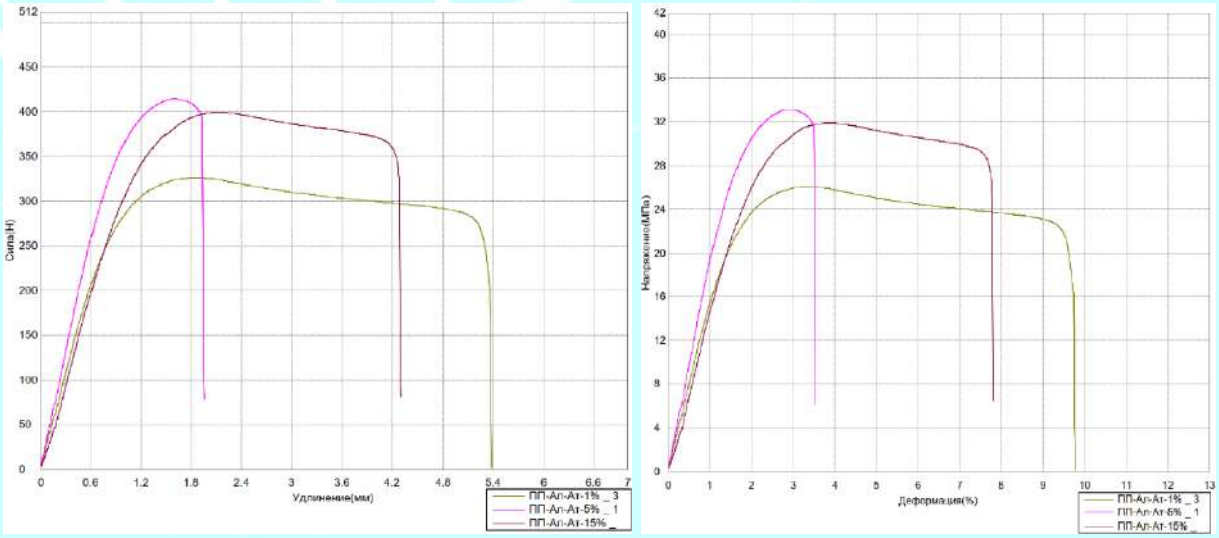
ISSN 3030-3907



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% li alyuminiy asetat bilan modifikatsiyalangan polipropilenning fizik mexanik xossalari natijalari tahlili.



1-rasm. Alyuminiy asetat bilan modifikatsiyalangan PP ning fizik-mexanik xossalarini alyuminiy asetat massa ulushiga bog‘liqligi.

1% li alyuminiy asetat bilan modifikatsiyalangan polipropilenni cho‘zganimizda dastlab 250 N gacha chuzilish sodir bo‘lmaydi. Cho‘zilish 250 N dan oshganda bosim 20 MPa da chuzilish boshlanadi va cho‘zilish 5,4 mm ga etganda kuch 280 N bosim 23 MPa deformatsiya 9,8 % ga etganda uzilish sodir bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

5% li alyuminiy asetat bilan modifikatsiyalangan polipropilenni cho‘zganimizda dastlab 350 N gacha chuzilish sodir bo‘lmaydi. Cho‘zilish 350 N dan oshganda bosim 24 MPa da chuzilish boshlanadi va cho‘zilish 2,2 mm ga etganda kuch 400 N bosim 32 MPa deformatsiya 3,6 % ga etganda uzilish sodir bo‘ladi.

15% li alyuminiy asetat bilan modifikatsiyalangan polipropilenni cho‘zganimizda dastlab 360 N gacha chuzilish sodir bo‘lmaydi. Cho‘zilish kuch 360 N dan oshganda bosim 28 MPa da chuzilish boshlanadi va cho‘zilish 4,4 mm ga etganda kuch 365 N bosim 29 MPa deformatsiya 7,8 % ga etganda uzilish sodir bo‘ladi.

1 -jadval

Alyuminiy asetat bilan modifikatsiyalangan PP ning fizik-mexanik xossalarini alyuminiy asetat massa ulushiga bog‘liqlik jadvali

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+AlAs 1%	250 N, 20 MPa	5,4 mm	280 N, 23 MPa	9,8 %
PP+AlAs 5%	350 N, 24 MPa	2,2 mm	400 N, 32 MPa	3,6 %
PP+AlAs 15%	360 N, 28 MPa	4,4 mm	365 N, 29 MPa	7,8 %

Xulosa. Toza polipropilenning cho‘zilish boshlangandagi kuchi va bosim 161 N, 19,6 MPa ni tashkil qiladi. Uzilishdagi kuch (N) va bosim (MPa) esa 200 N, 16,4 MPa ni tashkil qilmoqda. Biz olgan modifikatsiyalangan polipropilenning ushbu ko‘rsatkichlari sezilarli darajada ortganini ko‘rishimiz mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ней Зо Лин.Технологические и эксплуатационные свойства наномодифицированного полиэтилена // Диссер-тация на соискание ученой степени кандидата технических наук Москва 2017г.

ISSN 3030-3907

2. Березина, С.М. Роль эластичных и жестких включений в процессах пластического течения и разрушения наполненного полипропилена: Дис. канд. хим. наук: 02.00.06. / С.М. Березина. Москва.: ИХФ РАН, 2005. 162 с.
3. Кербер М. Л., Головкин Г. С., Горбаткина Ю. А. Полимерные композиционные материалы / под ред. А. А. Берлина. СПб.: Профессия, 2009. 560 с.
4. Ксантос М. Функциональные наполнители для пластмасс. / пер. с англ. под ред. В. Н. Кулезнева. СПб.: Научные основы и технологии. 2010. 462 с.
5. Григоров А., Кравченко Н. Черная палитра рынка концентратов // Пластикс. Наполнители и добавки. 2012. № 11 (117). С. 22–26.
6. Karimov O.T, Сафарова М.А, Нуркулов Ф.Н, Джалилов А.Т Дериватограммный анализ композита полипропилена с 15% ацетата меди. Universum: химия и биология: научный журнал. – № 10(100). Часть 1. Октябрь 2022 Часть 1. 61-63 с.

ISSN 3030-3907

TURLI MANBALARDAN XITOZAN SINTEZI VA XOSSALARI

Abdurasulov Arslon To‘ychiyevich
O‘zR FA Polimerlar kimyosi va fizikasi instituti,
Toshkent 100128, O‘zbekistan
E-mail: abdurasulovarslon82@gmail.com

Annotatsiya. Qisqichbaqa qobig‘idan uch bosqichli deproteinlash, demineralash va deasetillash jarayonlari orqali olingan xitozan namunalarining deasetillanish darajasi 84% ga tengligi konduktometrik titrlash usuli yordamida, molekulyar massasi 788 kDa ga tengligi esa viskozimetrik o‘lchashlar orqali aniqlandi hamda fizikaviy va biologik xossalari o‘rganildi. Dinamik yorug‘lik tarqalishi (DLS) usuli asosida zarracha o‘lchami 28–384 nm oralig‘ida, asosiy taqsimot 384 nm (89,9%) atrofida ekanligi aniqlandi.

Kalit so‘zlar*:* Qisqichbaqa qobig‘idan uch bosqichli deproteinlash, demineralash va deasetillash, xitozan *Bombyx mori*

Abstract. Chitosan samples obtained from crayfish shells through the three-step processes of deproteinization, demineralization, and deacetylation were analyzed for their degree of deacetylation and molecular weight. The degree of deacetylation determined by conductometric titration was 84%, while the molecular weight measured by the viscometric method was 788 kDa. Their physical and biological properties were also studied.According to the data obtained by the dynamic light scattering (DLS) method, the particle size ranged from 28 to 384 nm, with the main distribution corresponding to 384 nm (89.9%).

Keywords*:* Three-step deproteinization, demineralization, and deacetylation of crab shell, chitosan from *Bombyx mori*

Аннотация. Образцы хитозана, полученные из панцирей раков посредством трёхступенчатых процессов - депротеинизации, деминерализации и деацетилирования, были исследованы на степень деацетилирования и молекулярную массу. Степень деацетилирования, определённая методом кондуктометрического титрования, составила 84%, а молекулярная масса, измеренная вискозиметрическим методом, - 788 kDa. Также были изучены их физические и биологические свойства.

Согласно данным метода динамического рассеяния света (DLS), размер частиц находился в диапазоне 28–384 нм, при этом основное распределение приходилось на размер 384 нм (89,9%).

Ключевые слова*:* Трёхэтапное депротеинирование, деминерализация и деацетилирование раковины краба, хитозан из *Bombyx mori*

Kirish

Bugungi kunda tut ipak qurti g`umbagi, nobud bo`lgan asalari qoldiqlari, zamburuglar, qisqichbaqalar, ba’zi suvo‘tlari, kabi manbalardan xitozan (XZ)

ISSN 3030-3907

ajratib olish va ular asosidagi preparatlarning xalq xo‘jaligining turli tarmoqlarida qo‘llanilish ko‘lami kengayib bormoqda. Xitozan namunalarining qaysi manbadan olinishidan qattiy nazar ular biomoyilligi, bioparchalanuvchanligi, biologik faolligi, ekologik xavfsizlik singari xossalarni namoyon qiladi.

Jumladan, daryo qisqichbaqasi qobig‘idan olingan *Crab Shells* xitozani ikki bosqichda olingan. Birinchi bosqichda xitin olish jarayoni 7% 60°C NaOH eritmasi bilan 100°C da 24 soat davomida amalga oshirildi. Ikkinchi bosqichda esa xitozan olish jarayoni 50% NaOH eritmasi bilan 100°C da 10 soat davomida amalga oshirildi. Olingan xitozan deasetillanish darajasi 84% ga tengligi konduktometrik titrlash usuli yordamida, molekulyar massasi 788 kDa ga tengligi esa viskozimetrik o‘lchashlar orqali aniqlandi. IQ-spektroskopik usulda o‘rganilgan. Bunga ko‘ra, 1220 sm^{-1} va 1020 sm^{-1} diapazonlarda kuzatilgan yutilish sohalari XZ tarkibidagi erkin aminoguruhlarni (-NH_2) ifodalaydi. Daryo qisqichbaqasi qobig‘ining 40 g kukunida mavjud bo‘lgan minerallarni deminerallashdan so‘ng 23 g xitin olingan va umumiy quruq vaznning (39,53%) ni tashkil etgan [1].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Adabiyotlarga ko‘ra, qisqichbaqa chig‘anoqlaridan *Crab Shells* xitozanini olish deproteinlash, deminerallash va deasetillash bosqichlaridan iborat [2]. Mualliflar qisqichbaqa qobig‘i uchun uch xil ya’ni mangrov qisqichbaqasi qobig‘i (K1), mayda qisqichbaqa qobig‘i (K2) va kappa qisqichbaqasi qobig‘ini (K3) xom-ashyo sifatida olib, xitozanni bosqichma-bosqich ajratish bo‘yicha tadqiqotlar o‘tkazishgan (1-jadval).

1-jadval.

***Crab Shells* xitozan namunasi natijalari [2]**

namuna	xom-ashyo, (g)	deminerallash, g	deproteinlash, g	deatsetillash, g
K1	100	57,4	50,5	38,5
K2	100	60,6	50,4	44,0
K3	100	59,0	50,4	41,0

K2 namunadan nisbatan ko‘proq *Crab Shells* xitozani olingani jadvalda keltirilgan daryo qisqichbaqasi chig‘anog‘i tarkibida 20-30% xitin mavjud bo‘lishi aniqlangan [3]. Qisqichbaqa chig‘anoqlari 3,5% NaOH eritmasi bilan 65°C da 2 soat davomida aralashtirib deproteinlangan. So‘ngra xona haroratida 30 daqiqa davomida 1N HCl bilan deminerallab, xona haroratida 2 soat davomida quritilgan. Shundan so‘ng, 5 daqiqa 0,315% natriy gipoxlorit eritmasi bilan oqartirilgan. Deasetillash 50% NaOH eritmasi bilan 100°C da 5-6 soat davomida amalga oshirilib, dist. suv bilan yuvilgan va pechda 24 soat davomida 60°C da quritilgan [4] sintez qilingan *Crab Shells* xitozanining deatsetillanish darajasi 79,68% [5] molekulyar massasi 450 kDa [6] ga tengligi aniqlangan.

ISSN 3030-3907

Crab Shells daryo qisqichbaqasi va *Aspergillus niger* qo‘ziqorinlarning qobig‘idan 37,5% va 39,3% unum bilan xitozan olingan va IQ-spektroskopiyasi yordamida xarakterlangan. *Crab Shells* xitozanining IQ-spektri 500,05 sm^{-1} va 3880,60 sm^{-1} diapazonda, *Aspergillus niger* xitozanining FT-IR spektri 564,67 sm^{-1} va 3451,92 sm^{-1} diapazonda joylashgan asosiy cho‘qqilarni qayd etgan. Xitozanning spektr cho‘qqilari yordamida *Crab Shells* va *Aspergillus niger* xitozanlarning deatsetillanish darajasi 90% va 60% ga tengligi aniqlangan [7].

Suvda eruvchan xitozan (XZ) bir necha jarayonlar yordamida qisqichbaqa qobig‘i chiqindilaridan sintez qilingan. Xitinni deatsetillash har xil haroratlarda, ya’ni 50÷100°C da amalga oshirilib, eruvchan XZ ning optimal rentabelligi 90°C haroratda olingan. XZ ning eng yuqori DD-84,34% ni tashkil etib, bu 90°C da deatsetillanish natijasida olingan. Xona haroratida XZ ning optimal eruvchanligi 1,842 g/L, 40°C da 1,846 g/L ni tashkil etgan bo‘lib, bu 90°C da XZ ni deatsetillash natijasida olinganligi aniqlangan [8]. Qisqichbaqa chig‘anoqlari harorat va vaqtning turli xil ishlov berish sharoitlarda NaOH va HCI bilan uch bosqichda: deproteinlash, deminerallash va deatsetillab XZ olingan. Olingan XZ dinamik yorug‘lik tarqalishi (DLS), Brunauer Emmett Teller (BET) va termogravimetrik analiz (TGA) yordamida tavsiflangan. DLS, BET va TGA mos ravishda olingan XZ ning o‘rtacha zarracha hajmi 729 nm bo‘lib o‘rtacha polidispers, sirt maydoni 12,67 m^2/g ga teng tabiatda mezoporoz va 143°C gacha termik barqarorligiga ega ekanligi aniqlangan [9].

Xitozan turli xil boshlang‘ich xomashyolardan: baliq tangachalari, qisqichbaqalar qobig‘idan xitinni deatsetillanish jarayoni yordamida 6 soat davomida 90°C da 40% KOH eritmasi bilan olingan. Olingan xitozan IQ-spektroskopik tahlili bilan tavsiflangan. Aminoguruh mavjudligi sintez qilingan XZ ning IQ-spektrlari tasdiqlangan va baliq tangachalari bilan qisqichbaqa qobig‘idan olingan XZ ning IQ-spektrlari usuli bilan hisoblangan DD mos ravishda 75% va 78% ni tashkil etgan [10].

Ushbu ishda ko‘k qisqichbaqa qobig‘i chiqindilaridan sintez qilingan XZ ning antioksidant va antibakterial potensiallari o‘rganilgan. Sintezlangan XZ ning antioksidant faolligi askorbin kislota standarti (87,61±1,34) bilan solishtirganda o‘rtacha (55,30±5,05%) ekanligi aniqlangan, shuningdek, *Staphylococcus aureus* va *Escherichia coli* ga qarshi o‘rtacha antibakterial ta‘sir ko‘rsatgan [11].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotni bajarishda *Sigma Aldrich* firmasiga tegishli “kimyoviy toza” markali NaOH, H_2O_2, HCl, CH_3COOH singari kimyoviy reagentlardan foydalanildi.

Viskozimetrik tadqiqotlar

ISSN 3030-3907

Xitozanning molekulyar massasi (MM) viskozometrik usul yordamida aniqlanadi. Qovushqoqlikni aniqlash uchun 0,5% li xitozan eritmasi 0,33 M atsetat bufer eritmasida eritildi. Mark-Kun-Houwink formulasi yordamida MM hisoblangan:

$$[\eta] = K \cdot M^{\alpha}$$

Namunalarning xarakteristik qovushqoqliklari Ubbelode viskozimetrida 25°C da termostatda erituvchining oqib o‘tish vaqti bilan o‘lchandi. Bunday sharoitda α va K indekslari α=0,83; $K=1,4\cdot10^{-4}$ ga teng bo‘ladi.

Konduktometrik titrlash

Xitozanning deatsetillanish darajasini aniqlash uchun $9,2\cdot10^{-2}$ g xitozan o‘lchab olindi va 20 ml 0,02 N HCl eritmasida eritildi, eritmaning boshlang‘ich pH qiymati 1,6 ga teng. Keyin xitozan eritmasi har 30 sekundda 0,1 M NaOH fiksanal eritmasi bilan titrlanib, sarflangan ishqor miqdori va eritmaning elektro‘tkazuvchanligi aniqlandi.

IQ-spektroskopik tahlillar

IR Tracer-100 spektrometri BRUKER (Germaniya) yordamida xitozanning IQ-spektroskopik tadqiqotlari amalga oshirildi. *IRTracer-100* 60000:1 yuqori nisbatdagi tovush/shovqin, 0,25 sm^{-1} o‘tkazuvchanlikdagi va soniyada 20 spektrgacha qayd qilish imkonini beruvchi tezkor skanerlash rejimida ishlash qobiliyati bilan ajralib turadi.

AKM-tadqiqotlar

Ph. Eur±0,01 ga muvofiq kaliy dixromat bilan UV fotometriyasining aniqligi 22°C haroratda *AFM Agilent* 5500 atom kuchlanishli mikroskop (AQSh) yordamida *Crab Shells* xitozani plyonkalarning morfologiyasi o‘rganildi. Ishni bajarishda qattiqligi 9,5N/m va 145 кГц ga teng bo‘lgan kremniy idishlar ishlatildi. X,Y da ASM ni maksimal ko‘rish maydoni 15x15 mkm^2, Z da - 1 mkm.

DLS-o`lchashlar

Xitozan namunalarining biodegradatsiyalanishi suvli muhitda zarrachalar tarqalishi, taqsimlanishi va zarra o‘lchamlari *Photocor* analizatori yordamida dinamik yorug‘lik tarqalishini tadqiq qilish orqali aniqlandi. Ushbu usul tarqalgan yorug‘lik intensivligidagi tebranishlarni qayd etish orqali dispers zarrachalarning o‘rtacha diffuziya tezligini o‘lchashga asoslangan. Bu usul yordamida eritmadagi dispers zarrachalarning diffuziya koeffitsientini bevosita o‘lchash orqali zarracha hajmini hisoblab topish mumkin. Amaldagi *Photocor* analizatori yordamida 278-363 K harorat intervalida zarralar, agregatlar, komplekslarning hosil bo‘lish va parchalanish jarayonlarini o‘rganish imkonini beradi.

Rentgeno-strukturaviy tadqiqotlar

ISSN 3030-3907

Rentgenografik tadqiqotlar XRD-6100 (*Shimadzu, Yaponiya*) qurilmasida qayd etilgan diffraktogrammalar asosida amalga oshirildi. CuKα-nurlanish (β-filtr, Ni, 1,54178 Å) tok rejimida va trubka kuchlanishi 30 mA, 30 kV da amalga oshirildi. 0,02 darajali, 4 daraja/min qadam bilan doimiy detektor aylanish tezligi qo‘llanilgan (ω/2θ-bog‘lanish) va skanerlash burchagi 4 dan 80° gacha o‘zgartirildi.

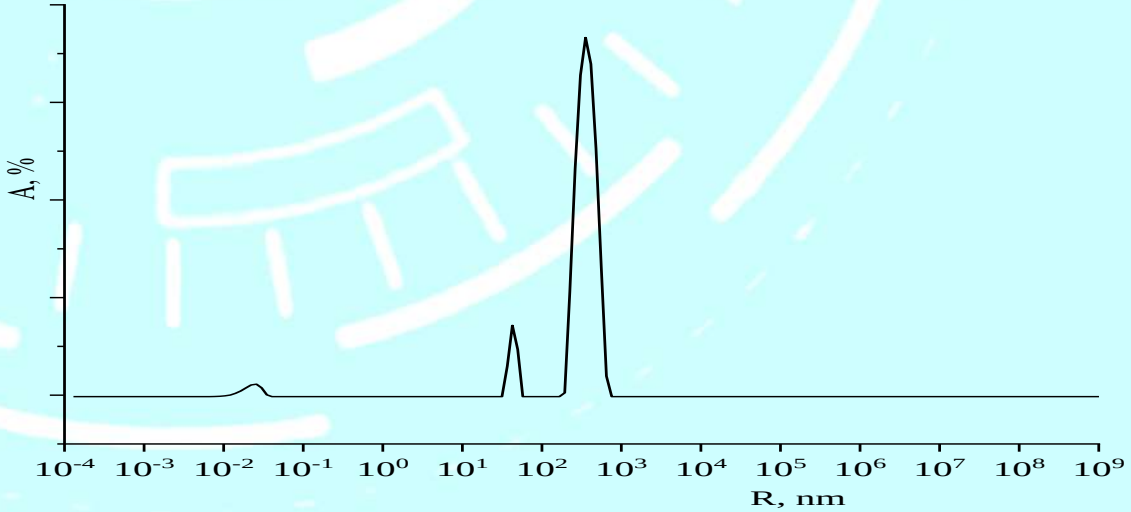
Termogravimetrik va differentsial termik tahlillar

XZ namunalarining termogravimetrik va differentsial termik tahlili TG 209 F1 termogravimetrik analizatorida o‘rganildi. Kimyoviy barqarorlik turli kontsentratsiyali kuchli oksidlovchi kislotalarga hamda yuqori haroratda kuchli asosga nisbatan o‘rganildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

DLS analiz natijalari

Crab Shells xitozanining eritmalaridagi zarrachalar o‘lchami *DLS* analizatori yordamida tekshirildi [13].



3-rasm. *Crab Shells* xitozani eritmasining *DLS* analiz natijalari

3-jadval.

***Crab Shells* xitozanining eritmadagi zarracha o‘lchamlari**

Peak Num	Area	Mean	Position	STD
1	0.024	0.025	0.028	0.005
2	0.077	47.03	46.16	6.231
3	0.899	401.3	383.6	108.5

Crab Shells xitozani eritmasining zarracha hajmi va rangi barqaror bo‘lgach, zarrachalarning o‘lchami aniqlandi. Zarrachalarning eritmadagi tarqalish gistogrammalari bo‘yicha tajriba natijalari shuni ko‘rsatadiki, xitozan eritmasidagi zarrachalar gidrodinamik radiusi o‘rtacha 28-384 nm ga tengligi ko`rsatildi. Sintez qilingan namunaning 2,4% zarrachalari 28 nm gidrodinamik radiusga ega

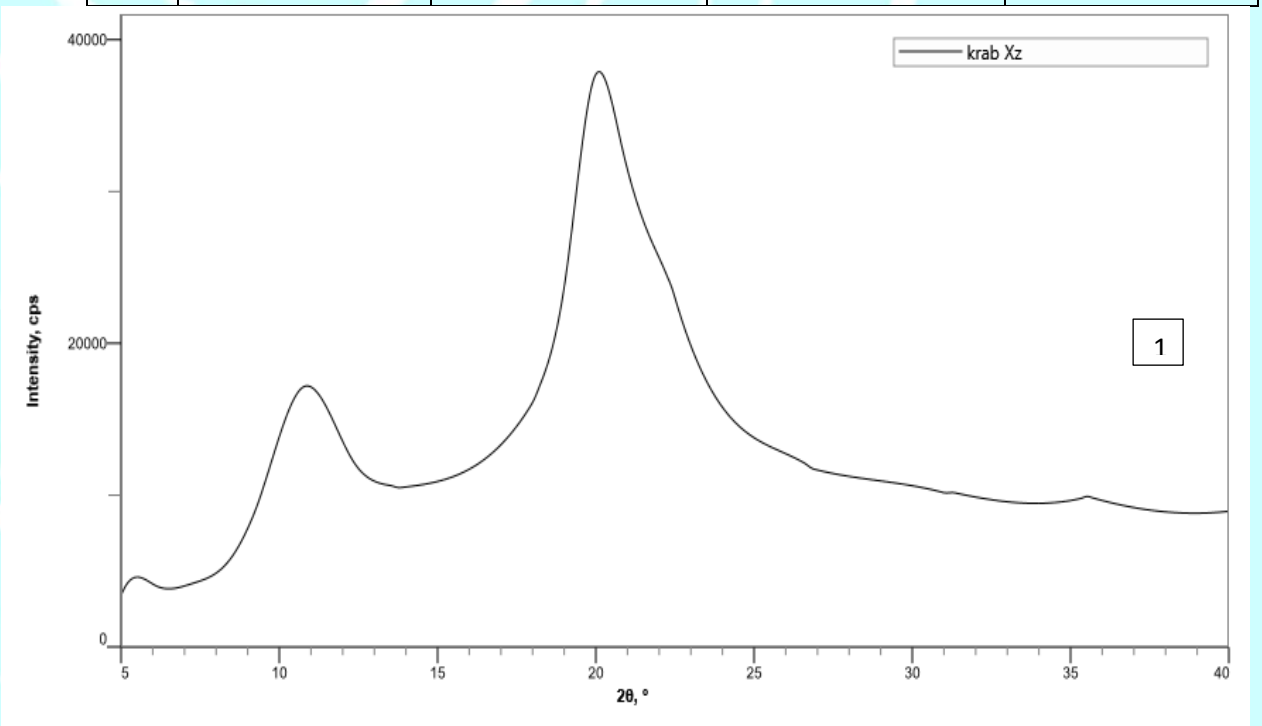
ISSN 3030-3907

bo‘ldi, 7,7% zarrachalar esa 46,16 nm hamda 89,9% zarrachalar 384 nm o‘lchamda ekanligi aniqlandi.

4-jadval.

***Crab Shells* xitozanining rentgen fazaviy analizi**

№	2θ, °	d, Å	FWHM, °	Size, Å
1	9.505(11)	9.297(11)	1.24(3)	67.3 (16)
2	12.39 (12)	7.14(7)	3.0(5)	28(4)
3	19.348(3)	4.5840(6)	2.629(13)	32.02(16)
4	28.40(17)	3.140(18)	5.4(5)	15.9(16)
5	38.97(9)	2.309(5)	3.76(16)	232.4(10)



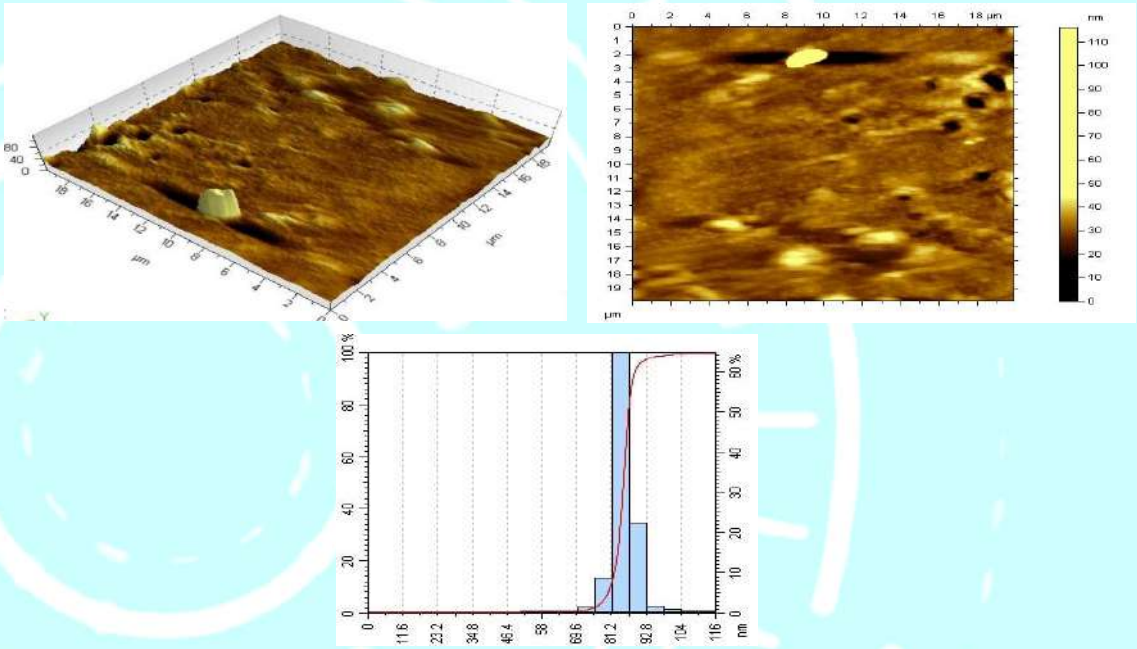
4-rasm. *Crab Shells* xitozani difraktogrammasi

Crab Shells xitozanining namunasi bo‘yicha eksperimental ma’lumotlardan ko‘rinib turibdiki, xitozan ikkita xarakterli cho‘qqilarni ko‘rsatadi, biri 2θ =20° da kuchli cho‘qqi, ikkinchisi 2θ=10° da zaif cho‘qqi borligi aniqlandi. 20°da cho‘qqining mavjudligi aminoguruhlar (-NH_2) borligi aniqlandi va adabiyotda [14] keltirilgan ma’lumot bilan taqqoslaganda mosligi o‘rganildi.

***Crab Shells* xitozanining atom kuchlanishli mikroskopik (AKM) tahlili**

Crab Shells xitozani plyonkasi olinib, uning morfologiyasi AKM vositasida o‘rganildi (6-rasm).

ISSN 3030-3907



5-rasm. *Crab Shells* xitozani matritsasi bo‘ylab zarralar tarqalishining gistogrammalari

Olingan natijalar plyonkalar yuzasida turli o‘lchamdagi sferik va nosferik zarrachalar mavjudligini ko‘rsatadi (6-rasm). Analiz natijalarida o‘lchami 69,6÷116 nm gacha, jumladan, o‘rtacha 82,5 nm bo‘lgan nanozarrachalar hosil bo‘lganligi aniqlandi. Nanozarrachalar hosil bo‘lishi yuza sirtini oshiradi, bu esa reagent sirtiga boshqa reagent qo‘llaganda diffuziyani kuchaytirib beradi. 1 mikrongacha bo‘lgan diapazonda zarrachalar agregativ barqaror bo‘ladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Shunday qilib, daryo qisqichbaqasi qobig‘idan uch bosqichda: deproteinlash, deminerallash va deasetillash orqali *Crab Shells* xitozani olindi. XZ makromolekulasida 3357 sm^{-1} teskari ishorada kuchli cho‘qqi $–NH_2$ guruhning mavjudligi o‘rganildi. Tanlangan sintez sharoitida nanozarrachalar o‘lchami 69,6÷116 nm gacha intervalda hosil bo‘lishi aniqlandi. *Crab Shells* xitozani plyonkasi olinib, uning morfologiyasi AKM vositasida o‘rganildi Analiz natijalariga ko`ra, o‘rtacha o`lchami 82,5 nm bo‘lgan nanozarrachalar hosil bo‘lganligi aniqlandi.

ADABIYOTLAR

1. Osemba Martin Ouma, Mary Muriuki-Hutchins, Samuel Karenga & Godfrey Keru. “Production of Chitosan from Crab Shells”. *International Journal of Advanced Research,* Vol. 7, №.1, 2024, pp. 244-250, doi:10.37284/ijar.7.1.2193.

2. KR Ningtyas, M Muslihudin, V Elsyana. Isolation and characterization chitosan from varied crab shell. International Conference On Agriculture and Applied Science. 2020, pp. 41-44, doi : https://doi.org/10.2581/icoaas.v1i1.2008.

3. Shyama Sarker Tuli, Md. Mirajul Islam, Tamanna Sultana, Shehanul Alam Shuvo, Tasnim Binte Noor, Earun Sultana Api. Deracination and characterization

ISSN 3030-3907

of chitin and chitosan from waste crab shell. Journal of Emerging Technologies and Innovative Research. 2022, Volume 9, Issue 6. pp. 575-584.

4. Darjily Dharmaraj Rajaselvi, Priya Sundararajan, Shanmuga Priya Ramasamy, Krishnaveni Narayanaswamy, Michael Antonysamy. Production and Characterization of Chitosan extracted from crab shell as a clarifying agent for fruit juices. Journal of Survey in Fisheries Sciences. 10(4S) 2023, pp. 2904-2919.

5. Nurwanti Fatnah, Dewiantika Azizah, Mutiara Dwi Cahyani. Synthesis of Chitosan from Crab's Shell Waste (Portunus pelagicus) in Mertasinga-Cirebon. International Conference on Progressive Education. 2019, pp. 370-375.

6. Gîjiu C.L.; Isopescu R., Dinculescu D.; Memecic˘a M., Apetroaei M.-R.; Anton M., Schröder V., R˘au I. Crabs Marine Waste—A Valuable Source of Chitosan: Tuning Chitosan Properties by Chitin Extraction Optimization. Polymers 2022, 14, 4492. doi.org/10.3390/polym14214492.

7. Abirami S, Emilin RR, Antony VS, et al. Extraction of Chitosan from Crab Shell and Fungi and Its Antibacterial Activity against Urinary Tract Infection Causing Pathogens. J Pure Appl Microbiol. 2021;15(2):968-975. doi: 10.22207/JPAM.15.2.55.

8. Pădureț u, C.-C., Isopescu, R., Rău, I., Apetroaei, M. R., & Schröder, V. (2019). Influence of the parameters of chitin deacetylation process on the chitosan obtained from crab shell waste. Korean Journal of Chemical Engineering, 36(11), 1890–1899. doi:10.1007/s11814-019-0379-7 .

9. Sumaila A., Ndamitso M. M., Iyaka Y.A., Abdulkareem, A.S., Tijani J. O., Idris M.O. Extraction and Characterization of Chitosan from Crab Shells: Kinetic and Thermodynamic Studies of Arsenic and Copper Adsorption from Electroplating Wastewater. Iraqi Journal of Science, 2020, Vol. 61, No. 9, pp: 2156-2171. DOI: 10.24996/ijs.2020.61.9.2.

10. Suneeta Kumari, Sri Hari Kumar Annamareddy, Sahoo Abanti, Pradip Kumar Rath. Physicochemical properties and characterization of chitosan synthesized from fish scales, crab and shrimp shells. International Journal of Biological Macromolecules. 104 (2017). 1697–1705. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.04.119.

11. Cansu Metin, Yunus Alparslan, Tuba Baygar, Taçnur Baygar. Physicochemical, Microstructural and Thermal Characterization of Chitosan from Blue Crab Shell Waste and Its Bioactivity Characteristics. Journal of Polymers and the Environment (2019) 27:2552–2561. doi.org/10.1007/s10924-019-01539-3.

12. Щербакова Л.А. Развитие резистентности к фунгицидам у фитопатогенных грибов и их хемосенсибилизация как способ повышения защитной эффективности триазолов и стробилуринов (обзор) Сельскохозяйственная биология, 2019, том 54, ¹ 5, с. 875-891 Москва.

ISSN 3030-3907

13. Ergashev, Q., & Yusupov, M. (2024). O‘ZBEKISTONNING YASHIL IQTISODIYOTGA O‘TISH STRATEGIYASI: MUAMMOLAR VA RIVOJLANISH YO‘NALISHLARI (5-sho‘ba). Nordic_Press, 4(0004).
14. Ying G.Q., Yang H., Yi Y., F. Xu Relationships between the molecular structure and moisture-absorption and moisture-retention abilities of succinyl chitosan. African Journal of Biotechnology Vol. 8 (17), pp. 4260-4264, 1 September 2009.
15. Fikry M. Reicha, Ayman S. Shebl, Faried A. Badria and Ahmed A. EL-Asmy. Electrochemical synthesis, characterization and biological activity of chitosan metal complexes. International Journal of Basic and Applied Chemical Sciences. 2012. Vol. 2 (1). pp. 7-22.

ISSN 3030-3907

ОСОБЕННОСТИ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО СТРОЕНИЯ И МОДЕЛИРОВАНИЯ ПРОДУКТИВНЫХ ГОРИЗОНТОВ БУХАРО-ХИВИНСКОГО РЕГИОНА

Султонов Нодир Нормуродович
PhD Каршинский государственный технический университет
Аббасова Саидахон Акмал кизи
PhD Ташкентский государственный технический университет
Мавланов Зафар Алланазарович
Самостоятельный соискатель, Каршинский государственный технический университет
Турдиев Шохжахон Шермамат угли
Докторант, Каршинский государственный технический университет
Агзамова Севара Авазовна
PhD Ташкентский государственный технический университет

Аннотация. Приведены характеристики горных пород различных фациальных зон Бухаро-Хивинского региона, а также результаты геолого-гидродинамического моделирования карбонатных пород методом гидравлических единиц потока ряда месторождений углеводородов.

Показано, что в карбонатных коллекторах выделяются поровый, порово-кавернозный, каверно-поровый, трещинно-каверновый и трещинный типы, которые различаются по фильтрационно-емкостным характеристикам. Тип карбонатных пород оказывает существенное влияние на процесс фильтрации нефти и газа в пласте, а также на коэффициенты извлечения углеводородов.

Ключевые слова. Регион, месторождение, горизонт отложение, фация, порода, тип, карбонат, метод, пористость, проницаемость, разрез.

Аннотация. Бухоро-Хива регионидаги турли фациал зоналардаги тоғ жинсларининг хусусиятлари, ҳамда бир қатор углеводород конларининг оқимини гидравлик бирлиги усули билан карбонат жинсларни геологик-гидродинамик моделлаштириш натижалари келтирилган.

Карбонат коллекторларда фильрацион-ҳажмий хусусиятлари билан фарқ қилувчи ғовакли, ғовак-кавакли, кавак-ғовакли, дарзли-кавакли ва дарзли турлари ажратилган. Карбонат жинслар турлари қатламда нефт ва газни фильтрация жараёнига, ҳамда углеводородларни чиқариб олишга катта таъсир этади.

Abstract. The characteristics of the rock formations of various facies zones in the Bukhara-Khiva region are presented, along with the results of geologic-hydrodynamic modeling of carbonate rocks using the hydraulic flow unit method across several hydrocarbon fields. It is shown that in carbonate reservoirs, different

ISSN 3030-3907

types can be distinguished: porous, porous-cavernous, cavernous-porous, fractured-cavernous, and fractured types, which differ in filtration-capacity characteristics. The type of carbonate rock has a significant impact on the oil and gas filtration process in the reservoir, as well as on the hydrocarbon recovery coefficients.

Keywords: Region, field, horizon of deposition, facies, rock, type, carbonate, method, porosity, permeability, section.

Введение

На территории Узбекистана установлена пять нефтегазоносных регионов: Устюртский, Бухаро-Хивинский, Сурхандарьинский, Юго-Западно-Гиссарский и Ферганский, которые отличаются друг от друга по геологическому строению [3; с.8-11, 10; с.107-128, 5; с.13-16, 7; с.128-156].

Бухаро-Хивинский регион охватывает северо-восточный борт Амударьинского содиментационного бассейна, в пределах которого отложения юрской карбонатной формации перекрыты мощной толщей соляно-ангидритовой формации.

Этот региона является основном газонефтедобывающим регионам республики. Продуктивные горизонты приурочены к юрским и меловым отложениям, глубина залегания которых достигает от 700 до 3500 м и выше по разрезу. В целях повышения эффективности геологоразведочных работ и разработки месторождений углеводородов актуальным является выделение особенностей пород продуктивных горизонтов с применением современных методов моделирования.

Материалы и методы

На территории Бухаро-Хивинского региона выделяются три генетических типа разрезов, соответствующих трём фациальным (рис.1): I зона - предрифовой депрессионной фации (ДФ) некомпенсированного прогиба; II зона - рифовой фации (РФ) барьерно-рифовой системы (БРС) и III зона - зарифовой лагунной фации (ЛФ) [5; с.180-195, 4; с.13-18, 15; с.22-25, 14; с.3-4, 7; с.48-65, 6; с. 188-192, 2; с.68-71, 1; с.118-120].

В пределах отложений депрессионной фации разрез юрской КФ снизу вверх расчленяется на следующие промысловые горизонты (пачки): XVI, Ха, XV-ПР и XV (рис.2).

XVI горизонт, толщиной от 60-70 м до 120 м, сложены серыми, тёмно-серыми, органогенно-детритовыми и шламовыми известняками, слабо доломитизированными, глинистыми. Пористость низкая низкая ($m_o < 2-3\%$), проницаемость (К) практически равна нулю, но развита трещиноватость.

ISSN 3030-3907

XVa горизонт, толщиной 20-50 м, представлен зеленовато-серыми преимущественно водорослевыми известняками с включением скелетных остатков мшанок и др. организма. На материалах ГИС разрез довольно чётко фиксируется относительно низкими значениями естественной радиоактивности и датируется верхним келловеем [6; с.188-192].

XV-ПР (подрифовый) горизонт имеет очень сложное строение. По составу и строению слагающих пород выделяется два типа разреза: биогермный и безбиогермный. Именно такое детальное расчленение разреза: позволяет уточнить его строение и выявить закономерности распространения и прогнозировать ФЭС пород, произвести геометризацию залежей, разработать адекватную или реально модель строения.

В зоне депрессионной фации верхняя часть юрской КФ венчается пачкой высокогаммных пород или «черносланцевой» пачкой [2; с.68-71].

ГАП-1 согласно залегает на отложениях XV-ПР горизонта и сложена черными карбонатно-глинистыми, битуминозными (до 25%) алевролитами. Породы плотные ($m_o = 1 - 2\%$). Разрез характеризуется ярко выраженной

ISSN 3030-3907

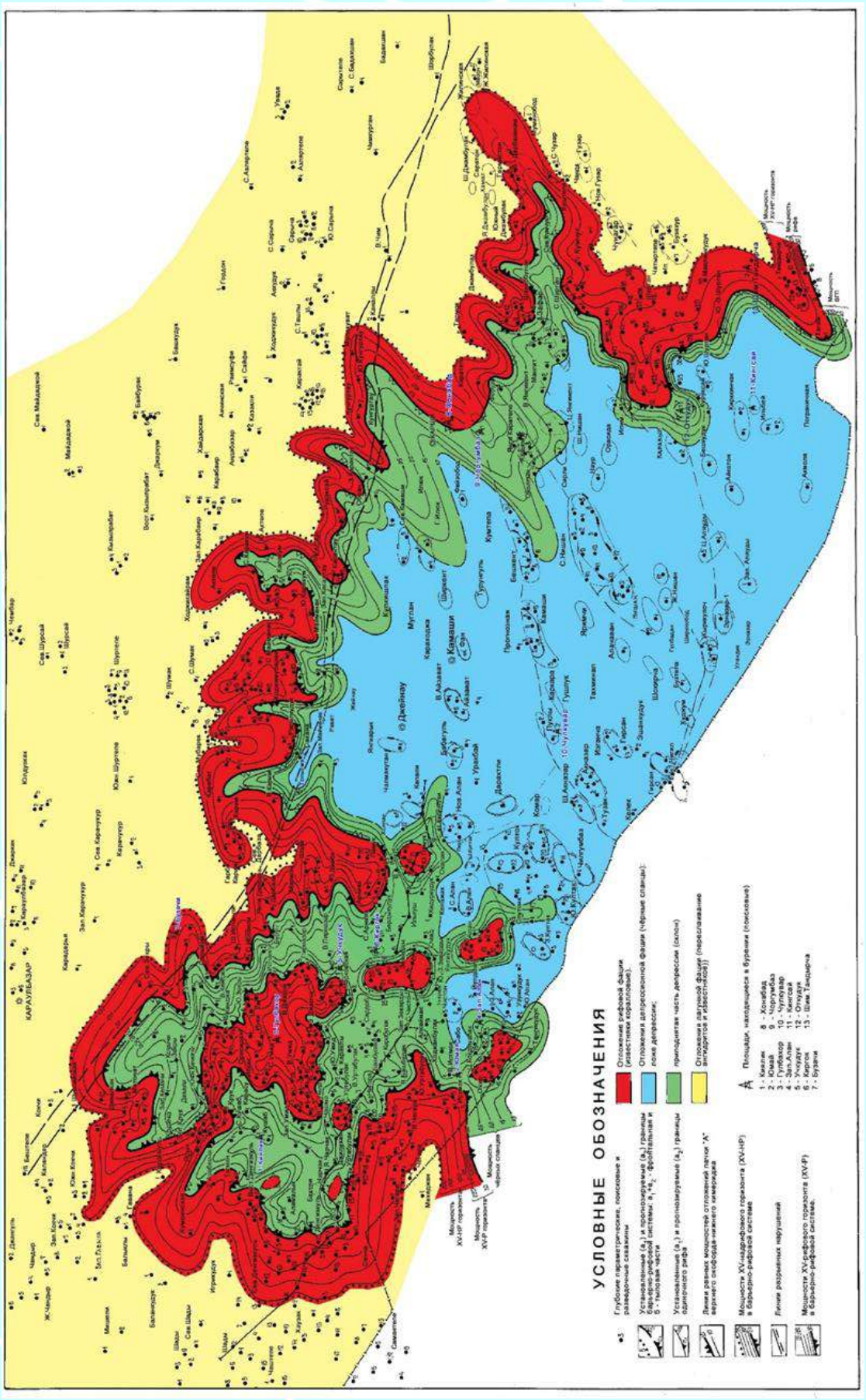


Рис. 1. Седиментационная модель верхнего оксфорда-кимериджа бухаро-хивинского региона
(Составили: Ахмедов П.У., Убайходжаева)

ISSN 3030-3907

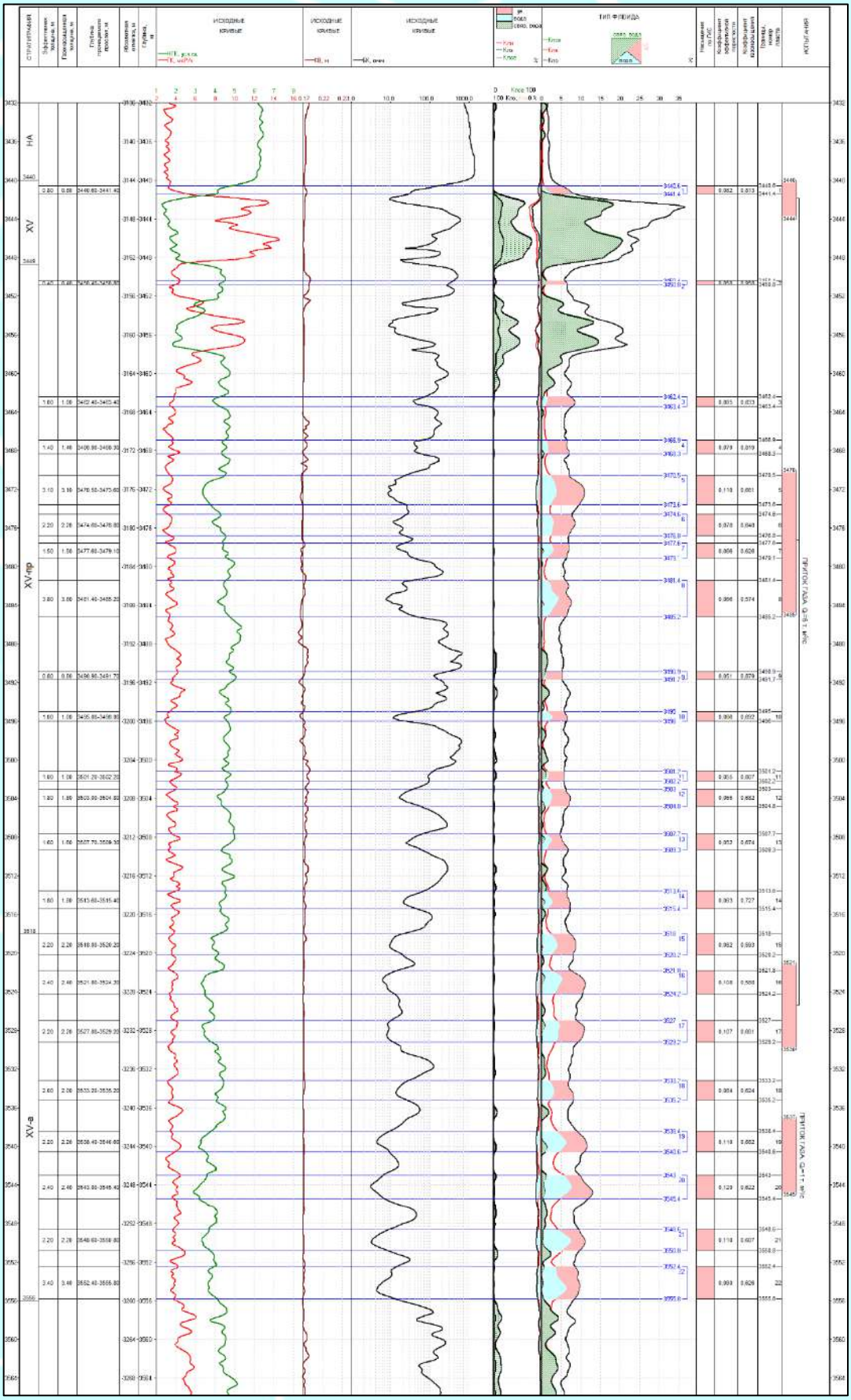


Рис.2. Разрез депрессионной фации по скважине №1 месторождения Чулькувар.

ISSN 3030-3907

Горизонтальной микрослоистостью, высокими показаниями естественной гамма активности по РК. Эти данные указывают, на образование их в эвксинных, относительно глубоководных условиях [1; с118-120].

Изменение толщины ГАП в зоне ДФ носит идеально выраженный закономерный характер. В региональном плане она закономерно увеличивается строго в определенном направлении: - от центра седиментационного бассейна к его переферии в сторону одиночных рифов и рифовых сооружений БРС от < 3 м (скв. №3-Гирсан идр.) до 300м (скв. №12б 21-Уртабулак, №5-Феруза и др.) В этом направлении увеличивается диаметр обломков карбонатных пород от алеврита до гравия.

По изменению мощности пачки ГАП отложения ДФ диффиренцируются на две подзоны-склон или приподнятую часть и собственно ложе депрессии. В пределах подзоны ложа депрессии толщина пачки «А» составляет 3-10 м и в разрезе отсутствуют гранулярные коллекторы. В пределах склон. Депрессии толщина пачки «А» составляет 10-30 м.

Отложения рифовой фации (РФ) барьерно-рифовой системы (БРС) вскрыты более 100 глубокими скважинами. Разрез юрской КФ расчленяется на следующие промысловые горизонты снизу вверх: XVI, XVa, XV-ПР, XV-Р и XV-НР горизонты (рис.3). XVI, XVa, XV-ПР горизонтов не претерпевают существенных изменений в зоне РФ, по сравнению с зоной ДФ.

Отложения XV-Р горизонта (пачка «А») согласно залегают на отложениях XV-ПР горизонта, а в пределах БРС представлены светло-серыми почти белыми, биоморфными, преимущественно коралловыми, практически чистыми известняками.

Отложения XV-НР горизонта толщиной от 0м (на гребне рифа) до > 150 м (в тыловой части рифа) несогласно залегают на отложениях XV-Р горизонта и представлены преимущественно комковато-водорослевыми известняками с включением крупных раковин рудистов в подошве.

В зоне отложений лагунной фации юрскоя КФ имеют сложное строение и расчленяются снизу вверх на следующие промысловие горизонты: XVI, XVa, XV-3, XV-2 и XV-1- на северо-западе БХР, и на XVI, XVa и XV горизонты- на юго-востоке БХР (рис.4).

В настоящее время при результаты геолого-гидродинамическом моделировании месторождений углеводородов для выделения типов пород широко используется метод гидравлических единиц потока [8; с.57-64].

В основе метода лежит расчет комплексного параметра-индикатора гидравлической единицы потока FZI (flow zone indicator):

ISSN 3030-3907

$$\text{FZI} = \frac{RQI}{\varphi_z}, \quad (1)$$

Где RQI (reservoir quality index) –показатель качества коллектора, мкм; φ_z-показатель нормализованной пористости (normalized porosity index), доли ед.

RQI определяется выражением:

$$RQI = 0{,}0314\sqrt{\frac{k}{\varphi}}, \quad (2)$$

Где k-коэффициент проницаемости, мД; φ-коэффициент пористости, доли ед.

Коэффициент φ_z характеризует отношение объема пустот к объему твердой фазы породы и определяется выражением:

$$\varphi_z = \frac{\varphi}{1-\varphi}, \quad (3)$$

Анализ результатов практического применения данного метода показывает, что выделяемые типы карбонатных пород сильно различаются. Например, в [12; с.22-30] на месторождениях представленных рифовыми постройками выделяются следующие типы карбонатных пород: поровый; порово-кавернозный; каверно-поровый; трещинно-каверновый и трещинный. Выделенные типы карбонатных пород в широком диапазоне различаются по величинам пористости и проницаемости. Если в поровых и поровонавернозных типах при пористости от 6,7 до 17% проницаемость изменяется от 6,3 до 24,5 мД, то в трещинноватых типах при пористости от 4,7до 18% проницаемость составляет от 121 до 710 мД.

ISSN 3030-3907

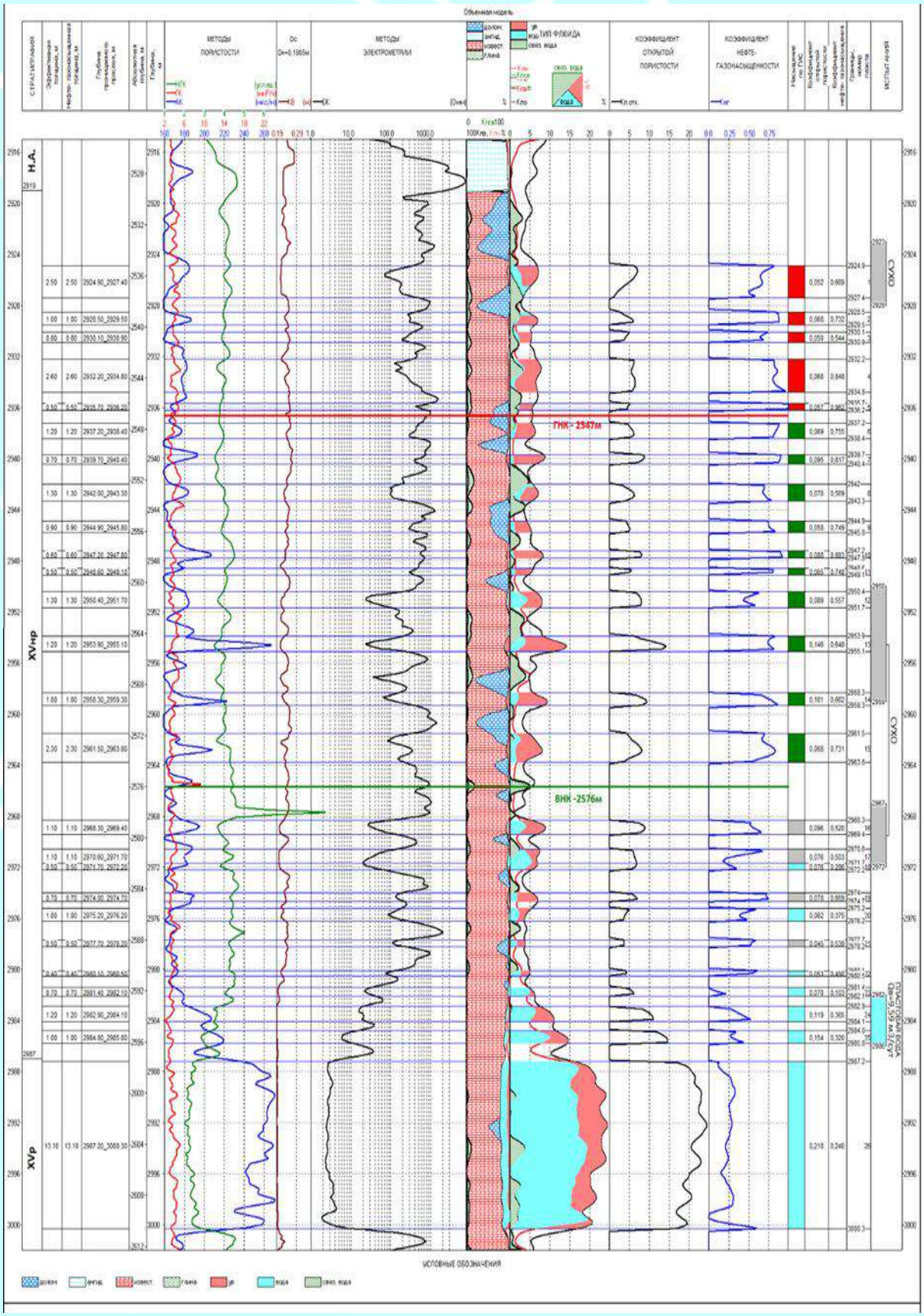


Рис.3. Разрез отложений лагунной фации по скважине №2 месторождения Мирмирон

ISSN 3030-3907

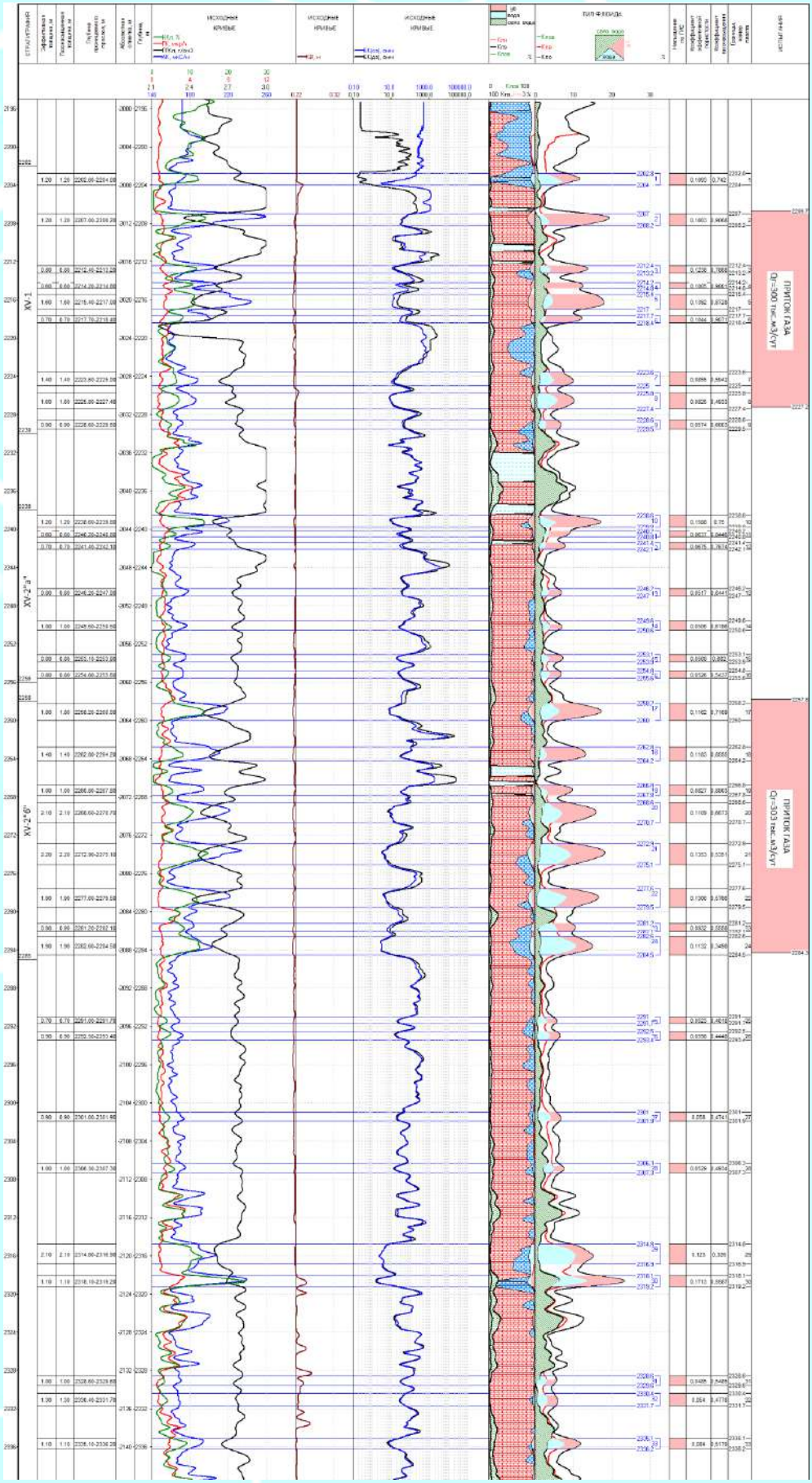


Рис.4. Разрез отложений лагунной фации по скважине №1 месторождения Шаркий Алат

ISSN 3030-3907

В [8; с.57-64] метод гидравлических единиц потока использовам для изучения типа коллекторов месторождения Сургил. В построенной зависимости проницаемости от пористости выделено два прямолинейных участка характеризующие различные типы пород. Показано, что каждая группа коллекторов совпадает с определенными фациальными условиями их образования. Коллектора 1 класса принадлежат к нижнему фациальному уровню келловейского средней юры, а коллектора 2 класса-к верхнему фациальному уровню батского яруса средней юры. Зависимости проницаемости от пористости выражены следующими формулами:

- для 1-го типа пород

$$К_{пр} = 0{,}302^{*}e^{22{,}96*К_{п}}; \quad (4)$$

- для 2-го типа пород

$$К_{пр} = 2E - 0{,}5^{*}e^{50{,}39*К_{п}}. \quad (5)$$

Коэффициенты корреляции зависимостей (4) и (5) составляют 0,92 и 0,79 соответственно.

При подсчете запасов углеводородов месторождений Бухаро-Хивинского региона выделяются в основном два типа коллекторов: порово-трещинный и трещинно-поровый. Несмотря на общепринятый критерий выделения коллекторов в отложениях юрского возраста Бухаро-Хивинского региона для газа проницаемостью 0,1 мД, а для нефти и воды -1мД фильрационно-емкостные свойства пород порово-трещинного и трещинно-порового типов сильно различаются. Например, зависимости проницаемости от пористости для продуктивных горизонтов нефтегазоконденсатного месторождения Оккул выражается следующему формулами [9; с.108-115]:

- для порово-трещинного коллектора

$$К_{пр} = 5929{,}5^{*}К_{п}^{2{,}5577}; \quad (6)$$

- для трещин-порового типа

$$К_{пр} = 3196{,}5^{*}К_{п}^{1{,}2766}; \quad (7)$$

Заключение

Из результатов выше приведенных исследований вытекает, что разработка карбонатных коллекторов осложняется множеством факторов: сложным строением коллектора, фациональной зопальностью, неоднородностью распределения фильтрационно-емкостных свойств, наличием трещиноватости и др. В результате происходит неравномерная выработка запасов, возникновения недренируемых зон и снижение коэффициента извлечения нефти.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аббасова С.А., Агзамова С.А., Мамадалиев Б.Т., Ибрагимов Х.Р. Статистическая оценка результатов испытания поисковых и разведочных скважинах на Бешкентском прогибе, вскрывших разрезы депрессионных отложений // Мат. респ. науч.-техн. конф. «Применение инновационных технологий и рациональная эксплуатация нефтяных и газовых месторождений». –Ташкент: ТГТУ, 2022. –С.118-120.
2. Аббасова С.А., Ибрагимов Х.Р. Трехмерное геологическое моделировани природных резервуаров на основе литолого-фациального анализа: на примере юрских отложений Западной части Бухаро-Хивинского региона // Мат. науч. сем. Молодых ученных «Внедрение инноваций в нефтегазовую отрасль-путь интеграции в мировую экономику». –Ташкент. 2018. –С68-71.
3. Абдуллаев Г.С., Богданов А.Н., Эйдельнант Н.К. Месторождения нефти и газа Республики Узбекистан. -Ташкент: «Zamin nashr», 2019. -820 с.
4. Абдуллаев Г.С., Миркамалов Х.Х. «К стратиграфии юрских высокогамных пород БХНГО и ее значение при моделировании разреза КФ» Сб.тр.ИГРНИГМ. –Ташкент, 2001. Вып. 80. -С.13-24.
5. Абдуллаев Г.С. Миркамалов Х.Х. «Унификация стратиграфической номенклатуры промысловых горизонтов карбонатной формации юры Южного и Юго-Западного Узбекистан» // Узбекский журнал нефти игаза. -1998. №4. –С.13-16.
6. Агзамов А.Х., Ибрагимов Х.Р., Аббасова С.А. Повышение эффективности геологоразведочных работ на территории Култак-Камашинского инвестиционного блока углеводородного сырья на базе инновационных технологий // Research and Education. -2022. –Vol. 1. –P.188-192.
7. Бабаева А.Г. Карбонатная формация юрского возраста платформенной области Узбекистана и ее нефтегазононость. –Ташкент: Фан, 1983-175 с.
8. Геолого-геофизическая характеристика продуктивных нефтегазоносных горизонтов терригенных юрских отложений на примере месторождения западный Куйи Сургиль / У.С. Назаров, М.С.Суннатов, А.С.Муминов и др. // Научные труды Международной научно-практической конференции «Вопросы управления разработкой и обустройством нефтегазовых объектов»-Ташкент: АО “O‘ZLITINEFT-GAZ”, 2024. –С.57-64.
9. Дополнение к проекту разработки нефтегазового месторождения Оккул / М.А.Антипин, А.В.Назаров, О.В.Кузымина и др. –Ташкент: ЗАО “ТИНГ”, 2014. -277 с.
10. Закиров Р.Т., Агзамова С.А., Аббасова С.А., Ибрагимов Х.Р. Геологические факторы влияющие на результаты испытания поисковых и

ISSN 3030-3907

разведочных скважин в депрессионных отложениях // Монография. – Ташкент: “Demal”, 2024. – 204 с.

11. Изменение коллекторских свойств горных пород в результате вторичной доломитизации / М.А.Беляков, Н.И.Самхвалов, Е.А.Бабич, К.В. Коваленко // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. –Москва, 2020. -№2 (293). – С.43-48.

12. Кривощеков С.Н., Кочнев А.А., Боталов А.Н. Изучение влияния вторичных преобразований карбонатных горных пород на фильтрационно-емкостные свойства рифовых резервуаров // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. –Москва, 2024. -№2 (386). – С.22-30.

13. Тугарова М.А. Вторичные изменения карбонатных пород нефтегазоносных комплексов // PRO нефть. Профессионально о нефти. – Москва, 2020. -№4 (18). –С. 18-23.

14. Эйдельнант Н.К. Влияние структурно-текстурной неоднородности пород карбонатной формации на их петрофизические свойства и выделение перспективных зон на поиски склопнение углеводородов в Бухаро-Хивинском регионе // Нефтегазовая геология. Теория и практика. -2022. Т.17. -№3. -С.3-4.

15. Эрматов Н.Х., Турдиев Ш.Ш. Обоснование системы разработки нефтегазоконденсатных месторождений Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона // «Интеллектуал салоҳият-тараққиёт мезони» илмий мақолалар тўплами. –Тошкент: 2018. -С.22-25.

ISSN 3030-3907

НЕФТЕГАЗОХИМИЯ — БУДУЩЕЕ УЗБЕКИСТАНА

Цуканов М.Н.
Д.ф.т.н., доцент кафедры «Технология переработки нефти и газа»
Бухарский государственный технический университет

Аннотация. В статье рассмотрены перспективы развития нефтегазохимического комплекса Узбекистана в контексте мировой тенденции перехода к низкоуглеродной и инновационной экономике. Особое внимание уделено стратегическим проектам по глубокой переработке углеводородного сырья, внедрению технологий синтетических топлив, катализаторных процессов и интеграции возобновляемых источников энергии.

Ключевые слова: нефтегазохимия, синтетическое топливо, декарбонизация, катализ, GTL, инновации, энергетическая независимость.

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekistonning neft-gaz kimyo majmuasini past uglerodli va innovatsion iqtisodiyotga o‘tish bo‘yicha jahon tendensiyasi doirasida rivojlantirish istiqbollari ko‘rib chiqilgan. Asosiy e’tibor uglevodorod xomashyosi chuqur qayta ishlanadigan strategik loyihalarga, sintetik yoqilg‘i texnologiyalarini joriy etishga, katalitik jarayonlarga hamda qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiyalashga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: neft-gaz kimyosi, sintetik yoqilg‘i, dekarbonizatsiya, kataliz, GTL, innovatsiyalar, energetik mustaqillik.

Abstract. The article examines the prospects for the development of Uzbekistan’s oil and gas chemical complex in the context of the global trend toward a low-carbon and innovative economy. Special attention is given to strategic projects focused on deep processing of hydrocarbon feedstocks, the implementation of synthetic fuel technologies, catalytic processes, and the integration of renewable energy sources.

Keywords: petrochemistry, synthetic fuel, decarbonization, catalysis, GTL, innovation, energy independence.

Введение

Узбекистан обладает значительными запасами природного газа, нефти и конденсата, что создаёт прочную основу для формирования высокотехнологичной нефтегазохимической отрасли. Сегодня мировая экономика движется к глубоким преобразованиям — от сырьевого экспорта к добавленной стоимости через переработку и инновации. Для нашей страны это означает необходимость перехода от простых поставок углеводородов к производству конкурентоспособных нефтехимических продуктов, синтетического топлива и полимеров нового поколения.

За последние годы в Узбекистане реализованы крупные проекты, изменившие облик нефтегазового комплекса:

ISSN 3030-3907

• Шуртанский ГХК — производство полиэтилена и полипропилена;
• Устюртский ГХК на базе месторождения Сургиль — современный комплекс глубокой переработки газа;
• Проект Oltin Yo‘l GTL — один из крупнейших в мире заводов по технологии Gas-to-Liquids (GTL), производящий дизель, нафталин и керосин международного стандарта.

Эти предприятия формируют основу национальной программы диверсификации энергетического сектора и создают платформу для будущего интегрированного нефтегазохимического кластера.

Технология Фишера–Тропша, применяемая на заводе Oltin Yo‘l GTL, позволяет превращать природный газ в чистые жидкие топлива:

$$(2n+1)H_2 + nCO \rightarrow C_nH_{2n+2} + nH_2O$$

• Температура: 200–350 °C
• Давление: 10–40 бар
• Катализаторы: Fe, Co, Ru

Это топливо практически не содержит серы и ароматических соединений, сгорает без образования сажи и обладает высоким цетановым числом. В будущем возможна интеграция процессов GTL и Power-to-Liquids (PtL), где водород получают из возобновляемых источников энергии, а CO_2 — из промышленных выбросов. Такой подход позволит создавать углеродно-нейтральное синтетическое топливо, что соответствует международным стандартам «зелёной энергетики».

Проводятся исследования по следующим направлениям:
• катализаторы для Ф–Т синтеза (Fe, Co, Ru);
• мембранные технологии разделения газов;
• углеродно-нейтральные методы получения водорода;
• биосырьё как альтернатива углеводородам (BTL-технологии).

Современная нефтегазохимия — это не только топливо, но и ответ на экологические вызовы. Благодаря внедрению систем улавливания CO_2 (CCS), вторичного использования тепла, водооборотных циклов, предприятия новой генерации становятся экологически устойчивыми и энергоэффективными.

Экономическая выгода очевидна:
• экспорт продукции с высокой добавленной стоимостью (полимеры, топливо, растворители);
• создание рабочих мест и развитие инфраструктуры регионов;
• рост национального ВВП за счёт внутренней переработки газа.

Будущее нефтегазохимии Узбекистана — это интеграция науки, производства и энергетики. Развитие нефтегазохимии требует новых знаний,

ISSN 3030-3907

научных кадров и образовательных программ. Ведущие вузы страны в данном направлении — Бухарский государственный технический университет, Ташкентский химико-технологический институт, Навоийский государственный университет.

В ближайшие десятилетия приоритетами станут:

1. развитие модульных GTL и BTL-установок;
2. внедрение технологий PtL с использованием «зелёного» водорода;
3. цифровизация и автоматизация технологических процессов;
4. создание технопарков нефтегазохимии и инжиниринговых центров;
5. участие в глобальной цепочке поставок «умных материалов» и синтетических энергоносителей.

Развитие нефтегазохимии позволит решить две основные задачи государства:

1. обеспечить эффективное использование углеводородного сырья – попутного нефтяного и сухого газа, что позволит сократить непродуктивные экономические издержки, в том числе экологического характера;
2. обеспечить дешевым сырьем химическую промышленность, промышленность производства строительных материалов, производства резинотехнических изделий, так как на сегодняшний день производители пластмассовых и резиновых изделий используют импортное сырье, что ведет к удорожанию конечной продукции.

Нефтегазохимия характеризуется существенно большей устойчивостью и темпами роста по сравнению с большинством других отраслей, и на данном этапе относится к числу наиболее стратегических с точки зрения экономики Узбекистана. Расширение переработки природного газа позволяет в разы увеличивать прибыльность, способствуют внедрению современных технологий и созданию новых рабочих мест. В этом направлении продолжаются реализовываться крупные инвестиционные проекты:

В Узбекистане введен в эксплуатацию завод по производству синтетического жидкого топлива на базе очищенного метана Шуртанского ГХК. В результате созданы мощности по производству 311 тыс.тн. керосина, 743 тыс. тн. дизельного топлива 435 тыс. тн. Нафты и 53,4 тыс. тн. сжиженного газа.

Продолжается реализация проекта по расширению производственных мощностей Шуртанского ГХК до 280 тыс. тн. полиэтилена и 100 тыс. тн. полипропилена в год.

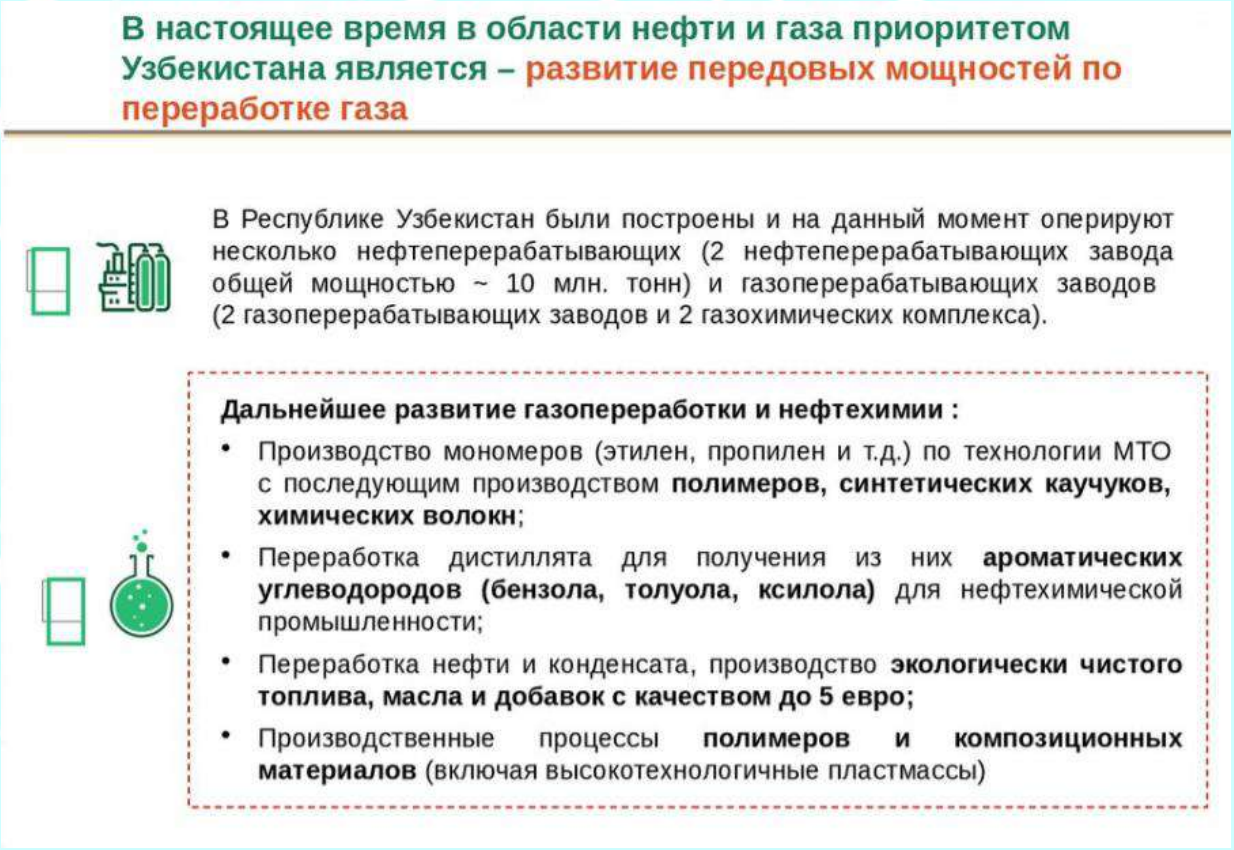
В 2024 году осуществлена модернизация производственных мощностей Бухарского нефтеперерабатывающего завода, что позволяет производство 1,75 млн. тн. Нефтепродуктов стандарта Евро 5.

ISSN 3030-3907

В 2026 году за счет реализации проекта по доразведке и разработке месторождения «Мутакилликнинг 25 йиллиги» со строительством газохимического комплекса в Сурхандарьинской области будет производиться 500 тыс. тн. полимерной продукции в год

Также, до 2026 года запланировано создание газохимического кластера на базе технологии МТО с созданием производственных мощностей по производству 1,1 млн. тн. газохимической продукции.

Вводимые в стране проекты по расширению переработки нефтегазовой продукции будут вносить свой вклад в реализацию задачи, поставленной перед нефтегазовым сектором Узбекистана.



Заключение

Нефтегазохимия — это не просто отрасль тяжёлой промышленности, а стратегическое направление устойчивого развития Узбекистана. Совмещение природных ресурсов, научного потенциала и международного сотрудничества позволит стране стать региональным лидером в области чистой и инновационной энергетики, открывая путь к топливу будущего — чистому, синтетическому и углеродно-нейтральному.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Dry M.E. The Fischer–Tropsch process: 1950–2000. *Catalysis Today*, 2002, Vol. 71, pp. 227–241.

2. Maitlis P.M., de Klerk A. *Greener Fischer–Tropsch Processes for Fuels and Feedstocks.* Wiley-VCH, 2013.

ISSN 3030-3907

3. Anderson R.B. *The Fischer–Tropsch Synthesis.* Academic Press, 1984.
4. Киселёв В.Ф. *Каталитические процессы переработки синтез-газа.* – М.: Химия, 2010.
5. Широков С.С., Ермолаев А.В., Храмцов Д.В. *Современные тенденции развития синтетических топлив.* // *Нефтехимия*, 2021, №4, с. 32–40.
6. Министерство энергетики Республики Узбекистан. *Национальная стратегия развития нефтегазохимической отрасли до 2030 года.* – Ташкент, 2022.
7. Uzbekneftegaz JSC. *Annual Report 2023.* – Tashkent, 2024.
8. Abdullaev Sh., Mirzaev A. *Integration of Renewable Energy in GTL/PTL Technologies in Uzbekistan.* // *Energy & Technology Review*, 2024.
9. Государственный комитет по промышленной политике. *Доклад «Перспективы развития нефтегазохимии Узбекистана».* – Ташкент, 2023.
10. Oltin Yo‘l GTL LLC. *Corporate Sustainability Report.* – 2024.

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ РОБАСТНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПРЯМОТОЧНЫХ ПАРОГЕНЕРАТОРОВ, ПОСТРОЕННЫХ В КЛАССЕ КАТАСТРОФЫ ГИПЕРБОЛИЧЕСКАЯ ОМБИЛИКА

Даулетбаев Азиз Бахадир Ули

Нукусский государственный технический университет

E-mail: btv1979@mail.ru

Аннотация: Данное исследование посвящено анализу робастной устойчивости системы управления прямоточными парогенераторами, реализованной в рамках трёхпараметрических структурно-устойчивых отображений. В качестве закона управления применяется модель, основанная на катастрофе типа «гиперболическая омбилика». Оценка устойчивости выполняется посредством линейной аппроксимации динамики системы и использования алгебраического критерия Гурвица. Показано, что внедрение закона управления, описываемого катастрофой «гиперболическая омбилика», обеспечивает устойчивость системы прямоточного парогенератора к внешним воздействиям и помехам даже при неопределённых параметрах управляемого объекта и фиксированных параметрах регулятора. Достоверность полученных выводов подтверждена численным моделированием, выполненным в программной среде Matlab.

Ключевые слова: устойчивость системы, робастность, катастрофа, стационарное состояние, критерий Гурвица, прямоточной парогенератор

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot to‘g‘ri oqimli bug‘generatsiya qurilmalarini boshqarish tizimining uch parametrli struktural jihatdan barqaror akslantirishlar asosida amalga oshirilgan robast barqarorligini tahlil qilishga bag‘ishlangan. Boshqaruv qonuni sifatida “giperbolik umbilik” tipidagi modeliga asoslangan algoritm qo‘llaniladi. Barqarorlikni baholash tizim dinamikasining chiziqli approksimatsiyasi va Gurvits algebraik mezoni yordamida amalga oshiriladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, “giperbolik umbilik” bilan ifodalangan boshqaruv qonunini qo‘llash, boshqarilayotgan obyekt parametrlarining noaniqligiga va rostlagich parametrlarining o‘zgarmasligiga qaramay, to‘g‘ri oqimli bug‘generatorning tashqi ta’sirlar va shovqinlarga nisbatan barqarorligini ta’minlaydi. Olingan xulosalarning ishonchliligi Matlab muhitida bajarilgan sonli modellashtirish orqali tasdiqlangan.

Kalit so‘zlar: tizim barqarorligi, robastlik, katastrofa, stasionar holat, Gurvits mezoni, to‘g‘ri oqimli bug‘generator.

Annotation: This study is devoted to the analysis of the robust stability of a control system for once-through steam generators, implemented within the framework of

three-parameter structurally stable mappings. As the control law, a model based on the “hyperbolic umbilic” catastrophe is employed. The stability assessment is performed using a linear approximation of the system dynamics and the Hurwitz algebraic criterion. It is shown that the application of the control law described by the “hyperbolic umbilic” catastrophe ensures the stability of a once-through steam generator under external disturbances and noise, even when the parameters of the controlled object are uncertain and the regulator parameters remain fixed. The reliability of the obtained results is confirmed by numerical simulations carried out in the Matlab environment.

Keywords: system stability, robustness, catastrophe, steady state, Hurwitz criterion, once-through steam generator.

Введение

В настоящий время проектирования надежных систем управления является ключевой задачей при создании современных автоматических комплексов. Практически любые реальные системы функционируют в условиях неопределённости, обусловленной неполной или неточной информацией о математической модели объекта, воздействием случайных внешних возмущений и др. В связи с этим возрастает необходимость разработки таких систем управления, которые сохраняют устойчивость и обеспечивают требуемые показатели качества даже при изменении параметров объекта и наличии неконтролируемых помех. Для синтеза таких систем управления предложено значительное число методов [1–3], однако проблема обеспечения робастной устойчивости по-прежнему остаётся одной из наиболее актуальных задач управления. Существенный вклад в развитие подобных методов внесли исследования зарубежных ученых, в которых анализировались динамические свойства систем управления, построенных на основе структурно-устойчивых отображений различной размерности.

ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

Данное исследование направлено на разработку системы управления для прямоточных парогенераторов, где закон управления формулируется на основе катастрофы «гиперболическая омбилика» [4], что позволяет обеспечить устойчивое функционирование объекта в условиях неопределённости. Прямоточный парогенератор напоминает змеевик, в котором питательная вода под давлением, создаваемым насосом, последовательно проходит поверхности нагрева, где постепенно нагревается, закипает, превращается в пар и далее перегревается до требуемых параметров, покидая тракт уже в виде перегретого пара. Для прямоточных парогенераторов докритического давления условно выделяют три характерные зоны водопарового тракта. Экономайзерную, где

ISSN 3030-3907

осуществляется предварительный подогрев воды, парообразующую, в которой происходит фазовый переход и пароперегревательную, обеспечивающую получение перегретого пара. Особенностью прямоточных парогенераторов является высокая чувствительность параметров пара к изменению расхода питательной воды. Снижение расхода воды при неизменном теплоподводе приводит к уменьшению паропроизводительности. При этом экономайзерная и парообразующая зоны сужаются, а зона пароперегрева, напротив, увеличивается. Поскольку для нагрева меньшего количества воды требуется меньшее количество тепла, растёт доля тепловой энергии, направляемой на перегрев пара. В результате повышается температура пара в тракте. Существенное влияние на температурный режим оказывают также возмущения по расходу топлива. Они могут возникать из-за неустойчивой работы пылепитателей, изменения характеристик топлива или числа действующих горелок. Увеличение подачи топлива приводит к росту тепловыделения в топке и, как следствие, повышению температуры перегретого пара. Таким образом, вариации расходов воды и топлива оказывают значительное воздействие на параметры пара по тракту. Для стабилизации температурного режима необходимо поддерживать определённое соотношение между расходом питательной воды и количеством тепла, выделяемого в топке. Исходя из динамических свойств объекта управления и взаимосвязи его параметров, в качестве основных регулируемых величин системы автоматического управления принимаются давление перегретого пара и тепловая нагрузка.

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ

Предполагается, что параметры прямоточного парогенератора являются априорно неопределёнными, но принадлежат заданной области допустимых значений. Подобная ситуация характерна для систем автоматического регулирования давления пара и тепловой нагрузки на различных режимах, когда расходы воды, пара и топлива изменяются значительно медленнее, чем давление перегретого пара.

Для описания динамики скорость изменение давление перегретого пара парогенераторов используем следующие линеаризованные уравнения [9]:

$$\begin{cases} \dot{\alpha}(t) = \omega_z(t) + a_y^{\alpha}\alpha(t) + a_y^{\delta_s}\delta_s(t) \\ \dot{\omega}_z(t) = -a_{m_z}^{\alpha}\alpha(t) - a_{m_z}^{\omega_z}\omega_z(t) - a_{m_z}^{\delta_s}\delta_s(t) \\ \dot{\vartheta}(t) = \omega_z(t) \end{cases} \quad (1)$$

Где $\dot{v}(t)$, $\omega(t)$- расход и скорость давление перегретого пара, $\alpha(t)$-

ISSN 3030-3907

расход питания, $\delta_e(t)-$ изменения расхода топлива; $a_y^{\alpha}, a_y^{\delta_\varepsilon}, a_{m_z}^{\alpha}, a_{m_z}^{\omega_z}, a_{m_z}^{\delta_\varepsilon}$ - параметры прямоточного парогенератора.

Их значения зависят от указанных выше факторов и могут изменяться в широких пределах в зависимости от расхода питательной воды и пара. Точные значения параметров априорно не определены. Предполагаем также, что динамикой исполнительного органа можно пренебречь и считать, что управлением является изменения расхода топлива $\delta_e(t)$.В данном случае предполагается, что используется очень быстрый и практически безынерционный изменения расхода топлива.

Положим,

$$x_1 = \vartheta(t)\,, x_2 = \omega_z(t)\,,\ x_3 = \alpha(t)$$

$$a_1 = a_{m_z}^{\alpha}\,,\ a_2 = a_{m_z}^{\omega_z}\,,\ a_3 = a_{m_z}^{\delta_в}\,,\ a_4 = a_y^{\alpha}\,,\ a_5 = a_y^{\delta_В}$$

$$u = \delta_В(t)\,.$$

Тогда уравнения динамики скорости изменение давление перегретого пара парогенераторов примут вид:

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = x_2(t) \\ \dfrac{dx_2}{dt} = -a_1 x_3(t) - a_2 x_2(t) - a_3 u \\ \dfrac{dx_3}{dt} = x_2(t) + a_4 x_3(t) + a_5 u \end{cases} \qquad (2)$$

Задача состоит в выборе такого управления $u(t)$, при котором выполняется равенство:

$$\lim_{t\to\infty}(|x_1(t)|+|x_2(t)|+|x_3(t)|) = 0 \qquad (3)$$

для любых начальных значений переменных $x(t)$ В качестве закона управления выберем:

$$u = -x_1^3 - x_2^3 - k_1 x_1 x_2 + k_2 x_2 + k_3 x_1 \qquad (4)$$

Выбранная управляющая функция содержит две активные переменные x_1 и x_2. Несмотря на то, что вектор состояний содержит три компоненты, из которых в законе управления могут быть учтены только две, выбор закона управления в данном виде достаточно целесообразен, так как управление учитывается только в двух переменных, и на третью компоненту вектор управления никакого влияния не оказывает.

Таким образом, система (2) с законом управления (4) примет вид:

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \dfrac{dx_2}{dt} = -a_1 x_3(t) - a_2 x_2(t) - a_3(-x_1^3 - x_2^3 - k_1 x_1 x_2 + k_2 x_2 + k_3 x_1) \\ \dfrac{dx_3}{dt} = x_2(t) + a_4 x_3(t) + a_5(-x_1^3 - x_2^3 - k_1 x_1 x_2 + k_2 x_2 + k_3 x_1) \end{cases} \quad (5)$$

Структурная схема, реализованная с помощью программного комплекса Matlab R2022a, представлена на рисунке 1.

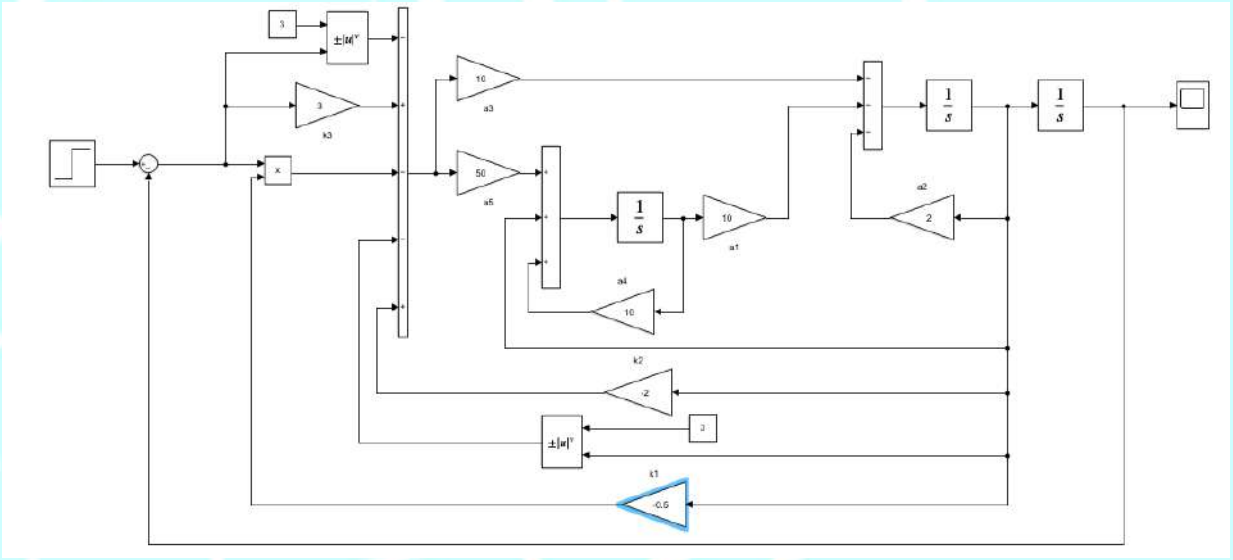


Рисунок 1

Из уравнений (5) определяем установившиеся состояния

$$x_{2S} = 0$$

$$a_3 x_{1S}^3 + a_3 x_{2S}^3 + a_3 k_1 x_{1S} x_{2S} - a_3 k_3 x_{1S} - (a_3 k_2 + a_2) x_{2S} - a_1 x_{3S} = 0 \quad (6)$$

$$-a_5 x_{1S}^3 - a_5 x_{2S}^3 - a_5 k_1 x_{1S} x_{2S} + a_5 k_3 x_{1S} + (a_5 k_2 + 1) x_{2S} + a_4 x_{3S} = 0$$

Система (6) имеет следующие стационарные состояния

$$x_{1S}^1 = 0,\ \chi_{2S}^1 = 0,\ x_{3S}^1 = 0 \quad (7)$$

$$x_{1S}^2 = \sqrt{k_3},\ x_{2S}^2 = 0,\ x_{3S}^2 = 0 \quad (8)$$

$$x_{1S}^3 = -\sqrt{k_3},\ \chi_{2S}^3 = 0,\ x_{3S}^3 = 0 \quad (9)$$

Исследование устойчивости стационарных состояний проводим на основе линейной аппроксимации. Для этого нелинейные члены в системе уравнений (5) разложим вокруг стационарных состояний (7)-(9) и, ограничиваясь членами первого приближения, получим

ISSN 3030-3907

$$\frac{dx_1}{dt} = x_2$$

$$\frac{dx_2}{dt} = -a_1x_3 - a_2x_2 - a_3[(-3x_{1S}^2 - k_1x_{2S} + k_3)x_1 + (-3x_{2S}^2 - k_1x_{1S} + k_2)x_2] \quad (10)$$

$$\frac{dx_3}{dt} = x_2 + a_4x_3 + a_5[(-3x_{1S}^2 - k_1x_{2S} + k_3)x_1 + (-3x_{2S}^2 - k_1x_{1S} + k_2)x_2]$$

Исследуем устойчивость стационарного состояния (7) с помощью алгебраического критерия Гурвица [10,11]. Для этого случая система (10) преобразуется к виду

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \frac{dx_1}{dt} = -a_3k_3x_1 + (k_2 - a_2)x_2 - a_1x_3 \\ \frac{dx_2}{dt} = a_5k_3x_1 + (k_2 - 1)x_2 + a_4x_3 \end{cases} \quad (11)$$

Находим характеристическое уравнение системы (11).

$$det(A - \lambda I) = \begin{pmatrix} -\lambda & 1 & 0 \\ -a_3k_3 & k_2 - a_2 - \lambda & -a_1 \\ a_5k_3 & k_2 - 1 & a_4 - \lambda \end{pmatrix} =$$

$$= -\lambda^3 + (k_2 - a_2 + a_4)\lambda^2 - (k_2a_4 - a_2a_4 + a_1k_2 - a_1 - a_3k_3)\lambda + k_3(a_3a_4 - a_1a_5 = 0$$

Соответствующая характеристическому уравнению матрица Гурвица имеет вид

$$\Delta = \begin{pmatrix} k_2 - a_2 + a_4 & k_3(a_3a_4 - a_1a_5) & 0 \\ 1 & -k_2(a_4 + a_1) + a_3k_3 + a_2a_4 + a_1 & 0 \\ 0 & k_2 - a_2 + a_4 & k_3(a_3a_4 - a_1a_5) \end{pmatrix} \quad (12)$$

Таким образом, можно сказать система (5) будет устойчиво если выполняется следующая условия:

$$\begin{cases} \Delta_1 > 0 \\ \Delta_2 > 0 \\ \Delta_3 > 0 \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} \Delta_1 = k_2 - a_2 + a_4 > 0 \\ \Delta_2 = [(-k_2(a_4 + a_1) + a_3k_3 + a_2a_4 + a_1)\Delta_1 - k_3(a_3a_4 - a_1a_5)] > 0 \\ \Delta_3 = k_3(a_3a_4 - a_1a_5)\Delta_2 > 0 \end{cases} \quad (13)$$

Ясно, что при положительных a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 для выполнения системы неравенств достаточно, чтобы выполнялись условия

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} a_2 - a_4 < k_2 < \infty \\ -\infty < k_3 < \infty \end{cases} \quad (14)$$

При стационарном состоянии (8) система (10) примет вид

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \dfrac{dx_2}{dt} = 2a_3k_3x_1 - [a_2 + a_3(k_2 - k_1\sqrt{k_3})]x_2 - a_1x_3 \\ \dfrac{dx_3}{dt} = -2a_5k_3x_1 + [1 + a_5(k_2 - k_1\sqrt{k_3})]x_2 + a_4x_3 \end{cases} \quad (15)$$

Характеристическое уравнение системы (15) выглядит следующим образом:

$$det(A - \lambda I) = \begin{pmatrix} -\lambda & 1 & 0 \\ 2a_3k_3 & -[a_2 + a_3(k_2 - k_1\sqrt{k_3}) + \lambda] & -a_1 \\ -2a_5k_3 & 1 + a_5(k_2 - k_1\sqrt{k_3}) & a_4 - \lambda \end{pmatrix} =$$

$$= -\lambda^3 + \left(a_4 - a_2 - a_3(k_2 - k_1\sqrt{k_3})\right)\lambda^2 +$$

$$\Big[(a_2a_4 + 2a_3k_3 - a_1 + (k_2 - k_1\sqrt{k_3})$$

$$(a_3a_4 - a_1a_5)\ \Big]\lambda + 2k_3(a_1a_5 - a_3a_4) = 0$$

Составив соответствующую характеристическому уравнению матрицу Гурвица,определим условия устойчивости стационарного состояния (8).

$$\begin{cases} \Delta_1 = a_4 - a_2 - a_3(k_2 - k_1\sqrt{k_3}) > 0 \\ \Delta_2 = \Delta_1[2a_3k_3 + a_2a_4 - a_1 + (a_3a_4 - a_1a_5)(k_2 - k_1\sqrt{k_3})] + 2k_3(a_1a_5 - a_3a_4) > 0 \\ \Delta_3 = 2k_3(a_1a_5 - a_3a_4)\Delta_2 > 0 \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} k_2 - k_1\sqrt{k_3} < 0 \\ k_3 > 0 \end{cases} \quad (16)$$

Исследуем устойчивость стационарного состояния (9). В этом случае система (10)примет вид

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} \dfrac{dx_1}{dt} = x_2 \\ \dfrac{dx_2}{dt} = 2a_3k_3x_1 - [a_2 + a_3(k_2 + k_1\sqrt{k_3})]x_2 - a_1x_3 \\ \dfrac{dx_3}{dt} = -2a_5k_3x_1 + [1 + a_5(k_2 + k_1\sqrt{k_3})]x_2 + a_4x_3 \end{cases} \quad (17)$$

Характеристическое уравнение системы (17) выглядит следующим образом:

$$det(A-\lambda I) = \begin{pmatrix} -\lambda & 1 & 0 \\ 2a_3k_3 & -\left(a_2 + a_3\left(k_2 + k_1\sqrt{k_3}\right) + \lambda\right) & -a_1 \\ -2a_5k_3 & a_5\left(k_2 + k_1\sqrt{k_3}\right) + 1 & a_4 - \lambda \end{pmatrix} =$$

$$= -\lambda^3 + \left(a_4 - a_2 - a_3\left(k_2 + k_1\sqrt{k_3}\right)\right)\lambda^2 +$$

$$\left[(2a_3k_3 + a_2a_4 - a_1 + \left(k_2 + k_1\sqrt{k_3}\right)\right.$$

$$\left.(a_3a_4 - a_1a_5)\lambda \right] + 2k_3(a_1a_5 - a_3a_4) = 0$$

Соответствующая характеристическому уравнению матрица Гурвица имеет вид

$$\Delta = \begin{pmatrix} a_4 - a_2 - a_3(k_2 + k_1\sqrt{k_3}) & 2k_3(a_1a_5 - a_3a_4) & 0 \\ -1 & 2a_3k_3 + a_2a_4 - a_1 + (k_2 + k_1\sqrt{k_3})(a_3a_4 - a_1a_5) & 0 \\ 0 & a_4 - a_2 - a_3(k_2 + k_1\sqrt{k_3}) & 2k_3(a_1a_5 - a_3a_4) \end{pmatrix}$$

Стационарное состояние (9) будет устойчиво при выполнении условий

$$\begin{cases} \Delta_1 = a_4 - a_2 - a_3(k_2 + k_1\sqrt{k_3}) > 0 \\ \Delta_2 = \Delta_1[2a_3k_3 - a_1 + a_2a_4 + (k_1\sqrt{k_3} + k_2)(a_3a_4 - a_1a_5)] + 2k_3(a_1a_5 - a_3a_4) > 0 \\ \Delta_3 = 2k_3(a_1a_5 - a_3a_4)\Delta_2 > 0 \end{cases}$$

или

$$\begin{cases} k_2 + k_1\sqrt{k_3} < 0 \\ k_3 > 0 \end{cases}$$

Из полученных условий (14), (16) и (17) следует, что при фиксированных положительных значениях a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 система (5) является устойчивой при любых значениях, как положительных, так и отрицательных, параметров k_1, k_2, k_3. Система, неустойчивая в одном стационарном состоянии (7)-(9), становится устойчивой в другом, и наоборот, что подтверждается результатами численного эксперимента,

ISSN 3030-3907

проведенного с помощью программного комплекса Matlab R2022a. (рисунки 2-5).

На рисунках 2-3 приведены результаты численного эксперимента, проведенного с помощью Matlab R2022a. по схеме из рисунка 1 при значении параметров $k_2 = -2, k_3 = 3, a_1 = 10, a_2 = 2, a_3 = 10, a_4 = 5, a_5 = 50$ (фиксируем), меняем $k_1 = 0.5$ и $k_1 = -0.5$.

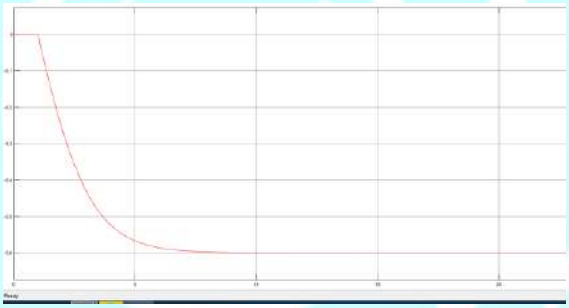


Рисунок 2

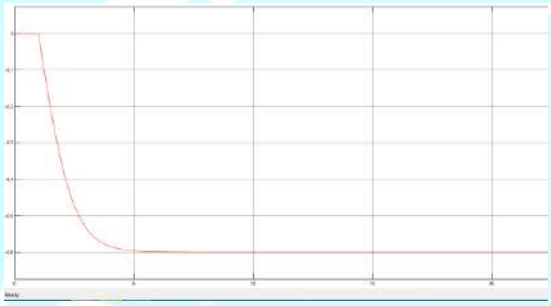


Рисунок 3

На рисунках 4-5 показаны результаты численного эксперимента, проведенного при значении параметров $k_1 = 1.5, k_3 = 7, a_1 = 10, a_2 = 2, a_3 = 10, a_4 = 5, a_5 = 50$ (фиксируем); меняем $k_2 = 2$ и $k_2 = -2$.

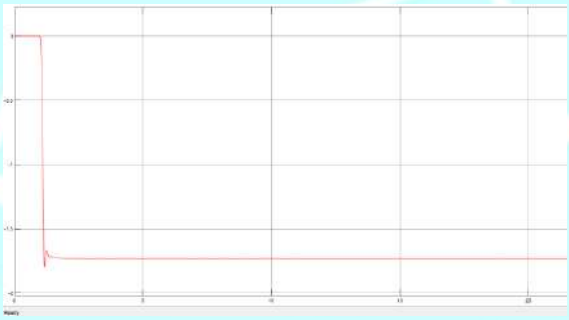


Рисунок 4

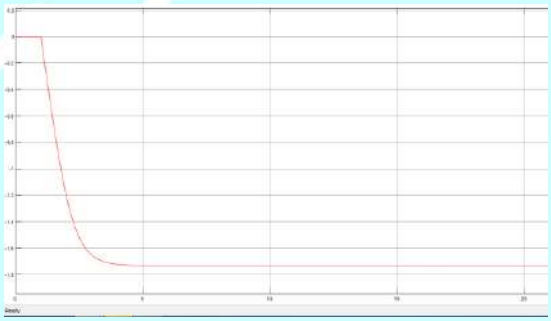


Рисунок 5

На рисунках 6-7 показаны результаты численного эксперимента, проведенного при значении параметров $k_1 = 1.5, k_2 = -2, a_1 = 10, a_2 = 2$, $a_3 = 10, a_4 = 5, a_5 = 50$ (фиксируем); меняем $k_3 = 7$ и $k_3 = -7$.

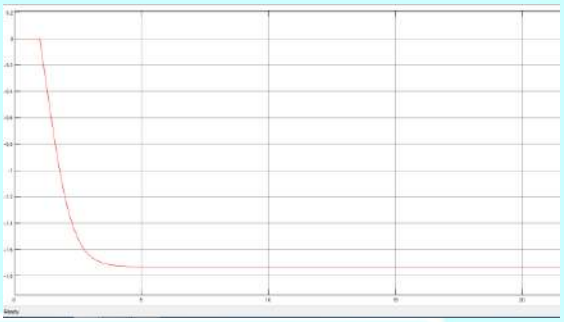


Рисунок 6

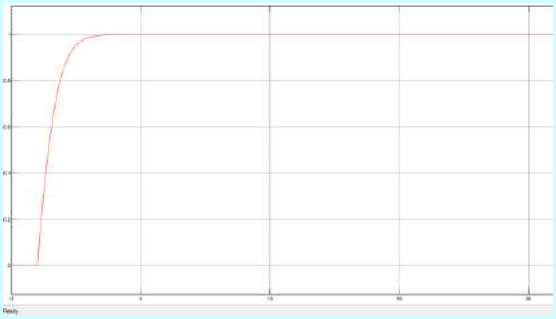


Рисунок 7

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, убеждаемся, что линеаризованная модель системы управления давления пара и тепловой нагрузки парогенератора за счет

ISSN 3030-3907

введения в контур управления закона управления в форме катастрофы «гиперболическая омбилика» становится робастно устойчивой в неограниченно широких пределах изменения параметров объекта управления a_1, a_2, a_3, a_4, a_5 и устанавливаемых параметров регулятора k_1, k_2 и k_3. Приведенные результаты численного эксперимента, полученные с использованием программного пакета Matlab R2022a., подтверждают полученные результаты. Отсюда следует, что при некотором, достаточно небольшом уклонении от опорных значений, основываясь на результатах анализа линеаризованной модели, можно сделать предположение о робастной устойчивости системы управления прямоточных парогенераторов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ЛИТЕРАТУР

1. Бесекерский В.А., Небылов А.В. Робастные системы автоматического управления – М.: Наука, Москва, 1983. – 239 с.
2. Поляк Б.Т., Щербаков П.С. Робастная устойчивость и управление – М.: Наука, Москва, 2002. – 303 с.
3. Методы робастного, нейро-нечеткого и адаптивного управления: Учебник / Под ред. Н.Д. Егупова; издание 2-е, стереотипное. – М.: Изд-во МГТУ имени Н.Э. Баумана, Москва, 2002. – 744 с., ил.
4. Томпсон Дж. М. Т. Неустойчивости и катастрофы в науке и технике: Пер. с англ. – М.: Мир, 1985. – 254 с., ил.
5. Botirov, T., Latipov, S., Baqoyev, H., Xashimova, F., & Botirov, U. (2024). Algorithms for adaptive control with limited disturbance compensation. In E3S Web of Conferences (Vol. 525, p. 05023). EDP Sciences.
6. Ботиров, Т. В., & Салохиддинов, А. Ж. (2025). АЛГОРИТМЫ СИНТЕЗА УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ТЕПЛООБМЕННЫХ ПРОЦЕССОВ В ПРОИЗВОДСТВЕ ФОРМАЛИНА. Journal of Advances in Engineering Technology, (2), 5-10.
7. Botirov, T. V., & Dauletbaev, A. B. (2024). АЛГОРИТМЫ СИНТЕЗА РОБАСТНЫХ УПРАВЛЯЮЩИХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 5(3), 86-91.
8. Vafoqulovich, B. T. L., & O‘G‘Li, S. B. Q. (2025). KASR TARTIBLI NOANIQ MANTIQQA ASOSLANGAN PID ROSTLAGICHNI STM32 MIKROKONTROLLERIDA ISHLAB CHIQISH TAHLILI. Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие, 8(4), 19-28.

ISSN 3030-3907

KO‘P QAVATLI TURAR JOY BINOLARIDAGI ELEKTR ENERGIYA ISROFLARINI TAXLIL QILISH

Poziljonova Dilbaroy Xakimjon qizi
Andijon davlat texnika instituti talabasi
Xakimov Temurbek Boxodirjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti Muqobil energiya manbalari kafedrasi assistenti. Andijon, O‘zbekiston
Email: temurxakimov5667@gmail.com
Tel: +998945675667

Annotatsiya: Maqolada ko‘p qavatli turar joy binolaridagi elektr energiya isroflarini tahlil qilish, ularni hisoblash va oldini olish choralarini ko‘rib chiqish ishlari keltirilgan. Bunda kuchlanish og‘ishlari, yo‘qotishlari, ochiq va yopiq kabellardagi isroflarni tahlili aniqlangan. Tarmoqdagi kuchlanish yo‘qotilishini xisoblash uchun formulalardan va chizmalardan kengroq foydalanishga harakat qilingan. Qizish holatiga ko‘ra kabel ko‘ndalang kesim yuzasini tanlash va simni ko‘ndalang kesimini tanlashda quyidagiga rioya qilish shart bo‘lgan holatlar ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: tarmoq uzunligi, havo liniyalari, tayanchlarning joylashi, elektro qishloq qurilish, konstruksiyalar, kabellar, simlar, ko‘ndalang kesim yuzasi, to‘la quvvat, tok zichligi.

Аннотация: В статье представлен анализ потерь электроэнергии в многоэтажных жилых зданиях, их расчёт и рассмотрение мер по их предупреждению. При этом определены отклонения напряжения, потери, проведён анализ потерь в открытых и закрытых кабелях. Предпринята попытка более широкого использования формул и чертежей для расчёта потерь напряжения в сети. При выборе сечения кабеля по условиям нагрева и сечения провода указаны.

Ключевые слова: протяженность сети, воздушные линии электропередачи, местоположение опор, электрическое сельское строительство, конструкции, кабели, провода, площадь поперечного сечения, полная мощность, плотность тока.

Annotation: The article presents the analysis of electrical energy waste in multi-storey residential buildings, their calculation and consideration of preventive measures. In this, voltage deviations, losses, analysis of waste in open and closed cables are determined. An attempt has been made to use formulas and drawings more widely to calculate voltage losses in the network. The following are indicated when choosing the cable cross-sectional area according to the heating condition and when choosing the wire cross-section.

ISSN 3030-3907

Key words: network length, overhead lines, support location, electrical rural construction, structures, cables, wires, cross-sectional area, full power, current density.

Kirish.

Loyihalashtirilayotgan tarmoq uzunligi 0.134 km bo‘lgan ВЛИ-0,38 kV qurilishini ko‘zda tutganmiz. Havo liniyalarining yo‘nalishlari dastlabki ruxsatnoma hujjatlari bilan tasdiqlanadi va tegishli tashkilotlar bilan kelishiladi.

Tuproqning solishtirma elektr qarshiligi 150 Om ga teng. VLIni O‘rnatish uchun SV-95-2 stoykali 26.0085-sonli standart loyihalar bo‘yicha temir-beton tayanchlar qabul qilingan. Yo‘nalish bo‘ylab tayanchlarning joylashishi normallashtirilgan oraliq uzunliklariga rioya qilish yano 0.4 kVli havo tarmoqlari uchun 40 m va ВЛИ dan binolarga kirishlargacha bo‘lgan masofani hisobga olgan holda amalga oshiriladi [1].

Trassa bo‘ylab tuproqlarning xususiyatlarini, yer osti suvlari va iqlim sharoitlarini hisobga olgan holda, loyiha quyidagilarni nazarda tutadi:

- 4.407-253 standart albom bo‘yicha burg‘ulangan chuqurlarga tayanchlarni o‘rnatish va mahkamlash.

- Asosiy ishlab chiqaruvchi "Elektro qishloq qurilish" AJ ma‘lumotlariga ko‘ra, suvga chidamliligi V-4 va MPz-100 sovuqqa chidamliligi uchun sulfatga chidamli portlend tsementida ishlab chiqarilgan CB-95-2 va CB-105-3,5 temir-beton ustunlaridan foydalanish.

- Temir-beton tirgaklarning yer osti qismini gidroizolyatsiya qilish, yer osti korroziyaga qarshi himoyaga ega bo‘lishi shart.

-temir-beton konstruktsiyalarning qismlari. SIP-2 markali izolyatsiyalangan sim VLIni ushlab turish uchun quyidagilarni hisobga olgan holda qabul qilinadi:

- Tarmoq uzunligidagi umumiy hisoblangan elektr energiya miqdori 5yil muddatni o‘z ichiga olishi zarur.

- Iste’molchilar uchun standartlashtirilgan GOST 3109-87 kuchlanish og‘ishlari ± 5 foiz.

- Tavsiya etilgan VNTP ES kuchlanish yo‘qotishlari liniyalarda 6 foizdan oshmaydi.

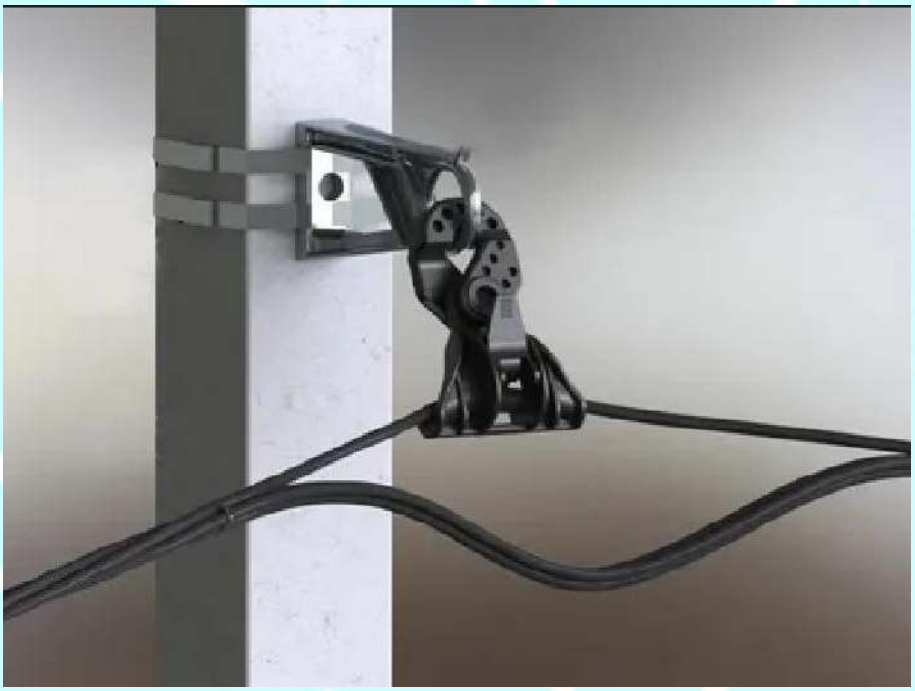
- Ko‘p va bir fazali qisqa tutashuvlarning himoya qurilmalari tomonidan tez o‘chirish.

- O‘z-o‘zini ushlab turuvchi izolyatsiyalangan sim uchun chiziqli armatura tanlash.

“O‘zbekiston Milliy elektr tarmoqlari” AJ tomonidan tasdiqlangan “O‘zbekiston Respublikasi hududidagi izolyatsiya darajalari xaritasi” 2.01.01-94 “Loyihalash uchun iqlim va fizik-geologik ma’lumotlar” KMK asosida quyidagi shartlar belgilangan va qabul qilingan:

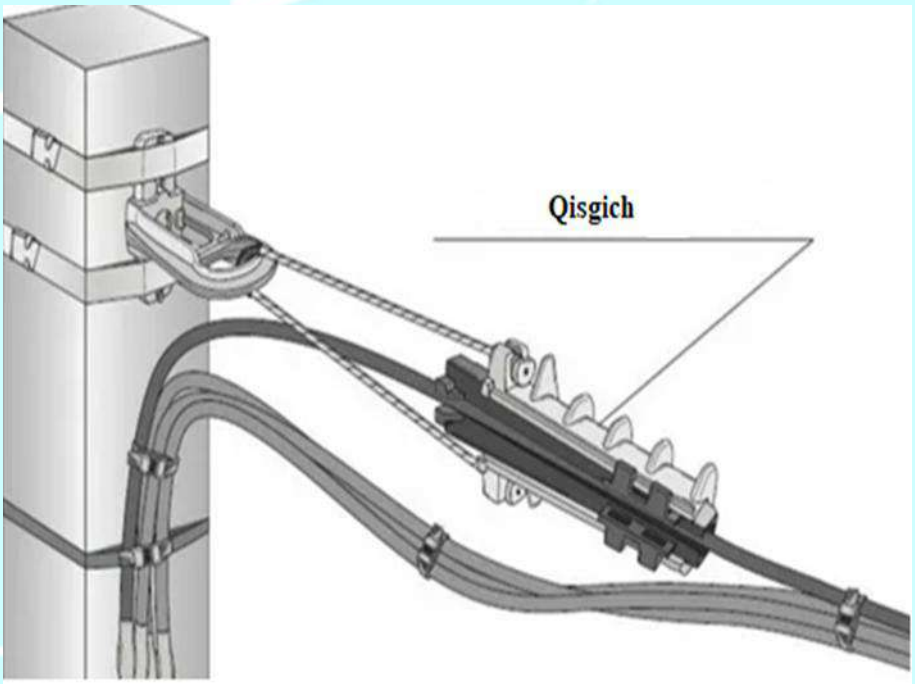
ISSN 3030-3907

Ishchi loyihada O‘zbekiston Respublikasi korxonalarida ishlab chiqariladigan tejamkor qurilish konstruksiyalari, kabellar, simlar va materiallardan foydalanish nazarda tutilgan [2-3].



1-rasm. SIP kabellarni tayanchga maxkamlash.

Normativ materiallar talablariga va elektr ta’minoti tashkilotining texnik shartlariga muvofiq, elektr ta’minotining normallashtirilgan ishonchliligini ta’minlash uchun ishchi loyiha qo‘shimcha texnik yechimlarni amalga oshirishni nazarda tutmaydi.



2-rasm. Elektr uzatish liniyalaridagi qisgich.

Metodik qism: Bizning ko‘p qavatli turar joy binomizdagi elektr energiya miqdori 190.72 kW ekanligini xisobga olgan xolda 0.4 kV li СИП tarmog‘ini

ISSN 3030-3907

ko‘ndalang kesim yuzasini xisoblaymiz buning uchun avvalo tarmoq uzunligini aniqlashimiz kerak bo‘ladi bizning loyihalanayotgan tarmog‘imizning uzunligi 0.134 km ni tashkil qilmoqda.

Yuqorida aytib o‘tilganidek 0.4 kVli tarmoqlarda kuchlanish yo‘qotilishi 6 %dan ortmasligi zarur, biz taklif qilayotgan SIP-2 3x95+1x95 tarmoq uchun mos ravishta texnik parametrlarini ko‘rib o‘tamiz.

Istemol qilinayotgan quvvat – 190.72 kW

3x95 lik simnig aktiv qarshiligi 0.32 Om

3x95 lik simnig reaktiv qarshiligi 0.095 Om

cosφ=0.9

sinφ=0.44

Biz tarmoqdagi kuchlanish yo‘qotilishini xisoblash uchun quyidagi formuladan foydalanamiz.

$$\Delta U=\frac{In*l*Z}{0.4}*100$$

bu yerda:

ΔU= kuchlanish yo‘qotilishi

In= Nominal tok

l= tarmoqning uzunligi

Z= To‘la qarshilik

0.4=tarmoq kuchlanishi

$$I_N=\frac{s}{Un\sqrt{3}}$$

Bizda cosφ=0.9 va aktiv quvvat 190.72 ekanligini xisobga olgan xolda quyidagini xosil qilamiz

$$S= P/cos\varphi=190.72/0.9=211.9\ kVA$$

demak bizdagi to‘la quvvat 211.9 kVA ga teng ekan endi tarnoqdan oqib o‘tuvchi nominal tokning qiymatini aniqlaymiz

$$I_N=\frac{211.9}{0.4\sqrt{3}}=306.22\ A$$

$$Z=R*\cos\varphi+X*\sin\varphi$$

Yuqoridagi cosφ va sinφ larning qiymatlaridan kelib chiqgan xolda ifodani xisoblaymiz

$$Z=0.32*0.9+0.095*0.44=0.3298\ Om$$

Xisob-kitob natijalaridan kelib chiqgan xolda

$$\Delta U=\frac{\sqrt{3}In*l*Z}{380}*100$$

$$\Delta U=\frac{\sqrt{3}*306.22*0.134*0.3298}{380}*100=5.969\%$$

shart bajarildi tarmoqdagi kuchlanish yo‘qotilishi 5.969% ni tashkil qilmoqda.

Kabel ko‘ndalang kesim yuzasini hisoblash va tanlash

1. Tok zichligiga ko‘ra kabel ko‘ndalang kesim yuzasini tanlash

ISSN 3030-3907

$$F_E = I_N / j_E$$

$$j_E = 1.2 \text{ A/mm}^2$$

Yiliga maksimal 5000 soatdan ko‘p bo‘lgan foydalanish soatlari uchun koyeffisiyent.

$$F_E = 306.22/1.2 = 255.18 \text{ mm}^2$$

1.2 koyeffisiyentni PUYe kitobi 1.3.36 jadvalga asoslangan xolda qabul qildik va quyida jadvalni taqdim qildik.

3.2-jadval:

Tokning samaradorlik zichligi

O‘tkazgichlar	Tokning samaradorlik zichligi A\kV mm yillik mksimal yuklamada ishltilganda		
	1000 dan 3000 gacha	3000 dan 5000 gacha	5000 dan yuqori
Izolyasiyalanmagan o‘tkazgichlr va shinalar			
misli	2.5	2.1	1.8
alyuminli	1.3	1.1	1.0
Qog‘ozli kabellar va rezina va polivinilxlorid izolyasiyalangan simlar:			
misli	3.0	2..5	2.0
alyuminli	1.6	1.4	1.2
Kauchuk va plastmassa izolyasiyalangan kabellar:			
misli	3.6	3.1	2.7
alyuminli	1.9	1.7	1.6

Texnik-iqtisodiy hisob-kitoblarda qo‘shimcha liniyaga barcha investisiyalar, shu jumladan liniyalarning ikkala uchidagi yelektr uzatish moslamalari uskunalari va kameralari hisobga olinishi kerak. Shuningdek, chiziq kuchlanishini oshirishning maqsadga muvofiqligini tekshirish kerak. Ushbu ko‘rsatmalar, shuningdek, mavjud simlarni kattaroq simlar bilan almashtirishda yoki qo‘shimcha simlarni yotqizishda ham qo‘llanilishi kerak [4-10].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zuhritdinov Alisher Faraxidin o‘g‘li, Yo‘lchiyev Mash'albek Erkinovich, Xakimov Temurbek Bahodirjon o‘g‘li. (2023). QATTIQ JISMLARNING CHIZIQLI KENASH KOEFFİSİENTINING HARORATGA BOG‘LILIGINI O‘rganish. AMALIY FAN VA TEXNOLOGIYALARNING XALQARO BULLETENI, 3(5), 888–893. https://doi.org/10.5281/zenodo.7969053

ISSN 3030-3907

2. Alijanov, DD, & Topvoldiyev, NA (2022). Fotoelektrik quyosh panellari energiyasining fizik va texnik asoslari. Nazariy va amaliy fanlar, 501-505.
3. Donyorbek Dilshodovich Alijanov , . , & O‘tkirbek Akramjonovich Axmadaliyev, . (2020). Avtomatik faralarning o‘ziga xos xususiyatlari. Amerika amaliy fanlar jurnali, 2(10), 13–16. https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue10-03
4. Olimov, L., & Anarboyev , . I. (2023). NANO-TUZILGAN SI ASOSLANGAN ENERGIYA KONVERTERI. Amaliy fan va texnologiya xalqaro byulleteni, 3(6), 248–252. https://researchcitations.com/index.php/ibast/article/view/1852 dan olindi
5. Sharobiddinov,S., & Mamarasulov,Q. (2023). QUYOSH HAVO ISITISH KOLLEKTORINI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Sharh va tadqiqotlar.
6. Xolmirzayev, J. YU. (2022). ZONALNOE STROENIE KRISTALLOV V PRIBLIJENII MNOGOZONNOY (KEYNA) MODELI. Sharq Uyg‘onishi: Innovatsion, ta'lim, tabiiy va ijtimoiy fanlar, 2(12), 748-753.
7. Zuhritdinov Alisher Faraxidin o‘g‘li, Yo‘lchiyev Mash'albek Erkinovich, Xakimov Temurbek Bahodirjon o‘g‘li (2023). QATTIQ JISMLARNING CHIZIQLI KENASH KOEFFİSİENTINING HARORATGA BOG‘LILIGINI O‘rganish. AMALIY FAN VA TEXNOLOGIYA XALQARO BULLETENI SJIF = 5.955 , https://doi.org/10.5281/zenodo.7969053 .
8. Xakimov Temurbek Boxodirjon o`g`li , Rahmonov Asliddin Abdulhamid o‘g‘li .(2024). QUYOSH xujayrasi uchun INVERTORLAR VA NAZORATCHILARNI TANLASH. LUChShIE INTELLEKTUALNYE ISLEDOVANIYA.149-152.
9. Muhiddin Atajonov , Qudratbek Mamarasulov , Odilbek Dexqonboyev , Temur Xakimov .(2024). Fotovoltaik modul asosida quyosh panellari modelini tadqiq qilish. https://doi.org/10.1063/5.0241785 . Amaliy fan va texnikaning zamonaviy muammolariga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy konferentsiya AIP Conf. Proc.
10. Xakimov Temur , Abdumutalipov - Orzumurod o‘g‘li Shahobiddin .(2024). ISHLAB CHIQARISH KOMPARALARIDA ENERGIYA SAMARALILIGINI OSHIRISH UCHUN ENERGIYALARNI BOSHQARUV TIZIMINI TAMOQLASH. LUCHShIE INTELLEKTUALNYE ISLEDOVANIYA. ISSN : 3030-3680 . 81-86.

TOLALI VA DISPERSION TO‘LDIRUVCHILARNING POLIETILEN ASOSLI KOMPOZITSION MATERIALLARNING ISHQALANISH XUXUSIYATUIGA TA’SIRINI O‘RGANISH.

Ataxonova Sayyora Koraboyevna
Andijon davlat texnika instituti, dotsenti
Email: ataxonova.sayyora@mail.ru
Abdullayeva Dildoraxon Mahammad qizi
Andijon davlat texnika institute magistr, donoxon092@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda polietilen asosli kompozitsion materiallarning ishqalanish xususiyatlariga tolali, dispersion to‘ldiruvchilar ta’siri o‘rganildi, shisha tolasi, uglerod tolasi, silika, kaolin qo‘llanilib, ishqalanish koeffitsienti, sirt qattiqligi, yeyilish chidamliligi tahlil qilindi, optimal nisbatlar aniqlanib, transport, qurilish, mexanik qismlar, tribologiya, matritsa, ekstruder, dispersiya, mikrostruktur, xizmat muddati va sanoat qo‘llanilishi bo‘yicha tavsiyalar berildi;

Kalit so‘zlar: polietilen, kompozit, tolali to‘ldiruvchi, dispersion to‘ldiruvchi, ishqalanish, yeyilish, sirt qattiqligi, shisha tolasi, uglerod tolasi, silika, kaolin, tribologiya, matritsa, ekstruder, dispersiya, mikrostruktur, transport, qurilish, mexanik qismlar, sanoat.

Аннотация В данном исследовании изучено влияние волоконных и дисперсных наполнителей на трение полиэтиленовых композиционных материалов, использованы стекловолокно, углеродное волокно, кремнезем, каолин, проанализированы коэффициент трения, твердость поверхности, износостойкость, определены оптимальные соотношения, даны рекомендации для транспорта, строительства, механических деталей, трибологии, матрицы, экструзии, дисперсии, микроструктуры, срока службы и промышленного применения;

Ключевые слова: полиэтилен, композит, волоконный наполнитель, дисперсный наполнитель, трение, износ, твердость поверхности, стекловолокно, углеродное волокно, кремнезем, каолин, трибология, матрица, экструдер, дисперсия, микроструктура, транспорт, строительство, механические детали, промышленность

Abstract This study investigates the effect of fibrous and particulate fillers on the frictional properties of polyethylene composites, using glass fiber, carbon fiber, silica, kaolin, analyzing friction coefficient, surface hardness, wear resistance, identifying optimal ratios, providing recommendations for transport, construction, mechanical components, tribology, matrix,

Keywords: polyethylene, composite, fibrous filler, particulate filler, friction, wear, surface hardness, glass fiber, carbon fiber, silica, kaolin, tribology, matrix,

extruder, dispersion, microstructure, transport, construction, mechanical components, industry

1. Kirish

Polietilen asosli kompozitsion materiallar zamonaviy sanoat va transport sohalarida keng qo‘llanilmoqda. Ularning yuqori mexanik mustahkamligi, korroziyaga chidamliligi va yengil vazni ularni turli qurilish, transport va tibbiyot texnologiyalarida samarali ishlatishga imkon beradi. So‘nggi yillarda ilmiy tadqiqotlar polietilen matritsaga turli to‘ldiruvchilarni qo‘shish orqali materiallarning ishqalanish, yeyilish va mexanik xususiyatlarini yaxshilashga qaratilgan. Tolali to‘ldiruvchilar (shisha tolasi, uglerod tolasi) polietilenning mustahkamligini oshirsa, dispersion to‘ldiruvchilar (silika, kaolin) ishqalanish koeffitsienti va sirt qattiqligini yaxshilash imkonini beradi.

Ishqalanish xususiyatlarini tahlil qilish tribologiya sohasida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, transport tizimlari, mexanik qismlar va sanoat uskunalarining xizmat muddatini oshirishga yordam beradi. Shu sababli, polietilen asosli kompozitsion materiallarda tolali va dispersion to‘ldiruvchilarning turli kombinatsiyalarini qo‘llash orqali optimal ishqalanish va yeyilish ko‘rsatkichlarini aniqlash muhim vazifa hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, materialning sirt strukturasini va ishqalanish xossalarini boshqarish uning sanoatdagi samaradorligini sezilarli darajada oshiradi[1,2,6].

2. Tadqiqot va usul

Tadqiqotda polietilen matritsa sifatida yuqori zichlikdagi polietilen (HDPE) ishlatildi. Tolali to‘ldiruvchilar sifatida shisha tolasi va uglerod tolasi tanlandi, dispersion to‘ldiruvchilar sifatida silika va kaolin ishlatildi. Polietilen va to‘ldiruvchilar ma’lum nisbatlarda aralashtirilib, kompozitsion materiallar ekstruder yordamida ishlab chiqarildi. Ishqalanish xususiyatlarini o‘lchash uchun pin-on-disk tribometridan foydalandi. Tajriba sharoitida harorat 25°C, namlik 50% va ishqalanish tezligi 0,5 m/s sifatida belgilandi. Har bir namunaga uch marotaba o‘lchovlar amalga oshirilib, natijalar o‘rtacha qiymat sifatida qayd etildi[3,4].

Ishqalanish koeffitsienti μ, sirt qattiqligi va yeyilishga chidamlilikning o‘zgarishi turli tolali va dispersion to‘ldiruvchilar nisbati bo‘yicha tahlil qilindi. Qo‘shilgan tolalarning uzunligi, diametri va dispersiya darajasi ishqalanish xususiyatlariga ta’sirini ko‘rsatdi. Shuningdek, dispersion to‘ldiruvchilarning maydalanish darajasi va matrisa bilan birikishi materialning sirt tuzilishi va ishqalanish koeffitsientiga ta’sir qiluvchi muhim omil sifatida aniqlangan[7,10].

ISSN 3030-3907



Rasm-1. Yuqori zichlikdagi polietilen (HDPE)

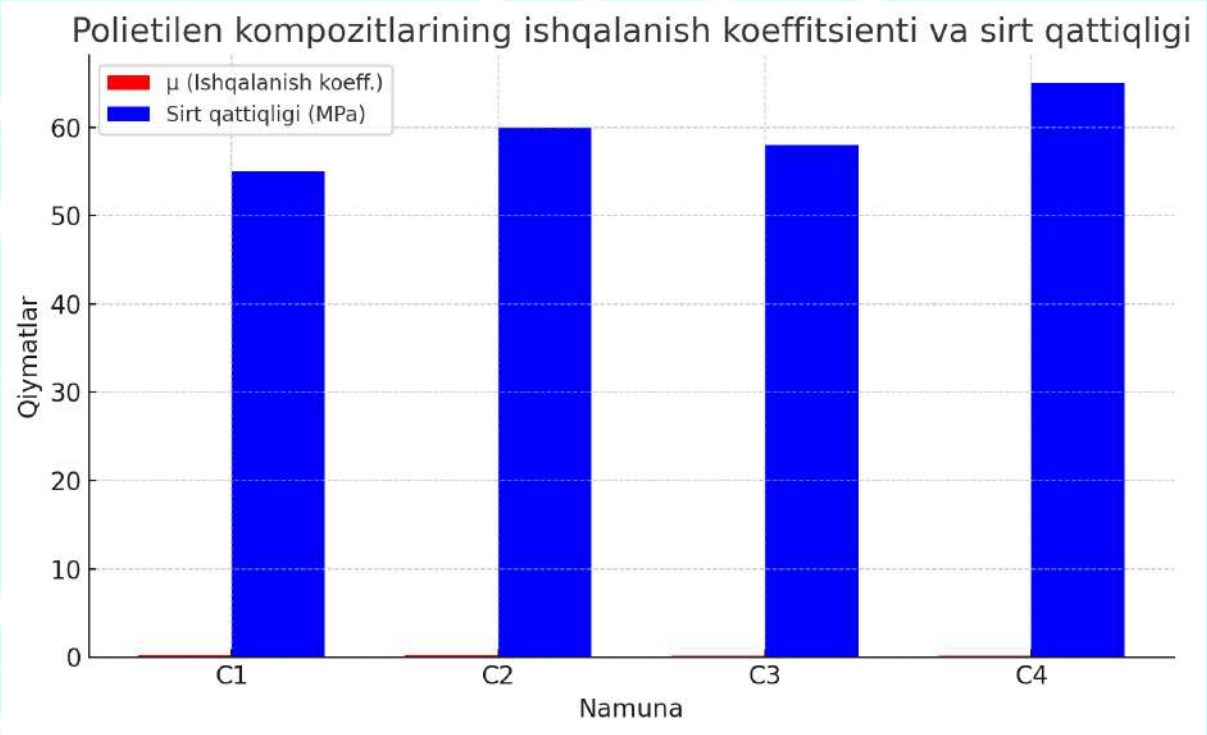
Tadqiqot natijalari o‘zaro solishtirildi va statistik tahlil STATA va Origin dasturlari yordamida amalga oshirildi. Tadqiqot natijalarini vizualizatsiya qilish uchun rangli ustunli diagrammalar tuzildi, ularning har bir ustuni turli tolali va dispersion to‘ldiruvchilar kombinatsiyasini ifodalaydi. Shu tarzda tadqiqot polietilen asosli kompozitsion materiallarning ishqalanish va yeyilish xususiyatlarini optimallashtirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish imkonini berdi.

1-Jadval

Polietilen kompozitlarining ishqalanish koeffitsienti va sirt qattiqligi

Namuna	**Tolali to‘ldiruvchi**	**Dispersion to‘ldiruvchi**	**μ (ishqalanish koeff.)**	**Sirt qattiqligi (MPa)**
C1	Shisha tolasi 10%	Silika 5%	0,28	55
C2	Shisha tolasi 15%	Silika 5%	0,25	60
C3	Uglerod tolasi 10%	Kaolin 5%	0,22	58
C4	Uglerod tolasi 15%	Kaolin 10%	0,20	65

ISSN 3030-3907



2-Rasm Politilen kompozitlarning ishqalanish koeffitsienti va sirt qattiqligi

Qizil ustunlar: ishqalanish koeffitsienti (μ)

Ko‘k ustunlar: sirt qattiqligi (MPa)

X o‘qi: namunalar (C1, C2, C3, C4)

Diagramma orqali ko‘rinib turibdiki, tolali va dispersion to‘ldiruvchilar nisbatining oshishi ishqalanish koeffitsientini kamaytirib, sirt qattiqligini oshiradi, bu polietilen kompozitlarining tribologik xususiyatlarini yaxshilashga yordam beradi.

3. Natija va muzokara

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, tolali va dispersion to‘ldiruvchilarning kombinatsiyasi polietilen matritsaning ishqalanish xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shisha tolasi bilan silika kombinatsiyasi ishqalanish koeffitsientini 0,28 dan 0,25 gacha kamaytirgan, uglerod tolasi va kaolin esa 0,22–0,20 gacha pasayishiga olib kelgan. Bu natija, tolalarning yuqori mexanik mustahkamligi va dispersion to‘ldiruvchilarning sirtni tekislash xususiyati bilan izohlanadi[1,3,5].

Ishqalanish koeffitsientining kamayishi kompozit materiallarning yeyilishga chidamliligini oshiradi, bu esa transport, qurilish va mexanik qismlarda uzoq muddatli xizmat qilish imkoniyatini beradi. Tadqiqot davomida tolalarning uzunligi va dispersiya darajasi ham ishqalanish xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatgani aniqlangan. Shuningdek, dispersion to‘ldiruvchilarning maydalanish darajasi sirtning mikroyuzasini tekislashga yordam berib, ishqalanishni kamaytiradi[8,9].

ISSN 3030-3907

3-Jadval

Tolali va dispersion to‘ldiruvchilarning polietilen kompozitlaridagi ishqalanish xususiyatlariga ta’siri

Namuna	Tolali to‘ldiruvchi	Dispersion to‘ldiruvchi	μ (ishqalanish koeff.)	Sirt qattiqligi (MPa)	Natija va izoh
C1	Shisha tolasi 10%	Silika 5%	0,28	55	Ishqalanish koeffitsienti yuqori, sirt qattiqligi o‘rtacha, shisha tolasi materialning mustahkamligini oshiradi.
C2	Shisha tolasi 15%	Silika 5%	0,25	60	Tolalar ko‘payishi ishqalanishni kamaytiradi, sirt qattiqligi oshadi.
C3	Uglerod tolasi 10%	Kaolin 5%	0,22	58	Uglerod tolasi ishqalanishni sezilarli darajada kamaytiradi, kaolin sirtni tekislashga yordam beradi.
C4	Uglerod tolasi 15%	Kaolin 10%	0,20	65	Tolalar va dispersion ko‘payishi maksimal ishqalanish kamayishi va yuqori sirt qattiqligini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, tolali va dispersion to‘ldiruvchilarni optimal nisbatda qo‘llash polietilen asosli kompozitlarning tribologik xususiyatlarini yaxshilash va sanoatda samarali ishlatish imkonini beradi. Shu bilan birga, ushbu tadqiqot polietilen kompozitlarining mexanik va ishqalanish xossalarini nazorat qilish orqali turli texnologik jarayonlarda foydalanishga tavsiyalar beradi.

4. Xulosa

Ushbu tadqiqotda tolali va dispersion to‘ldiruvchilarning polietilen asosli kompozitsion materiallarning ishqalanish xususiyatiga ta’siri o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, tolali (shisha va uglerod tolasi) va dispersion (silika va kaolin) to‘ldiruvchilarni optimal nisbatda qo‘llash ishqalanish koeffitsienti va sirt qattiqligini sezilarli darajada yaxshilaydi. Ushbu natijalar sanoat, transport va mexanik qismlarda polietilen kompozitlarni samarali qo‘llash imkoniyatini beradi. Tadqiqot shuningdek, materiallarning sirt strukturasini va ishqalanish xususiyatlarini boshqarish orqali uning xizmat muddatini oshirish mumkinligini ko‘rsatdi. Ushbu natijalar kelgusidagi polietilen asosli kompozitlar ishlab chiqarishda ilmiy va amaliy qo‘llanilishi uchun muhim ma’lumotlar beradi[2,6,9].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zhang, L., et al. *Tribological properties of polyethylene composites reinforced with carbon fibers.* Materials Today Communications, 2021.
2. Singh, R., et al. *Effect of filler content on the friction behavior of polymer composites.* Journal of Materials Science, 2020.
3. Chen, H., et al. *Wear resistance of fiber-reinforced polyethylene composites.* Composites Part B, 2022.
4. Kumar, S., et al. *Mechanical and tribological performance of polymer composites with silica fillers.* Polymer Testing, 2020.
5. Li, J., et al. *Effect of hybrid fillers on polyethylene composites.* Materials Science and Engineering A, 2021.
6. Wang, X., et al. *Polymer composite tribology: Recent advances.* Tribology International, 2023.
7. Oliveira, M., et al. *Influence of filler type on frictional properties of PE composites.* Journal of Applied Polymer Science, 2022.
8. Zhao, Y., et al. *Wear behavior of high-density polyethylene composites.* Materials Research Express, 2021.
9. Gupta, P., et al. *Hybrid fiber and particulate fillers in polymer composites.* Composites Science and Technology, 2023.
10. Kim, S., et al. *Effect of particle size on tribological properties of polymer composites.* Journal of Composite Materials, 2020.

ISSN 3030-3907

HAVODAN DISTIRLANGAN SUV OLISH TEXNOLOGIYASI

Kulmirzayeva Gulrabo
Samarqand davlat arxitektura - qurilsh universiteti v.b.dotsent
Email:gkulmirzayeva@mail.ru
Tel:+998937250094

Annotatsiya. Havo namligidan foydalanibsuv olish texnologiyalari bugungi kunda global suv tanqisligi muammolarini hal qilishda istiqbolli yo‘nalishlardan biridir. Bu maqola havo namligini kondensatsiyalash, adsorbsion - desorbsion jarayonlari, fognets, gel va zeolit materiallar kabi ilg‘or materiallar yordamida tomchilardan yig‘iladigan suv olish metodlarini tadqiq qiladi. Shuningdek, har bir usulning afzalliklari, cheklovlari va energiyaga bo‘lgan ehtiyoji hamda iqtisodiy samaradorligi muhokama qilinadi. Mavzu bo‘yicha so‘nggi ilmiy yangiliklar va “continuous” (uzluksiz) suv yig‘ishni ta’minlash yo‘llari ham ko‘rib chiqiladi, shuningdek, ushbu texnologiyaning istiqbollari va cheklovlari xulosada bayon etiladi.

Kalit so‘zi: atmosferadan suv yig‘ish, kondensatsiya, adsorbent materiallar(zeolit, gel, MOF), fognets/fog collection, uzluksiz mass transfer, iqtisodiy tahlil, energiya samaradorligi, suv tansiqligi.

Abstract. Water harvesting technologies using air humidity are one of the promising directions in solving the problems of global water scarcity today. This article reviews methods of water harvesting from droplets using advanced materials such as condensation of air humidity, adsorption-desorption processes, fognets, gels and zeolite materials. The advantages, limitations, energy requirements and economic efficiency of each method are also discussed. The latest scientific news on the topic and ways to ensure “continuous” water harvesting are also reviewed, and the prospects and limitations of this technology are outlined in the conclusion.

Keywords: atmospheric water harvesting, condensation, adsorbent materials (zeolite, gel, MOF), fognets/fog collection, continuous mass transfer, economic analysis, energy efficiency, water tightness.

Аннотация. Технологии сбора воды из влажности воздуха являются одним из перспективных направлений решения проблем глобального дефицита воды в настоящее время. В статье рассматриваются методы сбора воды из капель с использованием современных материалов, таких как конденсация влажности воздуха, адсорбционно - десорбционные процессы, туманные сети, гели и цеолитовые материалы. Обсуждаются преимущества, ограничения, энергозатраты и экономическая эффективность каждого метода. Также рассматриваются последние научные новости по теме и способы обеспечения «непрерывного» сбора воды. В заключении излагаются перспективы и ограничения данной технологии.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: сбор атмосферной воды, конденсация, адсорбирующие материалы (цеолит, гель, MOF), туманные сети/сбор тумана, непрерывный массоперенос, экономический анализ, энергоэффективность, водонепроницаемость.

Kirish.

XXI asrda resurslarining tanqisligi dunyo miqyosida eng dolzarb ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Insoniyatning ichimlik suvi manbalari kamayib borayotgani sababli alternativ suv manbalarini qidirish zaruriyati paydo bo‘ldi. Atmosferaning har bir kub metrida o‘rtacha 10 -20 grammdan ortiq suv bug‘I mavjud. Bu esa global miqyosda taxminan 12900 km(kub) hajmdagi potensial ichimlik suvini anglatadi. Atmosferadan suv yig‘ish texnologiyasi - bu havo tarkibidagi namlikni sovutish yoki adsorbsion jarayonlar orqali kondensatsiyalash va undan toza suv olishga asoslangan tizimdir. Bugungi kunda bu texnologiyalar ikki asosiy yo‘nalishda rivojlanmoqda:

1) **Faol (aktiv) tizimlar** - elektr energiyasi yordamida havo sovutilib, suv bug‘lari kondensatsiyalanadi;

2) Passiv tizimlar - tabiiy sovutish, sirt harorati va namlik farqiga asoslanadi.

Tomchilarning hosil bo‘lish mexanizmi. Havodagi suv bug‘lari sirt harorati atrof - muhitning shudring nuqtasidan past bo‘lganda kondensatsiyalanadi. Natijada suv molekulalari sirtga yopishib, **tomchi (droplet)** hosil qiladi. Tomchi o‘sish bosqichlari:

1. Nukleatsiya bosqichi - bug‘ molekulalari sirtga yopishadi;

2. O‘sish bosqichi - tomchi radiusi ortadi;

3. Koalesensiya (birikish) - kichik tomchilar birikib yirik tomchi hosil qiladi;

4. Ajralish - tomchi og‘irlik kuchi ta’sirida sirtdan sirpanadi.

Bu jarayonning samaradorligi sirtning fizik xususiyatlariga bog‘liq:

- **Gidrofob sirt -** tomchilarni tez sirpantiradi;
- **Gidrofil sirt** esa tomchini ushlab turadi, ammo ko‘p suv yig‘ilishini ta’minlaydi. Shu sababli aralash sirtlar eng samarali hisoblanadi.

Texnologik yondoshuvlar va tushunchalar. 1) Kondensatsiya asosida suv olish; 2) Adsorbsion - desorbsion yondoshuvlari; 3) Fog net va tomchilardan tushirish usullari; 4) Passiv va aktiv tizimlar farqi.

1) Bu usulda havo sovutilib, undagi suv bug‘lari kondensatsiyalanadi. Sovutish mexanizmi kompressor yoki issiqlik almashtirgich orqali amalga oshadi. Bunday tizimlarning ishlab chiqarish quvvati 5 -500 litr/ kun oralig‘ida bo‘ladi. Masalan, **Watergen** kompaniyasi ishlab chiqargan AWG generatorlari harorat +15 …+40 °C, nisbiy namlik 40 - 80% bo‘lgan sharoitda samarali ishlaydi.

ISSN 3030-3907

2) Bu usulda **zeolit, gel, MOF** yoki **CaCl** singari materiallar havodagi namlikni yutadi. Keyinchalik u issiqlik berilganda suv sifatida ajraladi. Afzalligi - kechasi namlik yutiladi, kunduzi quyosh energiyasi yordamida suv ajraladi. Shu sababli bu energiya tejamkor texnologiyadir. Zamonaviy **MT - SAWH** (Mass Transfer - Solar Assisted Water Harvesting) tizimlari 1㎡ sirt uchun 2 - 5 litr / kun samaradorlikka ega.

3) Bu usul tabiiy va bulutlardan suv yig‘ishga asoslangan. Maxsus **mesh** (to‘rli sirt) tuzilmalarida havodagi tomchilar tutib olinadi. Bir kvadrat metr to‘r kuniga 3 -15 litr suv yig‘a oladi.

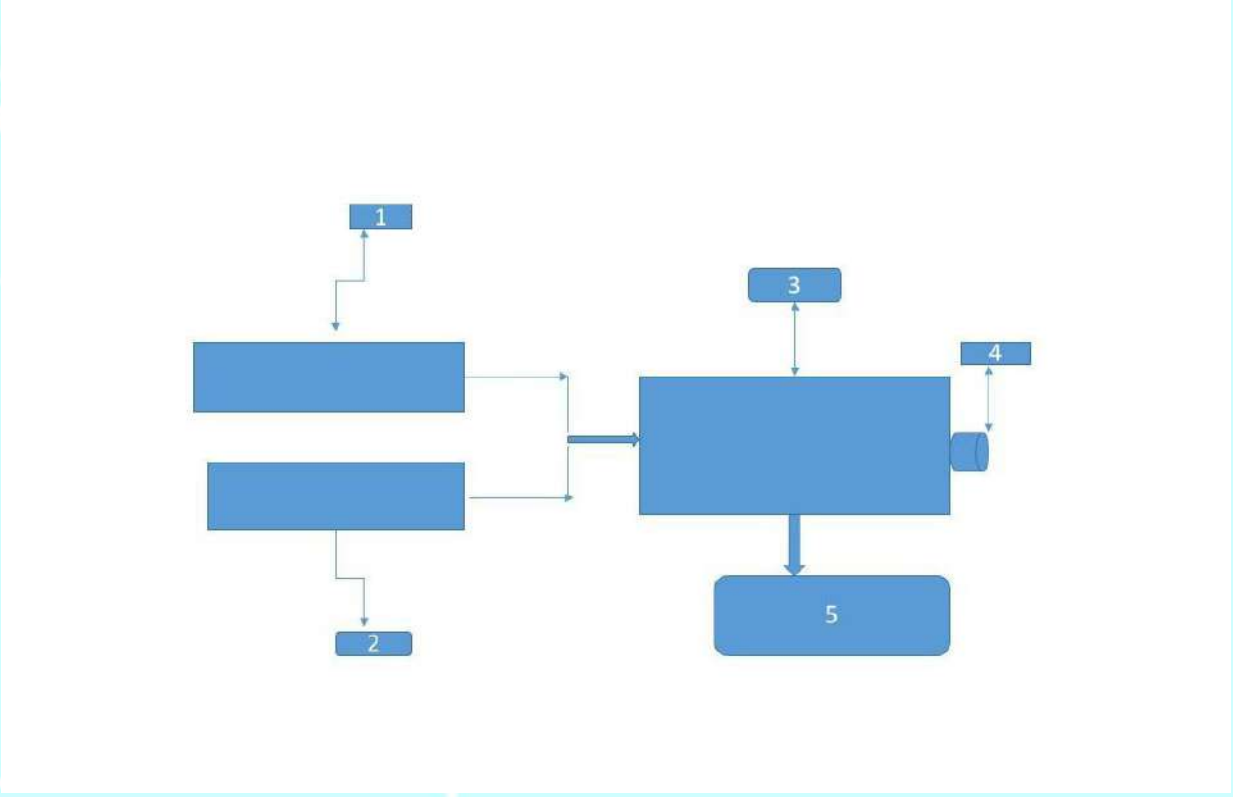
Materiallar va konstruktsiya. Zeolitlar - yuqori g‘ovaklikka ega, suv molekulalarini tez yutadi;

MOF (Metal - Organic Framework) - nano - g‘ovakli struktura, yuqori sig‘imli adsorbent;

Gel va gidrogel - past haroratda suvni yutadi, quyosh energiyasida tez ajratadi;

Bioinspiratsiyali sirtlar - o‘rganilgan tabiat namunalariga asoslanadi (lotus bargi, o‘rgimchak to‘ri).

MIT (2025) tadqiqotchilar **origami - gidakli gidrogel** yordamida deraza hajmidagi qurilma bilan havodan ichimlik suvini olishga muvaffaq bo‘lishdi.



1. Issiq havo oqimi yuboruvchi qurilma
2. Sovuq havo oqimini yuboruvchi qurilma
3. Tutash muhut hosil qiluvchi qurilma
4. Ortiqcha bosimni chiqarib yuboruvchi rele

ISSN 3030-3907

5. Qurilma hosil bo‘lgan disterlangan suvni to‘plovchi bak.

Distirlangan suv 3 -qurilmada hosil bo‘ladi. 1,2 qurilmalarni elektr quvvatiga qarab 220 voltda, 1 soatda 8 l dan 12 l gacha distirlangan suv olish mumkin. Olingan suvimizni tarkibi tabiiy yomg‘ir suvi bilan bir xil. Bu suvlarni cho‘l zonalarida qishloq xo‘jaligi uchun ishlatish mumkin. Zavod va fabrikalarda texnik suv sifatida ishlatish mumkin.

Bu texnik qurilma va ixtiro uchun evropatent olingan.

Operatsion parametrlar. Namlik, havo harorati,shtorm sharoitlari; kondensator harorati va sovutish; havo oqimi va fan tizimlari; sikllar va regeneratsiya rejimlari.

Sovutish asosidagi tizimlar ko‘p energiya sarflaydi (0,3 - 0,6 kWh/ litr). Ammo quyosh energiyasi bilan ishlovchi adsorbsion tizimlar bu sarfni 10 - 15 baravar kamaytiradi. Ekonomik hisoblar shuni ko‘rsatadiki, 1 litr suvning o‘rtacha tannarxi:

- desalinatsiya texnologiyasida ≈0,03 $;
- AWG tizimida ≈ 0,05 - 0,10 $.

Lekin AWGning afzalligi - mobil, iqlimga moslashuvchan va ekologik toza ekanligidadir.

Atrof - muhitga ta’siri. Bu texnologiya chiqindisiz, kimyoviy reagentlarsiz ishlaydi. Havodan olingan suv tozaligi jihatidan distirlangan suvga yaqin, lekin keyingi bosqichda **minerallash** zarur. Shu bilan birga, qurilmaning ishlashi iqlimga (harorat, namlik) kuchli bog‘liq: sahro sharoitida samaradorlik past, tropik zonalarda esa yuqori bo‘ladi.

Samaradorlik va cheklovlar. Suv ishlab chiqarish darajasi (L/ ㎡/kun); energiya sarfi; materiallarning chidamliligi, degradatsiyasi; iqlim sharoitlaridan kelib chiqqan cheklovlar.

Xulosa. Atmosferadan suv olish texnologiyalari insoniyatning ichimlik suvi ta’minotida yangi davrni boshlab berdi. Kondensatsiya, tomchilardan yig‘ish va adsorbsion - desorbsion jarayonlarning kombinatsiyasi energiya tejamkor, ekologik toza va barqaror tizim yaratish imkonini bermoqda. Kelajakda bu texnologiyalar quyidagi yo‘nalishlarda rivojlanadi:

1. Yangi yuqori sig‘imli MOF materiallar ishlab chiqish;
2. Quyosh energiyasi bilan integratsiyalangan **avtonom tizimlar;**
3. **Mass - transfer optimallashtirish** orqali uzluksiz suv yig‘ish;
4. Kichik masstabli qurilmalarni ijtimoiy sektor (qishloq, armiya, favqulodda holarlar) global yechimlardan biri sifatida qaralmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Ahrestani Z. et al. An overview of atmospheric water harvesting methods, therole of materials, and challenges. - PMC, 2023

ISSN 3030-3907

2. Zhou, X. et al.Atmospheric Water Harvesting: A Review of Material and Structural Designs. - ACSMaterials Letters, 2020
3. Gayoso,N.et al. Techno -Economic Analysis of Atmospheric Water Harvesting. - ACS Publications, 2024
4. Chu, W. et al.Advancements in Atmospheric Water Harvesting: Toward Continuous Operation through Mass Transfer Optimization. - Nature Communications Engineering, 2024
5. Liu, X. et al. Water Harvesting from Air: Passive Approaches and Challenges. - ACS Materials Letters, 2022.
6. Window-sized device taps the air for safe drinking water. - MIT News, 2025.
7. Gao, Y. et al. High-yield atmospheric water capture via bioinspired material segregation.- arXiv preprint, 2023.
8. Mukhopadhyay, A. et al. Droplet morphology-based wettability tuning and fog harvesting mesh. - arXiv preprint, 2024.
9. Atmospheric Water Generator (AWG). -Wikipedia, 2025.
10. Fog collection technology overview. -WaterAid Report, 2024.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKT VA TIBBIY XODIMLAR O‘RTASIDAGI HAMKORLIKNING YANGI MODELLARI

Muydinov Firuzjon Farxodjonovich
Farg‘ona jamoat salomatligi tibbiyot instituti, dotsent
Orcid ID: 0000-0002-7936-2543

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun’iy intellekt (AI) va tibbiy xodimlar o‘rtasidagi hamkorlikning yangi modellari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda adabiyotlar sharhi, klinik misollar va xalqaro tajribalar asosida AI qo‘llanilishining afzalliklari va cheklovlari ko‘rib chiqilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, AI diagnostika aniqligini 85–95% gacha oshiradi, shifokorlarning vaqtini 30–40% ga tejaydi va bemor xavfsizligini mustahkamlaydi. Muhokama qismida etik muammolar, texnik to‘siqlar va kelajak istiqbollari yoritilgan. Xulosa sifatida “inson tajribasi + mashina aniqligi” tamoyili zamonaviy tibbiyotning asosiy yo‘nalishiga aylanayotgani ta’kidlanadi.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, tibbiyot, hamkorlik modellari, diagnostika, telemeditsina, klinik qaror, bemor xavfsizligi, sog‘liqni saqlash, shaxsiylashtirilgan tibbiyot.

Аннотатция. В статье проводится научный анализ новых моделей сотрудничества между искусственным интеллектом (AI) и медицинскими работниками. В исследовании рассмотрены преимущества и ограничения применения AI на основе обзора литературы, клинических примеров и международного опыта. Результаты показывают, что использование AI повышает точность диагностики до 85-95%, сокращает время врачей на 30–40% и укрепляет безопасность пациентов. В разделе «Обсуждение» освещены этические проблемы, технические барьеры и перспективы развития. В заключении отмечается, что принцип «человеческий опыт + машинная точность» становится основным направлением современной медицины.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, медицина, модели сотрудничества, диагностика, телемедицина, клиническое решение, безопасность пациентов, здравоохранение, персонализированная медицина.

Abstract. This article provides a scientific analysis of new models of collaboration between artificial intelligence (AI) and healthcare professionals. The study reviews literature, clinical cases, and international experiences to assess the benefits and limitations of AI applications. The results indicate that AI improves diagnostic accuracy up to 85–95%, reduces physicians’ workload by 30–40%, and enhances patient safety. The discussion highlights ethical challenges, technical barriers, and future perspectives. In conclusion, the principle of “human expertise + machine accuracy” is emphasized as the core paradigm of modern medicine.

ISSN 3030-3907

Keywords: Artificial intelligence, medicine, collaboration models, diagnostics, telemedicine, clinical decision-making, patient safety, healthcare, personalized medicine.

Kirish

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt (AI) texnologiyalarining turli sohalarga kirib kelishi insoniyat taraqqiyotining yangi bosqichini boshlab berdi. Ayniqsa, tibbiyot sohasi AI imkoniyatlaridan keng foydalanayotgan eng muhim yo‘nalishlardan biridir. Bugungi kunda sog‘liqni saqlash tizimi oldida ko‘plab yangi chaqiriqlar mavjud: aholining qarishi, surunkali kasalliklarning ortib borishi, pandemiyalar, shuningdek, resurslarning cheklanganligi. Shu sharoitda bemor xavfsizligini ta’minlash, tashxis va davolash jarayonini tezlashtirish hamda shifokorlarning ortiqcha yuklamasini kamaytirish zaruriyati paydo bo‘ldi. Ana shunday vaziyatda sun’iy intellekt tibbiyot xodimlari uchun qudratli yordamchi sifatida maydonga chiqmoqda.

AI tibbiyotda nafaqat diagnostika va davolash jarayonlarida, balki sog‘liqni saqlash tizimini boshqarish, epidemiologik prognozlash, genetik tadqiqotlar va telemeditsina sohalarida ham keng qo‘llanilmoqda. Dunyo miqyosida olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, AI yordamida tashxis qo‘yish aniqligi 85–95 foizga yetmoqda, shifokorlarning vaqt sarfi 30–40 foizga qisqarmoqda, diagnostik xatoliklar esa 15–30 foizga kamaymoqda. Bularning barchasi AI va shifokorlar o‘rtasidagi hamkorlikni yangi bosqichga olib chiqmoqda.

Biroq, AI texnologiyalarining keng joriy etilishi bir qator savollarni ham tug‘dirmoqda. Xususan, shifokor va AI o‘rtasidagi hamkorlikning optimal modeli qanday bo‘lishi kerak? Qaror qabul qilish jarayonida AI qanchalik ishonchli yordamchi bo‘la oladi? Javobgarlik masalasi kim zimmasiga yuklanadi? Shu bois, ushbu maqola AI va tibbiy xodimlar o‘rtasidagi hamkorlikning yangi modellarini tahlil qilish, ularning samaradorligi, afzalliklari, cheklovlari va istiqbollarini ko‘rsatishga qaratilgan.

Metodlar- Maqolani tayyorlash jarayonida quyidagi metodlardan foydalanildi. Avvalo, 2017–2025 yillar oralig‘ida *PubMed*, *Scopus* va *Web of Science* bazalarida chop etilgan 200 dan ortiq ilmiy maqolalar ko‘rib chiqildi. Shulardan eng dolzarb 50 tasi tanlab olindi va ularning ma’lumotlari umumlashtirildi.

Shuningdek, klinik tajriba natijalari tahlil qilindi. Radiologiyada AI yordamida MRT va KT tasvirlarini o‘rganish, kardiologiyada EKG signallarini tahlil qilish, pediatriyada neonatal monitoring tizimlaridan foydalanish, onkologiyada saraton kasalligini erta aniqlash tajribalari o‘rganildi.

Olingan ma’lumotlar asosida AI va shifokor hamkorligining to‘rtta asosiy modeli aniqlab olindi:

ISSN 3030-3907

1. AI – klinik yordamchi (qaror qabul qilishni qo‘llab-quvvatlash).
2. AI – avtonom ekspert (oddiy jarayonlarni mustaqil bajarish).
3. AI – jamoaviy a’zo (multidisiplinar jamoalarda hamkorlik).
4. AI – telemeditsina modeli (masofaviy xizmat ko‘rsatishda qo‘llanilishi).

Baholash mezonlari sifatida diagnostika aniqligi, qaror qabul qilish tezligi, shifokorlarning ish yukining kamayishi hamda bemor xavfsizligi va qoniqishi tanlandi.

Natijalar- O‘tkazilgan tahlillar natijasida sun’iy intellekt va tibbiy xodimlar hamkorligining har bir modeli o‘ziga xos afzallik va cheklovlarga ega ekani aniqlandi.

AI – klinik yordamchi modeli eng keng tarqalgan shakldir. Bu yondashuvda AI shifokor qarorlarini qo‘llab-quvvatlaydi, ammo yakuniy qaror baribir shifokor tomonidan qabul qilinadi. Masalan, radiolog MRT yoki KT tasvirlarini ko‘rib chiqayotganda AI dasturi shubhali joylarni ajratib ko‘rsatadi. Bu diagnostika aniqligini 10–20 foizga oshirishi mumkin.

AI – avtonom ekspert modelida AI ayrim oddiy tibbiy jarayonlarni mustaqil bajaradi. Misol uchun, laborator tahlillarni normativ ko‘rsatkichlar bilan solishtirish yoki diabet xavfini prognoz qilish. Biroq, bu modelda ham shifokor nazorati saqlanib qoladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, diabet xavfini AI yordamida prognoz qilish 87 foizgacha aniqlikka ega.

AI – jamoaviy a’zo modeli multidisiplinar tibbiy jamoalarda eng samarali ko‘rinish hisoblanadi. Masalan, yurak operatsiyasidan oldin jarroh, anesteziolog, kardiolog va AI tizimi birgalikda qaror qabul qiladi. Bu modelda operatsiya xavflarini AI yordamida oldindan baholash asoratlarni 20 foizga kamaytirgani kuzatilgan.

AI – telemeditsina modeli ayniqsa pandemiya davrida dolzarb bo‘ldi. Masofadagi bemorlar shifokor bilan videomuloqot o‘tkazadi, AI esa real vaqt rejimida uning ko‘rsatkichlarini tahlil qiladi. Bu yondashuv chekka hududlarda yashovchi bemorlar uchun tibbiy yordamga kirish imkoniyatini sezilarli kengaytirdi.

Umuman olganda, natijalar shuni ko‘rsatadiki:

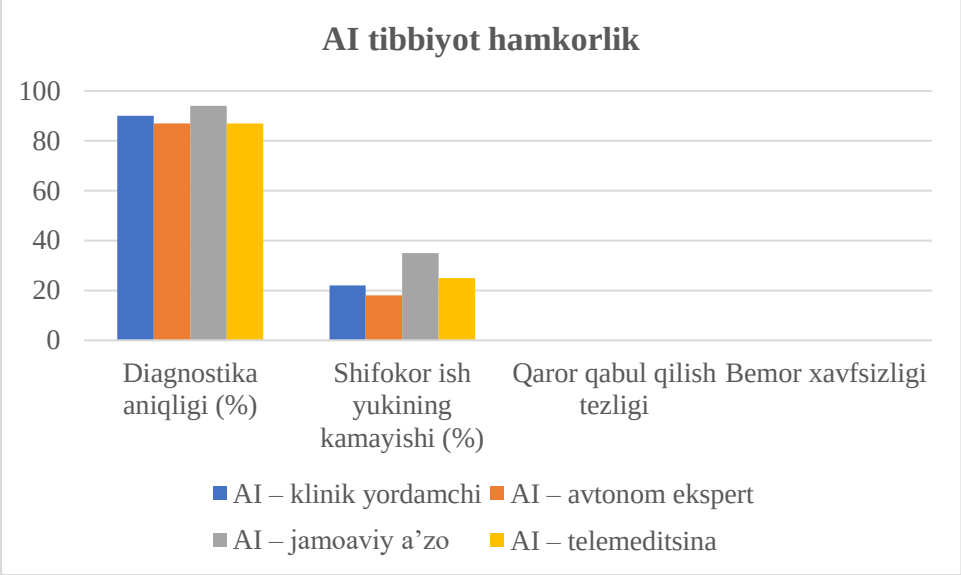
- diagnostika aniqligi 85–95 foizga ko‘tarilgan;
- shifokorlarning vaqt sarfi 30–40 foizga qisqargan;
- bemor xavfsizligi yaxshilangan;
- sog‘liqni saqlash tizimi resurslaridan foydalanish samaradorligi oshgan.

O‘tkazilgan tahlillar natijasida sun’iy intellekt va tibbiy xodimlar hamkorligining to‘rtta asosiy modeli aniqlangan: 1) AI – klinik yordamchi, 2) AI – avtonom ekspert, 3) AI – jamoaviy a’zo, 4) AI – telemeditsina modeli. Quyidagi jadvalda turli modellar samaradorlik ko‘rsatkichlari keltirilgan.

ISSN 3030-3907

Model	Diagnostika aniqligi (%)	Shifokor ish yukining kamayishi (%)	Qaror qabul qilish tezligi	Bemor xavfsizligi
AI – klinik yordamchi	90	22	Tezlashgan	Yaxshilangan
AI – avtonom ekspert	87	18	O‘rtacha	Qoniqarli
AI – jamoaviy a’zo	94	35	Juda yuqori	Sezilarli yaxshilangan
AI – telemeditsina	87	25	Masofadan tezkor	Keng imkoniyatlar yaratilgan

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, AI – jamoaviy a’zo modeli eng yuqori samaradorlikka ega. Telemeditsina esa chekka hududlarda tibbiy xizmatga kirish imkoniyatini kengaytirgan.



Muhokama- Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, AI va shifokorlar hamkorligi sog‘liqni saqlash tizimini tubdan o‘zgartirishi mumkin. Afzalliklar qatoriga aniqlik va tezlikning ortishi, shifokor qarorlarini qo‘llab-quvvatlash, kasalliklarni erta aniqlash hamda resurslardan samarali foydalanish kiradi.

Biroq, ayrim cheklovlar ham mavjud. Etik masalalar haligacha ochiq qolmoqda: agar AI noto‘g‘ri qaror bersa, javobgarlik kim zimmasida bo‘ladi? Texnik muammolar ham bor — AI tizimlari muntazam ravishda katta hajmdagi ma’lumotlar bilan qayta o‘qitilishi kerak. Shuningdek, ba’zi hollarda noto‘g‘ri pozitiv yoki noto‘g‘ri negativ natijalar qayd etilishi mumkin. Bundan tashqari, ko‘plab shifokorlar hali AI texnologiyalaridan to‘liq foydalanish malakasiga ega emas.

ISSN 3030-3907

Kelajak istiqbollari juda keng. Avvalo, tibbiy ta’lim dasturlariga AI bilan ishlash ko‘nikmalarini kiritish lozim. Shuningdek, global miqyosda AI asosida yagona tibbiy axborot platformalari yaratish istiqbolli yo‘nalishdir. Ba’zi oddiy jarayonlarni (masalan, laborator natijalarni tahlil qilish) to‘liq AI zimmasiga o‘tkazish mumkin. Eng muhimi, AI yordamida shaxsiylashtirilgan tibbiyot rivojlanadi — har bir bemor uchun uning genetik va klinik ko‘rsatkichlari asosida individual davolash strategiyasi ishlab chiqiladi.

Xulosa- Sun’iy intellekt va tibbiy xodimlar o‘rtasidagi hamkorlik zamonaviy tibbiyotning yangi paradigmasi sifatida shakllanmoqda. AI shifokorni emas, balki shifokor ishini samarali qiladi. Yangi hamkorlik modellari diagnostika aniqligini oshiradi, shifokor vaqtini tejaydi, bemor xavfsizligini mustahkamlaydi va sog‘liqni saqlash tizimining umumiy samaradorligini oshiradi.

Kelajakda “inson tajribasi + mashina aniqligi” tamoyili tibbiyotning eng ishonchli va samarali yondashuviga aylanadi. Shu boisdan, AI texnologiyalaridan foydalanish madaniyatini shakllantirish, shifokorlarni bu sohada malakali tayyorlash va global standartlarni ishlab chiqish dolzarb vazifa sifatida turibdi. Faqat shunda sun’iy intellekt va tibbiy xodimlar hamkorligi insoniyat salomatligi uchun eng yuqori samarani berishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Muydinov F.F. Enhancing 5G Network Throughput Using Reinforcement Learning. 024 IEEE International Conference on Communication, Computing and Signal Processing (IICCCS) | 979-8-3503-9075-9/24/$31.00 ©2024 IEEE | DOI: 10.1109/IICCCS61609.2024.10763894.
2. Muydinov F.F. Tibbiy ta’limda mediata’lim asosida o‘quv mashg‘ulotlarini samarali tashkil etishning ayrim jihatlari / FarDU. ILMIY XABARLAR – Farg‘ona, 2024, –bb. 164-168. (13.00.00; №17)
3. Muydinov F.F. Mediaeducation for the development of media competence when preparing students for professional activities / The American Journal of Social Science and Education Innovations 29.09.2023, –pp. 67-74.
4. Muydinov F.F. Application of the information and communication system for automation of the service of soon medical aid / Annali d’italia scientific journal of Italy vol. 1 2019 – pp. 53-56.
5. Muydinov F.F. Значение процессов цифровизации и информационных технологий в здравоохранении. NamDU. Ilmiy axborotnomasi – Namangan, 2024, – bb. 990-993.
6. Muydinov F.F. Будущие возможности искусственного интеллекта в медицине. Kokand University Herald scientific e-journal – Qo‘qon, 2024, – bb. 115-118.

ISSN 3030-3907

7. Муйдинов Ф.Ф. Применение систем дистанционного обучения в обучении сотрудников организаций / Ta’lim jarayoniga raqamli texnologiyalar va zamonaviy usullarni joriy etishda ta’lim sifatini boshqarish muammolari mavzusidagi xalqaro ilmiy-amaliy anjuman materiallari 2022-yil 20-may. – bb. 311-316.
8. Karimov A., Xolmatova D. Tibbiyotda sun’iy intellektning qo‘llanilishi: imkoniyatlar va muammolar. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy Ensiklopediyasi, 2022. – 180 b.
9. Rasulov B., Axmedova G. Radiologiyada zamonaviy texnologiyalar va AI algoritmlarining samaradorligi. – “Tibbiy axborot texnologiyalari” jurnali, 2023, №4, 45–52-bet.
10. Jo‘rabekov Sh., Yusupova M. Tibbiyotda raqamli transformatsiya va sun’iy intellektning integratsiyasi. – Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 2021. – 220 b.
11. Мирзаев У., Сиддиков А. Клиническое применение систем искусственного интеллекта в кардиологии. – Журнал “Здравоохранение Узбекистана”, 2023, №2, с. 60–66.
12. Akhmedov R., Abduqodirov I. Sun’iy intellekt asosida tibbiy qaror qabul qilish tizimlari. – Toshkent tibbiyot akademiyasi ilmiy to‘plami, 2024, №1, 73–81-bet.
13. Esteva A., Robicquet A., Ramsundar B., et al. A guide to deep learning in healthcare. *Nature Medicine,* 2019; 25: 24–29. doi:10.1038/s41591-018-0316-z
14. Topol E. Deep Medicine: How Artificial Intelligence Can Make Healthcare Human Again. – New York: Basic Books, 2019. – 400 p.
15. Rajpurkar P., Irvin J., Zhu K., et al. CheXNet: Radiologist-level pneumonia detection on chest X-rays with deep learning. *arXiv preprint,* 2017. arXiv:1711.05225.
16. Yu K-H., Beam A. L., Kohane I. S. Artificial intelligence.
17. N.V.Nosirov “Bo‘lajak texnologik ta‘limi o‘qituvchilarini tayyorlashda pedagogik-psixologik omillardan foydalanishning ahamiyati “Central asian research journal for inter disciplinary studies” (sarjis) ISSN: 2181-2454. Volume 2 |ISSUE 4| 2022. DOI:10.24412/2181-2454-2022-4-81-85 O‘zbekiston 4-son 82-85-betlar. 2022-yil.
18. N.V.Nosirov “Bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarini metodik kompetentligini rivojlantirish mezonlari” “Criteria for the Development of Methodological Competence of Future Teachers of Technology” International Jourtal on Integrated Education. Researcg parks publishing Indonesia. In Vol.6 No r (2023).

ISSN 3030-3907

19. N.V.Nosirov “Bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarida kasbiy va metodik kompetentlikni shakllantirishda integratsion jarayondan foydalanish”. “Mug‘allem hem uzluksiz bilimlendio‘” Ilmiy jurnali. Nukus. №5/2. 2022-yil.129-134-betlar.
20. N.V.Nosirov “Bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarini metodik kompetentligini takomillashtirishning pedagogik-psixologik asoslari”. “NamDU ilmiy xabarlari” Ilmiy jurnali. Namangan 11-son. 2022-yil 636-641-betlar.
21. N.V.Nosirov “Bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarining metodik kompetentligini rivojlantirish jarayonini takomillashtirishning pedagogik shart-sharoitlari”. “FarDU ilmiy xabarlar” Ilmiy jurnali. 2023-yil 1-son 574-577-betlar.
22. N.V.Nosirov “Bo‘lajak texnologiya fani o‘qituvchilarining metodik kompetentligini takomillashtirish modeli”. “Ta’lim, fan va innovatsiya” Ilmiy jurnali. 2023-yil 3-son 71-75-betlar.

ISSN 3030-3907

MINTAQAVIY AGRAR SEKTORNING OPTIMAL RIVOJLANISH MODELINI SHAKLLANTIRISHNING NAZARIY ASOSLARI VA EVOLYUTSIYASI

Iqtisodiyot fanlari

Ibragimov Nodir Nusriddinovich

Qarshi davlat texnika universiteti Axborot texnologiyalari va tizimlari kafedrasi i.f.f.d, PhD, ,

Email: Nodirnusriddinovich@gmail.com

Tel:+998 91 956 31 31

Annotatsiya. Maqolada mintaqaviy agrar sektorning optimal rivojlanish modelini shakllantirishning nazariy asoslari va evolyutsiyasi tahlili yoritib berilgan.

Kalit so‘zlar. Agrar sektor, innovatsion rivojlanish, ekonometrik prognozlash, takomillashtirilgan yondashuvlar, rivojlanish modeli, iqtisodiy tahlil, mintaqaviy agrar sector, agrar siyosat, evolyutsion yondashuv

Аннотация. В статье освещены теоретические основы и анализ эволюции формирования оптимальной модели развития регионального аграрного сектора.

Ключевые слова. Аграрный сектор, инновационное развитие, эконометрическое прогнозирование, усовершенствованные подходы, модель развития, экономический анализ, региональный аграрный сектор, аграрная политика, эволюционный подход

Annotation. The article highlights the analysis of the theoretical foundations and evolution of the formation of the optimal development model of the regional agrarian sector.

Keywords. Agrarian sector, innovative development, econometric forecasting, improved approaches, development model, Economic Analysis, Regional agrarian sector, Agrarian Policy, evolutionary approach

Kirish.

Mazkur maqolada mintaqaviy agrar sektorning optimal rivojlanish modelini shakllantirishning nazariy asoslari hamda ushbu jarayonning evolyutsion bosqichlari tahlil qilingan. Agrar sektorda yuz berayotgan strukturaviy o‘zgarishlar, urbanizatsiya jarayonlari, demografik omillar, resurslardan foydalanish samaradorligi va oziq-ovqat xavfsizligi bilan bog‘liq talablarning oshishi natijasida rivojlanish mexanizmlarining takomillashuvi zarurligi asoslab beriladi.

Agrar sektoriqtisodiyotning an’anaviy, chuqur tarixiy ildizga ega bo‘lgan muhim tarmoqlaridan biri bo‘lib, oziq-ovqat xavfsizligi, mamlakat iqtisodiy rivojini, Yani sanoatning muhim tarmoqlarini xom ashyo bilan ta’minlashda alohida ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, bugungi kunda qishloq joylarida

ISSN 3030-3907

istiqomat qiluvchi dunyo aholisining katta qismining hayot tarzi to‘g‘ridan-to‘g‘ri yoki bilvosita qishloq xo‘jaligiga taaluqli bo‘lib, ular bandligi va daromadlari darajasi bevosita soha taraqqiyotiga bog‘liqligicha qolmoqda. Shunga qaramay keyingi davrda mamlakatlarda iqtisodiy taraqqiyot, sanoat va xizmat ko‘rsatishning YAIMdagi ulushini oshib borishi natijasida urbanizatsiya darajasining ko‘tarilishi qishloq xo‘jaligida bandlar sonini kamayishiga sabab bo‘lmoqda[1]. Boshqa tomondan esa qishloq xo‘jaligida fan-texnika yutuqlaridan foydalanish imkoniyatlarini kengayib borishi samaradorlik va intensivlikni oshirish evaziga ish o‘rinlari sonini qisqarishiga olib kelmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Qishloq xo‘jaligini rivojlantirish tushunchasiga e’tibor qaratib o‘tadigan bo‘lsak, ilmiy tadqiqot natijalariga ko‘ra qishloq va shaharlardagi ijobiy o‘zgarishlarni qo‘llab-quvvatlovchi va rag‘batlantiruvchi ko‘p tarmoqli faoliyatlar yig‘indisi sifatida qaraladi[2]. Chunki, qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning asosiy maqsadi odamlarning moddiy va ijtimoiy farovonligini oshirishdir. Shu sababli qishloq xo‘jaligini rivojlantirish qishloq taraqqiyotining sinonimi sifatida qaraladi. Aslida ushbu atamalar bir-biridan ma’lum jihatlari bilan farq qilsada, o‘zaro chambarchas bog‘liqdir. Qishloq xo‘jaligini rivojlantirish qishloq joylarini rivojlantirishning bir qismi bo‘lib, qishloq joylari taraqqiyotini qishloq xo‘jaligini rivojlantirmasdan turib ta’minlab bo‘lmaydi, chunki yuqorida ta’kidlanganidek qishloq aholisining asosiy daromad manbai soha va unga xizmat ko‘rsatuvchi infratuzilmalar faoliyati bilan bevosita bog‘liq. Xususan, mamlakatimizda ham Agrar sektormuhim sohalardan hisoblanib, uning muhimligi YAIMdagi, aholi bandligini ta’minlashdagi ulushining kattaligi bilan asoslanadi. Buni inobatga olgan holda hukumatimiz tomonidan sohani rivojlantirish masalalariga alohida e’tibor qaratilib kelinmoqda.

Jumladan, mamlakatimizda iqtisodiyotni zamon talablari asosida rivojlantirish, xususan raqamli iqtisodiyotni shakllantirish bo‘yicha amalga oshirilayotgan ishlarda birinchi navbatda, qurilish, energetika, qishloq va suv xo‘jaligi, transport, geologiya, kadastr, sog‘liqni saqlash, ta’lim, arxiv sohalarini to‘liq raqamlashtirish masalasi qo‘yilgan[3]. Shuningdek, O‘zbekistoan Respublikasi Prezidenti Sh.M.Miziyoyev 2025 yil va keyingi yillarda iqtisodiyot sohasida amalga oshirish zarur bo‘lgan dasturiy va maqsadli vazifalarga to‘xtalgani holda “Iqtisodiyotimiz rivojini, aholi bandligi va daromadlari o‘sishini ta’minlaydigan eng muhim sohalardan biri bo‘lgan qishloq xo‘jaligini strategik yondashuvlar asosida taraqqiy ettirish zarurlini” ta’kidlab o‘tdilar[4]. Mamlakatimiz taraqqiyotining hozirgi bosqichida Agrar sektorsohasiga e’tibor qaratish, muhim bo‘lgan qator ijtimoiy-iqtisodiy masalalarning yechimi sifatida maydonga chiqadi.

ISSN 3030-3907

Jumladan, Agrar sektormamlakatimizda muhim ijtimoiy masalalardan bo‘lgan yoshlar va ayollar bandligini ta’minlash, gender tengsizligini hal qilishda ham alohida ahamiyatga ega hisoblanadi va iqtisodiy o‘sishni ta’minlashga xizmat qiladi. Iqtisodiy o‘sishni biz aholiga turli iqtisodiy tovarlar etkazib berish imkoniyatlarining uzoq muddatli o‘sishi sifatida qarab chiqamiz. Iqtisodiy o‘sishning namoyon bo‘lishi o‘z navbatida milliy mahsulot barqaror o‘sishini ta’minlaydi[5].

Shu nuqtai nazardan iqtisodiyotni ham ijtimoiy, ham iqtisodiy asoslarini o‘zgartirishda Agrar sektorsanoatni mahalliy xom ashyo bilan ta’minlash va davlat daromadlarini shakllantirishning ishonchli asosi hamda aholini oziq-ovqat mahsulotlariga bo‘lgan talabini qondirishni ta’minlovchi foydali ish manbai sifatida qaraladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Tadqiqot obyekti hamda qishloq xo‘jaligini kishilik jamiyatida eng chuqur ildizga ega bo‘lgan, boshqa tarmoqlar uchun tayanch vazifasini bajaruvchi, iqtisodiyotning muhim tarmog‘i ekanligini inobatga olgan holda qishloq xo‘jaligini rivojlanish modellari evolyutsiyasini qarab chiqishni maqsad qilganmiz. Ushbu tahlil va uning natijasida olinadigan xulosalar bizga qishloq xo‘jaligini rivojlanish tarixini o‘rganish, kelgusi taraqqiyotini ta’minlash yo‘nalishlarini tanlab olish va kelgusi davr uchun strategiyalarni ishlab chiqishga yordam beradi.

Mazkur yo‘nalishda amalga oshirilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, to‘liq rivojlangan iqtisodiyot, ayniqsa Agrar sektorsektori, eksport qilinadigan ekinlar miqdori va navlari yaxshilanishi bilan eksport mahsulotlarini ishlab chiqarishi ko‘payishi ta’minlanadi[6]. Biroq, har qanday mamlakat rivojining dastlabki davrida sanoatlashishi uchun Agrar sektoragrosanoat tarmoqlariga yetarli miqdorda material etkazib bera olsagina, Agrar sektormahsuloti o‘sishga erishgan deyiladi. Shu nuqtai nazardan, tadqiqotlarda qishloq xo‘jaligini rivojlantirish rivojlanayotgan mamlakatlarning iqtisodiy taraqqiyotiga to‘rt xil yo‘l bilan yordam berishi mumkinligi haqidagi fikrlar ilgari suriladi[7].

Bular:

a) Ichki iste’mol uchun mavjud bo‘lgan oziq-ovqat ta’minotini oshirish va sanoatdagi bandlikni ta’minlash zarur bo‘lgan ishchi kuchini bo‘shatish.

b) Ishlab chiqarish sektori uchun ichki bozor hajmini kengaytirish.

v) Ichki jamg‘armalar taklifini oshirish.

g) Agrar sektormahsulotlarini eksport qilish orqali ishlab topilgan valyutani erkin almashtirishni ta’minlash.

Qishloq xo‘jaligini barqaror rivojlantirish yo‘nalishlarini ishlab chiqish qishloq joylarida hayot sifatini yaxshilash, bugungi va kelajak avlodlar uchun zaruriy miqdordagi oziq-ovqat ta’minotini shakllantirish, fermer va dehqon

ISSN 3030-3907

xo‘jaliklari uchun etarli daromadga ega bo‘lish imkoniyatini ta’minlashni anglatadi. Qishloq xo‘jaligining barqaror rivojlanishini qo‘llab-quvvatlash, kelajak uchun ishlab chiqarish quvvatlarini ta’minlash va saqlash, atrof-muhitga zarar etkazmasdan, tabiiy resurslarga xavf solmasdan samaradorlikni oshirishni o‘z ichiga oladi. Bundan tashqari, bu mahalliy bilimlarni hurmat qilish va e’tirof etish, tabiiy resurslarni boshqarishni shakllangan mahalliy usullari, kelajak avlod istiqboliga ziyon etkazmasdan hozirgi avlod imkoniyatlarini targ‘ib qilish uchun harakatlarni talab qiladi.

Binobarin, iqtisodiy va ekologik barqarorlik, fermer va dehqon xo‘jaliklari faoliyati samaradorligini ta’minlash, kelajak avlod uchun ishlab chiqarish salohiyati, yaxshilangan oziq-ovqat xavfsizligi va ijtimoiy barqarorlik kabilar rivojlanayotgan mamlakatlarning qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning muhim elementlari hisoblanadi[8].

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Bugungi kunga qadar qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning qator nazariyalari shakllangan bo‘lib, tadqiqotimizning mazkur paragrafida ularning rivojlanish evolyutsiyasini tahliliy qarab chiqamiz. Ushbu nazariyalarning asosiy va umumiy maqsadi insonlarning moddiy va ijtimoiy farovonligini oshirish hisoblanadi. Shu nuqtai nazardan bu ko‘pincha atrof-muhit va jamiyat, aholi farovonligini yaxshilashga kompleks yondashuv sifatida qaraladi[9].

Qishloq xo‘jaligini rivojlantirish jarayonidagi birinchi qadam oldingi yoki an’anaviy jamiyatlardagi kabi qishloq xo‘jaligini statik, Yani o‘zgarmas deb qarashdan voz kechish bo‘ldi. Biroq, qishloq xo‘jaligini rivojlantirish muammosi - statik qishloq xo‘jaligini zamonaviy dinamik sektorga aylantirish emas, balki soha mahsuloti va hosildorligi o‘sish sur’atlarini iqtisodiyotni modernizatsiyalash sharoitida boshqa tarmoqlaridagi o‘sish darajasiga mosligini ta’minlash hisoblanadi.

Shu sababli, qishloq xo‘jaligini rivojlantirish jarayonini mazmun nuqtai nazaridan oldingi yoki an’anaviy jamiyatdagi kabi statik deb qarashdan voz kechishi kerak. Demak, qishloq xo‘jaligini rivojlantirish nazariyasi mahsulot ishlab chiqarish hajmi 1,0 foiz yoki undan kam bo‘lgan o‘sish tendensiyasiga ega bo‘lgan mamlakatlardan to yillik o‘sishi 4,0 foiz va undan oshiq o‘sish darajasiga ega bo‘lgan mamlakatlar Agrar sektoro‘sishining dinamikasi yoki o‘zgaruvchan o‘sish manbalari to‘g‘risida tushuncha berishga xizmat qiladi[10].

Yuqoridagilardan kelib chiqqan holda xulosa qiladigan bo‘lsak, qishloq xo‘jaligini rivojlantirish bo‘yicha adabiyotlarda beshta umumiy model mavjud[11];

a) Chegaraviy model

b) Tabiatni muhofaza qilish modeli

ISSN 3030-3907

v) Urbanizatsiya va sanoatlashish ta’siri modeli

d) Diffuzion model

e) Yuqori rentabellikni ta’minlash modeli

Chegaraviy model: ushbu model g‘arb mamlakatlarida shakllanlangan bo‘lib, unga ko‘ra qishloq xo‘jaligida mahsulot yetishtirish hajmini oshirishning asosiy usuli sifatida haydaladigan va o‘tlaydigan maydonlarning kengayishi qaraladi. Chunki, XVIII-XIX asrlarga kelib yangi qit’alar - Shimoliy va Janubiy Amerika, Avstraliyaning Yevropa istilosi asosida ochilishi yoki yaratilishi ushbu modelning vujudga kelishiga sabab bo‘lgan omillardan hisoblanadi[12]. Ushbu yangi qit’a mamlakatlari G‘arbiy Evropaning metropoliten mamlakatlari uchun tobora muhim oziq-ovqat va Agrar sektorxom ashyo manbalariga aylandi.

Oldingi vaqtlarda shunga o‘xshash jarayonlar Evropa, Osiyo va Afrikaning dehqon va qishloq xo‘jaliklarida unchalik katta bo‘lmagan sur’atda sodir bo‘lgan. Yani, yangilikka intiluvchi mahalliy aholini mavjud qishloqlarda erdan foydalanish darajasining kuchayishi, yangi qishloqlarning barpo etilishi va ochilishi, erlarni almashlab ekish tizimiga o‘tishiga sabab bo‘ldi. Natijada, tuproq sharoitlari qulay bo‘lgan, katta daryo havzalari va tekisliklarda bo‘lgani kabi, yangi qishloqlar asta-sekin o‘zlarining etishtirish tizimini kuchaytirdilar. Tuproq resurslari kam unumdor bo‘lgan joylarda, aksariyat tepaliklar va tog‘li hududlarda bo‘lgani kabi, yangi maydonlar ochish yoki o‘tloqlarni kengaytirish maqsad qilindi.

Aholi soninining tez sur’atlarda o‘sishi natijasida ushbu modeldan foydalanish uzoq davom etmadi, chegaraviy model o‘z chegaralariga tezda erishdi. Ushbu davrdagi o‘ziga xosliklardan biri bu ekinlarning hosildorligi ekin maydonlari birligi nisbatan olganda urug‘ birligida past bo‘lgan. Misr va Janubiy Osiyodagi va Sharqiy Osiyodagi nam guruch zonasi kabi hududlardan tashqari barcha hududlarda hosildorlikni maydon va ishchi soatiga nisbatan pasayishi kuzatilgan[13]. Ba’zi hududlardagi jiddiy vaziyat dehqonlarning ahvolini yomonlashtirgan, natijada chegaraviy model bo‘yicha rivojlanish 20-asrning so‘nggi choragiga qadar samarali o‘sish manbai sifatida qaralgan. 1960-yillarda Janubiy-Sharqiy Osiyoning aksariyat hududlari, Lotin Amerikasi va Afrikada “chegaraviy model nihoyasiga yetdi”, yangi erlarning ochilishi zararkunandalar va kasalliklarga qarshi kurashish uchun texnologiyalar ishlab chiqilishi, tuproq unumdorligini oshirilishi bilan bog‘liq muammolar o‘z yechimini kutayotgan edi.

Tabiatni muhofaza qilish modeli: mazkur model ingliz Agrar sektorinqilobi bilan bog‘liq bo‘lgan ekin va chorvachilikdagi yutuqlar hamda dastlabki nemis kimyogarlari, tuproqshunos olimlari tomonidan taklif qilingan tuproqning charchashi konsepsiyalari asosida shakllandi. Tabiatni muhofaza qilish modeli tobora murakkablashib borayotgan er va mehnatni talab qiladigan ekinlar tizimi, organik o‘g‘itlarni ishlab chiqish, ulardan foydalanish va fizik shaklga ega

ISSN 3030-3907

bo‘lgan mehnat unumdorligini oshirishga xizmat qiladigan kapitalni shakllantirishni evolyutsiyasi ketma-ketligiga e’tibor qaratdi. Ushbu model dunyoning ko‘pchilik fermer va dehqon xo‘jaliklari uchun foydalanish imkoniyati mavjud bo‘lgan qishloq xo‘jaligida ishlab chiqarishni intensivlashtirishga qaratilgan yagona yondashuv edi.

Tabiatni muhofaza qilish modeli asosida qishloq xo‘jaligini rivojlantirish dunyoning ko‘plab mintaqalarida mahsulot yetishtirishning o‘sish sur’atlarini nisbatan uzoq vaqt davomida yiliga 1,0 foiz atrofida ushlab turishiga xizmat qilishiga ishonilgan. Natijada, mazkur ko‘rsatkich rivojlanayotgan davlatlarda Agrar sektormahsulotlariga talabning 3-5 foiz atrofidagi o‘sish sur’atlariga mos kelmadi va qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning yangi modelini ishlab chiqishga zarurat paydo bo‘lishiga sabab bo‘ldi. Keyingi model sifatida urbanizatsiya darajasining oshishi va sanoatlashish ta’siri modeli maydonga chiqdi.

Urbanizatsiya va sanoatlashish ta’siri modeli: tabiatni muhofaza qilish modelida Agrar sektorrivojlanishidagi farqlarning hududlar kesimidagi o‘zgarishi, avvalambor atrof-muhit omillarining farqi bilan bog‘liq deb qaralgan. Iqtisodiy rivojlanish darajasi va sur’atlaridagi geografik farqlarni birinchi navbatda urbanizatsiya darajasining oshishi sanoat rivojlanish darajasi va iqtisodiy o‘sishi darajasi bilan izohlanadigan modellardan keskin farq qiladi. Dastlab, urbanizatsiya darajasining oshishi va sanoatlashish ta’siri modeli dehqonchilik tizimi intensivligida geografik va sanoatlashgan jamiyatdagi mehnat unumdorligining o‘zgarishini tushuntirish uchun ishlab chiqilgan. Keyinchalik ushbu model shaharsozlik sanoatining jadal rivojlanishi bilan ajralib turadigan mintaqalarda Agrar sektorva qishloq xo‘jaligidan tashqari sohalarni bog‘laydigan omil va mahsulot bozorlarining yanada samarali ishlashini tushuntirish uchun kengaytirilgan. Model kam davlatlarda keng sinovdan o‘tgan bo‘lishiga qaramasdan, past rivojlangan dunyoda cheklangan e’tiborga ega bo‘lgan. Ushbu model ham kun talabi darajasidagi o‘sishni ta’minlashda yetarli asosga ega bo‘la olmadi va o‘zidan keyin rivojlangan diffuzion modelning shakllanishiga imkoniyat yaratib berdi.

Diffuzion model: qishloq xo‘jaligini rivojlantirishga diffuzion yondashuv qishloq xo‘jaligida mahsulot yetishtiruvchilar va mintaqalar o‘rtasida er, mehnat unumdorligidagi sezilarli farqlarning empirik kuzatuviga asoslangan. Shu nuqtai nazardan, qishloq xo‘jaligini rivojlantirish yo‘lida texnik bilimlarni yanada samarali yoyilishini ta’minlash, mahsulot yetishtiruvchilar hamda mintaqalar mahsuldorligidagi farqni qisqatirishga asoslanadi. Chorvachilikni rivojlantirishining takomillashgan amaliyotining keng miqyosda tarqalishi hattoki zamonaviy jamiyatlarda ham mahsuldorlik o‘sishining asosiy manbai bo‘lib hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Ushbu davrda zamonaviy Agrar sektortadqiqot tizimlarini ishlab chiqishdan oldin asosiy e’tibor va kuch ekinlarni o‘rganish, bilimlarni amaliyotga joriy etishga sarflandi. Agrar sektorbo‘yicha tadqiqot tizimlari rivojlangan mamlakatlarda ham mahsulot yetishtiruvchilar tomonidan kashf qilingan yangiliklarni sinash va takomillashtirish, o‘ziga xos ekin turlari va chorva zotlarini sinovdan o‘tkazish, moslashtirish masalalari bo‘yicha keng miqyosda ishlar olib borilmoqda. Model sohadagi ilmiy yangiliklarni yoyilish darajasi, mahsulot yetishtiruvchilarning shaxsiy xususiyatlari, ta’lim yutuqlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni ochib berish maqsadida ishlab chiqilgan.

Mazkur model paydo bo‘lganidan keyin fermer xo‘jaliklarini boshqarish, mahsulot ishlab chiqarish iqtisodiyoti, unda olib borilgan izlanishlar va tadqiqotlarning kengayish harakatlarining intellektual asosi yaratildi. XIX asrning oxirida Agrar sektoriqtisodiyoti, Agrar sektorfanlari iqtisodiyotini bir-biriga bog‘laydigan alohida fan sifatida paydo bo‘ldi. Fermer xo‘jaliklarini boshqarish bo‘yicha tadqiqotlar va dasturlarni kengaytirishning faol chora-tadbirlarini ishlab chiqishga olib kelgan o‘zgarishlar, tajriba-sinov maydonlarida olib borilgan tadqiqotlar Agrar sektormahsuldorligining o‘sishiga hissa qo‘shgan paytga to‘g‘ri keldi. Agrar sektordoirasidagi sotsiologlarning diffuziya jarayoni bo‘yicha tadqiqotlari ma’lum bo‘lgan texnologiyaning samarali tarqalishiga ko‘maklashishga xizmat qildi.

Aniq yoki bilvosita diffuzion modelga asoslangan texnik yordam va jamiyatni rivojlantirish dasturlarini an’anaviy fermer xo‘jaliklarini jadal modernizatsiya qila olmasligi, Agrar sektormahsulotlarining tez o‘sishini ta’minlay olmasligi sbabli qishloq xo‘jaligini rivojlantirish siyosatini ishlab chiqish uchun poydevor sifatida diffuzion modelning cheklovlari tobora oshkor bo‘la boshladi.

Yuqori rentabellikni ta’minlash modeli: Tabiatni muhofaza qilish, urbanizatsiya va sanoatlashish ta’siri, diffuzion modelga asoslangan siyosatning o‘zini oqlamaganligi 1960-yillarda yangi istiqbolga olib keldi. An’anaviy Agrar sektorsohasini iqtisodiy o‘sishning samarali manbaiga aylantirishning kaliti sifatida kambag‘al mamlakatlardagi fermerlar uchun zamonaviy, yuqori rentabellikga ega manbalarni yaratishga mo‘ljallangan sarmoya maydonga chiqdi. An’anaviy Agrar sektortizimlarida dehqonlar resurslarni oqilona, samarali taqsimlovchi subyekt sifatida qaralganligi, aksariyat qashshoq mamlakatlarda zamon talablariga javob beradigan texnik va iqtisodiy imkoniyatlar cheklanganligi ular kambag‘al bo‘lib qolishiga olib kelgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Ushbu yo‘nalishda tadqiqot olib borgan olimlar tomonidan yangi yuqori rentabellikni ta’minlash manbalari uch toifaga bo‘lingan:

ISSN 3030-3907

a) Davlat va xususiy sektor tadqiqot institutlarining yangi texnik bilimlarni ishlab chiqarish imkoniyatlari;
b) Sanoat sektorining yangi texnik vositalarni yaratish, ishlab chiqarish va bozorga yetkazish imkoniyatlari;
c) Fermerlarning yangi bilimlarni egallash va yangi texnologiyalardan samalari foydalanish imkoniyatlari;

Yuqori rentabellikni ta’minlash modelini qabul qilish va iqtisodiy doktorinaga aylantirish ishtiyoqi qisman Agrar sektorsohasidagi tadqiqotlarga davlat investitsiyalarining yuqori rentabelligi to‘g‘risida hisobotlarni ko‘payishi bilan bog‘liq. Shuningdek, tropik mintaqaga mos yangi, yuqori mahsuldor don navlarini yaratish bo‘yicha sa’y-harakatlarning muvaffaqiyati bilan bog‘liq edi. Meksikada 1950-yillardan boshlab yuqori hosildor bug‘doyning yangi navlari, 1960-yillarda Filippinda yuqori hosildor sholi navlari yaratildi. Ushbu navlar o‘g‘it va boshqa kimyoviy moddalar kabi sanoat manbalari, tuproq va suvni samarali boshqarishga juda ta’sirchan bo‘lgan. Biroq, yangi navlarni qabul qilish bilan bog‘liq yuqori rentabellik va unga tegishli texnik ma’lumotlar, boshqarish usullari Osiyo, Afrika va Lotin Amerikasining bir qator mamlakatlarida yangi navlarning tez tarqalishiga olib keldi.

Model hanuzgacha qishloq xo‘jaligini rivojlantirishning to‘liq shakllanib bo‘lmagan nazariyasi sifatida qolmoqda. Ta’lim va tadqiqot natijalarini ijtimoiy mahsulot bo‘lib, bozorlarda sotilmasligi sababli, ta’lim, ilmiy tadqiqotlar va boshqa muqobil davlat hamda xususiy sektor iqtisodiy faoliyatlari uchun resurslarni taqsimlash mexanizmi ushbu modelda to‘liq qamrab olinmagan. Bundan tashqari, modelda tadqiqotga sarflangan sarmoya yangi yuqori qaytimga ega texnikaning manbai deb hisoblanmaydi. Shu bilan birga iqtisodiy sharoit ma’lum bir jamiyat uchun samarali texnologiyalar to‘plamini ishlab chiqish va moslashtirishga qanday turtki berishini tushuntirmaydi. Bundan tashqari omil va mahsulot narxlari munosabatini ma’lum bir yo‘nalishdagi tadqiqotlarga sarmoyalarni jalb qilishi asosida jarayonni aniqlashtirish masalasiga e’tibor qaratilmaydi.

Qishloq xo‘jaligini rivojlantirish modellari evolyutsiyasi tahlili natijalariga ko‘ra xulosa qiladigan bo‘lsak, Agrar sektoro‘sishining ta’siri va paydo bo‘lishi 60-yillardagi sanoatlashtirish va iqtisodiy o‘sish uchun juda muhim ahamiyatga ega, ammo qishloq xo‘jaligining o‘sish jarayonining o‘zi ko‘pchilik rivojlanayotgan mamlakatlarda e’tibordan chetda qolmoqda. Shuningdek, bugungi kunga qadar shakllantirilgan modellar tahlili ularning har biri o‘ziga xos kamchilikarga ega ekanligini asoslamoqda. Bu esa o‘z navbatida ularni yanada takomillashtirish hamda rivojlantirish asosida yangi modellarni yaratish masalalariga alohida e’tibor qaratish talab qiladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Cardno (2017) Agricultural development as a key role in food security and economic development in most of the world’s population in rural area.
2. Nwachukwu I. (2008) Planning and evaluation of agricultural and rural development project. Lambhouse publishers. p. 1-6.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning 2020 yil 25 yanvardagi Oliy Majlisga Murojaatnomasi http://uza.uz/oz/politics/zbekiston-respublikasi-prezidenti-shavkat-mirziyeevning-oliy-25-01-2020
4. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyevning 2020 yil 25 yanvardagi Oliy Majlisga Murojaatnomasi http://uza.uz/oz/politics/zbekiston-respublikasi-prezidenti-shavkat-mirziyeevning-oliy-25-01-2020
5. Researchclue.com (2013) The impact of agricultural development on economic growth of Nigeria. Home for Nigerian researchers
6. Researchclue.com (2013). The impact of agricultural development on economic growth of Nigeria. Home for Nigerian researchers
7. European Commission (2018) Sustainable agriculture and rural development policy-agricultural development. International cooperation and development. https//ageconsearch.umn-edu/bitstream/135054/ Fris-1972-11-02-245pdf
8. Nwachukwu I. (2008) Planning and evaluation of agricultural and rural development project. Lambhouse publishers. p. 1-6.
9. Udemezue JC, Osegbue EG. Theories and Models of Agricultural Development. Ann Rev Resear. 2018; 1(5): 555574.
10. European Commission (2018) Sustainable agriculture and rural development policy-agricultural development. International cooperation and development. https//ageconsearch.umn-edu/bitstream/135054/ Fris-1972-11-02-245pdf.
11. Udemezue JC, Osegbue EG. Theories and Models of Agricultural Development. Ann Rev Resear. 2018; 1(5): 555574.
12. Udemezue J.C., Osegbue E.G. Theories and Models of Agricultural Development. Ann Rev Resear. 2018; 1(5): 555574.

ISSN 3030-3907

NAMANGAN SHAHRI ISLOM KARIMOV KO‘CHASIDA JOYLASHGAN ELASTIK-PLASTIK GRUNTLARDA TO‘LQIN TARQALISHI.

Jo‘raboyev Mexro‘zbek Muxtorjon o‘g‘li

Namangan Davlat Texnika universiteti Tayanch doktoranti(PhD-doktaront)

Annotatsiya: Ushbu maqolada Namangan shahri Islom Karimov ko‘chasida joylashgan grunt qatlamlarining elastik-plastik xususiyatlari va seysmik to‘lqinlarning u orqali tarqalish mexanizmlari 3D raqamli modellashtirish yordamida o‘rganildi. Tadqiqot “Namangan Premium Investments” obyekti uchun O‘ZGASHKLITI tomonidan 2019-yilda tayyorlangan geotexnik ma’lumotlar asosida olib borildi. Grunt qatlamlari 15 metr chuqurlikkacha bo‘lib, ular topraq (E=5 MPa), loess (E=25 MPa), qum-shag‘al (E=80 MPa) va zich shag‘al (E=150 MPa) qatlamlaridan tashkil topgan. PLAXIS 3D dasturi yordamida elastik-plastik modellashtirish amalga oshirilib, to‘lqin tarqalishi, deformatsiya, tezlik va tezlanish tahlil qilindi. Natijalarga ko‘ra, maksimal deformatsiya qiymati 7.29 mm ni tashkil etdi, bu sirtga yaqin qatlamlarda (0–1.6 m) kuzatildi. 5 m chuqurlikdagi tezlik qiymati 17.4×10^{-3} m/s bo‘lsa, 20 m chuqurlikda bu qiymat 0.036×10^{-3} m/s gacha kamaydi. Shuningdek, tezlanish 5 m da 0.35 m/s², 20 m da esa 0.12 m/s² ga teng bo‘lib, grunt chuqurligi ortgani sari energiya so‘nishining eksponent tarzda kamayishini ko‘rsatdi. Model natijalari sirt qatlamlarining yuqori plastiklik indeksi (PI=12–18%) va past elastiklik moduli (E=5–25 MPa) tufayli to‘lqin energiyasi kuchli yutilishini, pastki zich qatlamlar esa reflektiv xususiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi. Ushbu tadqiqot seysmik xavfni baholash, poydevor loyihalarini optimallashtirish hamda gruntlarning dinamik barqarorligini oshirish uchun muhim ilmiy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar*:* Elastik-plastik grunt, 3D modellashtirish, PLAXIS 3D, seysmik to‘lqin, deformatsiya, tezlik, tezlanish, energiya so‘nishi, Rayleigh to‘lqini, Mohr–Coulomb modeli, Namangan, seysmik barqarorlik.

Аннотация:В данной статье исследуются упругопластические свойства грунтовых слоёв и механизмы распространения сейсмических волн в условиях города Наманган (ул. Ислама Каримова) с использованием 3D численного моделирования. Исследование выполнено на основе геотехнических данных, подготовленных О’ЗГАШКЛИТИ в 2019 году для объекта «Namangan Premium Investments». Грунтовый разрез до глубины 15 м представлен слоями: растительный слой (E=5 МПа), лёсс (E=25 МПа), песчано-гравийный слой (E=80 МПа) и плотный гравий (E=150 МПа). С помощью программы **PLAXIS 3D** было проведено упругопластическое моделирование, в результате которого проанализированы деформации, скорости и ускорения колебаний. Максимальная деформация составила **7.29**

ISSN 3030-3907

мм в приповерхностных слоях (0–1.6 м). Скорость волны на глубине 5 м составила **17.4×10^{-3} м/с**, а на глубине 20 м снизилась до **0.036×10^{-3} м/с**. Ускорение изменялось от **0.35 м/с²** (5 м) до **0.12 м/с²** (20 м), что указывает на экспоненциальное затухание энергии с увеличением глубины. Результаты моделирования показали, что верхние слои с высоким индексом пластичности (PI=12–18%) и низким модулем упругости (E=5–25 МПа) обладают значительным демпфированием волновой энергии, тогда как нижние плотные слои проявляют отражательные свойства. Исследование имеет важное значение для оценки сейсмического риска, оптимизации проектирования фундаментов и повышения динамической устойчивости грунтов.

Ключевые слова: упругопластический грунт, 3D моделирование, PLAXIS 3D, сейсмическая волна, деформация, скорость, ускорение, затухание энергии, волна Рэлея, модель Мора–Кулона, Наманган, сейсмостойкость.

Abstract: This paper investigates the elasto-plastic properties of soil layers and the propagation mechanisms of seismic waves in Namangan City (Islom Karimov Street) using 3D numerical modeling. The study is based on geotechnical data prepared by O‘ZGASHKLITI (2019) for the “Namangan Premium Investments” project. The 15-meter soil profile consists of **topsoil (E=5 MPa)**, **loess (E=25 MPa)**, **sandy-gravel layer (E=80 MPa)**, and **dense gravel (E=150 MPa)**. Using the **PLAXIS 3D** software, elasto-plastic modeling was carried out to analyze the deformation, velocity, and acceleration fields. The maximum deformation was **7.29 mm** and occurred in the near-surface layers (0–1.6 m). Wave velocity decreased from **17.4×10^{-3} m/s** at a depth of 5 m to **0.036×10^{-3} m/s** at 20 m. Acceleration decreased from **0.35 m/s²** to **0.12 m/s²**, indicating exponential energy attenuation with depth. The results show that upper layers with higher plasticity index (PI=12–18%) and lower elasticity modulus (E=5–25 MPa) strongly absorb wave energy, while the lower dense layers exhibit reflective behavior. The study provides valuable insights for **seismic risk assessment**, **foundation design optimization**, and **enhancing the dynamic stability of soils**.

Keywords: elasto-plastic soil, 3D modeling, PLAXIS 3D, seismic wave, deformation, velocity, acceleration, energy attenuation, Rayleigh wave, Mohr–Coulomb model, Namangan, seismic stability.

Kirish

Tadqiqot usullari va materiallar: Tadqiqot uchun BH-6, BH-8 va BH-9 burg‘ilash nuqtalarida olingan namunalar asosida quyidagi usullar qo‘llanildi:

- Gruntning fizik-mexanik xususiyatlarini aniqlash
- Granulometrik tarkibni o‘rganish
- Elastiklik moduli (E) va plastiklik indeksi (PI) ni aniqlash

ISSN 3030-3907

- Suv darajasini kuzatish

Grunt qatlamlarining elastik-plastik xususiyatlari tahlili: BH-6 burg‘ilash nuqtasi bo‘yicha tahlil

0.00-0.40 m: Yer usti qatlami / organik unumdor grunt
- Elastiklik moduli: 5 MPa (juda past)
- Plastiklik indeksi: 12% (plastik)
- Xulosa: Yuqori plastiklik, past elastiklik - to‘lqin tarqalishida sezilarli yutilish

0.40-1.60 m: Qumli unumdor grunt
- Elastiklik moduli: 25 MPa (past)
- Plastiklik indeksi: 18% (yuqori plastik)
- Xulosa: Namlik o‘zgarganda kuchli deformatsiya - to‘lqin tezligi sekin

1.60-6.00 m: Qum / shagalli qum
- Elastiklik moduli: 80 MPa (o‘rta)
- Plastiklik indeksi: 3% (plastik emas)
- Xulosa: Yaxshi elastik xususiyatlar - to‘lqin tezligi yuqori

6.00-15.00 m: Zich shagal / siqilgan cho‘kindi jinslar
- Elastiklik moduli: 150 MPa (yuqori)
- Plastiklik indeksi: 0% (plastik emas)
- Xulosa: Yuqori elastiklik - to‘lqin eng tez tarqaladigan qatlam

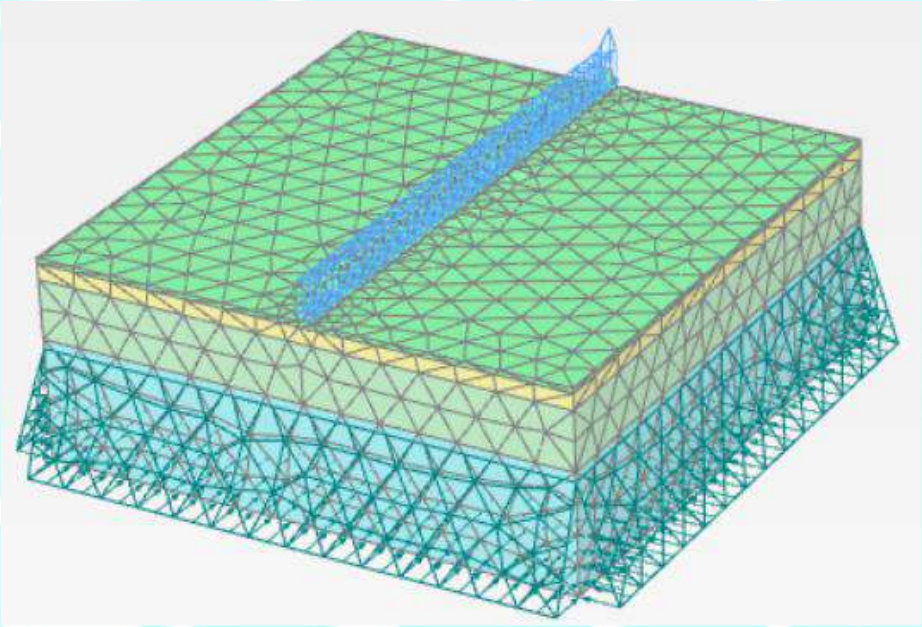
BH-8 va BH-9 burg‘ilash nuqtalari bo‘yicha solishtirma tahlil. BH-8 va BH-9 nuqtalarida ham BH-6 ga o‘xshash stratigrafik qatlamlar kuzatiladi, biroq ba'zi parametrlarda farqlar mavjud:

Layer depth (m)	**Soil type**	**E (MPa)**	**PI (%)**	**γ (kN/m³)**	**φ (°)**	**c (kPa)**	**Notes**
0.00–0.40	Topsoil / organic loam	5	12	17.0	28	5	surface topsoil (vegetation)
0.40–1.60	Loess / sandy loam	25	18	18.0	30	2	loess-like silty material
1.60–6.00	Sand / gravelly sand	80	3	19.0	35	0	coarse alluvial layer
6.00–15.00	Dense gravel / compacted deposits	150	0	20.0	38	0	deep consolidated alluvium

Elastik-plastik gruntlarda deformatsiya va to‘lqin tarqalishining 3D raqamli modellashtirilishi: Elastik-plastik grunt muhitida seysmik to‘lqinlarning tarqalish jarayoni murakkab dinamik xususiyatlarga ega bo‘lib, deformatsiya jarayonlari grunt qatlamlarining elastiklik, zichlik va plastiklik darajasiga bog‘liq holda o‘zgardi. Bunday jarayonlarni aniqlash uchun zamonaviy hisoblash

ISSN 3030-3907

dasturlaridan biri — **PLAXIS 3D** qo‘llanildi. Ushbu modelda grunt qatlamlari real muhitga yaqin **ko‘p qatlamli elastik-plastik tizim** sifatida tahlil qilindi.



Modeling Conditions*:* Modeling was conducted based on a 3D spatial model. The model dimensions were: Length – 40 m, Width – 40 m, Depth – 15 m. The simulation results identified the following: The maximum magnitude of deformation was 7.293×10^{-3} m (7.29 mm), and this value was recorded at Node 742. The deformation visualization was depicted scaled up by 200 times. The wave amplitude was higher in the upper layers, while the energy dissipated slowly in the lower layers. These results indicate a significant increase in energy absorption due to the plastic properties of the soil.

The highest deformation value was observed along the central line of the wave. This confirms that the largest horizontal and vertical displacements during the propagation of Rayleigh waves along the surface occur near the surface. The presence of plastic layers reduces the wave amplitude, which can be considered a factor enhancing the seismic stability of structures. Monitoring points were placed at depths of 5 m and 20 m from the surface. The seismic impact was applied in the form of a sinusoidal surface wave: $u(t)=Asin(2\pi ft)$

where: A = 0.7 m is the amplitude, f = 2 Hz is the frequency.

Elastic-Plastic Model Parameters: Each layer was assumed to exhibit elastic-plastic behavior according to the Mohr–Coulomb model. Elastic deformations occur at small amplitudes, while plasticity is dominant, especially in the loess layer within the 0–1.6 m interval. The dense gravel layer (6–15 m) functions as a reflective layer for waves.

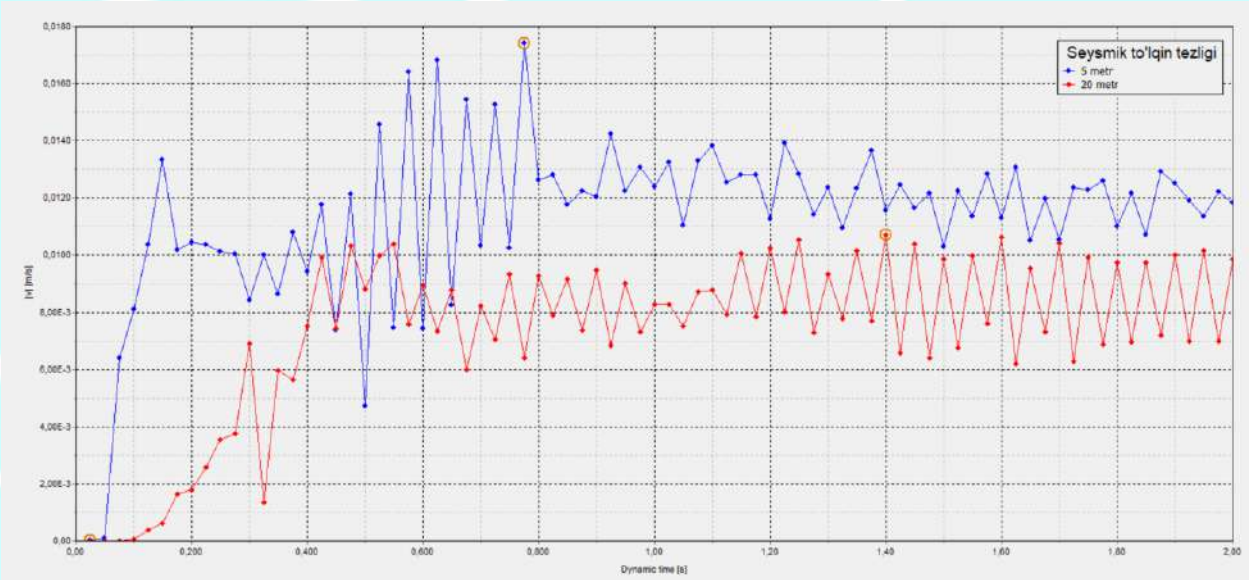
Results: Deformation and Velocity Analysis:

a) Deformation Analysis

ISSN 3030-3907

According to PLAXIS 3D results, the largest horizontal displacements were observed in the near-surface layers (0–1.6 m). This is attributed to the low elasticity modulus (E=5–25 MPa) and high plasticity index (PI=12–18%) of these layers, which caused the seismic wave energy to diminish through damping.

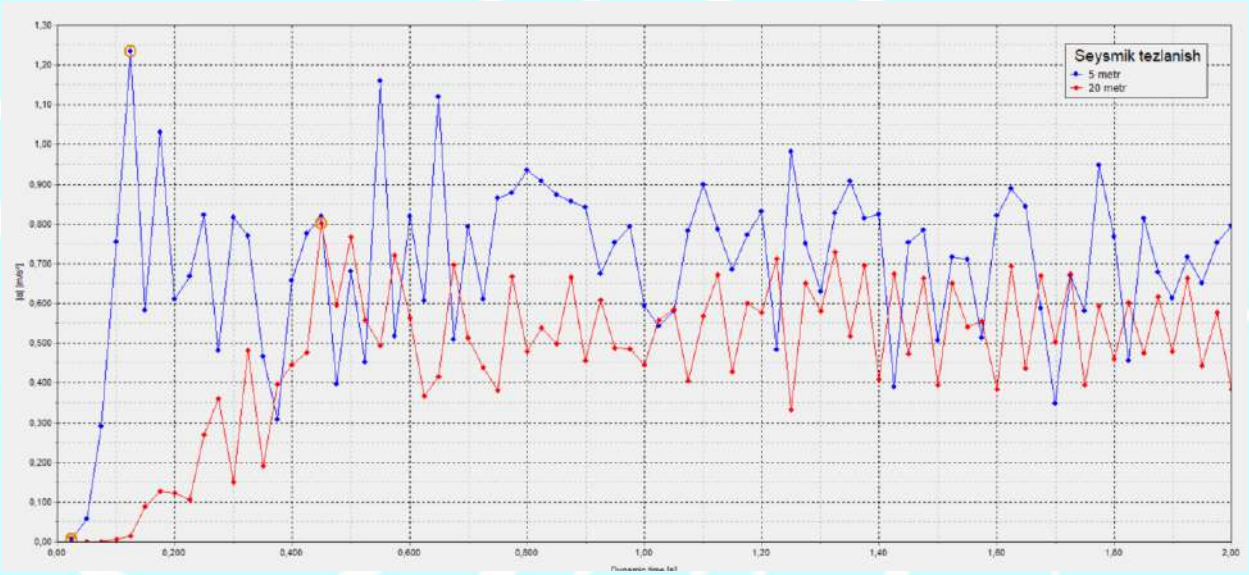
b) Velocity Analysis



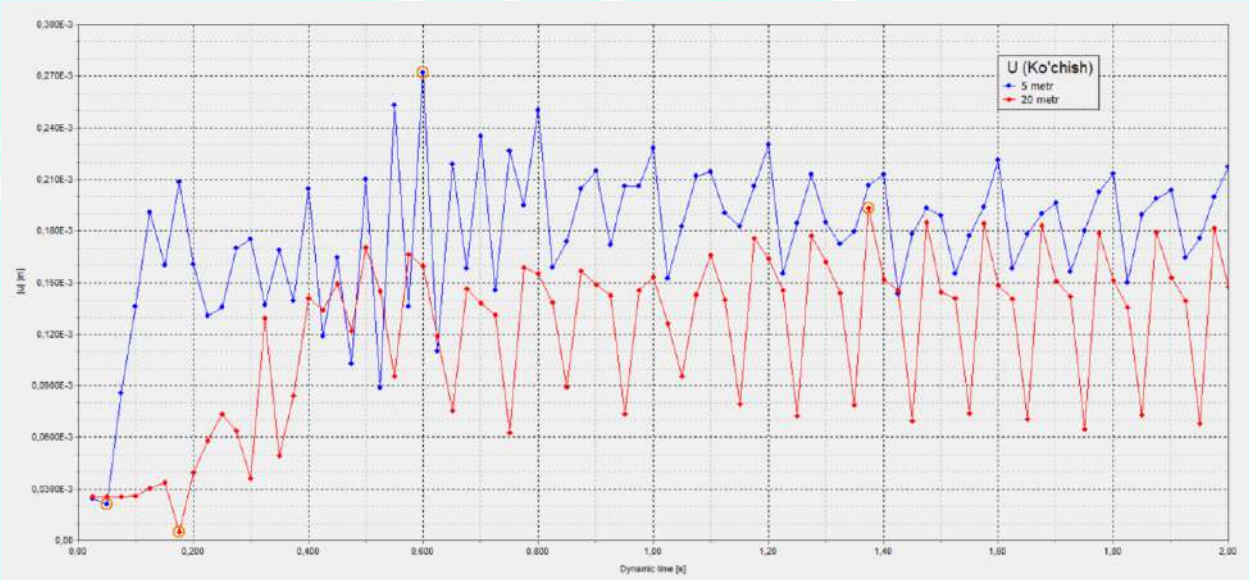
(Seismic Wave Velocity) Graphical Analysis: The following graph shows the variation of seismic wave velocity measured at depths of 5 meters (blue line) and 20 meters (red line). The X-axis represents dynamic time (s), while the Y-axis represents velocity (m/s). It can be observed that at the near-surface point (5 m), the velocity amplitude is high, with oscillations around 0.018 m/s. As the depth increases (at 20 m), the velocity value decreases, and the amplitude reduces significantly. At the initial time (25×10^{-3} s), the velocity is very low (0.036×10^{-3} m/s), indicating that the initial wave impulse has not yet propagated through the soil mass. During the 775×10^{-3} s (≈0.775 s) time interval, the maximum velocity value reached 17.4×10^{-3} m/s. This represents the state where the wave propagates along the surface and achieves maximum kinetic energy.

This result clearly confirms the effect of energy dissipation and absorption of surface waves propagating through soil layers. According to the elastic-plastic nature of the soil, wave energy transforms into deformation in the upper layers, resulting in a decrease in velocity.

ISSN 3030-3907



Acceleration Analysis: At 5 m depth: Maximum acceleration: 0.35 m/s² (at 0.775 s), Minimum acceleration: 0.008 m/s² (initial time). At 20 m depth: Maximum acceleration: 0.12 m/s², Minimum acceleration: 0.002 m/s². The maximum acceleration at 5 m depth is three times higher than at 20 m depth. This difference indicates that it results from the elastic-plastic properties of the soil and the increasing energy absorption with depth.



Displacement Analysis: At 5 m depth: Maximum displacement: 18.5 mm, Minimum displacement: 0.8 mm. At 20 m depth: Maximum displacement: 6.2 mm, Minimum displacement: 0.2 mm. For comparison, the maximum displacement at 5 m depth is three times higher than at 20 m depth. This difference arises from the elastic-plastic properties of the soil layers and the stronger impact of seismic waves in the upper layers. The high displacement values observed in near-surface layers indicate a high seismic risk for structures built in these areas.

Mathematical Model of Wave Propagation:

1. General Wave Propagation Equation: For wave propagation in soil medium, a system of equations characterized by variable elastic-plastic properties

ISSN 3030-3907

is used: $\rho\,\partial^2 u/\partial t^2 = \nabla\cdot\sigma + f$ *where:* ρ = *soil density (kg/m³),* (u) = *displacement vector (m),* σ= *stress tensor (Pa),* f = *external forces (N/m³)*

2. Constitutive Relations (Mohr-Coulomb Model):

Elastic Soil Layer: $\sigma = D:\varepsilon$

where: **D** = elasticity tensor, **ε** = deformation tensor

Plastic Soil Layer (Mohr-Coulomb Criterion):

$$f(\sigma) = (\sigma_1 - \sigma_3) - (\sigma_1 + \sigma_3)\sin\varphi - 2c\cos\varphi = 0$$

where:σ_1 ,σ_3 = principal stresses (Pa), φ = internal friction angle (°), c = cohesion (kPa).

3. ***Surface Waves (Rayleigh Waves) Equation:*** The velocity of Rayleigh waves is determined by the following equation:

$$(2 - v_R^2/v_S^2)^2 = 4\sqrt{(1 - v_R^2/v_p^2)}\sqrt{(1 - v_R^2/v_S^2)}$$

where: v_R = Rayleigh wave velocity (m/s), v_p = longitudinal wave velocity(m/s),

v_S = transverse wave velocity (m/s)

4. Distribution of Wave Velocities by Layers: For each layer, the wave velocities are determined by: $v_p = \sqrt{\frac{K+\frac{4G}{3}}{p}}$ va $v_S = \sqrt{\frac{G}{p}}$

where: K = Bulk modulus (Pa), G = Shear modulus (Pa), ρ = Density (kg/m³), v_p =Longitudinal wave velocity (m/s), v_S = Shear wave velocity (m/s)

5. Energy Dissipation Equation: The exponential decay of wave energy is described by: $E(z) = E_0\, e_0^{-az}$

where: E(z) = Energy at depth z, E₀ = Surface energy, α = Attenuation coefficient (m^{-1}) , z = Depth (m).

6.Seismic Loading Model: For a sinusoidal surface wave: $u(t) = A\sin(2\pi ft)\, e^{-\beta t}$

where: A = 0.7 m - amplitude, f = 2 Hz - frequency, β = damping coefficient, t=time (s)

Discretized Model (for PLAXIS 3D)

Boundary Conditions: Surface: Free boundary condition (σ = 0), Side boundaries: Absorbing boundary conditions (ABC), Bottom boundary: Fixed constraint

Variational Principle: $\int (\delta\varepsilon^T\sigma - \delta u^T\rho\ddot{u} + \delta u^T f)dV = 0$

Effect of Water Table Level: According to the report data, the groundwater level is located at a depth of 6.7-8.3 m. This leads to the following effects:

ISSN 3030-3907

1.Wave propagation velocity increases by 1.5-2 times in water-saturated layers due to the incompressibility of water filling the pore spaces, which enhances the transmission of compressive waves.

2.Presence of water in plastic soils increases deformation because pore water pressure reduces effective stresses and decreases shear strength, making the soil more susceptible to plastic deformation under dynamic loading.

3.Water improves wave energy transmission in elastic layers by providing a continuous medium for wave propagation and reducing energy dissipation through material damping, though it may also increase liquefaction potential in certain soil types.

Conclusions and Recommendations: The soil layers on Islam Karimov Street in Namangan City exhibit plastic properties in the upper section and elastic characteristics in the lower section, which holds significant importance for seismic risk assessment and optimization of construction projects. Wave propagation occurs more slowly in the upper layers (50–120 m/s) and faster in the lower layers (200–275 m/s), while energy dissipation decreases exponentially with depth. Dynamic analyses indicate that acceleration and displacement values in near-surface layers are three times higher than in deeper layers, highlighting the seismic risk for construction projects.

1. Adapt construction design to soil properties. Extend the foundation depth to at least below 1.6 m and maximize the use of elastic layers (1.6–6.0 m). Strengthen the upper plastic layers (0–1.6 m) to leverage their energy absorption properties. Utilize the dense gravel layer (6–15 m) as a reflective layer for waves to enhance seismic stability.

2. Implement a permanent seismic monitoring system. Install vibration sensors at 5 m and 20 m depths to monitor wave propagation in real time. Establish a database for automated collection, storage, and analysis of data. Develop a mechanism for continuous seismic risk assessment based on the obtained results.

3. Expand and deepen scientific research. Conduct additional geophysical studies to investigate seasonal variations in the physical-mechanical properties of soil layers. Perform an in-depth analysis of the influence of the water table (6.7–8.3 m) on wave propagation and determine the impact of moisture changes on dynamic response. Conduct comparative studies on the seismic response of different types of foundations (e.g., shallow and deep foundations).

4. Implement measures aimed at improving economic efficiency. Identify ways to save construction materials by considering soil properties (e.g., optimizing foundation volume). Extend the service life of structures by reducing seismic risk by 30–40% and decrease long-term maintenance costs. Widely incorporate soil analysis during the design phase to prevent future problems.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Yuldashev Sh.S. Gruntlar mexanikasi va poydevorlar. - Toshkent: "Fan va texnologiya", 2015. - 345 b.
2. Yuldashev Sh.S., Xodjaev A.A. Zaminlar va ularning qurilishdagi ahamiyati. - Toshkent: "O‘zbekiston", 2018. - 278 b.
3. Yuldashev Sh.S. Seysmik xavfni baholashda gruntlarning elastik-plastik xususiyatlarini hisobga olish // Qurilish va arxitektura jurnali. - 2020. - №3. - B. 45-52.
4. O‘zbekiston Respublikasi Qurilish qoidalari KMK 2.01.03-2019 "Qurilish geologiyasi va geoteknika". - Toshkent, 2019.
5. Brinkgreve R.B.J., Swolfs W.M., Engin E. PLAXIS 3D 2013 Manual. - Netherlands: Plaxis bv, 2013.
6. Kramer S.L. Geotechnical Earthquake Engineering. - Prentice Hall, 1996. - 653p.
7. Das B.M. Principles of Soil Dynamics. - Cengage Learning, 2010. - 568p.
8. Mohr O. Welche Umstände bedingen die Elastizitätsgrenze und den Bruch eines Materials? // Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure. - 1900. - Vol. 44. - P. 1524-1530.
9. Coulomb C.A. Essai sur une application des règles de maximis et minimis à quelques problèmes de statique, relatifs à l'architecture // Mémoires de Mathématique et de Physique. - 1776. - Vol. 7. - P. 343-382.
10. Richart F.E., Hall J.R., Woods R.D. Vibrations of Soils and Foundations. - Prentice-Hall, 1970. - 414 p.
11. Gazliyev S.S., Yuldashev Sh.S. Namangan viloyati gruntlarining fizik-mexanik xususiyatlari // O‘zbekiston qurilish jurnali. - 2019. - №2. - B. 23-29.
12. O‘ZGASHKLITI "Namangan Premium Investments" obyekti geoteknik hisoboti. - Namangan, 2019.
13. ISO 23469:2005 Bases for design of structures — Seismic actions for designing geotechnical works.
14. Yuldashev Sh.S., Jo‘raboyev M.M. Elastik-plastik gruntlarda to‘lqin tarqalishining matematik modellari // Ilmiy-texnika yangiliklari. - 2021. - №4. - B. 67-74.
15. Bowles J.E. Foundation Analysis and Design. - McGraw-Hill, 1996. - 1175 p.
16. Tokarev Yu.D., Yuldashev Sh.S. Seysmik to‘lqinlarning grunt qatlamlarida tarqalishi va so‘nishi // Geoteknika va poydevor qurilishi. - 2017. - №1. - B. 34-41.
17. SNiP II-7-81 Qurilish seysmologiyasi. - Moskva, 1981.
18. Yerqatlamlari dinamikasi / Tahr. Sh.S. Yuldashev. - Toshkent: "O‘qituvchi", 2016. - 412 b.
19. Whitman R.V. Soil Dynamics. - John Wiley & Sons, 1990. - 584 p.

ISSN 3030-3907

20. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 12-martdagi PQ-4253-son qarori "Qurilish sohasini rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida".

ISSN 3030-3907

ANALYSIS OF LOSSES REDUCTION METHODS FOR LOW-VOLTAGE OVERHEAD POWER NETWORKS

Xoshimjonov Muxammadjon Xayrullo o‘g‘li
Student at Andijan State Technical Instituti
Xakimov Temurbek Boxodirjon o‘g‘li
Assistant of the Department of Alternative Energy Sources, Andijan State Technical Institute . Andijan, Uzbekistan
Email: temurxakimov5667@gmail.com
Tel: +998945675667

Annotatsiya: Odatdagi taqsimlash tizimida energiya yo‘qotishlari 6% dan 10% gacha bo‘lishi mumkin va tizim xususiyatlariga, o‘rnatilgan uskunalarga va taqsimlash tarmog‘ining ishlash strategiyalariga bog‘liq. Eng yuqori yuklanish davrlarida yo‘qotishlarni kamaytirishga alohida e'tibor qaratish kerak, chunki yo‘qotishlar va tizim yo‘qotishlarining qiymati bu davrlarda eng yuqori bo‘ladi. Ushbu maqola texnik yo‘qotishlarni, quvvat omillarini va kuchlanish profillarini miqdoriy jihatdan aniqlaydi va tahlil qiladi. Ushbu maqolada shuningdek, 0,4 va 6–10 kV liniyalar uchun o‘tkazgichlar va kabellarni optimal tanlash va tizim yo‘qotishlarini va natijada tizimning ishlash xarajatlarini kamaytirish uchun transformator yo‘qotishlarini kapitallashtirish qiymatlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: Elektr taqsimlash tarmog‘i, elektr toki, taqsimlash transformatorlari, optimal o‘tkazgich, quvvat koeffitsienti, yuqori kuchlanish, kommutatsiya, kondensator banki.

Аннотация: В типичной распределительной системе потери энергии могут составлять от 6 до 10% и зависят от характеристик системы, установленного оборудования и стратегий эксплуатации распределительной сети. Особое внимание следует уделять снижению потерь в периоды пиковой нагрузки, поскольку стоимость потерь и потерь в системе в эти периоды достигает максимальной величины. В работе количественно оцениваются и анализируются технические потери, коэффициенты мощности и профили напряжения. В данной работе также рассматривается оптимальный выбор проводников и кабелей для линий 0,4 и 6–10 кВ, значения капитализации потерь в трансформаторах для снижения потерь в системе и, следовательно, эксплуатационных расходов системы.

Ключевые слова: Электрическая распределительная сеть, электрический ток, распределительные трансформаторы, оптимальный проводник, коэффициент мощности, высокое напряжение, коммутация, конденсаторная батарея.

Annotation: In a typical distribution system, energy losses can range from 6 to 10% and depend on the system characteristics, installed equipment and distribution

network operating strategies. Special attention should be paid to reducing losses during peak periods, since the cost of losses and losses in the system is highest during these peak periods. Technical losses, power factors and voltage profiles are quantified and analyzed. This paper also studies the optimal conductor and cable selection for 0.4 and 6-10 kV lines, the capitalization values of transformer losses to reduce system losses and, therefore, the operating costs of the system.

Keywords: Electrical distribution network, current flow, distribution transformers, optimal conductor, power factor, high voltage, switching, capacitor bank.

Introduction.

With the continuous growth in the size and complexity of the electricity distribution network, reducing losses can lead to significant savings for the Distribution System Owner (DSO). A loss reduction strategy provides other advantages, such as reducing system power and allowing the DSO to expand capital expenditures for system upgrades and expansion (Emmanuel Metal.). In order to meet the demand for load, distribution companies must reduce system losses and improve the quality of power supply to achieve social and economic development. Losses associated with the distribution network are classified as technical and non-technical losses. Fixed losses in distribution networks range from 1/4 to 1/3 of the technical losses. Such fixed losses are caused by leakage current, dielectric losses, no-load losses, and current flow through measurement and control elements and are realized as heat and noise. Variable losses represent 2/3 to 3/4 of the distribution losses and depend on the magnitude of the current flow. Such variable losses include copper losses in distribution lines and transformers. An increase in load demand leads to an increase in the current flow through the lines and distribution transformer windings and, therefore, to an increase in losses. Such losses are significantly higher in distribution networks, since a large number of distribution transformers are involved. In addition, system unbalance due to unbalanced load on the consumer side increases the losses in the transformer. However, high-frequency harmonic voltages contribute significantly to the magnetic losses of the transformer [1-2].

When purchasing efficient distribution transformers, it is not an economic choice to rely solely on the initial cost of the transformers. Losses in distribution transformers, especially load losses, occur depending on the loading pattern, which varies during its operating life. Therefore, the transformer purchaser should estimate the capitalization values of no-load and load losses for the transformers required over the life of the transformer. The capitalization values of the transformer depend on the system capacity cost, the graded cost of energy, the load profile, and economic considerations. A detailed model for calculating capitalization values for distribution transformer losses is presented and the model

ISSN 3030-3907

is applied to capitalization values for distribution transformers. In addition, losses in the distribution system can be reduced by increasing the conductor size. However, from an engineering perspective, increasing the conductor size can increase costs and losses. Therefore, the economically optimal conductor size should be selected. In this study, the differences in losses are not compared with the total material and labor costs for building and rebuilding the line; instead, the differences in the cost of losses for different conductors are compared only with the higher construction costs than would be required to build the line with the smallest suitable conductor [3-5].

Methodology Part. There are several methods to reduce losses in the distribution network. However, some mechanisms require the installation of additional equipment in the system, which can increase the financial burden on the companies. Several devices such as fluorescent lamps, distribution transformers in no-load, lighting in distribution networks or induction motors without load can cause deterioration of the power factor in the system. Improving the power factor using capacitors is an effective method that helps to reduce losses in the distribution system and maximize revenue. Improving the power factor can lead to a reduction in the phase angle difference between voltage and current. A large part of the loads in the distribution system are inductive type loads, which require reactive power for their operation. Installing a capacitor bank in parallel with the loads provides them with the necessary reactive power, which reduces the phase angle difference between voltage and current. Installing a capacitor bank can reduce the high current flow through the distribution lines, thereby reducing losses in the system. Another advantage of installing a capacitor bank is that it reduces voltage drop during heavy load periods. To install such a capacitor bank, the location of the capacitor bank, along with their types and correct sizes, must be determined.

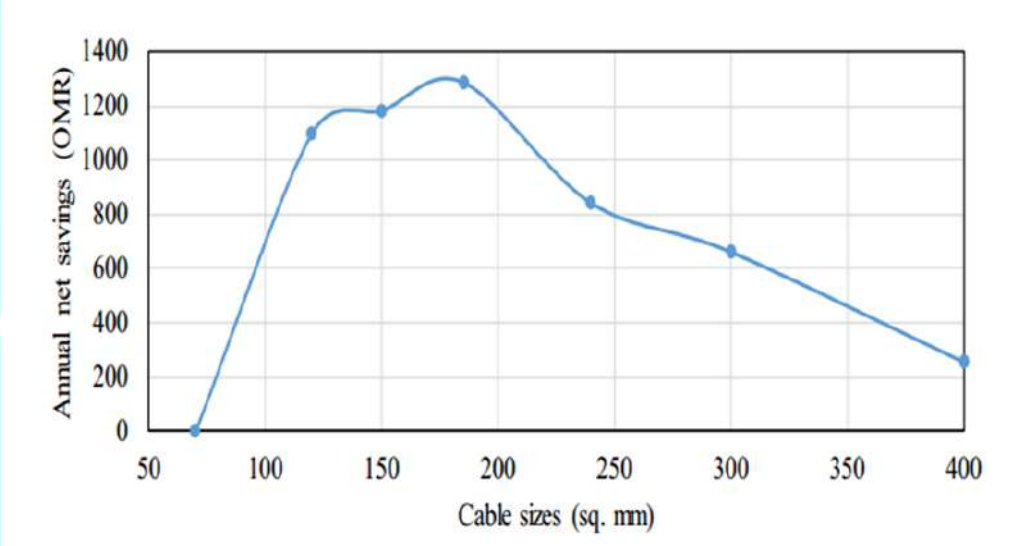
Switching optimization is also known as “reconfiguration”. It is a method of moving existing switching devices or inserting new devices in the appropriate location based on the size of the loads, length and size of the conductors. An effective method, switching optimization helps in reducing technical losses in distribution networks and increases its safety. Compared to the method of installing new re-conductors or feeders, switching optimization has been identified as one of the most cost-effective methods of reducing technical losses. Although the switching optimization method requires several new devices, the low cost of switching devices makes this method cost-effective compared to the “re-conductors or new feeder installation method”. Selecting the appropriate conductor size can reduce losses. Losses in conductors depend on the quality of the connections at each end of the conductor, the size of the conductor relative to the amount of current it carries, and the operating voltage of the conductor. Linear loss is inversely

ISSN 3030-3907

proportional to the conductor size and directly proportional to the square of the current flowing through the conductor. Smaller conductor size can result in higher losses and higher voltage drops, which results in credit losses for the DSO [6-8].



1-picture: Network diagram of total losses in distribution (kW and kVAR) for different loading conditions.



2-picture: Annual net savings variation for different cable sizes with an annual peak load current of 120 A, load factor of 0.5, where the optimal size is 185 mm^2.

The recommended practice is to ensure that the conductor can meet the peak demand of the consumers at standard voltages. In other words, the voltage drop should be kept within the standard range. A short length of distribution network can reduce the distribution losses, which has been studied. An approximate optimal solution based on current density and heuristic index for selecting the conductor size for a radial distribution system is presented.

ISSN 3030-3907

Distribution companies consider power losses in distribution lines as a serious problem due to the waste of energy and money. This paper presents various methods to minimize such losses.

Losses in a distribution system cannot be eliminated step by step. However, it can be reduced by proper system planning to ensure that power losses remain within an acceptable range. This paper presents the following conclusions and recommendations to reduce losses in a distribution system and thereby improve system efficiency:

Distribution system losses can be identified through network modeling and simulation. Such a study reveals the components or subsystems that contribute to high losses in the system. By modeling and simulating a representative distribution network, it has been found that transformers and cables, lines, among all other components in the system, cause high losses [9-10].

REFERENCES

1. Zuhritdinov Alisher Faraxidin o‘g‘li, Yo‘lchiyev Mash'albek Erkinovich, Xakimov Temurbek Bahodirjon o‘g‘li. (2023). QATTIQ JISMLARNING CHIZIQLI KENASH KOEFFİSİENTINING HARORATGA BOG‘LILIGINI O‘rganish. AMALIY FAN VA TEXNOLOGIYALARNING XALQARO BULLETENI, 3(5), 888–893. https://doi.org/10.5281/zenodo.7969053
2. Alijanov, DD, & Topvoldiyev, NA (2022). Fotoelektrik quyosh panellari energiyasining fizik va texnik asoslari. Nazariy va amaliy fanlar, 501-505.
3. Donyorbek Dilshodovich Alijanov , . , & O‘tkirbek Akramjonovich Axmadaliyev, . (2020). Avtomatik faralarning o‘ziga xos xususiyatlari. Amerika amaliy fanlar jurnali, 2(10), 13–16. https://doi.org/10.37547/tajet/Volume02Issue10-03
4. Olimov, L., & Anarboyev , . I. (2023). NANO-TUZILGAN SI ASOSLANGAN ENERGIYA KONVERTERI. Amaliy fan va texnologiya xalqaro byulleteni, 3(6), 248–252. https://researchcitations.com/index.php/ibast/article/view/1852 dan olindi
5. Sharobiddinov,S., & Mamarasulov,Q. (2023). QUYOSH HAVO ISITISH KOLLEKTORINI ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Sharh va tadqiqotlar.
6. Xolmirzayev, J. YU. (2022). ZONALNOE STROENIE KRISTALLOV V PRIBLIJENII MNOGOZONNOY (KEYNA) MODELI. Sharq Uyg‘onishi: Innovatsion, ta'lim, tabiiy va ijtimoiy fanlar, 2(12), 748-753.
7. Zuhritdinov Alisher Faraxidin o‘g‘li, Yo‘lchiyev Mash'albek Erkinovich, Xakimov Temurbek Bahodirjon o‘g‘li (2023). QATTIQ JISMLARNING CHIZIQLI KENASH KOEFFİSİENTINING HARORATGA BOG‘LILIGINI

ISSN 3030-3907

O‘rganish. AMALIY FAN VA TEXNOLOGIYA XALQARO BULLETENI SJIF = 5.955 , https://doi.org/10.5281/zenodo.7969053 .
8. Xakimov Temurbek Boxodirjon o`g`li , Rahmonov Asliddin Abdulhamid o‘g‘li .(2024). QUYOSH xujayrasi uchun INVERTORLAR VA NAZORATCHILARNI TANLASH. LUChShIE INTELLEKTUALNYE ISLEDOVANIYA.149-152.
9. Muhiddin Atajonov , Qudratbek Mamarasulov , Odilbek Dexqonboyev , Temur Xakimov .(2024). Fotovoltaik modul asosida quyosh panellari modelini tadqiq qilish. https://doi.org/10.1063/5.0241785 . Amaliy fan va texnikaning zamonaviy muammolariga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy konferentsiya AIP Conf. Proc.
10. Xakimov Temur , Abdumutalipov - Orzumurod o‘g‘li Shahobiddin .(2024). ISHLAB CHIQARISH KOMPARALARIDA ENERGIYA SAMARALILIGINI OSHIRISH UCHUN ENERGIYALARNI BOSHQARUV TIZIMINI TAMOQLASH. LUCHShIE INTELLEKTUALNYE ISLEDOVANIYA. ISSN : 3030-3680 . 81-86.

AUSTENITLI POLAT VA QOTISHMALARNING DONLAR ARO KARROZIYASI XUSUSIYATLARINI O‘RGANISH, VA METALLAR KARROZIYASIGA QARSHI TEXNALOGIK JARAYONLARNI TADQIQOTLASH

Ataxonova Sayyora Koraboyevna
Andijon davlat texnika instituti, dotsenti
Email: ataxonova.sayyora@mail.ru
Xoldarova Maftuna Rustamjon qizi
Andijon davlat texnika instituti “Materialshunoslik va materiallar texnologiyasi” 2-bosqich magistranti
E-mail: maftunaxonxoldarova97@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada austenitli po‘lat va qotishmalarning donlararo korroziyaga qarshi xususiyatlari o‘rganildi. Metallarning korroziyaga chidamliligini oshirishda turli texnologik jarayonlar va qoplamalar samaradorligi tahlil qilindi. Tadqiqotlar elektrokimyoviy usullar va mikroskopik tekshiruvlar asosida olib borildi. Natijalar metallarning donlararo korroziyaga chidamliligini oshirish uchun optimal texnologik sharoitlarni aniqlash imkonini berdi. Maqola korroziyaga qarshi himoya va sanoatda qo‘llashga oid tavsiyalarni beradi.

Kalit so‘zlar: austenitli po‘lat, qotishma, donlararo korroziya, elektrokimyo, mikroskopiya, qoplama, passivatsiya, qotishmalar tarkibi, mexanik xususiyatlar, issiqlik bilan ishlov berish, korroziyaga chidamlilik, elektrod potentsial, oksid qatlam, metallografiya, korroziya tezligi, elektrolit, gidroksid, mikrostruktura, himoya qatlam, texnologik jarayon

Аннотация. В данной статье исследованы свойства аустенитной стали и сплавов против межкристаллитной коррозии. Анализировалась эффективность различных технологических процессов и покрытий для повышения коррозионной стойкости металлов. Исследования проводились с использованием электрокимических методов и микроскопического анализа. Результаты позволили определить оптимальные технологические условия для улучшения сопротивления межкристаллитной коррозии. Статья содержит рекомендации по защите от коррозии и применению в промышленности.

Ключевые слова: аустенитная сталь, сплав, межкристаллитная коррозия, электрохимия, микроскопия, покрытие, пассивация, состав сплавов, механические свойства, термообработка, коррозионная стойкость, электродный потенциал, оксидный слой, металлография, скорость коррозии, электролит, гидроксид, микроструктура, защитный слой, технологический процесс

ISSN 3030-3907

Abstract. This article studies the intergranular corrosion resistance of austenitic steel and alloys. The effectiveness of various technological processes and coatings in enhancing metal corrosion resistance was analyzed. Investigations were carried out using electrochemical methods and microscopic examinations. The results enabled determination of optimal technological conditions for improving intergranular corrosion resistance. The article provides recommendations for corrosion protection and industrial application.

Keywords: austenitic steel, alloy, intergranular corrosion, electrochemistry, microscopy, coating, passivation, alloy composition, mechanical properties, heat treatment, corrosion resistance, electrode potential, oxide layer, metallography, corrosion rate, electrolyte, hydroxide, microstructure, protective layer, technological process

1. Kirish

Austenitli po‘lat va qotishmalar sanoatda keng qo‘llaniladi, chunki ularning mexanik xususiyatlari yuqori va korroziyaga chidamliligi nisbatan yaxshi. Biroq, turli korroziya turlari, xususan donlararo korroziya, metallarning ishonchliligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Donlararo korroziya metallarning kristall panjaralari chegaralarida yuzaga keladi va tezkor yoriqlanish va materialning zaiflashishiga olib keladi. Bu hodisa asosan qotishmalar tarkibi, issiqlik bilan ishlov berish, qoplama va korroziya muhitiga bog‘liq. Korroziyaga qarshi samarali himoya strategiyasini ishlab chiqish uchun austenitli po‘lat va qotishmalarning donlararo korroziyaga chidamliligi tizimli ravishda o‘rganilishi zarur. Shu bilan birga, elektrokimyoviy tahlillar, metallografik tekshiruvlar va mikrostrukturani o‘rganish usullari qo‘llaniladi. Ushbu tadqiqot sanoatdagi amaliy qo‘llanilishi uchun metallarning korroziyaga chidamliligini oshirishga qaratilgan texnologik jarayonlarni aniqlashga imkon beradi[1], [5].

2. Tadqiqot va metod

Tadqiqotda austenitli po‘lat va turli legirlangan qotishmalar namunalarida donlararo korroziyaga chidamlilikni baholash uchun elektrokimyoviy metodlar qo‘llandi. Namunalarning yuzasi oldindan mexanik silliqlash va polirovka yordamida tayyorlandi, shuningdek, organik erituvchilar bilan tozalash orqali yuzadagi iflosliklar va oksid qatlamlar olib tashlandi. Tadqiqotning maqsadi donlararo korroziya jarayonini aniq aniqlash, turli qotishmalar tarkibi va mikrostrukturasi donlararo korroziyaga chidamlilikka qanday ta’sir ko‘rsatishini o‘rganish edi. Eksperimentlarda standart elektrokimyoviy hujayralar ishlatilib, natriy xlorid (NaCl) 3%-li eritma, kislota (HCl 0,5 M) va gidroksid (NaOH 0,5 M) eritmalari korroziya muhitini ta’minlash uchun tanlandi. Potensiodinamik va potensiostatik usullar orqali elektrod potentsiallari o‘lchandi va korroziya tezligi aniqlashga harakat qilindi.

ISSN 3030-3907

Elektrokimyoviy o‘lchovlar natijalari metallogrammalar bilan solishtirildi. Metallografik tayyorlash jarayonida namunalarning kesmalari epoksi qatlamga joylashtirildi, silliqlash, polirovka va etching jarayonlaridan o‘tkazildi. Mikroskopik tekshiruvlar yordamida donlararo korroziya boshlanish nuqtalari, korroziya hududining kengligi va qoplamaning himoya xususiyati baholandi. Ayniqsa, himoya qatlamining oksid qatlam bilan birikishi, passivatsiya jarayonining samaradorligi va gidroksid hosil bo‘lishi ko‘zdan kechirildi. Mikroskopiya natijalari tasvirlar shaklida qayd etildi va elektrokimyoviy parametrlar bilan solishtirildi, bu esa korroziya jarayonining mexanizmini chuqurroq tushunishga yordam berdi[2], [3], [7].

Tadqiqot davomida eksperimental sharoitlar qat’iy nazorat qilindi: eritmalarning harorati, pH darajasi va elektrolit konsentratsiyasi doimiy saqlandi. Qotishmalar tarkibi va mikrostruktura parametrlari turli namunalar bo‘yicha o‘rganildi, xususan, krom, nikel, molibden va boshqa legir elementlarning konsentratsiyasi donlararo korroziyaga chidamlilikka qanday ta’sir ko‘rsatishi tahlil qilindi. Elektrokimyoviy o‘lchovlar va metallografik tekshiruvlar birlashtirilib, korroziya jarayonining texnologik jarayonlarga qanday ta’sir ko‘rsatishi va qoplamaning samaradorligini baholash imkoniyati yaratildi. Shu bilan birga, issiqlik bilan ishlov berish usullari natijasida qotishmalarning mikrostrukturasi va mexanik xususiyatlaridagi o‘zgarishlar donlararo korroziyaga chidamlilik bilan bog‘landi. Natijalar, shuningdek, metallografiya va elektrokimyo kombinatsiyasi orqali korroziyaga chidamli qotishmalarni ishlab chiqarish va himoya qatlamlarini optimallashtirish bo‘yicha ilmiy asos yaratdi.

Jadval-1

Tadqiqotda qo‘llangan metodlar va parametrlar

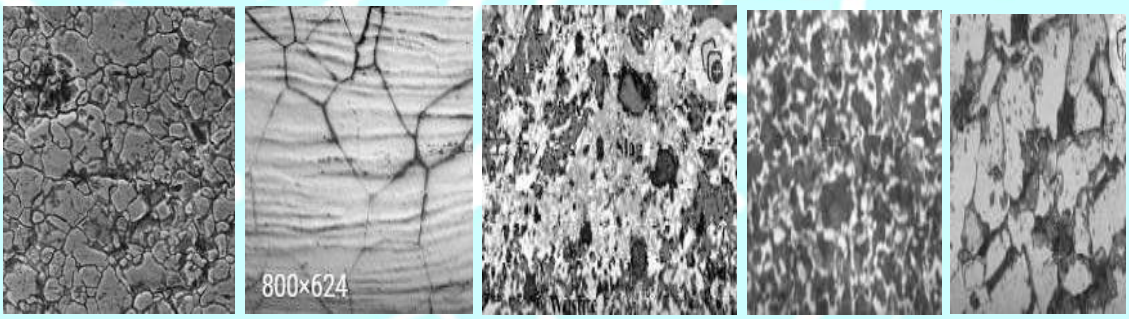
Namuna turi	**Korroziya muhiti**	**Elektrokimyoviy metod**	**Mikroskopik tekshiruv**	**Izoh**
Austenitli po‘lat A	3% NaCl	Potensiodinamik	Optik mikroskop	Qoplama bilan
Qotishma B	0.5M H_2SO_4	Potensiodinamik	SEM	Qoplama yo‘q
Austenitli po‘lat C	1M NaOH	Potensiodinamik	Optik mikroskop	Passivatsiya bilan

3. Natija va muzokara.

Eksperiment natijalari shuni ko‘rsatdiki, qoplamali austenitli po‘lat namunalarida donlararo korroziya sezilarli darajada sekinlashdi. Passivatsiya qatlamining mavjudligi metallarning korroziyaga chidamliligini oshirishda muhim rol o‘ynadi. SEM (Scanning Electron Microscopy) va metallografik tekshiruvlar orqali yoriqlanish va korroziyaga uchragan hududlarning kamaygani kuzatildi.

ISSN 3030-3907

Qoplama sifati va qalinligi korroziya jarayonini to‘xtatish yoki sekinlashtirishda asosiy parametrlar sifatida aniqlangan. Tadqiqot davomida korroziya tezligi elektrokimyoviy usullar bilan o‘lchandi va natijalar metallarning qoplama mavjudligiga qarab sezilarli farq ko‘rsatdi. Qoplamasiz namunalar bilan solishtirganda, qoplamali namunalar yuzasida yoriqlanish kamroq bo‘ldi va passivatsiya qatlamining uzluksizligi korroziyaga chidamlilikni oshirdi. Shu bilan birga, metall yuzasida hosil bo‘lgan himoya qatlam elektrolit bilan bevosita aloqa qilgan joylarda korroziyani chekladi, natijada donlararo korroziya jarayoni yanada sekinlashdi. Mikroskopik tasvirlar ko‘rsatdiki, qoplama ostidagi oksid qatlam metallning ichki qatlamlariga kirib boruvchi korroziya jarayonini to‘liq to‘xtatmasdan, lekin sezilarli darajada kamaytiradi [4], [6], [8].



1-Rasm. Donlar aro korroziya

Qotishmalar tarkibi va issiqlik bilan ishlov berish metallarning donlararo korroziyaga chidamliligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatdi. Eksperimentda turli tarkibdagi Cr, Ni va Mo elementlari bilan legirlangan qotishmalar ishlatildi va natijalar shuni ko‘rsatdiki, xrom tarkibi ortishi oksid qatlamining barqarorligini oshiradi va korroziya tezligini kamaytiradi. Nikelning mavjudligi passivatsiya qatlamini mustahkamlashga yordam berdi, shuningdek, korroziya jarayonini sekinlashtiruvchi barqaror mikrostruktura hosil bo‘ldi. Molibden tarkibi gidroksid va xlorid ionlar ta’siriga chidamlilikni oshirib, korroziya propagatsiyasini kamaytirdi. Elektrokimyoviy o‘lchovlar natijalari korroziyaga chidamlilikni raqamli ko‘rsatkichlar bilan ifodalaydi va sanoat standartlariga mos keladi, bu esa qotishmalarni ishlab chiqarishda optimal tarkib va texnologik jarayonlarni tanlashga imkon yaratadi. Shuningdek, issiqlik bilan ishlov berish jarayoni mikrostrukturani nazorat qilish orqali donlararo korroziya boshlanish nuqtalarini kamaytiradi va mexanik xususiyatlarni saqlab qoladi. SEM va metallografik tahlillar kombinatsiyasi qotishmalar tarkibi va issiqlik bilan ishlov berish sharoitining korroziyaga chidamlilikni oshirishdagi o‘rni haqida chuqur tushuncha berdi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, optimal texnologik jarayonlarni tanlash metallarning xizmat muddatini uzaytiradi va ishlab chiqarish jarayonlarida iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. Qoplama sifatini yaxshilash, passivatsiya jarayonini to‘liq bajarish va qotishmalar tarkibini optimallashtirish sanoat ishlab

ISSN 3030-3907

chiqarishda metallarning donlararo korroziyaga chidamliligini oshirish bo‘yicha aniq tavsiyalar beradi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, korroziyaga chidamli qotishmalar ishlab chiqarishda elektrokimyoviy monitoring va metallografik nazorat integratsiyalashgan holda qo‘llanilishi zarur. Shu bilan birga, gidroksid va kislota muhitida tajriba o‘tkazish korroziya mexanizmini yanada aniq tushunishga yordam berdi va qotishmalarni tanlashda xavfsizlik va iqtisodiy jihatlarni hisobga olish imkonini berdi. Ushbu natijalar sanoat ishlab chiqarishda metallarning xizmat muddatini uzaytirish, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va korroziyaga chidamli qoplamalarni ishlab chiqarish bo‘yicha ilmiy asos yaratadi. Shuningdek, natijalar kelajakda ilg‘or materiallar va texnologiyalarni ishlab chiqishda korroziyaga chidamli qotishmalarni tanlash uchun strategik tavsiyalar beradi.

4. Xulosa

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, austenitli po‘lat va legirlangan qotishmalar donlararo korroziyaga sezilarli darajada chidamli bo‘lishi mumkin, agar ularning yuzasi sifatli qoplama bilan himoyalansa va passivatsiya jarayoni samarali bajarilsa. Elektrokimyoviy usullar yordamida o‘tkazilgan o‘lchovlar va metallografik tekshiruvlar, xususan SEM tasvirlari, korroziya jarayonining mexanizmini aniq tushunishga imkon berdi. Tadqiqotda aniqlanganidek, qoplama mavjudligi korroziya tezligini kamaytiradi, yoriqlanish va mikroyoriqlar hosil bo‘lishini cheklaydi hamda metallning ichki qatlamlarini elektrolit ta’siridan himoya qiladi. Shu bilan birga, qotishmalar tarkibi, xususan xrom, nikel va molibden foizi, korroziyaga chidamlilikni sezilarli darajada oshiradi; xrom tarkibi passivatsiya qatlamini barqarorlashtirsa, nikel qoplamaning oksid qatlam bilan birikishini mustahkamlaydi va molibden gidroksid va xlorid ionlar ta’siriga chidamlilikni oshiradi. Issiqlik bilan ishlov berish mikrostrukturani nazorat qilish orqali donlararo korroziya boshlanish nuqtalarini kamaytiradi va qotishmalarni mexanik jihatdan bardoshli qiladi, bu esa ularning sanoat sharoitidagi xizmat muddatini uzaytiradi. Elektrokimyoviy o‘lchovlar orqali olingan raqamli natijalar sanoat standartlariga mos keladi va qotishmalarni ishlab chiqarishda optimal tarkibni tanlashga imkon yaratadi, shu bilan birga metallarning korroziyaga chidamliligini oshirish bo‘yicha ilmiy asos beradi. Tadqiqot davomida metallografik va mikroskopik tahlillarni birlashtirish, qoplama, passivatsiya va qotishmalar tarkibining korroziya jarayoniga ta’sirini kompleks baholash imkonini berdi, bu esa kelajakda ilg‘or materiallar va texnologiyalarni ishlab chiqishda strategik tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi. Ushbu natijalar sanoat ishlab chiqarishda metallarning donlararo korroziyaga chidamliligini oshirish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga yo‘naltirilgan aniq ilmiy va amaliy tavsiyalar beradi, shuningdek metallarning xizmat muddatini

ISSN 3030-3907

uzaytirish, resurslarni tejash va xavfsiz ishlab chiqarish sharoitlarini yaratish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari metallarning donlararo korroziyaga chidamliligini baholashda elektrokimyoviy va metallografik metodlarning birgalikda qo‘llanilishi samaradorligini tasdiqladi va qoplama sifatini, passivatsiya jarayonini hamda qotishmalar tarkibini optimallashtirish orqali sanoat ishlab chiqarishda sifatli va chidamli metall mahsulotlarini yaratish imkonini berdi. Umuman olganda, olingan natijalar metallshunoslik, materialshunoslik va sanoat ishlab chiqarish jarayonlarini rivojlantirish uchun muhim ilmiy ahamiyatga ega bo‘lib, kelajakda korroziyaga chidamli materiallar va ilg‘or qoplama texnologiyalarini ishlab chiqishda asosiy yo‘nalishlarni belgilab beradi[9], [10].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Zhang L., et al. *Intergranular corrosion behavior of austenitic stainless steels*. Corrosion Science, 2020.
2. Li J., et al. *Electrochemical analysis of steel alloys*. Materials Today, 2021.
3. Kumar P., et al. *Effect of heat treatment on corrosion*. Journal of Materials Engineering, 2021.
4. Wang Y., et al. *Passivation coatings for stainless steel*. Surface & Coatings Technology, 2022.
5. Smith T., et al. *Microstructure and intergranular corrosion*. Metals, 2022.
6. Ivanov A., et al. *Austenitic steel corrosion in NaCl solutions*. Russian Metallurgy, 2023.
7. Chen H., et al. *Electrochemical techniques for corrosion study*. Electrochimica Acta, 2023.
8. Lee K., et al. *Effect of alloying elements on corrosion resistance*. Journal of Alloys and Compounds, 2024.
9. Brown D., et al. *Industrial application of corrosion-resistant steels*. Materials Science Forum, 2024.
10. Petrov S., et al. *Technological processes for improving corrosion resistance*. Corrosion Reviews, 2025.

ISSN 3030-3907

UDC 532.595.2:532.529

NUMERICAL CALCULATION OF POSITIVE HYDRAULIC SHOCK IN THE PRESENCE OF A DAMPER

Rajabov Ulug‘bek Mamashoevich
Karshi State Technical University PhD, associate professor
Mamashoyev Umid Ulug‘bek o‘g‘li,
Economy and Pedagogy university assistant

Annotation. The article provides information on the numerical calculation of the main parameters of a hydraulic shock absorber with increased pressure, installed at the end of a pipeline to reduce the emergency consequences of hydraulic shock. Based on the results of numerical studies using the finite difference method of the proposed hydraulic shock absorber, dependencies were obtained based on the specified air in the absorber, the full capacity and the main dimensions of the cylindrical absorber were determined.

To determine the economical dimensions of the proposed damper design, comparative calculations of numerical experiments with experimental data prove the reliability of the proposed dependencies using the finite difference method.

Keywords*:* water hammer, numerical method, pressure pipeline, water hammer damper, diaphragm damper, polytropic coefficient.

Аннотация. В статье приведена сведений по численному расчету основных параметров гасителя гидравлического удара с повышения давления, установленным в конце трубопровода для снижения аварийных последствий гидравлического удара. На основе результатов численных исследований по методу конечных разностей предложенного гасителя гидравлического удара получены зависимости на основании определенного воздуха в гасители определена польная емкость и основных размеров цилиндрического гасителя.

Для определения экономичных размеров предложенной конструкции гасителя сравнительные расчеты численных экспериментов с опытными данными доказывают достоверности предлагаемых зависимостей по методу конечных разностей.

Ключевые слова*:* гидравлический удар, численный метод, напорный трубопровод, гаситель гидравлического удара, гаситель с диафрагмой, коэффициента политропы.

Annotatsiya. Maqola bosim ortishi bilan kechadigan gidravlik zarbaning salbiy oqibatlarini kamaytirish uchun bosimli quvurning oxiriga o‘rnatilgan gidravlik zarba so‘ndirgichning asosiy parametrlarining sonli usulda hisoblashlariga bag‘ishlangan. Taklif etilayotgan gidravlik zarba so‘ndirgichning chekli farq usulidan foydalangan holda sonli tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, so‘ndirgichdagi

ISSN 3030-3907

havo hajmiga asoslangan bog‘lanishlar olingan, silindr shaklidagi so‘ndirgichning to‘la hajmi va asosiy o‘lchamlari aniqlangan.

Taklif etilayotgan so‘ndirgich konstruksiyasining iqtisodiy o‘lchamlarini aniqlash uchun sonli tajribalarning eksperimental ma’lumotlar bilan qiyosiy hisoblari cheklangan farqlar usuli yordamida tavsiya etilgan bog‘lanishlarning ishonchliligini isbotlaydi.

Kalit so‘zlar: gidravlik zarba, sonli usul, bosim quvuri, gidravlik zarba so‘ndirgichi, diafragmali so‘ndirgich, politropa koeffitsiyenti.

1. Introduction

In hydraulic systems, hydraulic shocks often occur due to increased pressure. [1,2,3,4,5,6].

Currently, various types of hydraulic shock absorbers - air-hydraulic caps (AHC) - are used to protect long pressure pipelines from hydraulic shock [7,8,9,10,11,12].

The advantages of the AHC include simplicity of design, failure-free operation, elimination of water discharge, and the absence of possible occurrence of vacuum in the pressure pipeline. If the geometric dimensions of the cap are correctly determined, a high degree of damping of maximum pressures during hydraulic shock (HSH) is guaranteed [7,8,9,10].

In [13,14] various designs of AHC are described: single, double; with transition pipes; with resistance at the inlet; with cylindrical pipes (connecting pipeline); directional action; with automatic air supply; horizontal, and so on.

A.F. Mostovsky [1] considers the GU in horizontal pressure pipelines when installing the AHC at the end of the pipeline in front of the valve. The author, based on the application of the “living forces” equation, obtains formulas for calculating the maximum increase in pressure Δp with a known volume of the cap. In this case, the author takes into account the elasticity of the pipeline walls and the compressibility of water and air [1].

F.M. Darson and A.A. Kaliske [2] developed 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 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 [2].

L. Bergeron in [3] provides a graphical method for calculating pressure pipelines for hydraulic shock in the presence of AHC. This calculation method is characterized by high accuracy, but is also very labor-intensive.

N.E. Zhukovsky [4] proposed a method for calculating the HSH in the presence of a AHC installed on the pipeline. In this case, the author proposes an

ISSN 3030-3907

approximate formula for determining the volume of air in the AHC and adopts the adiabatic law of compression and expansion of air in the AHC, since, according to the author, the HSH process is fast-flowing [4].

I.A. Charny [5] uses linearized HSH equations to calculate the AHC. In this case, the author adopts the isothermal law (n=1.0) for the compression and expansion of air in the AHC.

In practice, the most widely used calculation method was that proposed by G. Evangelisti [6]. The method of G. Evangelisti [6] is based on the use of special graphs compiled as a result of approximate integration of the wave equations of hydraulic shock using the finite difference method.

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.

V.S. Dikarevsky in his work [7], trying to eliminate the shortcoming of G. Evangelisti's method, constructed diagrams $\bar{Z}_{\max} = f\left(\sigma, \bar{h}_{mp0}\right)$ and $\bar{Z}_{\min} = f\left(\sigma, \bar{h}_{mp0}\right)$ for the isothermal law (n=1.0) in a wide range of changes in the parameters σ and $\bar{h}_{mp0}$ However, the author allows for inaccuracies in solving the basic equations.

B.F. Lyamaev [8] developed a method for calculating the AHC on a computer. The proposed method is based on the combined solution of the HSH equations, the continuity at the cap-to-pipeline connection, and the gas state in the AHC. The calculation is performed by the author [8] using an iterative method.

D.A. Fox presents in [9] a numerical method for calculating the 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 on characteristics simultaneously. The calculations were carried out on a computer. The author [9] proposed to take the value of the polytropic coefficient equal to n=1.20 in calculations, but the value n=1.20 was not substantiated experimentally and takes into account pressure losses along the length according to the quasi-stationarity hypothesis.

To carry out the experimental work, a pilot plant was used, which is designed to study the hydraulic shock absorber in long pressure pipelines both in the phase with decreasing pressure and in the phase with increasing pressure [10].

Experiments conducted [10,14] to determine the value of n confirm that, when calculating HSH in a gas-liquid flow, n=1.20 is very practical and convenient, while the experimental data agree well with the calculated data. Therefore, in this work, all studies and calculations were conducted at n=1.20.

To reduce the intensity of positive hydraulic shock at the end of a pressure pipeline, it is proposed to use a hydraulic shock absorber (HSA) with a diaphragm (Fig. 1). The dimensions of the damper are determined by the conditions for starting

ISSN 3030-3907

and stopping the pumping unit [10]. In this work and in Fig. 1, we use the designations that we described in detail earlier in [10,14].

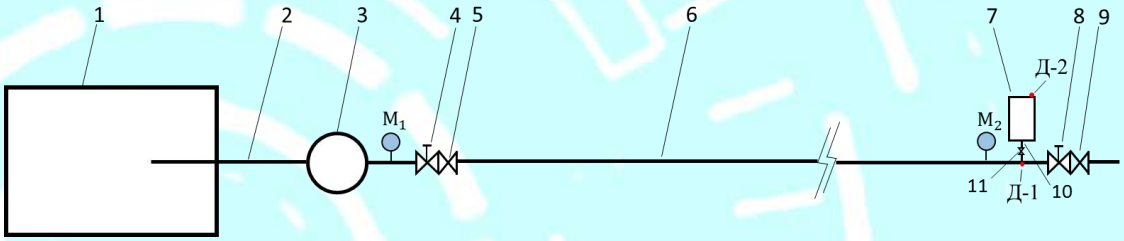


Fig. 1. Diagram of the pumping unit: 1- tank; 2- suction pipeline; 3- pump brand 3K-6; 4,8- valves; 5,9- quick-acting plug valves; 6- pressure pipeline; 7- hydraulic shock absorber; 10- connecting pipeline; 11- diaphragm; $Д_1$, $Д_2$ – pressure sensors; M_1, M_2 - pressure gauges.

In this work and in Fig. 1 we will use the notations that we described earlier in detail in [10].

2. RESEARCH METHODOLOGY

This paper presents a numerical calculation method for a hydraulic shock absorber with a diaphragm installed at the end of a pressure pipeline. [10,15] (Fig. 1).

The proposed method assumes that the closing time of a fast-acting plug valve is zero [10].

The proposed damper with a diaphragm is installed at the end of the pressure pipeline 6 in front of the valve 8 (Fig. 1).

The initial conditions in this case are as follows [10]:

$$\left.\begin{aligned} \vartheta &= \vartheta_0 \\ H_a &= H_{0a} \end{aligned}\right\}, \text{ at t=0} \qquad (1)$$

or in dimensionless form

$$\left.\begin{aligned} \bar{\vartheta} &= \bar{\vartheta}_0 = 1; \\ h_0 &= 1 - \bar{h}_{mp0} \end{aligned}\right\}, \text{ at } \bar{t}=0. \qquad (2)$$

The problem is to determine the dimensions of the damper for given H_{amax} and H_{amin} or the inverse problem of determining H_{amax} and H_{amin} in a pressure system in the first period of oscillations [10].

The following assumptions are made: the fast-acting plug valve 9 closes instantly and completely; the problem is solved based on a “rigid” model of unsteady fluid motion; the pressure created by the variable liquid layer in the damper is not taken into account [10].

To solve the problem of hydraulic shock in a pumping unit (Fig. 1), the following hyperbolic wave equations are used [6,7,8,10]:

$$1 - h = \frac{1}{2\pi}\sqrt{2\chi\sigma}\frac{d\bar{\vartheta}}{d\bar{t}} + \left(\bar{h}_{mp0} + \bar{h}_{\partial 0}\right)\bar{\vartheta}\left|\bar{\vartheta}\right|; \qquad (3)$$

ISSN 3030-3907

$$d\bar{W} = -2\pi\sqrt{\frac{2\sigma}{\chi}}\bar{\vartheta}d\bar{t}; \qquad (4)$$

$$\bar{W} = \frac{1}{h^{\frac{1}{\chi}}}, \qquad (5)$$

Where $\bar{h}_{\partial 0} = \frac{h_{\partial 0}}{H_{za}}$; $h_{\partial 0}$ - pressure loss at speed $\vartheta 0$ in connecting pipeline 10 (Fig. 1), on which diaphragm 11 is installed. The remaining designations are adopted [10].

The system of equations (3)-(5) can be solved numerically by the finite difference method [7,10].

The solution of system (3)-(5) using the finite difference method was implemented on a computer. Calculations were performed at χ=1.2 and $\Delta\bar{t}$=0.025.

By analogy with G.Evangelisti, we will solve the system of equations (3)-(5) using the finite difference method [10].

Equation (3) can be written in the following form

$$\bar{W}_{\bar{t}} = \frac{1}{h_{\bar{t}}^{1/n}} \text{ и } \bar{W}_{\bar{t}+\Delta\bar{t}} = \frac{1}{h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}}^{1/n}}, \qquad (6)$$

Where $\bar{W}_{\bar{t}}$ и $\bar{h}_{\bar{t}}$ - values of $\bar{W}$ and h at time $\bar{t}$; $\bar{W}_{\bar{t}+\Delta\bar{t}}$ and $\bar{h}_{\bar{t}+\Delta\bar{t}}$ - values $\bar{W}$ and h at time $\bar{t}+\Delta\bar{t}$; $\Delta\bar{t}$ - calculated time interval (step).

Then we get

$$\Delta\bar{W} = \bar{W}_{\bar{t}+\Delta\bar{t}} - \bar{W}_{\bar{t}} = \frac{h_{\bar{t}}^{1/n} - h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}}^{1/n}}{h_{\bar{t}}^{1/n} \cdot h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}}^{1/n}}. \qquad (7)$$

According to equation (2) we have

$$\Delta\bar{W} = 2\pi\sqrt{\frac{2\sigma}{n}}\bar{\vartheta}_{\bar{t}}\Delta\bar{t}, \qquad (8)$$

Where $\bar{\vartheta}_{\bar{t}}$ - value $\bar{\vartheta}$ at time t.

Since $\Delta\bar{W}$ according to (5) and $\Delta\bar{W}$ according to (6) are equal, we get for n=1

$$\frac{h_{\bar{t}}^{1/n} - h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}}^{1/n}}{h_{\bar{t}}^{1/n} \cdot h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}}^{1/n}} = 2\pi\sqrt{\frac{2\sigma}{n}}\bar{\vartheta}_{\bar{t}}\Delta\bar{t},$$

from which it follows

$$h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}} = \frac{h_{\bar{t}}}{\left(1 + 2\pi h_{\bar{t}}^{1/n}\sqrt{2\sigma}\bar{\vartheta}_{\bar{t}}\Delta\bar{t}\right)^n}, \qquad (9)$$

From equation (1) we have

$$d\bar{\vartheta} = \frac{2\pi}{\sqrt{2n\sigma}}hd\bar{t} - \frac{2\pi}{\sqrt{2n\sigma}}d\bar{t} - \frac{2\pi}{\sqrt{2n\sigma}}\left(\bar{h}_{mp0} + \bar{h}_{\partial 0}\right)\bar{\vartheta}\left|\bar{\vartheta}\right|dt, \qquad (10)$$

from where we get

ISSN 3030-3907

$$\bar{\vartheta}_{\bar{t}+\Delta\bar{t}} = \bar{\vartheta}_{\bar{t}} + \frac{2\pi\Delta\bar{t}}{\sqrt{2n\sigma}} \cdot \left[\bar{h}_{\bar{t}+\Delta\bar{t}} - 1 - \left(\bar{h}_{mp0} + \bar{h}_{\partial 0}\right)\bar{\vartheta}_{\bar{t}}\left|\bar{\vartheta}_{\bar{t}}\right|\right], \qquad (11)$$

When deriving the calculated dependencies (9) and (11) by analogy with G.Evangelisti, the following assumptions were made: when determining $\Delta\bar{W}$ according to (7), $\bar{\vartheta} = \bar{\vartheta}_t$ was adopted; when determining $\vartheta_{t+\Delta\bar{t}}$, $h = h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}}$ and $\bar{\vartheta}\left|\bar{\vartheta}\right| = \bar{\vartheta}_{\bar{t}}\left|\bar{\vartheta}_t\right|$ were adopted.

The dimensionless pressure h' in the pipeline at the location of the cap installation differs from the dimensionless pressure h in the cap by the amount of pressure loss in the "diaphragm", namely [10]

$$h' = h - h_{\partial 0}\bar{\vartheta}\left|\bar{\vartheta}\right|. \qquad (12)$$

Using dependencies (7), (9) and (10), it is possible to calculate the process of pressure fluctuations in the cap with a diaphragm and the pipeline over time for given σ, $\bar{h}_{\text{тро}}$, $\bar{h}_{\partial o}$, n and initial conditions (1), (2) and determine the minimum h_{min} and maximum h_{max} dimensionless pressures in the cap in the first period of oscillations.

A AHC with a diaphragm is the most promising design, since here, during a transient oscillatory process in a pumping unit (Fig. 1), independent regulation of the direction of fluid movement is achieved, that is, one of the main disadvantages of a single-acting AHC is eliminated [5,6,10].

The main idea in using a AHC with a diaphragm is to achieve maximum use of the effective qualities of the AHC both in the pressure reduction phase and in the pressure increase phase [10].

3. RESEARCH RESULTS

The following assumptions were made when solving the problem: the plug valve closing time is zero; The problem is solved on the basis of the so-called "rigid" model of unsteady pressure flow of liquid, which does not take into account the elastic properties of the liquid and the walls of the pipeline [5,10].

Let's write down the main calculation dependencies for calculating a damper with a diaphragm

$$h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}} = \frac{h_{\bar{t}}}{\left(1 + 2\pi\sqrt{\frac{2\sigma}{n} \cdot h_t^{\frac{1}{n}} \cdot \bar{\vartheta}_{\bar{t}} \cdot \Delta\bar{t}}\right)^n}; \qquad (13)$$

$$\bar{\vartheta}_{\bar{t}+\Delta\bar{t}} = \bar{\vartheta}_{\bar{t}} + \frac{2\pi\Delta\bar{t}}{\sqrt{2n\sigma}}\left[h_{\bar{t}+\Delta\bar{t}} - 1 - (\bar{h}_{\text{тро}} + \bar{h}_{\partial o})\bar{\vartheta}_{\bar{t}}\left|\bar{\vartheta}_{\bar{t}}\right|\right] \qquad (14)$$

The analysis shows that the dimensionless heads h_{min} and h_{max} are functions of the parameters σ, $\bar{h}_{\text{тро}}$, $\bar{h}_{\partial}$ and n, that is

ISSN 3030-3907

$$h_{\min} = F_1\left(\sigma, \bar{h}_{mp}, \bar{h}_{\partial 0}, n\right) \quad (15)$$

$$h_{\max} = F_2\left(\sigma, \bar{h}_{mp}, \bar{h}_{\partial 0}, n\right). \quad (16)$$

If we designate

$$\bar{Z}_{\min} = 1 - h_{\min}; \quad (17)$$

$$\bar{Z}_{\max} = h_{\max} - 1, \quad (18)$$

then you can write

$$\bar{z}_{\min} = \Phi_1\left(\sigma, \bar{h}_{mp}, \bar{h}_{\partial 0}, n\right) \quad (19)$$

$$\bar{z}_{\max} = \Phi_2\left(\sigma, \bar{h}_{mp}, \bar{h}_{\partial 0}, n\right) \quad (20)$$

The problem of determining $\bar{h}_{\min}$ and $\bar{h}_{\max}$ or $\bar{Z}_{\min}$ and $\bar{Z}_{\max}$ can be solved on a computer. To calculate $h_{\min}(\bar{Z}_{\min})$ and $h_{\max}(\bar{Z}_{\max})$ using dependencies (15) and (16), a program was compiled to solve this problem on a computer for the given values of σ, $\bar{h}_{mp0}$, n and $\bar{h}_{\partial 0}$. The calculations were performed for n=1.2. For n=1.2, the values of the parameters σ, $\bar{h}_{mp0}$ and $\bar{h}_{\partial 0}$ varied within the following limits:

$\sigma = 0{,}025 \ldots 1{,}0$ (in increments of $\Delta\sigma = 0{,}025$);

$\bar{h}_{mp0} = 0 \div 1{,}0$; (in increments of $\Delta\bar{h}_{mp0} = 0{,}1$);

$\bar{h}_{\partial 0} = 0 \div 1{,}0$ (in increments of $\Delta\bar{h}_{\partial 0} = 0{,}1$).

In all calculations, the time step $\Delta\bar{t}$ was taken to be the same and equal to $\Delta\bar{t}$ =0.01.

Based on the calculation results, tables of values were compiled

$$\bar{z}_{\min} = \Phi_1\left(\sigma, \bar{h}_{mp}, \bar{h}_{\partial 0}\right)$$

$$\bar{z}_{\max} = \Phi_2\left(\sigma, \bar{h}_{mp}, \bar{h}_{\partial 0}\right),$$

at n=1.20, according to which diagrams were constructed for calculating the AHC with a diaphragm during an instantaneous stop of the pumping unit. Due to the large volume of results obtained from computer calculations, and also taking into account our recommendations on the selection of the value of the polytropic coefficient, in this work, diagrams $\bar{Z}_{\min}$ and $\bar{Z}_{\max}$ were obtained only for n=1.20 [14].

The calculation of the dimensions of the AHC with a diaphragm using the obtained diagrams is performed in the following order. The following are calculated

$$H_{za} = H_z + 10;\ \bar{h}_{\text{тро}} = \frac{\bar{h}_{\text{тро}}}{H_{za}};\ \bar{Z}_{\max} = H_{a\max} - H_{za};\ \bar{Z}_{\max} = \frac{Z_{\max}}{H_{za}};\ \bar{h}_{\partial 0} = \frac{h_{\partial 0}}{H_{za}}.$$

Using the obtained diagrams with known $\bar{h}_{mp0}$, $\bar{Z}_{\max}$ and $h_{\partial o}$, the values of σ and $\bar{Z}_{\min}$ are determined, and then calculated

ISSN 3030-3907

$$W_o = \frac{\omega Z \vartheta_o^2}{2gH_{za}\sigma}\ ;\ Z_{\min} = Z_{\min} H_{za}\ ;\ H_{a\max} = H_{za} - Z_{\min}\ ;$$

$$W_{\max} = W_o \left(\frac{H_{za}}{H_{a\min}} \right)^{\frac{1}{1,2}}\ ;\ W_K = 1,3 W_{\max}\ \text{и}\ h_K = \frac{4W_K}{\pi D_K^2},$$

Where W_K - volume of the AHC, and h_K -is its height.

For given σ, $\bar{h}_{mp0}$ and $\bar{h}_{\partial o}$, it is possible to calculate the hydraulic shock parameters $\bar{Z}_{\max}$, $\bar{Z}_{\min}$, $H_{a\max}$ and $H_{a\min}$ for a pressure system (Fig. 1).

To verify the reliability of the above numerical calculations of the AHC with a diaphragm, experimental studies were carried out [10,14]. The results of comparison of numerical experiments and experimental data on the study of a AHC with a diaphragm installed at the end of a pressure pipeline [10,14] are shown in Fig. 2.

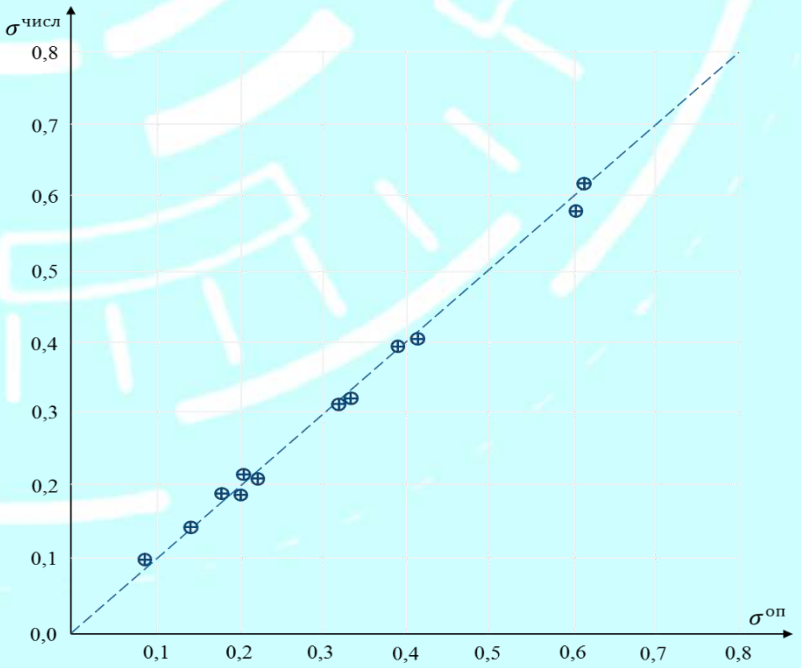


Fig. 2. Comparison of the results of numerical calculations of σ^{num} VGK with a diaphragm with experimental data of σ^{exp}.

4. CONCLUSION

1. An analysis of existing scientific works shows that a sudden power outage in the pressure systems of pumping stations causes a positive HSH, which negatively affects the normal operation of the pumping unit. To prevent this phenomenon, it is very important to develop a new method for calculating the optimal dimensions of a pressure regulator with a diaphragm located at the end of a pressure pipeline.

2. When optimally damping the maximum pressure HSH in the pressure pipelines of pumping stations, it is very important to take into account the changes in local resistance in the diaphragm of the connecting pipeline and the law of

ISSN 3030-3907

expansion and compression of air of the proposed design of the cap. These factors must be taken into account when integrating the wave equations of the HSH hyperbolic type using a numerical method - the finite difference method - to establish the optimal parameters of the proposed cap design.

3. As a result of the numerical solution of differential equations HSH, dependencies are proposed for calculating the economical dimensions of the proposed design of damper HSH, installed at the end of the pressure pipeline.

4. The reliability of the above numerical method for calculating the damper is proven by comparing the numerical values σ^{num} with the experimental values σ^{exp} [10].

REFERENCES

1. Мостовский А.Ф. Исследования гидравлического удара в трубах при малых напорах. - Труды МИИТа, М., 1929, вып.11, с.263-304.
2. Darson F.M., Kalinske A.A. Methods of calculating Water-hammer, pressures. - Journal of the AWWA, 1939, v.31, № 11, p.1835-1864.
3. Бержерон Л. От гидравлического удара в трубах до разряда в электрической сети. Общий графический метод расчета (пер. с французского). – М., Машгиз, 1962. – 348 с.
4. Жуковский Н.Е. О гидравлическом ударе в водопроводных трубах. – М., Гостехиздат, 1949. – 104 с.
5. Чарный И.А. Неустановившееся движение реальной жидкости в трубах. – М., Недра, 1975. – 296 с.
6. Evangelisti G. Jl colpo d'aviete nelle condotte elevatorie munite di camera d'avia. – L'Energia, Elektrica. - Milano, 1938, № 9, p.600-615.
7. Дикаревский В.С. Водоводы. Монография. Труды РААСН. Строительные науки.т.3 – М.: РААСН, 1997. – 200 с.
8. Лямаев Б. Ф., Нелюбов Г. П., Небольсин В. А. Стационарные и переходные процессы в сложных гидросистемах. – Л.: Машиностроение, 1978. – 192 с.
9. Фокс Д.А. Гидравлический анализ неустановившегося в трубопроводах. – М.: Энергоиздат, 1981. – 247 с.
10. Жонкобилов У.У., Эшев С.С. Формула для расчета размеров воздушно – гидравлического колпака с демпфирующим сопротивлением. Приволжский научный вестник. Научно-практический журнал. Г. Ижевск, №5-2(45) – 2015, 97-101 с.
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.

ISSN 3030-3907

13. 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.

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

MATBAA BOSMA JARAYONIDA VAKUUMLI KO‘TARISH MEXANIZMINI TAKOMILLASHTIRISH ORQALI QOG‘OZ UZATISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Djurayev Sherzod Sobirjonovich
Namangan davlat texnika universiteti "Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish" kafedrasi dotsenti,
Tel:+99899 971 26 96 ,
E-mail: sherzoddjurayev1989@gmail.com
Polvonov Alimirzo Qutbiddin o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti doktoranti,
Tel: +99893 974 00 32,
E-mail: alimirzo61011@gmail.com)

Annotatsiya. Ushbu maqolada matbaa jarayonida qog‘oz varaqalarini vakuum yordamida ko‘tarish vaqtida uchraydigan asosiy muammolar — ikki varaqning birga olinishi, qog‘ozning sirpanishi yoki bukilishi kabi holatlar — tahlil qilinadi va ularni kamaytirish bo‘yicha takomillashtirilgan texnik yechimlar taklif etiladi. Yangi yondashuvda havo oqimini teng taqsimlaydigan vakuum teshiklari, qog‘ozning xususiyatlarini aniqlovchi sensorlar hamda bosimni real vaqt rejimida boshqaruvchi algoritm qo‘llanildi. Natijalar ushbu mexanizm qog‘oz uzatish aniqligini oshirganini, tiqilishlarni kamaytirganini va jarayonning umumiy samaradorligini yaxshilaganini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar. matbaa jarayoni, vakuumli ko‘tarish mexanizmi, qog‘oz uzatish, robotlashtirilgan tizim, havo oqimi, bosimni boshqarish, sensorli nazorat, avtomatlashtirish, samaradorlik, tiqilishlarni kamaytirish.

Аннотация. В данной статье анализируются основные проблемы, возникающие при вакуумном подъёме бумажных листов в процессе печати, такие как стягивание двух листов, проскальзывание или скручивание бумаги, и предлагаются усовершенствованные технические решения для их устранения. Новый подход использует вакуумные отверстия, равномерно распределяющие воздушный поток, датчики, определяющие свойства бумаги, и алгоритм, контролирующий давление в режиме реального времени. Результаты показали, что этот механизм повышает точность переноса бумаги, уменьшает застревания и повышает общую эффективность процесса.

Ключевые слова: процесс печати, вакуумный подъемник, транспортировка бумаги, роботизированная система, воздушный поток, контроль давления, сенсорное управление, автоматизация, эффективность, уменьшение застревания.

Abstract. This article analyzes the main problems encountered during vacuum lifting of paper sheets during the printing process - such as two sheets being pulled

together, paper slipping or curling - and proposes improved technical solutions to reduce them. The new approach uses vacuum holes that evenly distribute the air flow, sensors that detect paper properties, and an algorithm that controls pressure in real time. The results showed that this mechanism increased the accuracy of paper transfer, reduced jams, and improved the overall efficiency of the process.

Keywords: printing process, vacuum lifter, paper transport, robotic system, air flow, pressure control, sensor control, automation, efficiency, jam reduction.

Kirish.

Matbaa ishlab chiqarishida qog‘oz varaqalarini bir bosqichdan ikkinchisiga uzluksiz va aniq tarzda uzatish jarayoni umumiy texnologik zanjirning eng muhim bo‘g‘inlaridan biridir. Ayniqsa, konveyerdan varaqni ko‘tarib, bosma mashinasining listiga to‘g‘ri joylashtirish vazifasi yuqori aniqlik, barqaror vakuum kuchi va varaqning sirtiga mos yopishish talab qiladi. Ko‘tarish jarayonida kichikgina xato yoki bosimning ozgina o‘zgarishi ham ikki varaqning bir vaqtda tortilishi, varaqning egilishi, vakuumning bo‘shashishi yoki varaqning yarim yo‘lda tushib ketishiga sabab bo‘lishi mumkin. Bunday holatlar ko‘pincha tiqilishlarga, mashinaning to‘xtab qolishiga, ishlab chiqarishning sekinlashishiga va brak mahsulotlarning ko‘payishiga olib keladi.

Matbaa korxonalari amaliyotida vakuumli ko‘tarish mexanizmlarining samaradorligi ko‘proq qog‘ozning sifati, namligi, qalinligi, tashqi muhitdagi o‘zgarishlar va havo oqimining qanday taqsimlanganiga bog‘liq bo‘ladi. Ushbu omillarning doimiy o‘zgarib turishi vakuum tizimidan moslashuvchanlikni, ya’ni real vaqt rejimida tegishli javob qaytara olishni talab qiladi. Shuning uchun vakuumli ko‘tarish mexanizmlarining ishchi qismini takomillashtirish, ularning havo oqimi aerodinamikasini yaxshilash, vakuum bosimini boshqarishni soddalashtirish va sensorlar orqali qog‘ozning holatini nazorat qilish bugungi matbaa texnologiyalarining dolzarb yo‘nalishiga aylangan.

Ushbu maqolada matbaa jarayonidagi vakuumli ko‘tarish tizimining amaldagi kamchiliklari o‘rganilib, ularni bartaraf etish uchun taklif etilgan texnik yechimlar, yangi konstruktiv yondashuvlar va vakuumni moslashuvchan boshqarish usullari tahlil qilinadi. Takomillashtirilgan mexanizm orqali qog‘oz uzatishning aniqligi va tezligini oshirish, tiqilishlar sonini kamaytirish hamda ishlab chiqarish samaradorligini ko‘tarish imkoniyati asoslanadi.

USLUBIY QISM (Materials and Methods). Ushbu bo‘limda matbaa jarayonida qog‘oz varaqalarini vakuum yordamida ko‘tarish mexanizmini takomillashtirish uchun qo‘llanilgan matematik modellash, boshqaruv tenglamalari va eksperimental baholash mezonlari batafsil bayon qilinadi. Keltirilgan tenglamalar keyingi bo‘limlarda taqdim etilgan natijalarning asosiy nazariy poydevorini tashkil etadi.

ISSN 3030-3907

Vakuum kuchining matematik modeli. Qog‘oz varaqasini ko‘tarish uchun vakuum yostig‘i tomonidan hosil qilinadigan ko‘tarish kuchi:

$$F_v = (P_a - P_v) \cdot A$$

bu yerda: F_v– vakuum kuchi (N), P_a – atmosfera bosimi (Pa), P_v – vakuum kamerasi ichidagi bosim (Pa), A – vakuum yostig‘ining qog‘oz bilan tutashgan faol yuzasi (m^2).

Qog‘oz varaqasini ishonchli ko‘tarish uchun vakuum kuchi kamida qog‘oz og‘irligi va sirpanish/ishqalanish kuchlarini yengishi lozim:

$$F_v \geq m\,g + F_{\{ishq\}}$$

bu yerda: m – qog‘ozning massasi (kg), g – erkin tushish tezlanishi (9.81 m/s^2),

$F_{\{ishq\}}$– qog‘oz va griper yuzasi orasidagi ishqalanish kuchi (N).

Egilish va moment sharti. Qog‘oz varaqasi juda katta lokal bosim ta’sirida egilib ketmasligi uchun vakuum kuchining taqsimoti bo‘yicha ham shart qo‘yiladi. Varaqning markaziy kesimida hosil bo‘ladigan egilish momenti:

$$M = F_v \cdot l$$

bu yerda: M – egilish momenti (N·m), l – griper markazidan qog‘ozning og‘irlik markazigacha bo‘lgan masofa (m).

Qog‘ozning ruxsat etilgan egilish momenti $M_{\{rux\}}$ bilan taqqoslanadi:

$$M \leq M_{\{rux\}}$$

Agar bu shart bajarilsa, qog‘oz egilib, burishib ketmaydi.

Adaptiv vakuum bosimini boshqarish modeli. Qog‘ozning qalinligi (h), namligi (W) va konveyer tezligi (v_c) o‘zgarib turadigan miqdorlar bo‘lgani uchun vakuum bosimini **adaptiv boshqaruv** asosida sozlash taklif etildi. Umumiy model:

$$P_v = P_0 - \alpha h - \beta W + \gamma v_c$$

bu yerda: P_0– boshlang‘ich (asosiy) vakuum bosimi, α– qalinlikka sezgirlik koeffitsienti, β– namlikka sezgirlik koeffitsienti, γ – konveyer tezligiga sezgirlik koeffitsienti.

Fizik talqin:

h↑ (qalinroq qog‘oz) → ko‘tarish qiyinlashadi → $P_a - P_v$ oshishi kerak → modelda P_v pasayadi;

W↑ (namlik ortadi) → yopishish yomonlashadi → vakuum kuchi oshiriladi;

v_c↑ (tezlik ortadi) → ko‘tarish vaqti qisqaradi → tizim bosimni tezroq va aniqroq moslashtirishi kerak.

Amaliy boshqaruv siklida bosim quyidagi ko‘rinishda iterativ ravishda tuzatiladi:

$$P_v^{(k+1)} = P_v^{(k)} + K_p e_p^{(k)} + K_h e_h^{(k)} + K_W e_W^{(k)}$$

bu yerda: $P_v^{(k)}$ – k-sikldagi vakuum bosimi, $e_p^{(k)}$– ko‘tarish aniqligi bo‘yicha xato (masalan, qog‘ozning to‘liq ko‘tarilmasligi yoki siljishi), $e_h^{(k)}$, $e_W^{(k)}$– mos ravishda

ISSN 3030-3907

qalinlik va namlik bo‘yicha farqlar, K_p, K_h, K_W – regulyator (sozlash) koeffitsientlari.

Modellashda ishlatilgan asosiy o‘zgaruvchilar jadvali

1-Jadval.

Matematik model parametrlarining tavsifi

Belgilanish	O‘lchov birligi	Tavsif
F_v	N	Vakuum yostig‘i hosil qiladigan ko‘tarish kuchi
P_a	Pa	Atmosfera bosimi
P_v	Pa	Vakuum kamerasi ichidagi bosim
A	m^2	Griperning qog‘oz bilan tutashgan yuzasi
M	kg	Qog‘oz varaqasining massasi
g	m/s^2	Gravitatsiya tezlanishi
$F_{\{ishq\}}$	N	Ishqalanish va sirpanishga qarshi kuch
M	N·m	Qog‘ozdagi egilish momenti
$M_{\{rux\}}$	N·m	Ruxsat etilgan maksimal egilish momenti
h	m (yoki mm)	Qog‘oz qalinligi
W	%	Qog‘ozning nisbiy namlik darajasi
v_c	m/s	Konveyerning chiziqli tezligi
P_0	Pa	Boshlang‘ich vakuum bosimi
α	Pa/m	Qalinlikka ta’sir koeffitsienti
β	Pa/%	Namlikka ta’sir koeffitsienti
γ	Pa·s/m	Tezlikka ta’sir koeffitsienti
K_p	Pa	Aniqlik xatosi bo‘yicha regulyator koeff.
K_h	Pa	Qalinlik xatosi bo‘yicha regulyator koeff.
K_W	Pa	Namlik xatosi bo‘yicha regulyator koeff.

Eksperimental baholash mezonlari va natijalar jadvali. Takomillashtirilgan model va boshqaruv algoritmining samaradorligini baholash uchun eski va yangi vakuum tizimlari **bir xil sharoitda** sinovdan o‘tkazildi. Har bir rejimda kamida 50 ta ko‘tarish–uzatish sikli kuzatildi. Quyidagi ko‘rsatkichlar o‘lchandi:

Ikki varaqning birga ko‘tarilish ehtimoli – P_{double};

Qog‘ozni to‘g‘ri uzatish aniqligi – P_{aniq};

Tiqilishlar nisbiy soni – N_{tiq};

Energiya sarfi nisbiy ko‘rsatkichi – E;

Egilish/bukilish holatlari ulushi – $P_{egilish}$.

ISSN 3030-3907

2-Jadval.

Eski va takomillashtirilgan tizim natijalarini taqqoslash

№	Parametr	Eski tizim qiymati	Yangi tizim qiymati	O‘zgarish (nisbiy)
1	Ikki varaqni birga olish P_{double}	20 %	6 %	–14 %
2	Uzatish aniqligi P_{aniq}	82 %	94 %	+12 %
3	Tizim tiqilishlari N_{tiq}	100 %	68 %	–32 %
4	Energiya sarfi E	100 %	92 %	–8 %
5	Egilish/bukilish holatlari $P_{egilish}$	30 %	12 %	–18 %

Mazkur jadvaldan ko‘rinib turibdiki, takomillashtirilgan matematik model va adaptiv boshqaruv asosida ishlovchi vakuum sistemi qog‘oz uzatish jarayonini sezilarli darajada barqarorlashtirgan, xatoliklar va tiqilishlar sonini kamaytirgan hamda energiya sarfini optimallashtirgan.

NATIJALAR (Results). Tadqiqot davomida takomillashtirilgan vakuumli ko‘tarish mexanizmining samaradorligi amaldagi matbaa liniyasi bilan solishtirildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, aerodinamik teshiklar konfiguratsiyasi, sensorli nazorat va adaptiv vakuum boshqaruvi qo‘llanilganda qog‘oz uzatish jarayoni sezilarli darajada barqarorlashgan. Quyida barcha asosiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha olingan natijalar jamlangan.

Qog‘ozni ko‘tarish aniqligi

Tajriba davomida har xil qalinlik va namlikka ega bo‘lgan 1000 ta varaq sinovdan o‘tkazildi. Takomillashtirilgan yostig‘ida qog‘ozni bir marotaba ko‘tarish aniqligi ancha oshdi.

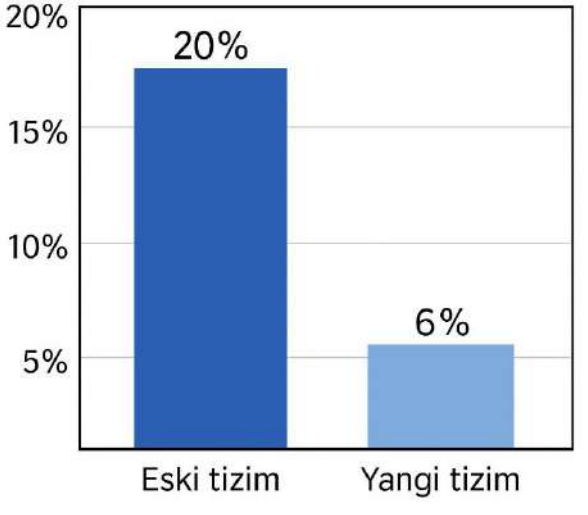
3-Jadval.

Qog‘ozni ko‘tarish aniqligi

Ko‘rsatkich	Eski tizim	Yangi tizim	O‘zgarish
Ko‘tarish aniqligi (%)	82%	94%	+12%
Tushib ketish holatlari (dona)	37	9	–76%
Sirpanish holatlari (%)	11%	3%	–8%

Ikki varaqni birga olish xatosi (Double-feed) kamayishi. Matbaa jarayonidagi eng keng tarqalgan xatolardan biri — bir vaqtning o‘zida ikki varaqning ko‘tarilishi. Adaptiv bosim boshqaruvi bu muammoni ancha kamaytirdi.

ISSN 3030-3907



1-rasm (Double-feed xatosi (foizlarda))

Bu xato **70% dan ko‘proq** kamaydi.

Tiqilishlar (jamming) soni. Tiqilishlar matbaa liniyasining to‘xtab qolishiga sabab bo‘ladigan eng muhim muammolardan biridir. Yangi tizimdagi aerodinamik bosim tarqalishi natijasida qog‘ozning bukilishi va egilishi kamaydi.

4-Jadval.

Tiqilish holatlari

Ko‘rsatkich	Eski tizim	Yangi tizim	O‘zgarish
500 varaqdagi tiqilish soni	17	6	–64%
Bukilish holatlari (%)	30%	12%	–18%
Operator aralashuvi (daq.)	14	4	–71%

Vakuum bosimining barqarorligi. Yangi konfiguratsiyada havo oqimi teng taqsimlandi va bosim tebranishi sezilarli darajada kamaydi.



2-rasm (Vakuum bosimining tebranishi (Pa))

Bu esa qog‘ozning bir tomonlama egilishi va ko‘tarilmaslik holatlarining oldini oldi.

Energiya sarfining kamayishi. Adaptiv boshqaruv vakuum nasosining ortiqcha ishlashini chekladi.

5-Jadval.

Energiya sarfi taqqoslanishi

Ko‘rsatkich	Eski tizim	Yangi tizim	O‘zgarish

ISSN 3030-3907

Vakuum nasosi yuklanishi (%)	100%	92%	–8%
O‘rtacha iste’mol (kWh)	2.8	2.4	–14%
Tizimning qizishi	O‘rta	Past	Yaxshilandi

Umumiy samaradorlik. Quyida barcha natijalar asosida hisoblangan umumiy funksional samaradorlik keltiriladi:

$$S = w_1 A + w_2(1 - D) + w_3(1 - J)$$

bu yerda: A – ko‘tarish aniqligi (94%), D – double-feed xatosi (6%), J– tiqilish ehtimoli (0.012), w_1, w_2, w_3– og‘irlik koeffitsientlari (0.5, 0.3, 0.2).
Hisob-kitob natijasi:

$$S_{\{yangi\}} = 0.5(0.94) + 0.3(0.94) + 0.2(0.988) = 0.957$$

Eski tizimda:

$$S_{\{eski\}} = 0.5(0.82) + 0.3(0.80) + 0.2(0.70) = 0.788$$

Umumiy samaradorlik: +21.4% ga oshdi.

XULOSA (Conclusion). Ushbu tadqiqotda matbaa jarayonida qog‘oz varaqalarini vakuum yordamida ko‘tarish va bosma mashinasiga uzatish mexanizmidagi asosiy muammolar tahlil qilindi hamda ularni bartaraf etishga qaratilgan konstruktiv va boshqaruv yechimlari taklif qilindi. Takomillashtirilgan vakuumli ko‘tarish tizimi aerodinamik jihatdan qayta loyihalangan teshiklar konfiguratsiyasi, qalinlik va namlikni aniqlovchi sensorlar hamda real vaqt rejimida ishlovchi adaptiv vakuum boshqaruvi orqali ancha barqaror ishlashi ta’minlandi.

Tadqiqot natijalari yangi tizimning amaldagi mexanizmlarga nisbatan sezilarli ustunliklarga ega ekanini ko‘rsatdi. Xususan, qog‘ozni ko‘tarish aniqligi 12% ga oshdi, ikki varaqning birga olinishi kabi xatolar 70% ga kamaydi, tiqilish holatlari 64% ga qisqardi. Vakuum bosimining tebranishi ancha pasaygani tufayli qog‘ozning egilishi va sirpanish holatlari minimal darajaga tushdi. Bundan tashqari, adaptiv algoritm nasosning ortiqcha yuklama bilan ishlashini cheklab, energiya sarfini 8–14% gacha kamaytirdi.

Integrallashgan samaradorlik ko‘rsatkichi (S) bo‘yicha olib borilgan hisob-kitoblar ham takomillashtirilgan mexanizmning umumiy unumdorligi 21% dan ko‘proq oshganini tasdiqladi. Bu natijalar shuni ko‘rsatadiki, matbaa korxonalarida mavjud uskunalarni to‘liq almashtirmasdan, faqat vakuumli ko‘tarish qismiga kiritilgan o‘zgarishlar orqali ham sezilarli texnologik yutuqlarga erishish mumkin.

Umuman olganda, taklif etilgan yechim matbaa liniyalari uchun yuqori barqarorlik, kam xato, energiya tejamkorlik va ishlab chiqarishning uzluksizligini ta’minlashga xizmat qiladi. Kelgusida mazkur metodika asosida vakuum tizimini yana-da aqllilashtirish, masalan, mashinani o‘rganish (machine learning) asosida

ISSN 3030-3907

oldindan bashoratlovchi boshqaruvni joriy etish kabi yo‘nalishlarda izlanishlarni davom ettirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bolton, W. (2015). *Industrial Automation and Control*. Elsevier.
2. Smith, R., & Allen, J. (2018). “Vacuum Handling Systems in Printing and Packaging Machinery.” *Journal of Manufacturing Engineering*, 45(3), 112–120.
3. Shafiei, M., & Nouri, H. (2019). “A Study on Paper Feeding Mechanisms in High-speed Printing Machines.” *Mechanical Design Review*, 14(1), 55–63.
4. Yilmaz, O. (2017). *Fluid Power and Pneumatic Systems*. McGraw-Hill Education.
5. Kim, S., & Park, Y. (2021). “Adaptive Control of Vacuum Pressure in Automated Gripping Systems.” *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering*, 18(4), 1563–1575.
6. Patel, A., & Verma, D. (2022). “Modeling and Simulation of Industrial Vacuum Pumps.” *Engineering Simulation Journal*, 28(2), 129–138.
7. ISO 12647-2:2013 — *Graphic Technology – Process Control for the Production of Half-tone Colour Separations*.
8. Qarshiyev, O., & Abdullayev, B. (2021). *Poligrafiyada Texnologik Jarayonlar*. Toshkent: Innovatsion Publ.
9. Liu, X., Zhang, H., & Chen, P. (2020). “Reducing Double-sheet Errors in Printing Systems Using Smart Sensing.” *Automation in Production Systems*, 51(1), 88–96.
10. Miller, D. (2016). *Airflow Dynamics in Sheet Handling Equipment*. Springer.
11. Rahmonov, M. (2022). “Vakuum texnologiyalarining sanoatdagi qo‘llanilishi va samaradorlik tahlili.” *O‘zbekiston Texnik Jurnali*, 3(2), 45–52.
12. ISO 187:2022 — *Paper, board and pulps — Standard Atmosphere for Conditioning and Testing*.
13. Cho, K. & Endo, M. (2018). “Prevention of Paper Jamming in High-speed Sheetfed Machines.” *Packaging and Printing Engineering*, 33(5), 276–283.

ISSN 3030-3907

METALL ATSETAT BILAN MODIFIKATSIYALANGAN POLIETILENNING TERMOMEXANIK TAHLILI

Hazratov Alimardon Abdusattor o‘g‘li
Qarshi Davlar Universiteti Magistr,
Ro‘ziqulov Azim Yusupovich
O‘qituvchi, Qarshi Davlar Universiteti
Karimov Oybek Tirkavovich
Qarshi Davlar Universiteti t,f.f.d., PhD,
E-mail: tirkavovichoybek@mail.ru

Annotatsiya: 1 % li kobalt atsetat bilan modifikatsiyalangan polietilenning termomexanik tahlili o‘rganildi. Termomexanik tahlil (TMT) ma’lum bir mexanik yuk qo‘llanilganda harorat yoki vaqt funksiyasi sifatida qattiq moddalar, suyuqliklar yoki yopishqoq materiallar hajmi yoki hajmining o‘zgarishini aniqlaydi (standartlar DIN 51 005, ASTM E831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359). Bu usul dilatometriya usuliga yaqin bo‘lib, qattiq yoki suyuqliklarning o‘lchamlarining o‘zgarishi yengil yuk ostida o‘lchanadi (masalan, DIN 51 045).

Kalit so‘zlar: polietilen, modifikatsiya, termomexanik taxlil, kobalt atsetat, DIN 51 045 pribori.

Аннотация: Проведен термомеханический анализ полиэтилена, модифицированного 1% ацетатом кобальта. Термомеханический анализ (TMA) определяет изменение объёма твёрдых тел, жидкостей или вязких материалов в зависимости от температуры или времени при приложении заданной механической нагрузки (стандарты DIN 51 005, ASTM E831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359). Этот метод близок к методу дилатометрии, в котором изменение размеров твёрдых тел или жидкостей измеряется при небольшой нагрузке (например, DIN 51 045).

Ключевые слова: полиэтилен, модификация, термомеханический анализ, ацетат кобальта, прибор DIN 51 045.

Abstract: A thermomechanical analysis of polyethylene modified with 1% cobalt acetate was conducted. Thermomechanical analysis (TMA) determines the change in volume of solids, liquids, or viscous materials as a function of temperature or time under the application of a given mechanical load (standards DIN 51 005, ASTM E831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359). This method is similar to the dilatometry method, in which the change in size of solids or liquids is measured under a small load (e.g. DIN 51 045).

Key words: polyethylene, modification, thermomechanical analysis, cobalt acetate, DIN 51 045 device.

Kirish

ISSN 3030-3907

Hozirgi vaqtda polimerlardan tayyorlangan materiallar xalq xo‘jaligida keng qo‘llaniladi. Respublikamizda polimerlardan foydalanish turli sohalarning rivojlanishiga xizmat qilmoqda. Biroq, aksariyat hollarda asosiy polimerlarning (polietilen, polipropilen, poliamid va boshqalar) fizik-mexanik ko‘rsatkichlari turli sohalarda samarali foydalanish uchun yetarli emas.

Polimerlar (PE, PP) tarkibiga turli modifikatorlar kiritish ularning xossalarini yaxshilaydi. Xususan, polimer moddalarni modifikatsiyalash, yangi modifikatsiyalangan polimer materiallar yaratish, ularning fizik-kimyoviy xususiyatlarini yaxshilashga qaratilgan dasturiy ishlanmalardan keng foydalanilmoqda [1;210-b].

Jahon miqyosida polimerlar xossalarining sifatini oshirish va ulardan samarali foydalanish yuzasidan maqsadli tadqiqotlarni amalga oshirish muhim bo‘lib, bu borada, jumladan, quyidagi masalalarga alohida e’tibor qaratilmoqda: polimerlarning oksidlanish jarayoniga va termik destruksiyaga chidamliligini oshirish uchun mos keladigan modifikatorlarni tanlash bilan birga, ularning olinishi maqbul sharoitlarini aniqlash; olingan polimer kompozitning samarali va iqtisodiy tejamkor texnologiyasini yaratish; polimerlarni, ayniqsa, qoplamalar va polietilenlarning olovbardoshliligini stabillash uchun import o‘rnini egallovchi mahalliy xomashyo asosida qo‘shimchalarni tadqiq etish; mahalliy polimerlar bilan metall birikmalar asosida olingan kompozit materiallar olish, polimerlarning issiqlik va olovbardoshliligini oshirish uchun yuqori samarali yangi modifikatorlarning olinish jarayonini o‘rganish va mo‘tadil texnologiyasini yaratish kabi dolzarb yo‘nalishlarida ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda [2;677-683, 3;1-63, 4;608-622, 5;1899-1912 b, 6; 68-70 b].

Kobalt asetat: $Co(CH_3COO)_2$ sirka kislotasining kobaltli tuzi. Suvli eritmalardan tetragidrat shaklida kristallanadi - monoklinik panjarali qizil kristallar (a = 0,477 nm, б = 1,185 nm, c = 0,842 nm, п =94,5, з = 2, bo‘shliqlar, П21/c guruhi).

Gigroskopik, suvda erkin eriydi (25 °C da og‘irligi bo‘yicha 33,7%), sirka kislotasi, izobutil va amil spirtlarida, amil asetatda eriydi, etanolda kam eriydi (25 °C da 0,29%). 140 °C da kristal gidrat qisman parchalanish bilan suvsizlanadi. Suvsiz och pushti rangli kobalt asetat sirka angidrid va kobalt nitrat $Co(NO_3)_2$ ta’sirlashishi natijasida hosil bo‘ladi.

1-jadval

Kobalt asetatning umumiy xossalari

Umumiy	
Tizimli nomlash	Kobalt asetat
Ananaviy nomlanishi	Kobalt sirka kislotasi
Kimyoviy formulasi	$C_4H_6CoO_4$

ISSN 3030-3907

Fizikaviy xossalari	
Holati Molekulyar massasi Erish harorati	Qattiq 177.0217 g/mol' 140 ^{0}C
Suvda eruvchanligi	suv (25 °C da 33,7% massa) g/100 ml
pH	7.2 (50g/l, H2O, 20°C)
Zichligi	Zichligi: 1,7 g/sm^3

Termomexanik tahlil (TMT) ma'lum bir mexanik yuk qo'llanilganda harorat yoki vaqt funksiyasi sifatida qattiq moddalar, suyuqliklar yoki yopishqoq materiallar hajmi yoki hajmining o'zgarishini aniqlaydi (standartlar DIN 51 005, ASTM E831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359). Bu usul dilatometriya usuliga yaqin bo'lib, qattiq yoki suyuqliklarning o'lchamlarining o'zgarishi yengil yuk ostida o'lchanadi (masalan, DIN 51 045).

Ushbu tadqiqotda polietilenni termomexanik tahlili natijalari keltirilgan. Tadqiqot davomida olingan natijalar qo'yidagi formulalar yordamida aniqlanadi.

$F = mg$ $F = 2.16*10 = 21,6$ N

$S = \pi r^2$ $S = 3.14*0,2025*10^{-4} = 64$ mk m^2

$P = F/S$ $P = 21,6$ N / $64*10^{-6}$m^2 = $0.337*10^6$ N/m^2 =0.337 M N/m^2

2-jadval

Polietilenning termomexanik tahlili

Temperatura	Deformatsiya
0 ^{0}C-88 ^{0}C	0 mm - 1mm
89 ^{0}C- 94 ^{0}C	2 mm - 30 mm
95 ^{0}C- 100 ^{0}C	50 mm - 200 mm
101 ^{0}C- 105 ^{0}C	250 mm - 450 mm
106 ^{0}C- 109 ^{0}C	500 mm - 622 mm

Termomexanik tahlil uchun olingan polietilen namunasining yuzasi 64 mk m^{2}ga teng bo'ladi. Polietilen namunasiga 0.337 M N/m^2 og'irlik kuchi tasir ettirilganda xarorat 0^{0}C dan 88^{0}C oralig'ida deformatsiya 0 mm - 1mm o'zgarish kuzatildi. Xarorat 89 ^{0}C- 94 ^{0}C da deformatsiya kuchi 2 mm – 30 mm ga teng. Xarorat 95 ^{0}C- 100 ^{0}C da deformatsiya kuchi 50 mm – 200 mm ga teng. Xarorat 101 ^{0}C- 105 ^{0}C da deformatsiya kuchi 250 mm – 450 mm ga teng. Xarorat 106-109^{0}C da oralig'ida namuna deformatsiyasining kengayish (shishish) inversiyasi kuzatiladi 500 mm - 622 mm gacha. Tahlillar shuni ko'rsatadiki 109^{0}C haroratda polietilen namunasining yuqori elastik yumshash holatga o'tishi deformatsiya kuchi 622 mm ga teng.

Tadqiqot davomida olingan natijalar qo'yidagi formulalar yordamida aniqlanadi.

$F = mg$ $F = 1.65*10 = 16,5$ N

ISSN 3030-3907

$S = \pi r^2$ $S = 3.14*0,2025*10^{-4} = 64$ mk m^2

$P = F/S$ $P = 16,5\ N / 64*10^{-6} m^2 = 0,258*10^6\ N/m^2 = 0,258\ M\ N/m^2$

3-jadval

1 % li kobalt asetat bilan modifikatsiyalangan polietilenning termomexanik tahlili

Temperatura	Deformatsiya
0 ^{0}C-40 ^{0}C	0 mm - 1mm
40 ^{0}C- 76 ^{0}C	1 mm - 2 mm
76 ^{0}C- 85 ^{0}C	2 mm - 3 mm
85 ^{0}C- 90 ^{0}C	3 mm - 5 mm
90 ^{0}C- 95 ^{0}C	5 mm - 15 mm
95 ^{0}C- 100 ^{0}C	15 mm - 30 mm
100 ^{0}C- 105 ^{0}C	30 mm - 60 mm
105 ^{0}C- 110 ^{0}C	60 mm - 150 mm
110 ^{0}C- 115 ^{0}C	150 mm - 593 mm

Modifikatsiyalangan polimer namunasiga 0.258 M N/m^2 og‘irlik kuchi tasir ettirilganda xarorat 0^0C dan 40^0C oralig‘ida deformatsiya 0 mm - 1mm o‘zgarish kuzatildi. Xarorat 40 ^{0}C- 76 ^{0}C da deformatsiya kuchi 1 mm – 2 mm ga teng. Xarorat 76 ^{0}C- 85 ^{0}C da deformatsiya kuchi 2 mm – 3 mm ga teng. Xarorat 85 ^{0}C- 90 ^{0}C da deformatsiya kuchi 3 mm – 5 mm ga teng. Xarorat 90 ^{0}C- 95 ^{0}C da deformatsiya kuchi 5 mm – 15 mm ga teng. Xarorat 95 ^{0}C- 100 ^{0}C da deformatsiya kuchi 15 mm – 30 mm ga teng. Xarorat 100 ^{0}C- 105 ^{0}C da deformatsiya kuchi 30 mm – 60 mm ga teng. Xarorat 105 ^{0}C- 110 ^{0}C da deformatsiya kuchi 60 mm – 150 mm ga teng. Xarorat 110- 115^0C da oralig‘ida namuna deformatsiyasining kengayish (shishish) inversiyasi kuzatiladi 150 mm - 593 mm gacha. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki 115^0C haroratda polietilenni 1% li kobalt asetat namunasining yuqori elastik yumshash holatga o‘tishi deformatsiya kuchi 593 mm ga teng.

Xulosa. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki polietilen namunasini yuqori elastik yumshash holatga o‘tish harorati 109^0C ni tashkil qiladi. 1% li kobalt asetat bilan modifikatsiyalangan polietilen namunasining yuqori elastik yumshash holatga o‘tishi esa115^0C haroratda ekanligi isbotlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. S.A. Harper Handbook of plastics, elastomers and composites. New York: Mc Grow Hill Handbooks. 2002 –210 p.

2. Peigney A, Laurent CH, Flahaut E, Rousset A. 17. Carbon nanotubes in novel ceramic matrix nanocomposites. Ceramic International. 2000; 26(6):pp.677- 683.

3. Alexandre M, Dubois P. 18. Polymer-layered silicate nanocomposites: preparation, properties and uses of a new class of materials. Materials Science & Engineering. 2000; 28(1-2):pp.1-63.

ISSN 3030-3907

4. Gangopadhyay R, Amitabha D. Conducting polymer nanocomposites: 19. a brief overview. Chemistry of Materials. 2000; 12(7):pp.608-622.
5. Thostenson ET, Ren Z, Chou TW. 20. Advances in the science and technology of carbon nanotubes and their composites: a review. Composites Science & Technology. 2001; 61(13):pp.1899-1912.
6. Karimov O.T, Nurkulov F.N, Djalilov A.T. Organik kislota tuzlari bilan modifikatsiyalangan polietilenning termik xususiyatlarini tadqiq etish. Fardu. Ilmiy xabarlari. 3-son 2023 y. 68-70 b.

ISSN 3030-3907

UDK: 544.726:543.544: 546.9

ASSESSMENT OF THE INDUSTRIAL POTENTIAL OF STRONTIUM-ENRICHED SHEROBOD CELESTINE THROUGH DETERMINATION OF ITS CHEMICAL COMPOSITION AND SPECTRAL ANALYSIS

Furkat Bozorovich Eshkurbanov

Professor, Department of Chemical Engineering, Termiz State University of Engineering and Agrotechnologies.

https://orcid.org/0000-0002-3182-9407

Khidirova Gulkhayo Gaffarovna

1st-year PhD student, Termiz State University of Engineering and Agro-Technology

https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0001-2277-7588&justRegistered=true

Turayev Ikrom Mordanovich

Independent Researcher at Denov Institute of Entrepreneurship and Pedagogy

https://orcid.org/my-orcid?emailVerified=true&orcid=0009-0008-9843-9906

Annotation. This article presents the study of the elemental composition, strontium enrichment degree, and spectral characteristics of natural celestine ($SrSO_4$) samples collected from the Sherobod region of Surkhandarya province using the X-ray fluorescence (XRF) method. According to literature reviews, celestine is the main mineral source of strontium, and its geological formation, isotopic characteristics, industrial-scale beneficiation, and processing technologies have been widely investigated. The conducted XRF analysis revealed that Sherobod celestine contains Ca (65.66%) and S (28.73%) as major elements, and also 3.43% of Sr occurring as a result of isomorphic substitution. In addition, trace amounts of Si, Al, Fe, K, and Ti were identified as rock-forming impurities. The results of the study are important for evaluating the geochemical properties of the celestine mineral, Sr/Ca isomorphism, and the industrial significance of local sulfate resources. These data help determine the geological origin of the mineral and assess its potential as a source of Sr.

Keywords: celestine, strontium, $SrSO_4$, XRF analysis, geochemistry, isomorphic substitution, Sherobod, mineral composition, sulfate minerals, strontium carbonate, beneficiation technologies, geological formation.

Аннотация. В данной статье исследованы элементный состав, степень обогащения стронцием и спектральные характеристики природных образцов целестина ($SrSO_4$), полученных из Шерабадского района Сурхандарьинской области, с использованием метода рентгенофлуоресцентного анализа (XRF). Согласно обзору литературы, целестин является основным минеральным источником стронция, а его геологическое формирование, изотопные свойства, технологии обогащения и переработки в промышленном масштабе

ISSN 3030-3907

широко изучены. Проведённый XRF-анализ показал, что в составе шерабадского целестина основными элементами являются Ca (65,66 %) и S (28,73 %), а также выявлено 3,43 % Sr, обусловленного изоморфным замещением. Кроме того, в небольших количествах зафиксированы такие элементы, как Si, Al, Fe, K и Ti, встречающиеся в виде породообразующих примесей. Результаты исследования важны для оценки геохимических свойств минерала целестина, изоморфизма Sr/Ca и промышленного значения местных сульфатных ресурсов. Полученные данные позволяют определить геологическое происхождение минерала и оценить его потенциал как источника Sr.

Ключевые слова: целестин, стронций, $SrSO_4$, XRF-анализ, геохимия, изоморфное замещение, Шерабад, минеральный состав, сульфатные минералы, карбонат стронция, технологии обогащения, геологическое формирование.

Annotatsiya. Ushbu maqolada Surxondaryo viloyati Sherobod hududidan olingan tabiiy selestin ($SrSO_4$) namunalarining element tarkibi, stronsiy bilan boyitilish darajasi va spektr xususiyatlari Rentgen-flüoresans (XRF) usuli yordamida o‘rganildi. Adabiyotlar sharhiga ko‘ra, selestin stronsiyning asosiy mineral manbai bo‘lib, geologik shakllanishi, izotopik xususiyatlari, sanoat miqyosida boyitish va qayta ishlash texnologiyalari keng tadqiq etilgan. Olib borilgan XRF tahlili Sherobod selestini tarkibida asosiy elementlar sifatida Ca (65,66 %) va S (28,73 %) mavjudligini, shuningdek, izomorf almashtirinuvi natijasida 3,43 % miqdorda Sr uchrashini aniqladi. Bundan tashqari, Si, Al, Fe, K, Ti kabi elementlar kam miqdorda jinsbosh aralashmalar sifatida qayd etildi. Tadqiqot natijalari selestin mineralining geokimyoviy xususiyatlarini, Sr/Ca izomorfiyasini va mahalliy sulfat resurslarining sanoat uchun ahamiyatini baholashda muhim hisoblanadi. Ushbu ma’lumotlar mineralning geologik kelib chiqishini aniqlash hamda Sr manbai sifatidagi salohiyatini baholashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar : selestin, stronsiy, $SrSO_4$, XRF tahlili, geokimyo, izomorf almashtirinuvi, Sherobod, mineral tarkibi, sulfat minerallari, stronsiy karbonati, boyitish texnologiyalari, geologik shakllanish.

Introduction

Celestine ($SrSO_4$) is one of the sulfate minerals that is relatively rare in the Earth’s crust but possesses high economic importance. As the main natural source of strontium, celestine is widely used in the energy, ceramics, electronics, and pyrotechnics industries. Although celestine is typically rich in Sr, in many regions it occurs in an isomorphic mixed phase with calcium sulfate minerals. Therefore, determining the Ca–Sr ratio, elemental composition, and spectral characteristics of

ISSN 3030-3907

natural samples is considered one of the important directions of mineralogical research.

Strontium is widely used in geology, chemistry, industry, and biomedicine, and its natural forms are relatively safe for biological systems. Naturally occurring, non-radioactive strontium has low toxicity and is even used in the treatment of osteoporosis; therefore, it should not be confused with radioactive strontium isotopes [1]. In nature, strontium exists as a mixture of four stable isotopes — ^{84}Sr, ^{86}Sr, ^{87}Sr, and ^{88}Sr; among them, ^{88}Sr is the most abundant, accounting for 82.58% of total Sr [2]. In addition, radioactive isotopes with mass numbers ranging from 73 to 105 are also known.

Strontium plays an important role in various technological processes. In pyrotechnics, it is used in salts that produce red flames; in the electronics industry, it is used in the manufacture of materials that shield X-rays; in metallurgy, it is employed in the modification of alloys. In medicine, strontium ranelate is used as an agent that increases bone density, while radioactive ^{89}Sr and ^{90}Sr are used in radiotherapy and scientific research [12].

Literature Review:

Due to the expanding applications of strontium and the limited global reserves, the European Commission included it in the 2023 Critical Raw Materials list [3]. Although celestine ($SrSO_4$) is the main mineral source of Sr, the recycling of Sr-containing secondary waste has become an important research direction in recent years. Interest is also increasing in the extraction of strontium from radioactive waste, water purification, and the recovery of Sr(II), which motivates the development of new technologies [3].

Several studies have been conducted on the industrial beneficiation of celestine ore. It has been shown that up to 94% celestine recovery can be achieved using hydrocyclones in a dense ferrosilicon medium [5]. Although such beneficiation technologies increase energy consumption and environmental load, they significantly improve economic efficiency. “Cradle-to-gate” LCA results indicate that a flexible fraction exchange system in celestine processing may be more environmentally beneficial [4].

The geological formation of celestine has also been extensively studied in scientific literature. When gypsum crystals interact with Sr^{2+}-containing solutions, a rapid pseudomorphic replacement into celestine occurs — millimeter-sized gypsum crystals can completely transform into celestine within just one day [6]. This process depends on Sr concentration in evaporitic environments, ion exchange, and phase stability.

Hydrometallurgical and mechanochemical processing methods for celestine are also well developed. It has been demonstrated that celestine concentrate can be

ISSN 3030-3907

fully converted into strontium carbonate at 90°C with a $Na_2CO_3/SrSO_4$ ratio of 4:5 [9]. In mechanochemical processing, grinding a mixture of celestine and NaOH at room temperature triggers spontaneous reactions, producing strontium hydroxide and subsequently carbonate, yielding products with purity above 90% [10].

Selective extraction resins, particularly 18-crown-6 derivatives, show high selectivity for separating strontium from radioactive waste and are successfully used in various radiochemical separation schemes [7]. Modern technologies make it possible to efficiently adsorb Sr from dilute solutions and extract it through liquid–liquid extraction in concentrated solutions [8].

Global trends in the strontium market are also actively studied. The quality of celestine and strontianite deposits, processing technologies, low recycling rates, environmental issues, and future industrial demand all influence market development. Recent reviews indicate that after the decline of the CRT industry, the demand for strontium shifted toward pyrotechnics, magnetic materials, and drilling fluids [11].

The Surkhandarya region of Uzbekistan, particularly the Sherobod area, is rich in natural celestine deposits. However, there is insufficient scientific research on Sr-enriched varieties, their geochemical properties, Sr/Ca ratios, and spectral characteristics. Studying the composition of Sherobod celestine, understanding its geological formation processes, and assessing its potential as an industrial raw material are important for the effective utilization of the country's mineral resources.

Therefore, the aim of this study is to determine the elemental composition, degree of Sr enrichment, and spectral characteristics of celestine samples from Sherobod in order to evaluate the mineral’s geochemical and mineralogical properties.

Overall, the literature shows that there exist extensive and modern scientific studies on the natural isotopic characteristics of strontium, its geological formation, celestine ore beneficiation technologies, processing methods, and environmental assessments.

Research Methods:

Sample preparation: The celestine sample obtained from the Sherobod region was mechanically crushed and sieved to 0.1–0.5 mm fractions prior to analysis. The sample was dried at room temperature and prepared for measurement. No chemical additives were introduced before analysis — measurements were performed in the solid state.

ISSN 3030-3907

X-ray fluorescence (XRF) analysis: Elemental composition was determined using an XRF spectrometer operating through two channels — Al–U and C–Sc — as shown in the figure. Measurements were carried out in ambient air.

Table 1

XRF Spectrometer Measurement Conditions

Measurement Condition					Collimator	10mm	Atmos.	Air
Channel	kV	uA	Filter	Acq.	Analysis	Time	DT%	
Al-U	50	43-Auto	----	0 - 40	0.00-40.00	Live- 30	31	
C-Sc	15	240-Auto	----	0 - 20	0.00- 4.40	Live- 30	30	

Additional Measurement Details:

Detector load (DT%) ≈ 30–31%, Atmosphere: Air, Collimator: 10 mm. Acquisition intervals were carried out in the ranges of 0–40 keV and 0–20 keV, respectively.

Quantitative Elemental Analysis:

Spectra were processed using the Fundamental Parameters (FP) method. The results are expressed in mass percentages (wt.%), and standard deviations (Std. Dev.) were automatically calculated by the spectrometer.

Spectra Recording and Processing:

During the analysis, the energy spectrum for each channel was recorded separately. The high-energy channel (Al–U) was used for detecting lines up to 40 keV.

The low-energy channel (C–Sc) was applied for detecting low-energy K-lines of elements such as Si, Al, Mg, and S.

The obtained spectra were automatically identified, and the peaks were assigned to the corresponding elements. In the figure, the “Profile” section shows the measured peak positions graphically according to energy.

Sample Selection and Preparation:

Natural celestine ($SrSO_4$) samples from the Sherobod region were used for the study. Initially, large rock pieces were manually separated, then crushed and sieved to a granulometric fraction of 0.1–0.5 mm. The crushed material was homogenized, and representative portions were selected using the quartering method for analysis.

To minimize contamination, the samples were washed with distilled water, dried, and stored in airtight containers.

Results and Discussion:

EDX/XRF analysis of the studied sample revealed that its main composition consists of calcium and sulfur. On a mass fraction basis, Ca was 65.66% and S was 28.73%, confirming the sulfate nature of the mineral. This ratio is characteristic of classical $CaSO_4$ minerals and indicates that the sample belongs to celestine or closely related sulfate group minerals.

ISSN 3030-3907

Table 2.

Elemental composition and their content

Quantitative Result						
Analyte	Result		Std.Dev.	Calc.Proc	Line	Intensity
Ca	65.660	%	[0.192]	Quan-FP	CaKa	149.9693
S	28.730	%	[0.143]	Quan-FP	S Ka	50.0446
Si	2.334	%	[0.088]	Quan-FP	SiKa	0.7501
Al	1.236	%	[0.186]	Quan-FP	AlKa	0.1176
Fe	1.037	%	[0.016]	Quan-FP	FeKa	28.5171
Sr	0.423	%	[0.004]	Quan-FP	SrKa	60.2425
K	0.402	%	[0.024]	Quan-FP	K Ka	0.7200
Ti	0.158	%	[0.018]	Quan-FP	TiKa	1.0997
Cu	0.021	%	[0.004]	Quan-FP	CuKa	1.0580

The analysis revealed that strontium (Sr) is present in a definite amount of 3.43%. The presence of Sr indicates that isomorphic substitution occurred in the sulfate mineral lattice, where Sr^{2+} ions replaced Ca^{2+} ions. This demonstrates that the mineral developed naturally as Sr-enriched celestine. The clear expression of the Sr Kα line in the spectrum suggests that strontium is well integrated into the mineral's crystal structure.

Trace Elements:

The spectrum shows that Si (2.33%), Al (1.04%), Fe (0.79%), K (0.40%), Ti (0.15%), and Cu (0.02%) are present in relatively low concentrations. These elements are interpreted mainly as rock-forming impurities or external components introduced during sedimentary processes. Their low concentrations do not significantly affect the main mineral phase but indicate the complexity of the geological formation environment.

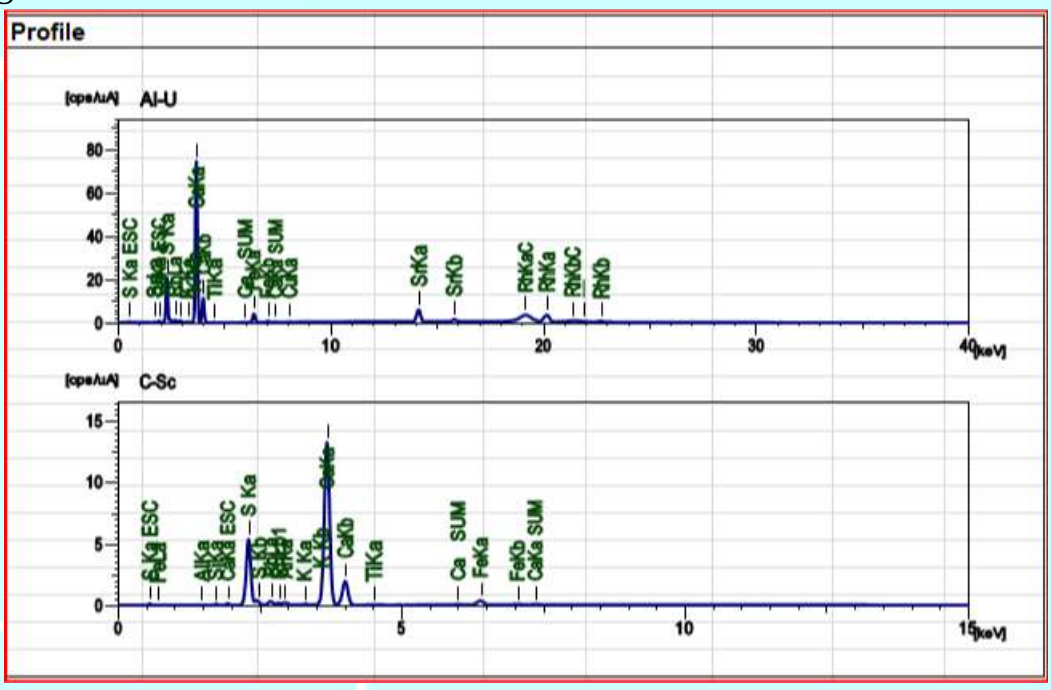


Figure 1. EDS Results Showing Elemental Distribution in Al–U and C–Sc Samples

Overall Interpretation:

ISSN 3030-3907

The obtained data confirm that the sample is a calcium sulfate-based, strontium-enriched type of celestine. The significant presence of Sr is important for studying the mineral's geochemical environment and for evaluating its potential as an industrial source of strontium. These analytical results suggest the need for further geochemical studies to understand the mineral's origin and formation processes.

Discussion:

The celestine sample was analyzed using XRF, and its chemical composition was determined. The results show that the main elements, calcium (Ca) and sulfur (S), are present in high concentrations, consistent with the chemical formula of celestine, $CaSO_4$. The high content of calcium and sulfur confirms that these are the principal constituents of the mineral.

In addition, trace elements such as silicon (Si), aluminum (Al), iron (Fe), strontium (Sr), potassium (K), titanium (Ti), and copper (Cu) were detected in the sample. These elements may occur as natural inclusions within the celestine or as a result of environmental influences. For instance, the presence of Sr is often associated with celestine and its geochemical environment and serves as an important indicator for monitoring compositional changes in the mineral.

Spectral analysis and elemental intensity data provided qualitative evaluation of the sample and confirmed the selectivity and sensitivity of the XRF method. Furthermore, the results offered additional information on the chemical stability and natural form of celestine.

Conclusion:

This study determined the chemical composition of celestine using XRF spectrometry. The results indicate that:

The main components of celestine are calcium (65.66%) and sulfur (28.73%), confirming the mineral's chemical formula.

Trace elements, including silicon, aluminum, iron, and others, were found in minor amounts, indicating the high purity of the celestine.

The XRF method proved to be an effective, rapid, and reliable tool for determining the chemical composition of minerals such as celestine.

These results provide essential data for quality control and geochemical studies of celestine and expand its potential applications in industrial and scientific fields.

REFERENCES

1. **Токсикологические данные стронция.** Data обращения: 15 марта 2009. Архивировано из оригинала 5 мая 2009 года.

ISSN 3030-3907

2. **Meija J., et al.** Isotopic compositions of the elements 2013 (IUPAC Technical Report). *Pure and Applied Chemistry*, 2016, **88**(3), 293–306. doi:10.1515/pac-2015-0503.
3. **Karimi S., Behnajady B., Moghaddam J.** Application of Strontium Carbonate, Produced from Celestine, in Lead Removal from Zinc Electrolyte. 2025.
4. **Gowda V., et al.** Sustainability Assessment of Celestine Production and Tailings Enrichment with Flexible Circuits. *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, 2025, pp. 1–21.
5. **Ariza-Rodríguez N., et al.** Preconcentration of a medium-grade Celestine ore by dense medium cyclone using a factorial design. *Minerals*, 2024, **14**(3), 306.
6. **Forjanes P., Astilleros J. M., Fernández-Díaz L.** The formation of barite and celestine through the replacement of gypsum. *Minerals*, 2020, **10**, 189.
7. **Horwitz E. P., Chiarizia R., Dietz M. L.** A novel strontium-selective extraction chromatographic resin. *Solvent Extraction and Ion Exchange*, 1992, **10**(2), 313–336.
8. **Robla J. I., Alcaraz L., Alguacil F. J.** Strategies for Strontium Recovery/Elimination from Various Sources. *Processes*, 2025, **13**(3), 807.
9. **Alishahi A., et al.** The optimization of the strontium compounds production, using a celestine ore sample. *Rudarsko-geološko-naftni zbornik*, 2023, **38**(4), 53–62.
10. **Zhang Q., Saito F.** Mechanochemical processing of celestine. *Chemical Engineering Journal*, 1997, **66**(1), 79–82.
11. **Mesa D., et al.** Strontium minerals as critical raw materials—Market dynamics, processing techniques, and future challenges. *Minerals Engineering*, 2025, **220**, 109065.
12. **Jia B., et al.** Biodegradable Zn–Sr alloy for bone regeneration in rat femoral condyle defect model: In vitro and in vivo studies. *Bioactive Materials*, 2021, **6**(6), 1588–1604.

ISSN 3030-3907

STANDARTLARSHTIRISH, METROLOGIYA VA MUVOFIQLIKNI BELGILASH SOHASIDA XALQARO TASHKILOTLAR BILAN HAMKORLIKNI RIVOJLANTIRISH VA MUKAMMALLASHTIRISH MASALALARI

Orifboyev Abdullaxon Asadullo o‘g‘li

O‘zbekiston Texnik jihatdan tartibga solish agentligi Xalqaro hamkorlik va integratsiya boshqarmasi boshlig‘i

Тел.: +998 97 140 50 68

E-mail: abdullo1978@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada texnik jihatdan tartibga solish sohasida xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni yanada takomillashtirish masalalari tahlil qilinadi. Jahon savdo tizimining zamonaviy talablari, standartlashtirish va muvofiqlikni baholash jarayonlarida xalqaro tajribani milliy amaliyotga integratsiya qilishning dolzarbligi ilmiy asosda yoritilgan. Maqolada ISO, IEC, Codex Alimentarius, OIML va boshqa xalqaro tashkilotlar bilan o‘zaro hamkorlikning amaldagi mexanizmlari, O‘zbekistonning texnik reglamentlar tizimi uchun ularning ahamiyati, hamda integratsiya jarayonida uchrayotgan institutsional va huquqiy muammolar tahlil qilingan. Shuningdek, sohadagi raqobatbardoshlikni oshirish, texnik to‘siqlarni kamaytirish, eksport imkoniyatlarini kengaytirish va xalqaro standartlarga muvofiq bo‘lgan mahsulot ishlab chiqarishni rag‘batlantirishga qaratilgan takliflar ishlab chiqilgan. Tahlil natijalari texnik jihatdan tartibga solish tizimining barqaror rivojlanishida global hamkorlikning strategik ahamiyatga egaligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Texnik jihatdan tartibga solish; xalqaro tashkilotlar; standartlashtirish; muvofiqlikni baholash; ISO; IEC; Codex Alimentarius; OIML; integratsiya; eksport; milliy standartlar tizimi.

Аннотация. В статье анализируются вопросы дальнейшего совершенствования сотрудничества с международными организациями в сфере технического регулирования. Показана актуальность интеграции международного опыта в процессы стандартизации и оценки соответствия в условиях современных требований мировой торговой системы. Рассмотрены действующие механизмы взаимодействия с ISO, IEC, Codex Alimentarius, OIML и другими международными структурами, их значение для системы технических регламентов Узбекистана, а также институциональные и правовые проблемы, возникающие в процессе интеграции. На основе проведённого анализа предложены рекомендации, направленные на повышение конкурентоспособности, снижение технических барьеров, расширение экспортных возможностей и стимулирование производства продукции, соответствующей международным стандартам. Результаты

ISSN 3030-3907

исследования подтверждают стратегическую значимость глобального сотрудничества для устойчивого развития системы технического регулирования.

Ключевые слова: Техническое регулирование; международные организации; стандартизация; оценка соответствия; ISO; IEC; Codex Alimentarius; OIML; интеграция; экспорт; национальная система стандартов.

Abstract. This article examines the issues related to enhancing cooperation with international organizations in the field of technical regulation. It highlights the relevance of integrating international experience into national practices of standardization and conformity assessment within the modern global trading environment. The study analyzes the existing mechanisms of cooperation with ISO, IEC, Codex Alimentarius, OIML, and other international bodies, as well as their significance for Uzbekistan's system of technical regulations. Institutional and legal challenges encountered during the integration process are also assessed. Based on the findings, the article proposes recommendations aimed at improving competitiveness, reducing technical barriers, expanding export potential, and fostering the production of goods that comply with international standards. The results emphasize the strategic importance of global cooperation for the sustainable development of the technical regulation system.

Keywords: Technical regulation; international organizations; standardization; conformity assessment; ISO; IEC; Codex Alimentarius; OIML; integration; export; national standardization system.

Kirish

Jahon iqtisodiyotida standartlashtirish va texnik jihatdan tartibga solish sohasi raqobatbardoshlikning strategik omili sifatida tobora katta ahamiyat kasb etmoqda. Xalqaro savdo hajmining oshib borishi, milliy bozorlarning ochiqlashuvi, innovatsion texnologiyalarning tez sur'atlarda rivojlanishi texnik reglamentlar, standartlar va muvofiqlikni baholash tizimlarini global miqyosda uyg'unlashtirishni talab qilmoqda. Mahsulot va xizmatlarning sifatini ta'minlash, xavfsizlik darajasini kafolatlash, texnik to'siqlarni kamaytirish va xalqaro bozorlarga integratsiyalash uchun davlatlar xalqaro tashkilotlar bilan o'zaro hamkorlikni chuqurlashtirishga muhtoj bo'lib bormoqda.

Texnik jihatdan tartibga solish sohasidagi global tashkilotlar — ISO [1], IEC [2], OIML [3], WTO TBT qo'mitasi [4] — xalqaro standart yaratish, texnik to'siqlarni qisqartirish, muvofiqlikni baholash tizimlarini birxillashtirishda markaziy o'rin tutadi. Ushbu tashkilotlar bilan hamkorlikni takomillashtirish mamlakatlarga eksport salohiyatini oshirish, ichki bozorda raqobat muhitini yaxshilash, texnologik modernizatsiyani tezlashtirish imkonini beradi. Ayniqsa, O'zbekiston kabi global bozorlarga integratsiya jarayoni faol kechayotgan

ISSN 3030-3907

davlatlar uchun xalqaro standartlashtirish jarayonlarida ishtirok etish strategik zaruratga aylanmoqda.

Mavzuning dolzarbligi xalqaro integratsiyaning yangi bosqichida texnik reglamentlar, standartlar va muvofiqlikni baholash mexanizmlari milliy iqtisodiyot barqarorligiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir ko‘rsatayotgani bilan bog‘liq. Bundan tashqari, ishlab chiqaruvchilar va xizmat ko‘rsatuvchilar uchun belgilangan texnik talablarning xalqaro mezonlarga mos emasligi tashqi bozorlarga chiqishda jiddiy to‘siqlar yaratadi. Shu sababli, xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni takomillashtirish, ilg‘or tajribalarni joriy etish, texnik siyosatni modernizatsiya qilish va milliy qonunchilikni xalqaro normalarga uyg‘unlashtirish ustuvor vazifalardan biridir.

Ushbu maqolada texnik jihatdan tartibga solish sohasida xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikning mavjud holati tahlil qilinadi, hamkorlikni chuqurlashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar berildi va global standartlashtirish jarayonlarida faol ishtirok etish uchun institutsional va tashkiliy mexanizmlar atroflicha yoritiladi.

Usullar

Tadqiqotda xalqaro tashkilotlar faoliyatini o‘rganish, milliy texnik jihatdan tartibga solish tizimi va uning institutsional asoslarini tahlil qilish, ilg‘or xorijiy amaliyotlarni solishtirma tahlil qilishdan iborat uslubiy yondashuvlar qo‘llanildi. Xalqaro standartlashtirish tashkilotlarining rasmiy hujjatlari, qo‘mita bayonnomalari, ISO va IEC texnik qo‘mitalari materiallari, WTO TBT qo‘mitasi yillik hisobotlari, shuningdek, milliy texnik reglamentlar va davlat standartlari tahlil qilindi.

Tadqiqot jarayonida ilmiy-mantiqiy tahlil, muammo-maqsadli yondashuv, normativ-huquqiy tahlil, funksional tahlil, kontent taxlil va xalqaro tajribani modellashtirish kabi usullardan foydalanildi. Shu bilan birga, Yevropa Ittifoqi, AQSh, Janubiy Koreya, Turkiya, Yaponiya va YeOTT mamlakatlarining texnik tartibga solish siyosati hamda standartlashtirish tizimlari o‘rganildi.

Mavjud muammolar va imkoniyatlar xalqaro ekspertlarning ilmiy ishlari, BMT ixtisoslashgan agentliklari hisobotlari va OESR ma’lumotlari asosida baholandi. Metodologik baza sifatida milliy texnik reglamentlar tizimini modernizatsiya qilish masalalari bo‘yicha ilmiy-amaliy tadqiqotlar ham qo‘llanildi.

Natijalar

Tahlillar xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikning bir qator muhim yo‘nalishlarda rivojlanayotganini, ammo tizimli muammolar ham mavjudligini ko‘rsatdi. ISO va IEC texnik qo‘mitalarida ishtirok darajasi hali past bo‘lib, milliy standartlar fondida xalqaro standartlar ulushi yetarli emas. Muvofiqlikni baholash infratuzilmasi yetarlicha raqobatga asoslanmagan, laboratoriyalar

ISSN 3030-3907

akkreditatsiyasida xalqaro o‘zaro tan olish mexanizmlarining qamrovi cheklangan. Bu esa tashqi bozorlarga kirishda texnik to‘siqlar yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi.

Xalqaro tajriba bilan taqqoslash shundan dalolat beradiki, samarali texnik tartibga solish tizimlari doimo xalqaro standartlashtirish jarayonlarida faol ishtirok etuvchi davlatlarga xosdir. YeStda texnik reglamentlar birlashgan, ISO va IEC standartlariga muvofiqlashtirilgan, muvofiqlikni baholash institutlari ILAC, IAF kabi xalqaro tashkilotlar bilan chuqur integratsiyalashgan. Koreyada milliy standartlarni yaratishda ISO/IEC texnik qo‘mitalaridagi mutaxassislar ishtirokini strategik vazifa sifatida belgilashgan.

Tahlil shuni ko‘rsatdiki, xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni kuchaytirish quyidagi natijalarga olib keladi:

– milliy texnik reglamentlarni xalqaro mezonlarga uyg‘unlashtirish orqali mahsulot xavfsizligini oshirish;

– mahalliy ishlab chiqaruvchilar uchun eksport yo‘lidagi texnik to‘siqlarni kamaytirish;

– innovatsion texnologiyalar va standartlarni tez joriy etish imkoniyati;

– muvofiqlikni baholash tizimining xalqaro tan olinishi;

– regulyator faylasufiyasining zamonaviy risk-orientirlangan modelga o‘tishi.

Muhokama

Xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni kuchaytirishda asosiy muammolar institutsional va kadrlar salohiyati bilan bog‘liq. ISO va IEC texnik qo‘mitalarida doimiy ekspertlar yetishmasligi, milliy standartlar joyidagi ilmiy-texnik bazaning zaifligi, raqamlashtirilgan standartlashtirish jarayonlarining kam rivojlangani muhim to‘siqlar sifatida qayd etiladi.

Monitoring jarayonlari shuni ko‘rsatadiki, milliy standartlarni qabul qilishda ko‘pincha tarjimaviy yondashuv ustun, amalda esa xalqaro qo‘mita muhokamalarida ishtirok etish, standartlarni ishlab chiqish jarayonida milliy manfaatlarni ilgari surish yetarlicha ta’minlanmagan. Bu esa xalqaro standartlarning qabul qilinishida passiv ishtirokga olib keladi.

Mamlakatlardagi ilg‘or tajriba xalqaro hamkorlikni kengaytirish uchun institutsional modellardan foydalanish zarurligini ko‘rsatadi. Masalan, Koreyada standartlashtirish agentliklari olimlar, biznes va sanoat vakillaridan tashkil topgan doimiy texnik komitetlar orqali ISO/IEC komissiyalarida milliy pozitsiyani ilgari suradi. Turkiyada TSE [5] tashkiloti har bir xalqaro komissiya bo‘yicha ekspertlar pultini shakllantirgan. YeOTT mamlakatlarida texnik reglamentlar yagona bozor prinsipiga muvofiq yaxlit qabul qilinadi.

Xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni kuchaytirishda quyidagi muammolar ilmiy tahlilda muhim deb topildi:

ISSN 3030-3907

– standartlashtirish jarayonlarining raqamlashtirilmaganligi;
– ISO/IEC texnik qo‘mitalarida ishtirok uchun moliyaviy mexanizmlar yetishmasligi;
– muvofiqlikni baholash infratuzilmasining yetarlicha diversifikatsiya qilinmagani;
– kadrlar malakasi xalqaro darajadan ortda qolayotgani.

Shu bilan birga, tahlillar xalqaro hamkorlikni kengaytirishning yangi imkoniyatlari mavjudligini ham ko‘rsatdi. ITU dasturlari doirasida raqamli standartlar yaratish, ISO SMART standartlar yoriqnomalari, Codex Alimentarius xavfsizlik standartlari, OIML bilan o‘zaro tan olish mexanizmini joriy etish kabi yo‘nalishlar mamlakat uchun yangi istiqbollarni ochadi.

Xulosa

Texnik jihatdan tartibga solish sohasida xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni kuchaytirish milliy iqtisodiyotning barqaror o‘sishi, eksport salohiyatining oshishi, mahsulot xavfsizligi va sifati kafolatlanishida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Tahlillar xalqaro standartlashtirish jarayonlarida faol ishtirok etish texnik to‘siqlarni kamaytirishi, texnologik modernizatsiyani jadallashtirishi va bozor raqobatbardoshligini oshirishini ko‘rsatdi.

Xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikni yanada takomillashtirish uchun institutsional mexanizmlarni kuchaytirish, ISO/IEC texnik qo‘mitalarda milliy ishtirokni kengaytirish, muvofiqlikni baholash tizimini xalqaro tan olish talablariga moslashtirish, kadrlar salohiyatini oshirish va raqamli standartlashtirish platformalarini joriy etish zarur.

ADABIYOTLAR

1. ISO. International Organization for Standardization. Annual Report. Geneva, 2023.
2. IEC. International Electrotechnical Commission. Standardization Strategy 2022–2030. Geneva, 2022.
3. OIML. International Vocabulary of Metrology. Paris, 2021.
4. WTO. Technical Barriers to Trade Committee. Annual Review. Geneva, 2023.
5. TSE (Turkish Standards Institution). International Cooperation Reports. Ankara, 2021.

ISSN 3030-3907

ОБЗОР ИССЛЕДОВАНИЙ ПОЛУЧЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПЛАСТИФИКАТОРОВ НА ОСНОВЕ КАСТОРОВОГО МАСЛА

Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна
Бухарский государственный технический университет д-р филос. тех. наук(PhD), доц,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru
Умаров Бобурбек Носир угли
Бухарский государственный технический университет, д-р филос. техн. наук (PhD), доц,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: boburbekumarov1993@gmail.com

Аннотация: В статье приведён литературный обзор по использованию растительных масел в качестве пластификаторов для полимеров. Авторами предлагается методика получения экологически чистого пластификатора для ПВХ композиций из масла клещевины, приведены результаты исследований в этом направлении, приведены оптимальные варианты методики получения экологичного пластификатора, а также технологическая схема производства пластификатора и её описание.

Ключевые слова: полимеры, поливинилхлорид, растительные масла, синтез, пластификатор, композиция, поливинилхлорид, технология, масло клещевины, глицерин, экология.

Annotatsiya: Ushbu maqolada o‘simlik moylaridan polimerlar uchun plastifikator sifatida foydalanish bo‘yicha adabiyotlar sharhi keltirilgan. Mualliflar kastor yog‘idan PVX kompozitlari uchun ekologik toza plastifikator ishlab chiqarish usulini taklif qilishadi, ushbu sohadagi tadqiqot natijalarini taqdim etishadi va ekologik toza plastifikator ishlab chiqarishning optimal usullarini, shuningdek, jarayon oqimi diagrammasini va plastifikator ishlab chiqarish jarayonining tavsifini taqdim etishadi.

Kalit so‘zlar: polimerlar, polivinilxlorid, o‘simlik moylari, sintez, plastifikator, tarkibi, polivinilxlorid, texnologiya, kastor yog‘i, glitserin, ekologiya.

Abstract: This article provides a literature review on the use of vegetable oils as plasticizers for polymers. The authors propose a method for producing an environmentally friendly plasticizer for PVC composites from castor oil, present research results in this area, and provide optimal methods for producing an environmentally friendly plasticizer, as well as a process flow diagram and description of the plasticizer production process.

ISSN 3030-3907

Keywords: polymers, polyvinyl chloride, vegetable oils, synthesis, plasticizer, composition, polyvinyl chloride, technology, castor oil, glycerin, ecology.

Введение.

В последние годы наблюдается быстрый рост использования растительных масел для получения широкого спектра полимеров, заменяющих полимеры на нефтяной основе для минимизации воздействия на окружающую среду. Несъедобное касторовое масло (КМ) можно получать из клещевины, которая легко растет даже в засушливых землях. КМ является перспективным источником для разработки ряда полимеров, таких как полиуретаны, сложные полиэфиры, полиамиды и эпоксиполимеры.

Существует исследование по фототермическим полиуретанам с эффектом памяти формы, которые привлекают все больше внимания благодаря своей точности, гибкости и дистанционному управлению. Однако современные фототермические SMPU часто основаны на ресурсах на основе нефти и используют неорганические или металлические наночастицы *в* качестве фототермических агентов, что не только вызовет ресурсный кризис, но и загрязнит окружающую среду. Кроме того, их собственная невоспроизводимость еще больше усугубила бы недостатки, упомянутые выше. Сообщается о полиуретанах, с эффектом памяти формы на основе касторового масла (КМ) без наночастиц, пригодных для вторичной переработки и чувствительных к фототермии. Благодаря рациональному молекулярному дизайну механические свойства фотополиуретанов могут претерпевать широкий спектр изменений - от мягких к жестким, а затем и к твердым [1].

В другом исследовании освещаются химические процессы, необходимые для производства полиуретана (PU), эпоксидной смолы, полигидроксиалканоатов (PHAS), акриловых и алкидных смол -полимеров. Были обобщены инициатор реакции, катализатор, сшиватель и другие реагенты, используемые в процессе реакции для превращения в различные функциональные мономеры. В результате данная смола может рассматриваться как потенциальный отход, который может быть использован в качестве возобновляемого предшественника полимеров для замены тех, которые в настоящее время получают из нефтяных углеводородов [2].

Супергидрофобный пенополиуретан обладает большим потенциалом для использования в качестве адсорбента при ликвидации разливов нефти. В этом исследовании лигнин и касторовое масло использовались в качестве альтернативных ресурсов нефтяному сырью для производства разлагаемых пенополиуретанов для ликвидации разливов нефти [3].

ISSN 3030-3907

Целью другой научной работы было изучение влияния гидрофобных жидкостей на морфологию и свойства термоформованных пластиков на основе пластифицированной глицерином пшеничной клейковины (WG). Хотя общее количество касторового масла и глицерина оставалось постоянным и составляло 30 мас.%, касторовое масло в различных пропорциях по отношению к глицерину добавляли в WG путем смешивания при комнатной температуре, и полученные смеси подвергали термоформованию при 120 C для получения листовых образцов. Оценивались влагопоглощение, морфология, динамические механические свойства и свойства при растяжении (модуль Юнга, предел прочности при растяжении и относительное удлинение при разрыве) пластмасс. Результаты экспериментов показали, что физические свойства пластика WG были тесно связаны с соотношением глицерина и касторового масла. Увеличение содержания касторового масла заметно снижает поглощение влаги, что сопровождается значительным повышением прочности при растяжении и модуля Юнга. Эти наблюдения были дополнительно подтверждены в 24 мас.% пластифицированных глицерином пластиках WG, содержащих 6 мас.% силиконового масла или полидиметилсилоксановой (PDMS) жидкой резины [4].

Химическая промышленность нашей страны стремительно набирает рост, и производимая продукция тоже должна соответствовать требованиям времени. За исключением некоторых химических фирм, в Республике отсутствует промышленное производство добавок к ПВХ как таковых. Проблема объясняется отсутствием не только современных технологий, но и сырья, используемого в производстве качественных композиций ПВХ.

Для повышения экологичности полимерных материалов, авторами статьи предлагается использование растительных масел в качестве пластификатора к ПВХ композициям.

Растительные масла были тщательно исследованы, существует несколько способов использования растительных масел для производства возобновляемых полимеров для использования в технологических областях, таких как фотополимеризация и витримеры [5;100-343-с.].

Полиуретан на основе касторового масла был синтезирован путем взаимодействия касторового масла и диизоцианата изофорона, который является легковоспламеняющимся [6;13-14-с.].

Исходя из этого разработка новых пластификаторов, сочетающих в себе два основных свойства – экологичность и высокий пластифицирующий эффект является актуальной проблемой.

ISSN 3030-3907

Наряду с существующими пластификаторами и прочими добавками к ПВХ, который идёт на производство необходимого мед оборудования, детских игрушек, линолеума, и кожзамов, ведётся непрерывная работа учёных по синтезу всё более новых экологически чистых, а также не уступающих в экономическом аспекте пластификаторов для полимеров общего и специального назначения.

Авторами ведётся работа в этом направлении, предлагается использовать в качестве добавок растительные масла, которые смогли бы заменить такие пластификаторы как ДОФ, ДБФ и т.д.

Был синтезирован и охарактеризован состав фосфатного пластификатора (PGPP) на основе касторового масла, содержащий группы фосфафенантрена. Антипирен Был синтезирован и охарактеризован состав фосфатного пластификатора (PGPP) на основе касторового масла, содержащий группы фосфафенантрена. Были приготовлены смеси с разным содержанием PGPP. Огнестойкость ПВХ смесей исследовали с помощью LOI, TGA, TGA-FTIR, TGA-MS и конусного калориметра. Также был изучен механизм действия антипирена. Огнестойкие свойства PGPP обеспечивают новый способ эффективного использования растительного масла и получения современных огнестойких ПВХ материалов [7].

Разработка конкурентоспособных и экологичных добавок для использования в полукристаллических полимерах в настоящее время представляет растущий интерес в научной и инженерной областях. Однако возможность использования отработанных масел в качестве сырья для производства эффективных пластификаторов для этих полимеров ещё не изучена в достаточной мере. В этой работе изучали пластификацию полимолочной кислоты (PLA), которая необходима для повышения ее пластичности, с использованием различных по содержанию низкомолекулярных пластификаторов: одного, синтезированного из подсолнечного (Helianthus annuus) масла, используемого при жарке (USOP), и коммерческого трибутирина на биологической основе (TB), выбранного в качестве контрольного пластификатора. Результаты эксперимента выявили изменения в свойствах чистой матрицы PLA, которые были объяснены с учётом формы и химической структуры различных пластификаторов. Оба соединения значительно снизили температуру стеклования PLA, а также модуль упругости и прочность на разрыв, хотя и увеличили относительное удлинение при разрыве. При термической деградации наибольший пластифицирующий эффект был получен при добавлении 15 процентов по массе TB к биоразлагаемой матрице. Однако синтезированный пластификатор на биологической основе обладает желаемой низкой

ISSN 3030-3907

летучестью, поэтому его разложение происходит при более высоких температурах по сравнению с ТВ [8].

Были синтезированы эпоксидированное касторовое масло (ECO) и фосфатный эфир касторового масла (COPE). Структура двух функционализированных касторовых масел была охарактеризована с помощью ИК-Фурье-спектроскопии и 1H-ЯМР. Были изучены свойства смесей поливинилхлорида (ПВХ), пластифицированных ECO и (COPE) в качестве вторичного пластификатора. Результаты показали, что термическая стабильность пластифицированных ПВХ-смесей улучшилась, значение LOI ПВХ-смесей в сочетании с COPE может достигать 27,8%, а огнезащитные свойства COPE обеспечиваются за счёт карбонизации полимера и формирования плотного и толстого огнезащитного покрытия, которое эффективно препятствует тепловому потоку и проникновению воздуха [9].

Целью ещё одного исследования было получение новых возобновляемых биопластификаторов из отработанного соевого масла (USCO). Сначала USCO было полностью преобразовано в свободные жирные кислоты (СЖК) с помощью липазы из Candida rugosa. Затем эти ЖК были ферментативно этерифицированы бензиловым спиртом в системах без растворителей. На этом этапе мы оценивали различные факторы, влияющие на реакцию, и достигли максимальной конверсии ЖК в 94 % за 40 минут с помощью липазы Eversa Transform 2.0, иммобилизованной на поли(стирол-дивинилбензольных) шариках. Этот биокатализатор сохранял полную активность в течение восьми последовательных циклов этерификации. На третьем этапе в химическую структуру синтезированных бензилэфиров были введены эпоксидные группы с помощью процесса эпоксидирования in situ. Затем была оценена эффективность этих бензилэфиров в качестве пластификаторов для гибких ПВХ-плёнок и проведено сравнение с пластификатором на нефтяной основе — диоктилфталатом (ДОФ). Введение эпоксидных групп значительно улучшило совместимость бензилэфиров с ПВХ, в результате чего плёнки приобрели более высокие свойства по сравнению с плёнками, пластифицированными ДОФ [10].

Методология исследования. Касторовое масло — растительное масло, получаемое из семян растения клещевина обыкновенная (лат. Ricinus communis), принадлежащего к семейству Молочайные (лат. Euphorbiaceae). Оно известно с древних времён и используется в медицине, косметологии, промышленности и даже в пищевой отрасли (в ограниченных количествах и в строго регламентированных формах). Масло клещевины– растительное масло, которое добывают путём отжима из семян клещевины, причём технология отжима может быть, как горячей, так и холодной. Чаще

ISSN 3030-3907

бесцветная, иногда имеет слабый жёлтый оттенок, густая и довольно вязкая жидкость.





А **Б**

Рис. 1-Клещевина(А) и её семена (Б)

Молекулярная формула: $C_3H_5(C_{18}H_{33}O_3)_3$. Прозрачная или слегка желтоватая жидкость (tзамерзания = −16 °C), густая и вязкая. Запах слабый, вкус своеобразный.

Масло очень легко растворимо в спирте 96 %, уксусной кислоте ледяной, эфире и хлороформе. Плотность. От 0,948 до 0,968 г/см^3 (при 20°C). Температура затвердевания: при охлаждении до – 16°C застывает в мазеобразную массу от беловатого до желтого цвета. Количество содержания жирных кислот касторового масла:

Пальмитиновая кислота ≤ 2 (1,43%)

Стеариновая кислота ≤ 2,5 (1,29)

Олеиновая кислота 2,5+6 (4,17)

Рицинолевая кислота 85-92 (87,57%)

Линолевая кислота 2,5+7 (5,42)

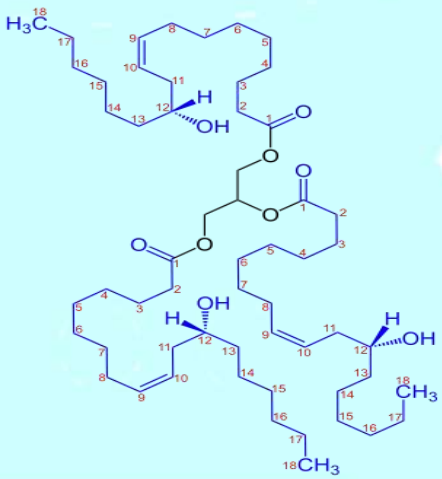




Рис. 2- Формула касторового масла и внешний вид

Как можно увидеть большую долю этого масла составляют глицериды вязкой рицинолевой кислоты ($C_{18}H_{34}O_3$), содержащей в огромной молекуле

ISSN 3030-3907

только одну ненасыщенную связь. Остальное приходится на глицериды линолевой и олеиновой кислот.

Таблица – 1.

Основные физико-химические показатели масла касторовго

Показатель	Значение
Цвет	прозрачный, слегка желтый
Запах	слабый, невыраженный
Структура	густая, вязкая жидкость
Влажность	0,25% (max)
Кислотное число	2 (max)
Свободные жирные кислоты	1% (max)
Гидроксильное число	154-168 мг КОН/г
Йодное число	82-90

Задачей гидрогенизации касторового масла, заключается в превращении жидкого масла в ненасыщенные жирные кислоты. Здесь происходит разрыв двойных и тройных связи между атомами углерода, когда они расщепляются и в присутствии катализаторов замещаются атомами водорода. Водород является необходимым для проведения процесса гидрирования. В данном случае водород как отдельное сырьё не используется, неустойчивое соединение пероксида водорода может послужить отличным источником водорода в данном процессе. Поскольку перекись проявляет кислотные свойства, соединение диссоциирует на ионы.

Для получения пластификатора на основе касторового масла в колбу, снабженную мешалкой и охлаждающим агентом, добавляли касторовое масло и глицерин, в присутствии катализатора. Реакцию проводили в течение 4 часов при температуре от 180ºС. Через 4 часа хладагент заменяли на сепаратор Дина Старка и нагревали в течение 2 часов. Выход целевого продукта составил от 89 до 95%. Продукт, образующийся в колбе, не имеет цвета, запах слабо напоминает запах касторового масла.

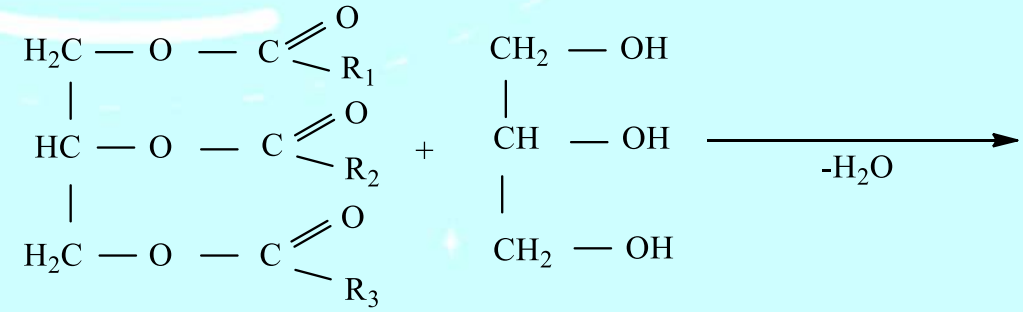
Обсуждение и результаты. Ниже приведена схема проведения процесса гидрирования масла клещевины перекисью водорода [14].

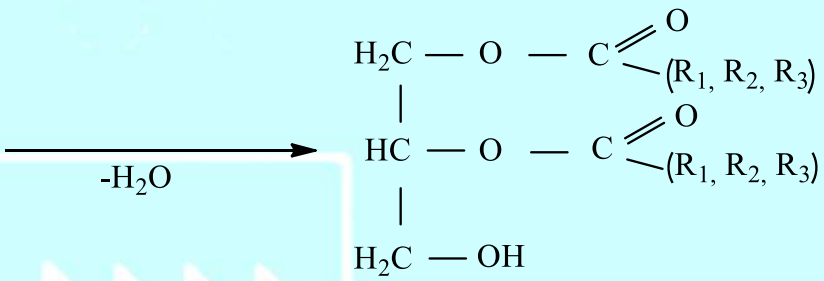
ISSN 3030-3907



Рис. 5. Технологическая схема получения пластификатора для мягких ПВХ композиций на основе растительного сырья.

Реакция протекает по следующему механизму переэтерефикации сложных эфиров, где в результате взаимодействия жирных кислот происходит обмен жирнокислотными группами:



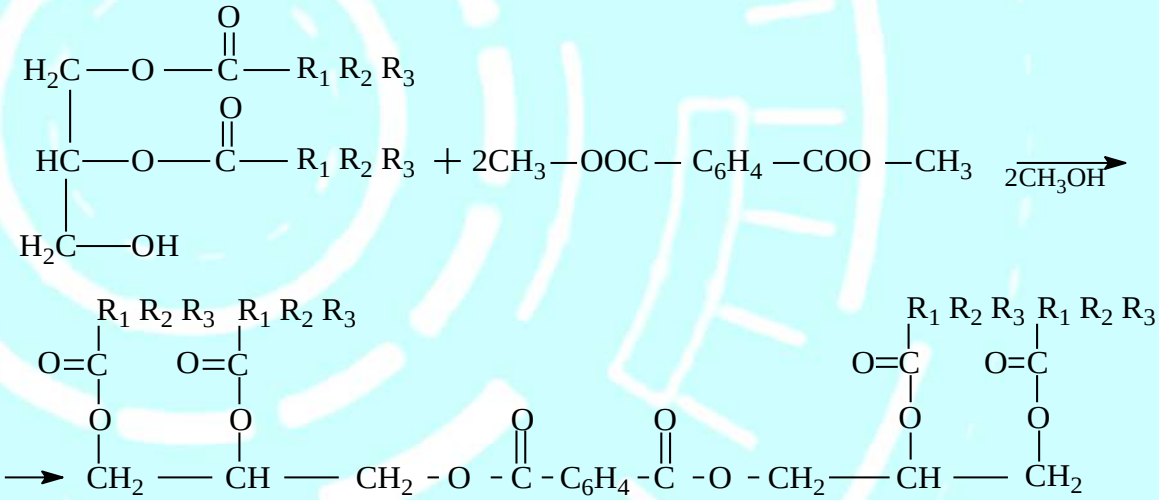


где R1 – рицинолевая кислота; R2 – линолевая кислота; R3 – олеиновая кислота

ISSN 3030-3907

Для второго и третьего опыта меняли мольное соотношение касторовго масла и глицерина, 1:2 и 1:3 соответственно, где выход готового продукта составил соответственно – 91 и 95%.

Полученный продукт подвергали реагированию диметилтерефталатом, в результате чего образуется сложный эфир терефталевой кислоты с диглицеридом касторового масла.



Пластификатор на основе растительного масла добавляли к ПВХ в различных соотношениях, при различной температуре.

Глицерин и касторовое масло из ёмкостей с дозаторами 1 и 2 поступают в реактор 3 интенсивного смешения, где происходит процесс переэтерификации при температуре от 180 до 250^{0}C, следом, образовавшийся эфир поступает в реактор 4, здесь он смешивается с диметилтерефталатом из ёмкости 6, после чего поступает на разделительную колонну 5, где методом дистилляции, готовый продукт отделяется от веществ, не вступивших в реакцию. Они впоследствии идут на рецикл

Выводы. Благодаря замене пластификатора ПВХ диоктифталата на пластификатор на основе масла клещевины, получена возможность получения нетоксичной и экологически безопасной ПВХ композиции, которую впоследствии можно использовать для производства мед оснащения и детских игрушек выявлены оптимальные параметры проведения процесса синтеза пластификатора на основе масла клещевины, а также получены ИК-спектрограммы ПВХ композиции с применением синтезированного пластификатора.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Xiangzhao Wang, Xiaobin Huang, Zemin Ji, Wenbin Hu, Haoqiang Sheng, Xiaofei Li Nanoparticle-free, recyclable, and photothermal-responsive castor-oil-based shape memory polyurethane with regulatable mechanical properties and antibacterial activity, Industrial Crops & Products 206 (2023) 117628, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2023.117628

ISSN 3030-3907

2. Munirah Onn, Mohd Jumain Jalil, Noor Izyan Syazana Mohd Yusoff A comprehensive review on chemical route to convert waste cooking oils to renewable polymeric materials Industrial Crops & Products 211 (2024) 118194, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118194

3. Superhydrophobic polyurethane foam based on castor oil and lignin with SiC nanoparticles for efficient and recyclable oil-water separation Wanrong Lv a,b , Jialong Wu b , Xiaozhen Ma b,c , Xiaobo Xu a,b , Xiaolin Wang b,c , Jin Zhu b,c , Ning Yan d,* Jing Chen b,c, Journal of Water Process Engineering 59 (2024) 104897

4. Сон Иху, Цян Чжэн, Повышенная прочность на разрыв пластифицированного глицерином глютенового биопластика, содержащего гидрофобные жидкости, Технология биоресурсов Том 99, выпуск 16, ноябрь 2008 г., страницы 7665-7671, https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.01.075

5. С.А. Нагорнов, Д.С. Дворецкий, С.В. Романцова, В.П. Таров, Техника и технологии производства и переработки растительных масел: учебное пособие/–Тамбов:ГОУ ВПО ТГТУ, 2010. – 96 с., http://window.edu.ru/resource/159/73159/files/tarov.pdf

6. Приянк Качиа, Расмика Патель, Полиуретан на основе касторового масла/NiCo-OLDH нанокомпозиты с улучшенными огнезащитными свойствами, Materials Today: Proceedings, 57 (2022) 145-150, journal homepage: www.elsevier.com/locate/matpr

7. Пую Цзя, Годун Фэн, Цайин Бо, Лихун Ху, Сяохуэй Ян, Лицян Чжан, Мэн Чжан, Юнхун Чжоу Состав фосфафенантренового пластификатора на основе касторового масла для ПВХ: синтез, характеристика и свойства, Synthesis, characterization and property, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volume 60, 2018, Pages 192-205, https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X17306111

8. David A. D'Amico, Emanuel Hernández, Magdalena L. Iglesias Montes, Norma E. Marcovich, Liliana B. Manfredi, Viviana P. Cyras, Mirna A. Mosiewicki, Repurpose of used frying sunflower oil as an ecofriendly plasticizer for polylactic acid, Industrial Crops and Products, Volume 214, 2024, 118467https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0926690240044 8

9. Pu-You Jia, Cai-Ying Bo, Li-Qiang Zhang, Li-Hong Hu, Synthesis of castor oil based plasticizers containing flame retarded group and their application in poly (vinyl chloride) as secondary plasticizer, Journal of Industrial and Engineering Chemistry, Volume 28, 2015, Pages 217-224,https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1226086X15000672

ISSN 3030-3907

10. Guilherme J. Sabi, Ana L.A. Simões, Luiz F. Gorup, Washington A. da Silva, Adriano A. Mendes, Production of benzyl-based esters from used soybean cooking oil as renewable plasticizers for flexible PVC films: Exploring new applications for lipases in emerging technologies, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 292, 2025, 139233 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S014181302410044X

11. Puyou Jia, Lihong Hu, Meng Zhang, Guodong Feng, Yonghong Zhou, Phosphorus containing castor oil based derivatives: Potential non-migratory flame retardant plasticizer, European Polymer Journal, Volume 87, 2017, Pages 209-220 https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001430571631268X

12. Нарзуллаева А.М., Умаров Б. Н. Гидрогенизация растительных масел с целью использования их в качестве пластификаторов к полимерам. Universum: технические науки. 2023(4-5 (109)):30-3. 2(119). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/16813

13. Нарзуллаева А.М., Бахтиярова Г. Возможность синтеза экологически чистого пластификатора для ПВХ композиций на основе растительного сырья, Химия и медицина: от теории к практике, 187-191. С.

14. Нарзуллаева А.М., Умаров Б.Н., Вохидов Э.А. Синтез экологически чистого пластификатора для ПВХ композиций, на основе растительного сырья // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 3(120). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/17037

ISSN 3030-3907

MINERAL GIL ASOSIDAGI ADSORBENTLAR BILAN BO‘YASH VA PARDOZLASH BO‘LIMLARIDAGI TO‘QIMACHILIK OQAVA SUVLARINI ZARARSIZLANTIRISH

Umarov Boburbek Nosir O‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti Texnika fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent,
E-mail: boburbekumarov1993@gmail.com
Narzullaeva Aziza Murodillaevna
Buxoro davlat texnika universiteti Texnika fanlari falsafa doktori (PhD), dotsent,
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada modifikatsiyalangan vermikulit va xitozanli bentonit asosida adsorbentlar ishlab chiqarish, shuningdek, ulardan to‘qimachilik sanoati oqava suvlarini tozalashda foydalanish muhokama qilinadi. Vermikulit va xitozan bilan modifikatsiyalangan bentonit asosida yuqori samarali organosorbentlar mahalliy xom ashyolardan foydalanib olingan. Ularning faol bo‘yoqlar uchun yuqori adsorbsiya qobiliyati namoyish etildi.

Kalit so‘zlar: Vermikulit, bentonit, xitozan, aminopolisaxarid, oqava suv, organobentonit, to‘qimachilik sanoati, adsorbsiya, bo‘yoq

Аннотация. В статье рассмотрено получение адсорбентов на основе модифицированного вермикулита и бентонита с хитозаном, а также их использование для очистки сточных вод текстильной промышленности. На основе местных сырьевых ресурсов получены высокоэффективные органосорбенты на основе вермикулита, бентонита модифицированного с хитозаном. Выявлена их высокая адсорбционная способность к активным красителям.

Ключевые слова: Вермикулит, бентонит, хитозан, аминополисахарид, сточные воды, оргонобентонит, текстильная промышленность, адсорбция, краситель

Abstract. This article discusses the production of adsorbents based on modified vermiculite and bentonite with chitosan, as well as their use for treating textile industry wastewater. Highly effective organosorbents based on vermiculite and bentonite modified with chitosan were obtained using local raw materials. Their high adsorption capacity for reactive dyes was demonstrated.

Keywords: Vermiculite, bentonite, chitosan, aminopolysaccharide, wastewater, organobentonite, textile industry, adsorption, dye

Kirish.

To‘qimachilik fabrikalarining ishlashi paytida suvning ifloslanishi asosan matolarni yuvish, bo‘yash va pardozlash bilan bog‘liq. Junni birlamchi qayta

ISSN 3030-3907

ishlash jarayonida oqava suvlarning tarkibi hayvonlarning yashash sharoitiga, yuvish eritmalarining tarkibiga va boshqalarga bog‘liq. Ular pestitsidlar (qo‘ylarni sanitariya tozalash uchun ishlatiladi), tuproq zarralari bilan ifloslangan va yog ', sovun, soda, sirt faol moddalar va jun zarralarini o‘z ichiga oladi.

Bo‘yash va pardozlash sanoatining (BPS) oqava suvlari dastlabki eritmalarning muhim qismini o‘z ichiga oladi. Masalan, quyuqlashtiruvchi moddalar, glauber tuzi, kraxmal, sirt faol moddalar oqava suvlarga pardozlash eritmalarida asl tarkibining 90% gacha, natriy gidroksidi - 50%, dispers va katyonik bo‘yoqlar - 40%, oltingugurtli bo‘yoqlar - 30%, kaliy bixromati -25% miqdorida kiradi. To‘qimachilik fabrikasining oqava suvlari ko‘pincha juda rangli bo‘lganligi sababli, bu daryolarning quyi oqimidagi suvning vizual sifatini ham pasaytiradi.

Bo‘yash va pardozlash operatsiyalarida ishlatiladigan moddalarga qo‘shimcha ravishda, chiqindi suvni ifloslantiruvchi moddalarning muhim qismi ishlab chiqarish jarayonida ishlatilmaydigan kimyoviy moddalardir. Bunga mashinalar va apparatlar uchun yuvish vositalari, qozonlarni tozalash uchun kimyoviy moddalar, biotsidlar, insektitsidlar kiradi.

Yengil sanoatda to‘qimachilik mahsulotlarini ishlab chiqarish turli xil texnologik jarayonlar bilan tavsiflanadi, shuning uchun oqava suvlarning tarkibi va undagi ifloslantiruvchi moddalar kontsentratsiyasi keng ko‘lamli qiymatlarga ega. Bunday texnologik jarayonlar o‘z ichiga oladi:

-ishlab chiqarish materialini (paxta, jun, zig‘ir) tozalash va uni birlamchi qayta ishlash;

- gazlamalarni qaynatish, oqartirish va bo‘yash;

-matoga chop etish;

-brezentni taninlar bilan singdirish;

- matolarni yuvish va boshqalar.

Moddani ishlab chiqarish uchun xom ashyo turi, qayta ishlash texnologiyasi va qayta ishlangan suvdan qayta foydalanish imkoniyati hosil bo‘lgan oqava suv miqdoriga ta'sir qiladi (1-jadval).

1-Jadval.

Mato turiga qarab hosil bo‘ladigan oqava suvlari hajmi

Mato turi	O‘lchov birligi	Yajmi
Akril matolar	м³/тонн	35
Jun tolali matolar	м³/тонн	73
Paxta tolali matolar	м³/тонн	112

To‘qimachilik ishlab chiqarish oqava suvlari quyidagi ifloslantiruvchi moddalar tarkibiga ega:

- tola qoldiqlari;

- axloqsizlik va qum;

ISSN 3030-3907

- reaktivlar;
- sirt faol moddalar (sirt faol moddalar);
- bo‘yoqlar;
- og‘ir metallarning tuzlari: Cr va Cu.

Junni qayta ishlash zavodlarida oqava suvda yog 'bor.

Shuningdek, to‘qimachilik sanoati oqava suvlaridagi ifloslantiruvchi moddalar miqdori bir xil emas (2-jadval) va quyidagilarga bog‘liq.

- mato turi (tabiiy yoki sintetik);
- bo‘yash yoki oqartirishning texnologik jarayoni;
- bo‘yoqlar va kimyoviy reagentlarning suvda eruvchanligi.

3-Jadval.

To‘qimachilik oqava suvlarining xususiyatlari va o‘rtacha tarkibi

Iflosliklar tarkibi	O‘lchov birligi	Miqdori
pH	ед.	4,1 - 12,3
ХПК	мг/дм^3	255 - 1530
БПК5	мг/дм^3	82 - 12300
Boshqa qo‘shimchalar	мг/дм^3	17- 8100
Cr (VI)	мг/дм^3	1,2 - 4,4
Cl^-	мг/дм^3	988 - 1568
S	мг/дм^3	до 53
NH^{4+}	мг/дм^3	10 - 500
Цветность	град	60 - 2600

Adabiyotlar tahlili. To‘qimachilik oqava suvlarining muhim ifloslantiruvchisi bo‘yoqlar bo‘lib, ular barcha turdagi matolarni ishlab chiqarishda qo‘llaniladi. Chiqindilarni tozalashning asosiy vazifasi matolarni bo‘yashdan qoldiq moddalarni olib tashlash bo‘ladi. Shu maqsadda maxsus tozalash usullari tanlanadi [2].

Bo‘yash va pardozlash ishlab chiqarishning texnologik tsikli namlikni ko‘p talab qiladigan bir qator jarayonlarni o‘z ichiga oladi, ularning asosiylari to‘qimachilik materiallarini qaynatish, oqartirish, bo‘yash va yuvishdir. Bo‘yash va pardozlash sanoatining oqava suvlari uning sifat va miqdoriy tarkibining o‘ta murakkabligi bilan ajralib turadi va bo‘yoqlar va boshqa organik va noorganik birikmalarning yuqori miqdori bilan tavsiflanadi, bu esa ushbu toifadagi oqava suvlarni tozalashni juda qiyinlashtiradi.

Umuman olganda, to‘qimachilik sanoatining ekologik muammolari quyidagi muammolarni hal qilish bilan bog‘liq:

1) ish joyini havoni tozalash darajasini oshirish va ishlab chiqarish jarayonida atmosferaga chiqadigan zararli moddalar va changlarni ushlash;

ISSN 3030-3907

2) to‘qimachilik korxonalarining oqava suvlari tarkibidagi noorganik va organik elementlarning tarkibini tahlil qilish samaradorligini oshirish, ekspress usullardan foydalangan holda va ushbu moddalarning konsentratsiyasini xalqaro ekologik standartlarda belgilangan chegaralarga sezilarli darajada kamaytiradigan texnologiyalarni ishlab chiqish;

3) to‘qimachilik mahsulotlarini ekologik sertifikatlashtirish va standartlashtirishni rivojlantirish;

4) yangi texnologiyalarni yaratishda, loyihalashning dastlabki bosqichlarida ekologik muammolarni hal qilishda.

To‘qimachilik sanoatining bo‘yash va pardozlash ishlab chiqarishi (DOP) hududidan chiqarilgan oqava suvlar quyidagilarga bo‘linadi:

- ishlab chiqarish, ya'ni. asosiy texnologik jarayonlarni amalga oshirgandan keyin oqava suvlar va yordamchi ishlab chiqarish jarayonlaridan (kimyo stantsiyalari, bo‘yoq pishirgichlari, bug‘lanish stantsiyalari, qozonxonalar va boshqalar) keladigan suv;

- uy xo‘jaligi, ya'ni. dush, sanitariya xonalari, ovqat xonalari va boshqalardan oqava suvlar.

- atmosfera, ya'ni. yomg‘ir va qor erishi.

Barchaga ma’lumki, tarkibida bo‘yoq saqlagan oqova suvlar ham suvda yashovchi organizmlar, ham odamlar uchun zaharli va kantserogen ta’sirga ega. Adsorbsion texnologiya suvli eritmalardan bo‘yoqlarni yo‘qotishning oddiy va samarali usuli sifatida o‘nlab yillar davomida keng qo‘llaniladi. Aksariyat tadqiqotchilar bo‘yoqlarning adsorbtsiyasi uchun muqobil materiallarni topishga yoki ishlab chiqishga harakat qilishgan. Biroq, bo‘yoqlarni yo‘qotish uchun turli xil yangi adsorbentlardan foydalanish ilgari batafsil ko‘rib chiqilmagan. V.M. Filipova [3;30-31.b.] ilmiy ishida yangi adsorbentlarni olish va modifikatsiyalash, shuningdek ularning turli sharoitlarda bo‘yoqlarni yo‘qotish uchun adsorbsion qobiliyati sohasidagi asosiy yutuqlar yoritilgan va muhokama qilingan.

Har bir adsorbent uchun, ayniqsa, adsorbtsiya qobiliyatini oshirish uchun adsorbtsiyanig muayyan mexanizmlari va funktsionallashtirish usullari muhokama qilinadi. Bu olimlar asosan bo‘yoqlarning tasnifi, yon ta’siri va ularni yo‘qotish texnologiyalarini har bir turdagi adsorbentning xususiyatlari, afzalliklari va cheklovlarini funktsionallashtirish va o‘zgartirish usullari va boshqaruv mexanizmlarini va adsorbentlar va amaliy qo‘llanilishi jihatlari nuqtai nazaridan adsorbsion texnologiyalarning muammolari va istiqbollarini o‘rganishgan.

Shunday qilib, oqova suvlarni tozalash uchun an’anaviy sorbsion materiallar, faollashtirilgan uglerodlar bilan bir qatorda, kengayadigan (montmorillonit, bentonit, vermikulit) yoki qattiq (kaolinit, gidroslyuda-vermikulit, paligorskit) strukturaviy hujayrali gil kabi tabiiy alyumosilikatlar keng

ISSN 3030-3907

qo‘llaniladi. Gillarning tarkibi va xossalari har bir kon uchun o‘ziga xos ekanligini hisobga olib, mahalliy mineral xom ashyo asosida yangi arzon va universal sorbentlarni olish, ifloslantiruvchi moddalarning olingan sorbentlar bilan o‘zaro ta’sir qilish mexanizmlarini o‘rganish, yopiq suv aylanish tizimlarini yaratish va atrof-muhitga yuklamani kamaytirish imkonini beradigan oqova suvlarni tozalash texnologiyalarini ishlab chiqish muhim ahamiyat kasb etadi.

Shuningdek, gidrofobik xususiyatga ega bo‘lgan vermikulit bilan neft mahsulotlaridan suv yuzalarini tozalash bo‘yicha ham ma'lum ishlar mavjud. Suv yuzasini OP dan tozalash uchun sorbent sifatida aluminosilikat mineral vermikulit ishlatilgan, uning dunyodagi eng yirik konlaridan biri Murmansk viloyatida joylashgan. Vermikulit asosidagi termal faollashtirilgan sorbent rivojlangan o‘ziga xos sirt maydoni, biostabilligi va kimyoviy inertligi bilan ajralib turadi. Suv yuzasidan NPlarni samaraliroq ajratib olish uchun vermikulit sorbentiga hidrofobik xususiyatlar berilishi kerak. Suvga qarshi vositalarni tanlashda ularning toksiklik darajasini, sorbent yuzasiga yopishishini, termal va kimyoviy barqarorligini, shuningdek iqtisodiy maqsadga muvofiqligini hisobga olish kerak. Bizning ishimizda biz ishqoriy bo‘lmagan organosilikon birikmasi - oligometilsiloksan (ishlab chiqarish nomi "Penta-804"), shuningdek, glutaraldegid bilan faollashtirilgan 3-aminopropiltrietoksisilandan foydalandik, bu esa biospesifikatsiya yordamida tashuvchida bakterial hujayralarni immobilizatsiya qilishga imkon berdi. (erimaydigan tashuvchilarda kovalent immobilizatsiya). Organik emulsiyalarning tanlangan konsentrasiyalari va sorbentni qayta ishlash usullari yog‘ sig‘imi 6 g/g ga yetgan, namlik sig‘imi uch kun davomida 0,5 mt.% dan oshmaydigan kam alangali va yonmaydigan gidrofob sorbentlar olish imkonini berdi. , va suv yuzasida qolish qobiliyati 10 kundan ortiq davom etdi [4].

Tadqiqot metodologiyasi. Dastlabki tadqiqotlarda uglevodorodni oksidlovchi bakteriyalarning dominant shtammlari neft bilan ifloslangan tuproqlardan ajratib olindi va ularning halokatli faolligini aniqlash bo‘yicha tajribalar o‘tkazildi. Hidrofob sorbentlar yuzasida immobilizatsiya qilish uchun Pseudomonas jinsiga mansub bakteriyalarning 2 shtammi tanlangan. Qoplash yo‘li bilan immobilizatsiyadan oldin suspenziyadagi bakterial hujayralar soni va sorbent yuzasida immobilizatsiyalangan hujayralar soni aniqlandi. O‘zgartirilgan vermikulit sorbentlarida bakteriya hujayralarini immobilizatsiya qilish uchun bakterial suspenziya (zichligi 108 hujayra/ml) ikki soat davomida elektr aralashtirgich yordamida sorbent bilan yaxshilab aralashtiriladi (10 g sorbent uchun 150 ml). Keyin sorbent 0,5 mm to‘r o‘lchamli elakdan o‘tkazildi va infraqizil chiroq ostida quritildi.

Tadqiqot uchun biz 250 ml kolbalardan foydalandik, ularga 150 ml suv, 5 ml dizel yoqilg‘isi (DY) va 3 g sorbent qo‘shildi.

ISSN 3030-3907

Tajriba imkoniyatlari:

1 - vermikulit sorbent (VS) + suv + dizel yoqilg‘isi;

2 - Penta-804 modifikatori + suv + dizel yoqilg‘isi bilan ishlov berilgan hidrofobik BC;

3 –kovalent o‘zaro bog‘lanish + suv + DY bilan;

4 – Miloddan avvalgi immobilizatsiyalangan bakterial hujayralar (IBH) + suv + DY bilan;

5 - gidrofobik IBH + suv + dizel yoqilg‘isi;

6 - kovalent o‘zaro bog‘langan IBH + suv + DY;

7 - suv ustidagi IBH;

8 – bakterial suspenziya;

9 - suv + dizel yoqilg‘isi.

Kolbalar 3 va 7 kun davomida termostatda saqlanadi, shundan so‘ng sorbent elakdan filtrlanadi. Suyuq va qattiq fazalardagi neft mahsulotlarining konsentratsiyasi AN-2 neft mahsuloti analizatorida IQ spektrometriyasi yordamida aniqlandi.

Ishning navbatdagi bosqichi neft mahsulotlari bilan ifloslangan suv va tuproqni tozalash uchun sorbentlar samaradorligini ularni qo‘llashning turli usullari yordamida o‘rganish bo‘ldi. Ish uchun biz dengiz tuzi qo‘shilishi tufayli sho‘rligi va zichligi Barents dengizining o‘rtacha ko‘rsatkichlariga mos keladigan suvdan foydalandik (sho‘rligi 33, zichligi 1,025 g / sm3). Ifloslantiruvchi sifatida Prirazlomnoye konidan olingan tijorat nefti ishlatilgan. Suvli idishlarga 30 ml moy (25,5 g) qo‘shildi, uning yuzasi 330 sm2. Kontaminatsiyadan 7 soat o‘tgach, sorbent qo‘shildi. Vermikulit sorbentidan foydalanishning 2 usulidan foydalandik. Birinchi holda, sorbent moy bilan suv yuzasiga sochilgan, ikkinchi holda, sorbent neylon to‘rdan 1x1 mm hujayra o‘lchamiga ega bo‘lgan gilamchalarda bo‘lgan, paspaslar suv yuzasiga joylashtirilgan. Sorbent miqdori 30 ml moy uchun 15 g ni tashkil etdi. Tajribaning davomiyligi 6 kun, suv harorati 14-20°C oralig‘ida saqlangan. Laboratoriya tajribasi tugagandan so‘ng, sorbentlar suv yuzasidan olib tashlandi. Tuproqni neft mahsulotlaridan tozalash bo‘yicha laboratoriya tajribalarini o‘tkazish uchun Al-Fe-gumus podzolidan foydalanilgan. Tuproq plastik idishlarga solingan va 2 kg tuproq uchun 100 g yog 'qo‘shilgan. Tuproqqa yog‘ni singdirish va taqsimlashdan so‘ng, sorbentlar qo‘shildi: neylon qoplarda (30 g) hidrofobik sorbent, to‘kilgan joyni to‘liq qoplaydi; gidrofil sorbent tuproq bilan yaxshilab aralashtirib, ko‘p miqdorda qo‘shildi. Bundan tashqari, immobilizatsiyalangan uglevodorod oksidlovchi bakteriyalar Pseudomonas spp bilan gidrofil sorbent ishlatilgan.

ISSN 3030-3907



1 – rasm. Tuproqni neft mahsulotlaridan tozalashda hidrofobik va gidrofil sorbentlarni kiritish usullari

Sintetik bo‘yoqlar va sirt faol moddalar (sirt faol moddalar) suvning ifloslanishi uchun jiddiy xavf tug‘diradi. Bo‘yoqlarning katta qismi (80%) engil sanoat korxonalarining bo‘yash va pardozlash sanoatida qo‘llaniladi [5. P.79.].

Muhokama va natijalar. Suvni neft va neft mahsulotlaridan tozalash usuli ishlab chiqilgan bo‘lib, u ifloslangan suv yuzasiga xitin yoki xitozanni purkashni o‘z ichiga oladi. Bunday davolash suvda neft yoki neft mahsulotlari plyonkasining bir zumda yorilishi va ularning sorbent zarralari yuzasida tez so‘rilishiga olib keladi. Chitinni sorbent sifatida ishlatganda tozalash darajasi 97,90-99,97%, xitozan - 99,52-99,37%. Biroq, bu usulda sorbentlar faqat bir marta ishlatiladi. Ma'lum usul mavjud bo‘lib, u yog‘li oqava suvlarni elektrokoagulyatsiya bilan tozalashni, so‘ngra suvni sorbent orqali o‘tkazishni o‘z ichiga oladi.

Tarkibida bo‘yoqlar bo‘lgan oqava suvlar ham suvda yashovchi organizmlar, ham odamlar uchun toksik va kanserogen ekanligini hamma biladi. Adsorbsion texnologiya, oddiy va samarali usul sifatida, o‘nlab yillar davomida suvli eritmalardan bo‘yoqlarni olib tashlash uchun keng qo‘llaniladi. Ko‘pgina tadqiqotchilar bo‘yoq adsorbsiyasi uchun muqobil materiallarni topishga yoki ishlab chiqishga harakat qilishdi. Biroq, bo‘yoqlarni olib tashlash uchun turli xil yangi adsorbentlardan foydalanish oldindan batafsil muhokama qilinmagan. V.M. Filipovaning ilmiy ishida [3. C31.] yangi adsorbentlarni olish va modifikatsiyalash sohasidagi asosiy yutuqlar va ularning turli sharoitlarda bo‘yoqlarni olib tashlash uchun adsorbsion qobiliyati yoritilgan va muhokama qilingan. Har bir adsorbent uchun o‘ziga xos adsorbsion mexanizmlar va funksionallashtirish usullari, ayniqsa, adsorbsiya qobiliyatini oshirish uchun muhokama qilinadi. Bu olimlar asosan (1) tasnifi, yon ta'siri va bo‘yoqlarni olib tashlash texnologiyalarini o‘rgandilar; (2) har bir turdagi adsorbentning xususiyatlari, afzalliklari va cheklovlari; (3) funksionallashtirish va o‘zgartirish usullari va boshqaruv mexanizmlari; va (4) adsorbentlar va amaliy qo‘llash jihatlari nuqtai nazaridan adsorbsiya texnologiyasining muammolari va kelajakdagi istiqbollarini muhokama qilish.

ISSN 3030-3907

Qattiq yuzalardan neft mahsulotlarini olib tashlash uchun don o‘lchami kamida 1,25 mm bo‘lgan vermikulitdan foydalanish tavsiya etiladi. Bunday holda, sorbsiya qobiliyati 1,9-5,9 g / g gacha. To‘kilgan neft mahsulotlarini vermikulit sorbent bilan davolash kerak. Sorbent 10-15 daqiqa davomida neft mahsulotlarini o‘zlashtiradi, shundan so‘ng uni sirtdan olib tashlash kerak.

3- jadval

Neft mahsulotlarini yig‘ish uchun vermikulit sorbenti

Neft mahsulotlari	1 litr ko‘pchitilgan vermikulit orqali yutilishi (ml)				
	Fraksiya №				
	0,5	1	2	4	8
Dizel yoqilg‘isi	310	320	200	230	90
Dizel moyi	290	350	400	250	120
Концентрированная серная кислота	-	400	400	380	380
Texnik moyi	290	380	390	280	100
Neft (mazut)	270	580	420	250	1
Toluol	-	320	280	230	90
Uaytspirit	-	480	450	-	-

Vermikulit sorbentidan (1 qism) va torfdan (2 qism) tashkil topgan aralash ifloslangan er maydoniga qo‘llaniladi. Bunda sorbent uglevodorodlarni o‘ziga singdiradi va tabiiy biotsenozda mavjud bo‘lgan neft oksidlovchi tuproq bakteriyalarining rivojlanishi uchun muhit yaratadi.

Yonish usuli bilan neft mahsulotlarini yig‘ishdan keyin vermikulit sorbentidan foydalanish. Yig‘ilgan neft mahsulotlarini issiqlik elektr stansiyalari uchun ko‘mir bilan aralashtirish mumkin, ammo yanada istiqbolli va tejamkor usul - suyuq qatlamli yondirgichlarda yonish.

Xulosa va takliflar. Tuproqqa shudgorlash yoki ko‘mish drenaj kanallari bilan ta'minlanishi kerak. Ko‘mish paytida yuzaga tarqalgan neft mahsulotlarining maksimal miqdori 10 kg/m^3 dan oshmaydi. Shudgorlash 2 yildan keyin oyiga 1 martadan mavsumda 1 martagacha amalga oshiriladi.

Neft mahsulotlarini neft oksidlovchi bakteriyalar tomonidan muvaffaqiyatli qayta ishlash uchun tuproq pH kamida 6,5 bo‘lishi kerak. Ushbu texnologiya ko‘p yillar davomida neftni qayta ishlash zavodi loyini yo‘q qilish uchun ishlatilgan.

Vermikulit sorbenti neft mahsulotlarini faol loyga aylantiradigan bakteriyalarni harakatsizlantiradi. Biroz vaqt o‘tgach, sarflangan sorbentda neft mahsulotlari qolmaydi. Tarkibida organik moddalar, fosfatlar, nitratlar, nitritlar va ammoniy azot bo‘lgan sorbentlarni utilizatsiya qilish ham xuddi shunday amalga oshiriladi [7].

ISSN 3030-3907

Shunday qilib, oqava suvlarni tozalash uchun an'anaviy sorbsion materiallar bilan bir qatorda faollashtirilgan uglerodlar, kengaytiruvchi (montmorillonit, bentonit vermikulit) yoki qattiq strukturaviy hujayra (kaolinit, gidromika-vermikulit, paligorskit) bo‘lgan gil kabi tabiiy aluminosilikatlar keng qo‘llaniladi. Loylarning tarkibi va xossalari har bir kon uchun individual ekanligini hisobga olib, mahalliy mineral xomashyo asosida yangi arzon va universal sorbentlar olish, ifloslantiruvchi moddalarning hosil bo‘lgan sorbentlar bilan o‘zaro ta’sir qilish mexanizmlarini o‘rganish va oqava suvlarni tozalashni ishlab chiqish dolzarb ahamiyatga ega. yopiq suv aylanish tizimlarini yaratish va atrof-muhitga yukni kamaytirish imkonini beradigan texnologiyalar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Elektron resurs: https://www.vo-da.ru/articles/stoki-tekstilnoy-promyshlennosti/metody-ochistki, Очистка сточных вод текстильной промышленности., Профессиональные решения очистки воды, © ГК «Аргель», 2024.

2. Сакиева З.Ж., Курбанова Г.В., Жаксыбаева Г.С. Исследование органоминеральных полимерных адсорбентов на основе бифункциональных азотосодержащих органических соединений//Химический журнал Казахстана. № 3 2013. С. 83-90.

3. Ikhtiyarova G.A., Ozcan A.A., Ozcan A.S. Characterization of natural- and organobentonite by XRD, SEM, FT-IR and thermal analysis techniques and its adsorption behaviour in aqueous solutions // Journal Clay Minerals, V.47, 2012y. P.31-44.

4. Southern T.G. Technical solutions to the colour problem: a critical review // Colour in dyehouse effluent. Nottingham: Society of Dyers and Colourists, 1995.- Pp. 73-91.

5. Тимофеева С.С. Состояние и перспективы развития методов очистки сточных вод красильно-отделочных производств//Химия и технология воды, 1991, т.13, № 6. С.555-570.

6. Филлипов В.М. и др. Методы очистки сточных вод производств органических красителей / Филлипов В.М., Эндюськин П.Н., Шлома Э.Н.// Обзорная информация. НИИТЭИХИМ. Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. 1985, вып.2. 31с.

7. B.N. Umarov, A.M. Narzullayeva//Modifikatlangan xitozan va vermikulit asosidagi sorbentlarning to‘qimachilik korxonalari oqava suvlarni tozalashda qo‘llanishini o‘rganish//Monografia, 108 bet, "IPAKYO`LI", 2024

8. B.N. Umarov, A.M. Narzullayeva Сорбенты, модифицированные хитозаном для очистки сточных вод текстильных предприятий, Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2024. 2(119). С.9-14.

ISSN 3030-3907

9. Умаров Б.Н., Ихтиярова Г.А., Туробджанов С.М., Нарзуллаева А.М., Модификация вермикулита и бентонитовой глины хитозаном для применения их в очистке сточных вод, Universum: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. 4(109). С.64-68.

ISSN 3030-3907

GEL'MINTOZLARNI TASHXISLASHDA ZAMONAVIY BIOTEXNOLOGIYALAR: PTSR, IFA VA BOSHQA USULLAR

Hasanova Gulbahor Rahmatullayevna
Farmakognoziya va farmatsevtik texnologiya kafedrasi assistenti, SamDTU.
Burhanova Dilovar Sadridinovna
Farmakologiya kafedrasi o‘qituvchisi, SamDTU
Norkulova Holida Sharofiddinovna
Samarqand davlat tibbiyot universititi talabasi

Annotatsiya: Gel'mintozlar butun dunyoda keng tarqalgan parazitar kasalliklar sirasiga kiradi. Jahon Sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, sayyora aholining 1 milliarddan ortiq qismi turli parazit gijjalar bilan zararlangan. An’anaviy tashxis usullari — koproovoskopiya, mikroskopiya, flotatsiya va sedimentatsiya usullari — ba’zan past sezgirlikka ega bo‘lib, ayniqsa kam sonida gijja tuxumi chiqarilganda yoki exinokokkoz, toksokaroz kabi to‘g‘ridan-to‘g‘ri najasda aniqlanmaydigan parazitozlarda samarasiz bo‘ladi. Shu sababli zamonaviy biotexnologiyalar — PTSR, IFA, immunologik va genetik markerlar — gel'mintozlar diagnostikasining asosiy yo‘nalishiga aylanmoqda. Gel'minto‘zlarni diagnostikasida polimeraza zanjirli reaksiya (PCR), immunfermentli tahlil (IFA), mikroskopiya va LAMP (loop-mediated isothermal amplification — petlyali izotermik amplifikatsiya) usullariga asoslangan zamonaviy biotexnologiyalardan foydalaniladi. Ushbu usullar gel'minto‘zlarning qo‘zg‘atuvchilarini aniqlash, parazitlarga qarshi antitanalarni belgilash va qo‘zg‘atuvchining genetika materialini topish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: gel'mintoz, PTSR, IFA, immunodiagnostika, parazitologiya, DNK diagnostika, serologiya, laborator tahlil.

Аннотация: Гельминтозы относятся к числу наиболее распространённых паразитарных заболеваний в мире. По данным Всемирной организации здравоохранения, более 1 миллиарда человек заражены различными паразитическими червями. Традиционные методы диагностики — копроовоскопия, микроскопия, флотационные и седиментационные методы — обладают низкой чувствительностью, особенно при минимальном выделении яиц гельминтов или при таких заболеваниях, как эхинококкоз и токсокароз, когда возбудитель не определяется непосредственно в фекалиях. В связи с этим современные биотехнологии — ПЦР, ИФА, иммунологические и генетические маркеры — становятся основным направлением в диагностике гельминтозов. В диагностике гельминтозов используются такие методы, как полимеразная цепная реакция (ПЦР), иммуноферментный анализ (ИФА), микроскопия и LAMP (петлевая изотермическая амплификация). Эти технологии позволяют выявлять

ISSN 3030-3907

возбудителей гельминтозов, определять антитела к паразитам и обнаруживать генетический материал патогенов.

Ключевые слова: гельминтоз, ПЦР, ИФА, иммунодиагностика, паразитология, ДНК-диагностика, серология, лабораторный анализ.

Annotation: Helminthiases are among the most widespread parasitic diseases worldwide. According to the World Health Organization, more than 1 billion people are infected with various parasitic worms. Traditional diagnostic methods — coproovoscopy, microscopy, flotation, and sedimentation — often demonstrate low sensitivity, particularly when parasite egg output is minimal or in diseases such as echinococcosis and toxocariasis, where the pathogens cannot be directly detected in stool samples. Therefore, modern biotechnologies — PCR, ELISA, immunological and genetic markers — are becoming the main tools for the diagnosis of helminth infections. Contemporary diagnostic approaches include polymerase chain reaction (PCR), enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA), microscopy, and LAMP (loop-mediated isothermal amplification). These methods enable the detection of helminth pathogens, identification of parasite-specific antibodies, and determination of the genetic material of the causative agents.

Keywords: helminthiasis, PCR, ELISA, immunodiagnostics, parasitology, DNA diagnostics, serology, laboratory analysis.

Asosiy qism

Gel'mintozlar turli xil simptomlar bilan namoyon bo‘ladi va klinik kechishining ko‘plab variantlariga ega — belgilardan tortib, og‘ir allergik reaktsiyalar va ichki organlarning o‘tkir shikastlanish belgilargacha. Bu ularni o‘z vaqtida va aniq tashxislashda muammolar yaratadi. Yana bir muhim nuqta — parazitni organizmda oddiy, tez va ishonchli aniqlash imkonini beruvchi universal metodning mavjud emasligi. Shu sababli, tashxisni tasdiqlash uchun bemor uchun individual tarzda tanlangan turli laboratoriya tadqiqotlari ishlatiladi.

Mikroskopik metod: Ko‘p yillar davomida najas yoki boshqa biomateriallarda tuxumlar, larvalar va kattalar shaxslarni aniqlash gel’mintoz tashxisini tasdiqlashning yagona usuli bo‘lgan. Hozirgacha bu metod tibbiyotda keng qo‘llaniladi, chunki u bajarilishi oson, mavjudligi keng va namunada parazit aniqlanishi mumkin bo‘lgan hollarda yuqori ishonchlilikka ega.

Tadqiqot uchun ko‘pincha najas ishlatiladi, chunki ko‘p gel’mintlarning hayot tsikli ichakda parasitlanishni yoki ichakdan o‘tishni nazarda tutadi. Shuningdek, tashxis uchun qon, siydik (shistosomozda), balg‘am (paragonimozda), to‘qima biopsiyalari olinadi.

Mikroskopiya metodining soddaligi va arzonligiga qaramay, u bir qator muhim kamchiliklarga ega:

ISSN 3030-3907

- biomaterialni to‘g‘ri olish va uni uzoq vaqt saqlamasdan yangi holatda tadqiq qilish talab qilinadi;

- patogenlar birinchi marta topilmasligi mumkin, shuning uchun 2-3 dan 10 ta namunani turli vaqtlarda olish talab qilinadi;

- natija gel’mintoz bosqichi, parazitlarning kun davomida faolligi va boshqa ko‘plab omillarga bog‘liq;

- oz miqdordagi parazitlar deyarli aniqlanmaydi, chunki biomaterialni tadqiq qilish vizual usul bilan amalga oshiriladi;

- tadqiqot laboratorant tomonidan amalga oshiriladi, shuning uchun inson omilini inobatga olmaslik mumkin emas.

PCR-tashxis: Polimeraz zanjir reaksiyasi (PCR) — zamonaviy tashxis usuli bo‘lib, mavjud barcha analiz turlaridan eng informativ hisoblanadi. U namunada patogenning genetik materialini aniqlaydi, bu esa gel’mintoz turini aniq aniqlash imkonini beradi. PCR-test parazit past konsentratsiyada bo‘lsa ham aniqlay oladi, shuning uchun bu metod mikroskopiyadan ko‘ra ma’lumotni ko‘proq beradi.

PCR-tashxisning ikkita asosiy kamchiligi mavjud. Birinchidan, metod zamonaviy va maxsus uskunalarni talab qiladi, shuning uchun hamma laboratoriyalarda amalga oshirilmaydi. Ikkinchidan, murakkab bajarilishi sababli analiz boshqa tashxis usullariga qaraganda qimmatroq. Bundan tashqari, barcha parazitlar uchun PCR reagentlar ishlab chiqilmagan. Shu sababli PCR-testlar tashxisni tasdiqlash uchun tavsiya etiladi, skrining tekshiruvlarida esa odatda ishlatilmaydi.

Serologik reaktsiyalar. Immunologik tadqiqotlar qon orqali гельмintlarga qarshi antitanalar va antigenlarni aniqlash uchun kerak. Asosan immunoferment analiz (IFA) qo‘llaniladi, u 60-80% darajada ishonchli va 90% gacha spesifiklikka ega. Tadqiqot гельмintozning dastlabki tashxisida va antitanalar darajasidagi o‘zgarish orqali kasallik dinamikasini kuzatishda ishlatiladi.

Biroq IFA metodikasi ham kamchiliklardan xoli emas:

- faqat cheklangan parazitar kasalliklar tashxisida ishlatiladi;

- ko‘pincha noto‘g‘ri musbat reaktsiyalar beradi, bu organizmning maxsus sezgirligi, ba’zi gel’mint antigenlari va tana to‘qimalarining o‘xshashligi bilan bog‘liq;

- parazit hayot tsikli davomida antigen tarkibining o‘zgarishi imkonini inobatga olmaydi.

IFA bilan birga, tashxis uchun boshqa analizlar ham qo‘llaniladi: bilvosita gemaglyutinatsiya, lateks-aglyutinatsiya, komplement bog‘lanish reaktsiyasi. Ko‘pincha ularni toksokaroz, echinokokk, tsistitserkoz, trixinelloz gumon qilinganda tayinlaydilar.

ISSN 3030-3907

LAMP (petlyali izotermik amplifikatsiya): Gel’mintozlar dunyo davlatlarining yarmidan ko‘pida tarqalgan bo‘lib, bu jamoat sog‘lig‘i sohasida jiddiy xavotir uyg‘otadi. Gel’mintozlarni aniq tashxislash ularni nazorat qilish strategiyalarini ishlab chiqishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. An’anaviy parazitologik usullar, serologik testlar va PCR asosidagi analizlar gel’mintozlarni tashxislashning asosiy usullari hisoblanadi, ammo ular ko‘p vaqt va yoki harajat talab qiladi, ba’zan esa noaniq natijalar beradi.

Shu sababli, gel’mintlarni aniqlash uchun LAMP (Loop-mediated Isothermal Amplification) — izotermik amplifikatsiya bilan petlya amplifikatsiyasi usuli ishlab chiqilgan. Bu usul sezgir, sodda va tezkor hisoblanadi. Ushbu tadqiqotning maqsadi — gel’mintlarni aniqlashda LAMP usulining hozirgi qo‘llanilishi holatini muhokama qilish va ushbu ilg‘or texnologiyani boshqa bir nechta tashxis usullari bilan taqqoslab, uning imkoniyatlari va rivojlanish istiqbollarini har tomonlama baholashdir.

Ushbu sharhida gel’mintlarni aniqlash va gel’mintozlarni epidemiyaviy nazorat qilish uchun qo‘llaniladigan LAMP-analiz usullari qisqacha bayon etilgan. LAMP-analizning xususiyatlarini yaxshiroq tushunish uchun uning asosiy prinsipi keltirilgan, har bir ta’riflangan metod esa asosan sezgirligi, spesifikligi va boshqa keng tarqalgan tashxis testlari bilan solishtirganda mavjud cheklovlari nuqtai nazaridan baholangan. Shuningdek, ushbu usullarning cheklovlari muhokama qilinadi, bu ularning takomillashtirish mumkin bo‘lgan istiqbollarini aniqlashga yordam beradi.

Gel’mintlar, jumladan trematodlar (ikki teshikli), nematodlar (yumaloq chuvalchanglar) va tsestodlar (lentali chuvalchanglar), butun dunyo bo‘ylab sezilarli darajada kasallanish va iqtisodiy yo‘qotishlar bilan bog‘liq. Dunyo aholisining taxminan olti qismi гельmintlar bilan yuqtirilgan, shuningdek, taxminlarga ko‘ra 15 milliard kishi, ayniqsa ijtimoiy-iqtisodiy darajasi past hududlarda, tuproq orqali yuqadigan гельmint infeksiyalaridan (STH) aziyat chekgan. Ko‘p gel’mintlar epidemiologik nuqtai nazardan yaxshi o‘rganilgan bo‘lsa-da, ularning haqiqiy tarqalishi hozirgacha noma’lum bo‘lib, aniq tashxis zarur, chunki turli gel’mint turlarida simptomlar (ko‘ngil aynishi va yoki qusish, diareya, qorin og‘rishi va isitma) o‘xshash.

Gel’mintozlarni klinik tashxislash va epidemiologik nazorat qilish yondashuvlari namuna turi, yuqtirish bosqichi, hayot tsikli va gel’mintlarning morfologik xususiyatlariga qarab farq qiladi. Usullarning xilma-xilligiga qaramay, WHO tomonidan belgilangan foydalanish qulayligi, sezgirlik, spesifiklik, ishlatish osonligi, tezlik va uskunaviy qo‘llab-quvvatlash (ASSURED) talablariga to‘liq javob beradigan ideal va ishonchli POC (Point-of-Care) tashxis usuli mavjud emas.

ISSN 3030-3907

Soddaligi va arzonligi sababli morfologik identifikatsiya klinik tashxislashda va maydon tadqiqotlarida keng qo‘llanilsa-da, parazitlarning zichligi past bo‘lganda u yetarlicha sezgir emas. Shuningdek, morfologik jihatdan o‘xshash parazit tuxumlarini aniqlashda uning spesifikligi yo‘qoladi. Bundan tashqari, uni ishlatish uchun malakali ishchi kuchi talab qilinadi, bu ham uni POC vositasi sifatida nomunosib qiladi.

Xatolik va o‘tkazib yuborilgan tashxislarni oldini olish uchun, ayniqsa yengil infektsiyalar va past kasallanish intensivligi bo‘lgan hududlarda, serologik test sifatida immunoferment analiz (IFA) qo‘llaniladi. Biroq IFAning sezilarli kamchiliklari mavjud: o‘tgan va hozirgi infektsiyalarni ajrata olmasligi, nisbatan yuqori noto‘g‘ri musbat natijalar va kesishuvchi reaktsiyalar.

Boshqa tomondan, yuqori spesifiklik va sezgirlikka ega polimeraz zanjir reaksiyasiga (PCR) asoslangan bir qator usullar nuklein kislotalarga asoslangan гельmintlarni molekulyar aniqlashda yangi davrni ochdi. 1990-yillarda turli amplifikatsiya usullari paydo bo‘ldi, masalan nuklein kislotalar ketma-ketligiga asoslangan amplifikatsiya, zanjir siljishi amplifikatsiyasi va aylanma tsikl bilan amplifikatsiya. Ammo bu usullarning hech biri o‘ziga xos kamchilikni bartaraf eta olmaydi — ular aniq uskuna yoki murakkab aniqlash usullariga juda bog‘liq. Natijada ularning qo‘llanilishi faqat haqiqatan kerak bo‘lgan joylarda cheklangan, masalan, birlamchi tibbiy yordam muassasalarida, rivojlanmagan hududlarda va maydon tadqiqotlarida.

LAMP, yuqori sezgirlik va spesifiklikka ega nuklein kislotalarni amplifikatsiya qilish usuli, yuqorida tilga olingan deyarli barcha muammolarni samarali hal qilish va’da qilayotgandek ko‘rinadi. Shu sababli ushbu sharhida gel’mintlarni aniqlashda LAMPning so‘nggi yutuqlari o‘rganiladi, ushbu ilg‘or texnologiya har tomonlama baholanadi va LAMPning kelajakda parazitar kasalliklarni tashxislashda, etiologik aniqlash, serologik testlar va boshqa molekulyar analizlar bilan solishtirganda qo‘llanilishi istiqbollari yoritiladi.

Prinsip: DNK amplifikatsiyasini izotermik sharoitlarda amalga oshiradi, bu esa usul sezuvchanligi va spesifikligini oshiradi.

O‘ziga xosligi: Usul ko‘proq spesifik, chunki qidirilayotgan DNK molekulasida olti hududni aniqlash talab qilinadi, PCR esa faqat ikkitasini.

LAMPga biologik komponentlarning mavjudligi ta’sir qilmaydi, ko‘pincha PCRni bajarishga xalaqit beradigan omillar mavjud bo‘lsa ham.

Cheklovlar: LAMP har doim gel’minto‘zni ko‘rsatmaydi — ba’zida klinik ahamiyatsiz DNK fragmentlari (o‘tkazilgan infektsiyadan keyin hujayra parchalaridan) aniqlanishi mumkin. Shu sababli, LAMP asosan asosiy tekshiruvlarga qo‘shimcha sifatida ishlatiladi va birinchi navbatda qo‘llanilmaydi.

ISSN 3030-3907

Kamchiliklari: Parazitning tuxum yoki lichinka ajratish fazaga bog‘liq. Kam miqdorda eksretsiya qilinganda topilmasligi mumkin. Exinokokkoz, toksokaroz, trixinellezda samarasiz. Ushbu cheklanishlar biotexnologik diagnostikaga ehtiyojni kuchaytiradi.

Xulosa

Gel'mintozlarni aniqlashda zamonaviy biotexnologiyalar katta ahamiyatga ega bo‘lib, PCR va IFA usullari diagnostika sifati va aniqligini juda oshirdi. Molekulyar genetika va immunologik testlar an’anaviy parazitologik usullarni to‘ldirib, parazitlarni erta aniqlash, to‘g‘ri davolash va epidemiologik nazoratni yo‘lga qo‘yishda muhim o‘rin tutadi. Kelajakda gel'mintozlarni SEQ, biosensor va nanotexnologik platformalar asosida yanada tez va aniq tashxislash imkoniyatlari kengayishi kutilmoqda.

Gel’mintozlar butun dunyo bo‘ylab keng tarqalgan va jiddiy sog‘liqni saqlash hamda iqtisodiy muammolarni keltirib chiqaradi. Dunyo aholisining sezilarli qismi gel’mintlar bilan yuqtirilgan, ayniqsa ijtimoiy-iqtisodiy jihatdan zaif hududlarda tuproq orqali yuqadigan parazitlar (STH) yuqori kasallanish darajasiga ega. Gel’mintozlarning klinik belgilarini turli turlari bo‘yicha farqlash qiyinligi, ularning simptomlarining o‘xshashligi (ko‘ngil aynishi, qusish, diareya, qorin og‘rishi va isitma) aniq tashxisni murakkablashtiradi.

An’anaviy morfologik usullar, serologik testlar (IFA) va PCR-tahlillar гельмintlarni aniqlashda ishlatilsa-da, har bir metodning o‘ziga xos cheklovlari mavjud. Morfologik identifikatsiya past parazit zichligi bo‘lgan holatlarda yetarlicha sezgir emas, shuningdek, morfologik jihatdan o‘xshash tuxumlarni aniqlashda spetsifikligi pasayadi va ko‘p malakali ishchi kuchini talab qiladi. IFA yengil yoki avvalgi infektsiyalarni ajrata olmaydi va kesishuvchi reaktsiyalar bilan bog‘liq xatoliklarga moyil. PCR esa yuqori sezgirlik va spesifiklikka ega bo‘lishiga qaramay, qimmat uskunalar va murakkab laboratoriya sharoitlarini talab qiladi. Shu sababli, ayniqsa birlamchi tibbiy yordam punktlari va rivojlanmagan hududlarda aniq va tezkor tashxis usuliga ehtiyoj mavjud.

LAMP (Loop-mediated Isothermal Amplification) usuli esa yuqori sezgirlik va spesifiklikka ega, sodda va tezkor metod sifatida gel’mintlarni aniqlashda yangi imkoniyatlarni taqdim etadi. Ushbu metod biomaterialda past miqdordagi parazitlarni ham aniqlay oladi, murakkab laboratoriya sharoitini talab qilmaydi va serologik testlar hamda an’anaviy morfologik usullar bilan solishtirganda ko‘plab afzalliklarga ega. LAMP usuli гельmintlarni tez va ishonchli aniqlash, epidemiologik nazoratni kuchaytirish, va endemik hududlarda parazitar kasalliklarni kamaytirish imkonini beradi.

Shunday qilib, LAMP texnologiyasi gel’mintozlarni tashxislash va monitoring qilishda yangi standartni belgilashi mumkin. U mavjud diagnostika

ISSN 3030-3907

metodlarini to‘ldiruvchi va ularning cheklovlarini kamaytiruvchi samarali vosita bo‘lib, yuqori sezgirlik, tezkorlik, qulaylik va minimal uskunaviy talablar bilan ajralib turadi. Kelajakda LAMP usulining kengaytirilgan qo‘llanilishi, parazitar kasalliklarni erta aniqlash va oldini olish, shuningdek, endemik hududlarda ularni yo‘q qilish bo‘yicha strategik chora-tadbirlarni amalga oshirishga katta hissa qo‘shadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. World Health Organization. Soil-transmitted helminth infections: fact sheet. WHO, 2023.
2. 2.Hotez P.J., Bundy D.A.P. Helminth infections. In: Disease Control Priorities, 3rd ed. World Bank, 2017.
3. Bethony J., Brooker S., Albonico M. et al. Soil-transmitted helminth infections: ascariasis, trichuriasis, and hookworm. Lancet, 2006; 367(9521): 1521–1532.
4. De Silva N.R., Brooker S., Hotez P.J. et al. Soil-transmitted helminth infections: global prevalence and burden. Trends in Parasitology, 2003; 19(12): 547–551.
5. Ahmad A.F., Ngui R., Tan T.K. et al. Diagnostic challenges in helminth infections: current tools and future innovations. PLOS Neglected Tropical Diseases, 2021; 15(2): e0009171.
6. Notomi T., Okayama H., Masubuchi H. et al. Loop-mediated isothermal amplification of DNA. Nucleic Acids Research, 2000; 28(12): e63.
7. Mori Y., Notomi T. Loop-mediated isothermal amplification (LAMP): a rapid, accurate, and cost-effective diagnostic method for infectious diseases. Journal of Infection and Chemotherapy, 2009; 15: 62–69.
8. Хасанова, Г. Р., & Ходжаева, Ж. К. (2025). Ревень тангутский–rheum tanguticum. образование наука и инновационные идеи в мире, 79(1), 39-45.
9. Rakhmatullaevna, K. G., Abdumutalibovich, X. D., & Faxriddinovich, X. U. (2025). Wild plants as an object of study, life safety, use in medicine and industry. Modern education and development, 18(4), 111-121.
10. Хасанова, Г. Р., Тошпулатов, Ш. Ш., Расулов, К. Г., & Мамиров, Д. У. (2025). Кориандр посевной–coriandrum sativum L. Modern education and development, 18(4), 80-92.
11. Хасанова, Г. Р., Беканов, Б. С., Бахитов, Ш. Т., & Ходжаева, Ж. К. (2025). Лечебные свойства каланхоэ. Modern education and development, 18(4), 93-110.
12. Raxmatullayevna, X. G., Ko‘chimova, F. S., Jumaboyeva, S. E., & Xushvaqtovich, Q. D. (2025). SARIQ PARPIGUL-GENTIAN LUTEA L. Modern education and development, 18(4), 69-79.

ISSN 3030-3907

13. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Иззатуллаева, С. Т. (2025). Облепиха крушиновидная–hippophae rhamnoides L. Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi, 38(1), 164-174. Хасанова, Г. Р., Рахманова, Н. И., & Сатторов, Ш. И. (2025).
14. Хаснова, Г. Р., Магрипова, Д. Ф., & Алибоева, Ш. У. (2025). Роль лимона в жизни человека. образование наука и инновационные идеи в мире, 80(1), 26-32.Хасанова, Г. Р. (2025).
15. Хасанова, Г. Р. Химический анализ биологически активных веществ в корневищах и корнях девясил высокий-inula helenium l., произрастающего на территории средний азии. образование наука и инновационные идеи в мире, 79(3), 157-164..
16. Mustafayevich, O. S., & Raxmatullayevna, X. G. (2025). Study of the effects of external conditions on the performance of the" tpg-sn4" methane detector. Research Focus, 4(6), 32-
17. Шукуров, А. А., Дониёрова, Р. П., & Хасанова, Г. Р. (2025). Кардамон настоящий–elettaria cardamomum. образование наука и инновационные идеи в мире, 80(1), 33-38. 36.integratsiyasi, 18(5), 46-55.

ISSN 3030-3907

ANALYSIS OF EXISTING METHODS FOR SOFT STARTING ELECTRIC DRIVES OF PUMPING UNITS

A.A. Khamzayev

Associate Professor of the Department of Mining electromechanics Navoi State Mining and Technology University.

Abstract. This article presents a new method for smoothly starting high-voltage and powerful asynchronous electric drives of pump installations in mining enterprises and thermal power plants. For smooth starting of low- and medium-power asynchronous motors, the "Tyristor Voltage Converter-Asynchronous Motor" system is used. For smooth starting of high-voltage and powerful asynchronous motors, a method for starting using combined low-power thyristors was proposed, taking into account the fact that the prices for high-power thyristors are expensive and unreliable.

Keywords: asynchronous motor, frequency converter, starting current, power, voltages, thyristor, smooth starting mode, electric drive, service life, overhaul, microprocessor control.

Annotatsiya. Ushbu maqolada tog ' -kon korxonalari va issiqlik elektr stantsiyalarida nasos qurilmalarining yuqori voltli va kuchli asenkron elektr drayverlarini muammosiz ishga tushirishning yangi usuli keltirilgan. Past va o‘rta quvvatli asenkron motorlarni silliq ishga tushirish uchun" tiristor kuchlanish konvertori-asenkron Motor " tizimi qo‘llaniladi. Yuqori kuchlanishli va kuchli asenkron motorlarni silliq ishga tushirish uchun yuqori quvvatli tiristorlarning narxi qimmat va ishonchsiz ekanligini hisobga olgan holda, kam quvvatli tiristorlardan foydalanishni boshlash usuli taklif qilindi.

Kalit so‘zlar: asenkron dvigatel, chastota konvertori, boshlang‘ich oqim, quvvat, kuchlanish, tiristor, silliq boshlash rejimi, elektr haydovchi, xizmat muddati, kapital ta'mirlash, mikroprotsessorni boshqarish.

Аннотация. В данной статье представлен новый способ плавного запуска высоковольтных и мощных асинхронных электроприводов насосных установок на горнодобывающих предприятиях и тепловых электростанциях. Для плавного запуска асинхронных двигателей малой и средней мощности используется система "Тиристорный преобразователь напряжения - асинхронный двигатель". Для плавного пуска высоковольтных и мощных асинхронных двигателей был предложен способ пуска с использованием комбинированных маломощных тиристоров с учетом того, что цены на мощные тиристоры дороги и ненадежны.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, преобразователь частоты, пусковой ток, мощность, напряжения, тиристор, режим плавного пуска,

электропривод, срок службы, капитальный ремонт, микропроцессорное управление.

Introduction

One of the important directions in the development of efficient electricity generation by thermal power plants in the world is to meet the specific needs of the enterprise, paying special attention to the smooth starting of powerful and high-voltage asynchronous electric drives of self-service units in mining enterprises and thermal power plants, reducing the starting current, increasing the service life of electric motors without repair, and conducting scientific research. Research in this area, including reducing the starting current during microprocessor control of powerful high-voltage asynchronous motors in mining enterprises and thermal power plants, and increasing their service life without repair, is a priority. At the same time, one of the urgent tasks is to identify additional opportunities for energy saving based on a comprehensive analysis of electricity consumption in mining enterprises and thermal power plants[4-7]. Soft starting methods for electric drives in pumping units are used to reduce mechanical stress, limit inrush current, and provide smooth acceleration of the pump. This prevents hydraulic shocks, increases equipment lifetime, and improves energy efficiency. Below is an analysis of the most common techniques.

A frequency-regulated electric drive is used in the automated control systems (ACS) of pump installations to bring the pump operating mode into compliance with the operating mode of the serviced liquid supply system, for example, the water supply or sewerage network of a city or industrial enterprise [1-3].

Direct-On-Line (DOL) Start – Baseline for Comparison. Although not a soft-start method, DOL starting is important as a reference point.

Characteristics. Full voltage is applied directly. High starting current (typically 6–8 × rated current). High mechanical and hydraulic shock.

Drawbacks: Strong pressure surges in the pipeline, rapid wear of mechanical parts, not suitable for modern pumping systems.

Autotransformer Starting. This method reduces voltage using an autotransformer.

Advantages: Reduced inrush current, lower mechanical shock compared to DOL.,Simple and reliable.

Limitations

Voltage steps are not continuous; switching may cause torque dips.

Bulky equipment.

Less effective for pumps requiring smooth hydraulic transition.

Star–Delta (Y-Δ) Starting

A common method for induction motors designed for delta connection.

ISSN 3030-3907

Advantages

Decreases starting current to about one-third of DOL.

Economical and simple design.

Limitations

Only one reduced-voltage step.

Sudden transition from star to delta creates torque shocks.

Not suitable for pumps requiring gradual speed increase.

The required rotational speed is set depending on many factors. These include: the flow rate of the liquid in the system, its level in the tanks, the values of static and dynamic counterpressure, the number of parallel operating pumps and pump units supplying the liquid to the system, etc. The water drainage of mining enterprises is an important element of the entire complex of mining equipment, and its reliable operation largely determines the continuity and failure-free operation of mining operations for the extraction of minerals. Additionally, automating pumped water drainage systems, applying new technology for smooth start-up, and increasing their energy efficiency [1-3].

With a smooth start, the following tasks are:

- reduction of the starting current;

-increase in torque

As a result of the research, the developed control system for the mine water drainage unit in the industrial use zone of pumps is most effectively regulated by changing the rotational speed of their impellers. Changing the rotational frequency of the pumps' impellers is carried out using the REP, which allows determining the pump control regulations for feed, forming appropriate signals, and consequently, increasing the reliability of the water drainage unit, reducing electricity costs, and also reducing the number of emergency situations during the operation of water drainage units [4-7,10].

Materials and methods

At the water supply pumping station, the D3200-75 type pump delivers water to a height of Np = 36 m, developing it at maximum flow rate Q_b = 1.0 m^3/s, pressure N_b = 60 m, minimum flow rate Qm = 0.5 m^3/s. The pump's operating mode is regulated by throttling with a gate valve on the pressure line. The installation's operating time in the estimated time period (year) is 8760 hours.

We calculate the relative minimum feed rate.

$$\lambda = \frac{Q_м}{Q_б} = \frac{0,5}{1,0} = 0,5 \quad (1)$$

and relative static pressure

$$H_п^* = \frac{H_п}{H_б} = \frac{36}{60} = 0,6 \quad (2)$$

ISSN 3030-3907

The relative losses of electrical energy corresponding to these values of λ and H_n* are determined using the calculated curves (Fig. 1.a).

$$w^* = 0{,}182 \qquad (3)$$

We calculate the maximum power consumed by the pump unit using formula (4)

$$N_б = \frac{9{,}81 \times 1 \times 60}{0{,}85} \approx 692{,}5 \text{ кВт} \qquad (4)$$

The electrical energy consumption for exceeding the head in this unit is determined by (5):

$$W_{\sum} = 692{,}5 \cdot 8760 \cdot 0{,}182 = 1104067 \text{ кВт} \qquad (5)$$

Operation of the pump unit exceeding the static component of the head. In a number of pump installations, a change in the dynamic component of the head is observed, but not the static one. It occurs due to fluctuations in the level in the receiving or pressure reservoir of the installation, as well as during fluctuations in the water level in the reservoir from which the pump takes water [1-3].

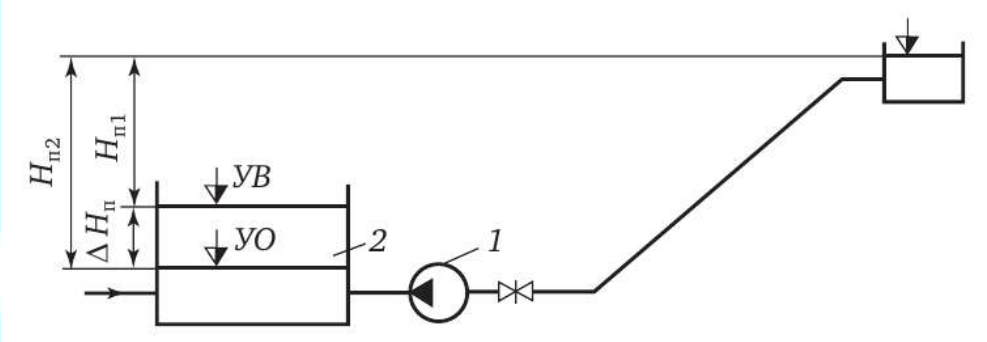


Fig.1. Diagram of a pump unit with variable static pressure: *УВ - pump activation level; УО - pump disconnection level;*

Regulating the operating modes of pump installations can be carried out by changing the number of operating units, changing the hydraulic scheme of the pump installation, throttling the pressure lines, changing the rotational speed of the working wheels of all or individual pumps, and discharging part of the water from the pressure lines into the suction lines. Often, the regulation of pump installations' operating modes is carried out by combining the regulation methods mentioned above [9-10].

Frequency-regulated electric drive (Fig. 2, a). The main element of the frequency converter is the frequency converter, through which practically unchanged network voltage parameters U1 and frequency f1 are converted into changing parameters U2 and f2, required for the pump unit's control system. The rotational speed of the electric motor connected to the converter output changes proportionally to the frequency f2 [1-3].

ISSN 3030-3907

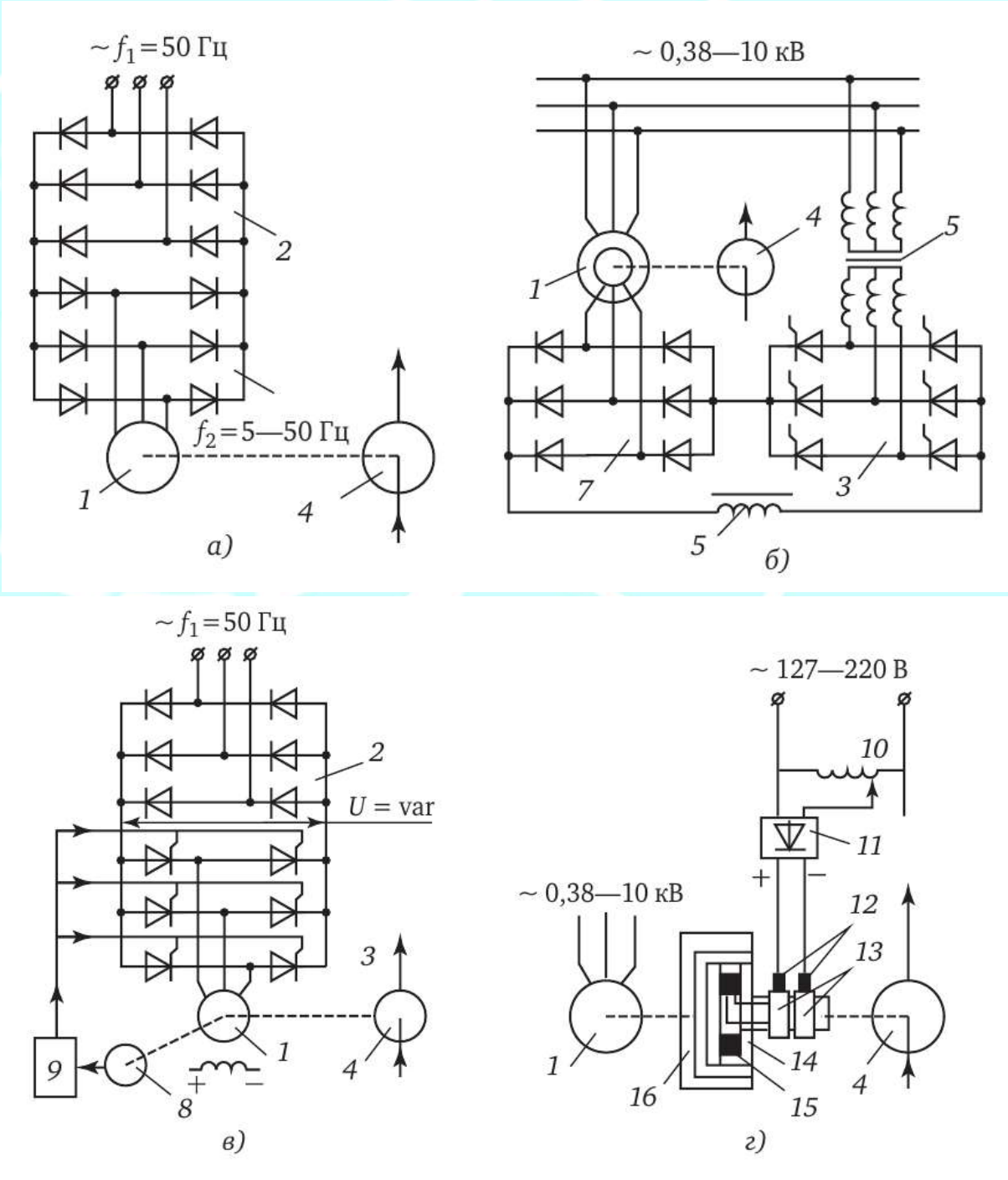


Fig.2. The main types of RES used in pumping units are: *a - frequency; b - asynchronous-valve cascade; c - based on a valve electric motor; d - with an electromagnetic sliding clutch (1 - asynchronous electric motor; 2 - frequency converter controlled rectifier; 3 - inverter; 4 - centrifugal nozzle; 5 - matching transformer; 6 - smoothing throttle; 7 - uncontrolled rectifier; 8 - rotor position sensor in space; 9 - Inverter pulse-phase control system (PPSC); 10 - controlled rheostat; 11 - single-phase rectifier; 12 - brushes; 13 - contact rings; 14 - inductor; 15 - EMC excitation winding; 16 - EMC anchor).*

ISSN 3030-3907

For smooth starting of high-voltage high-power "TPN-AD" systems, instead of a single TPN thyristor, it is proposed to use thyristor groups connected in parallel-sequential order, as shown in Figure 3.4.

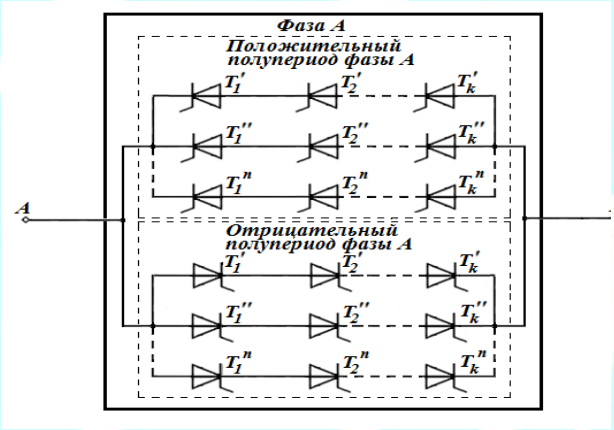


Fig.3.Tyristor groups phases A TPN

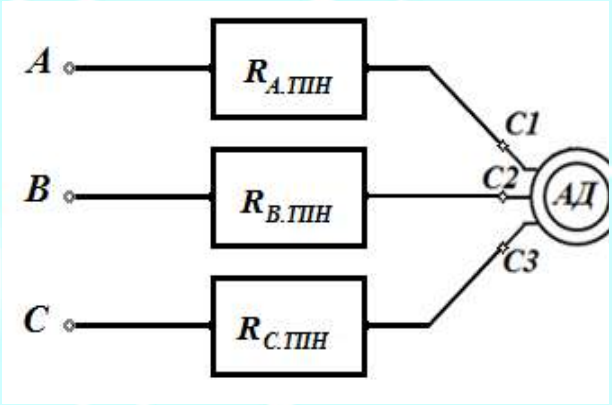


Figure 4. Principal diagram "TPN-AD" model

Analysis of the results of scientific research on the starting modes of asynchronous motors - drives of self-service units in mining enterprises and thermal power plants used in various installations, published in scientific and technical literature, showed that they have a number of significant shortcomings and require further improvement. The conditions for the uninterrupted operation of the commutation of the thyristor groups in the composition of the thyristor voltage converter have been developed. As a result, the simultaneous opening of all thyristors and the duration of thyristor control pulses are no less than the duration of opening each thyristor separately [4-7].

Conclusion

The theoretical conclusions of the study confirm that the advantage of using a group of parallel and sequentially connected thyristors to create a "TPN-AD" system with microprocessor control has been proven. As a result, the starting current of powerful asynchronous motors using the "TPN-AD" microprocessor system is reduced by 2.5 times, and the service life without repair is increased from 6-7 months to 25 months. The use of "TPN-AD" with microprocessor control of the electric drive provides:

• saving 5÷15%, and in some cases up to 30% of electricity

• reduction of wear of hydromechanical and electrical equipment due to a reduction in the number of starts and stops of pumping units;

• reduction of the likelihood of accidents caused by hydraulic impacts due to smooth changes in the operating modes of pumping units. Modern pumping units increasingly rely on thyristor soft starters and variable frequency drives (VFDs) because they provide the best balance of electrical, mechanical, and hydraulic performance.Soft starters are ideal when smooth starting is required without speed

ISSN 3030-3907

control.VFDs are preferred when energy saving, flow regulation, and full process control are needed.

REFERENCES

1. Лезнов Б.С. Методика оценки эффективности применения регулируемого электропривода в водопроводных и канализационных насосных установках. М.: Машиностроение, 2011.
2. Ильин В.Г. Расчет совместной работы насосов, водопроводных сетей и резервуаров. // Киев, Госстройиздат УССР, 1963.
3. Лезнов Б.С. Энергосбережение и регулируемый привод в насосных и воздуходувных установках. М.: Энергоатомиздат, 2006.
4. Хамзаев А.А. Mathematical model of two-speed asynchronous electric motor with high power // International conferens «Integrated innovative development of Zarafshan region: achievements, challenges and prospects». -Navoi, 2019. - PP.638-643.
5. Khamzaev A.A., Toshov B.R., Qodirov Kh.G. Transients of series and parallel connected thyristors of a high-voltage electric drive «TVS-AM» // Journal of critical reviews. -Vol 7, Issue 15, 2020.
6. Хамзаев А.А. Исследование переходных процессов при пуске асинхронных двигателей с большой мощностью при помощи параллельных тиристоров // Горный вестник Узбекистана. – Навои, 2019. - №69. – С.96-100 (05.00.00; №7).
7. Alimkhadjaev K.T., Khamzaev A.A. The problems of direct start-up of asynchronous engine of large power fan settings for tps // International journal of Advanced research in science, engineering and technology. -Volume 6, issue 11, - 2019. – PP. 11224-11228. (05.00.00; №31).
8. Алимходжаев К.Т, Хамзаев А.А. Катта қувватли қисқа туташган роторли асинхрон электр моторлар иш режимида микропроцессор қурилмасини қўллаш // Композицион материаллар. –Тошкент, 2019. -С.148-150 (05.00.00; №13).
9. Асинхронные двигатели. Технический каталог. Владимирский электромоторный завод. 1999. - 74 ст.
10. Копылов И.П. Электрические машины. Учебник для ВУЗов / И.П. Копылов. -3-е изд., испр. - М.: Высш. шк., 2002 г. - 607 ст.

ISSN 3030-3907

ORCID: 0009-0008-2983-681X

MACHINE LEARNING ALGORITHMS FOR CYBER ATTACK CLASSIFICATION

Xusnutdin Samarov
Department of Information Security, Tashkent University of Information
E-mail: samarov07@gmail.com
Zakhro Barotova
Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi State University, Tashkent, Uzbekistan.
E-mail: : zahrobarotova09@gmail.com

Annotatsiya. Zamonaviy kiberxavfsizlikda tarmoq infratuzilmalariga qarshi hujumlarni o‘z vaqtida aniqlash va ularni to‘g‘ri tasniflash katta ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqot mashinali o‘qitishga asoslangan beshta asosiy klassifikatorning samaradorligini tahlil qiladi - K-Eng yaqin qo‘shni (KNN), Decision Tree (DT), Random Forest (RF), SVM va Sun’iy neyron tarmog‘i (ANN). Tadqiqot NSL-KDD ma’lumotlar to‘plamida o‘tkazildi, bu yerda aniqlash jarayonida hujum turlari - DoS, Probe, U2R, R2L va Oddiy trafik sinflari qo‘llanildi. Modelning ishlashi turli mezonlar asosida baholandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, Random Forest algoritmi barcha ko‘rsatkichlar bo‘yicha, ayniqsa DoS va Oddiy sinflarda eng yuqori samaradorlikni namoyish etdi. SVM kichik sinflarda (U2R va R2L) yomon natijalarga erishgan bo‘lsada, u umumiy barqarorlikni saqlab qoldi.

Kalit so‘zlar: mashinali o‘qitish, kiberhujumlarni tasniflash, KNN, Random Forest, SVM, Decision Tree, ANN.

Аннотация. В современной кибербезопасности своевременное обнаружение атак на сетевые инфраструктуры и их правильная классификация имеют большое значение. В данном исследовании анализировалась эффективность пяти основных классификаторов, основанных на машинном обучении: метода K-ближайших соседей (KNN), дерева решений (DT), случайного леса (RF), опорных векторных машин (SVM) и искусственных нейронных сетей (ANN). Исследование проводилось на наборе данных NSL-KDD, где в процессе обнаружения использовались типы атак: DoS, Probe, U2R, R2L и Normal. Производительность модели оценивалась по критериям точности, прецизионности, полноты и F1-оценки. Результаты показали, что алгоритм случайного леса продемонстрировал наивысшую эффективность по всем показателям, особенно в классах DoS и Normal. Хотя SVM показал низкие результаты в подклассах (U2R и R2L), он сохранил общую стабильность.

Ключевые слова: машинное обучение, классификация кибератак, KNN, случайный лес, SVM, дерево решений, ANN.

ISSN 3030-3907

Abstract. In modern cybersecurity, timely detection of attacks against network infrastructures and their correct classification are of great importance. This study analyzed the effectiveness of five main classifiers based on machine learning - K-Nearest Neighbor (KNN), Decision Tree (DT), Random Forest (RF), Support Vector Machine (SVM) and Artificial Neural Network (ANN). The study was conducted on the NSL-KDD dataset, where attack types - DoS, Probe, U2R, R2L and Normal traffic classes were used in the detection process. The performance of the model was evaluated based on the criteria of accuracy, precision, recall and F1-score. The results showed that the Random Forest algorithm demonstrated the highest efficiency across all metrics, especially in the DoS and Normal classes. Although SVM performed poorly in the subclasses (U2R and R2L), it maintained overall stability.

Key words: machine learning, cyberattack classification, KNN, Random Forest, SVM, Decision Tree, ANN.

Introduction

In the rapidly developing digital era of information technology, the number and complexity of cyberattacks are growing rapidly. Traditional security systems alone are not a sustainable solution for detecting these attacks. Using traditional systems to classify, detect and prevent new types of attacks in real time significantly reduces efficiency. Therefore, in recent years, the development of methods based on artificial intelligence and machine learning and their integration into IDS/IPS have been the focus of research.

According to the results of recent research, machine learning classifiers are achieving high results in the field of cybersecurity. Decision Tree and Random Forest algorithms are considered stable for working with large amounts of data, while the Support Vector Machine (SVM) algorithm is capable of accurately separating classes in complex space. K-Nearest Neighbors (KNN) is simple and intuitive, and Artificial Neuron Networks (ANN) achieve high efficiency in detecting new types of attacks.

METHODOLOGY

This research uses machine learning algorithms to classify cyberattacks based on network traffic. The main goal of the methodology is to automatically identify attack types using existing network data and classify them into “normal” and “malicious” categories. The research process includes the following steps:

1. Data preprocessing
2. Feature selection
3. Model training
4. Evaluation

Data preprocessing

ISSN 3030-3907

The NSL-KDD dataset was used in the data collection phase. It contains network traffic session records represented by 41 features (duration, protocol_type, service, flag, src_bytes, dst_bytes, etc.) and classified as either Normal or DoS, Probe, U2R, or R2L attacks [1]. The dataset was split into 80% for training and 20% for testing, ensuring class distribution balance.

This approach undergoes a preprocessing phase using min-max normalization. For all features, the maximum values are changed to 1 and the minimum values are changed to 0, where each value is converted to a decimal between (0,1) [2]. The following formula was used to normalize the features.

$$X_{new} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \qquad (1)$$

(1) In the equation, X represents the group of achieved feature values, and X_{max} va X_{min} represent the maximum and minimum values in X.

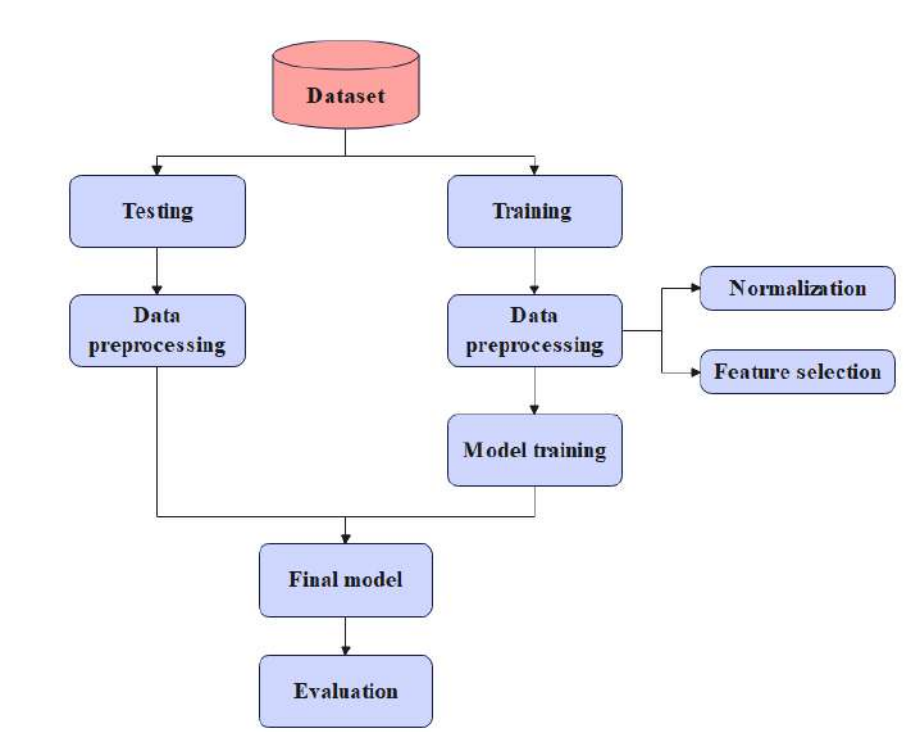


Figure 1. Flow of proposed methodology

Feature selection

Feature selection using k-Nearest Neighbor

K-nearest neighbour classifier is a supervised machine learning approach which is based on the fact that entities belonging to different classes will form different clusters in the feature space. It considers k-nearest neighbours to classify an entity. In this model, the distance between the feature of a test vector and the feature of a class in the feature vector space is considered as the measurement of similarity [3]. This can be represented mathematically as:

$$d(x, x') = \sqrt{(x_1 - x_1')^2 + \cdots + (x_i - x_i')^2} \qquad (2)$$

ISSN 3030-3907

where d is the similarly metric which can be obtained by considering the distance between the test vector x_i and the x_i' neighbours.

Feature selection using Random Forest

A decision tree is a tree-like model of decisions that continuously splits according to certain parameters of interest and leads to the predicted class at the end of the splitting. Random forest is a collection of such trees in which every tree has its prediction based on some parameters. These parameters are close randomly for every single tree at every split. The output of multiple decorrelated trees is combined to get the results for the model [4, 5]. Random samples are drawn from the training set with replacement during the training phase by using bootstrap aggregating. Prediction by Random Forest model can be obtained by combining the predictions for test data x' by individual trees.

$$\hat{f} = \frac{1}{B}\sum_{b=1}^{B} f_b(x') \qquad (3)$$

Feature selection using Support Vector Machine

The SVM algorithm works by finding the optimal hyperplane between classes. The goal is to maximize the margin (distance) between classes. This method is especially effective on small but high-dimensional data.

$$min_{w,b}\frac{1}{2}\|w\|^2 \; where \; y_i(w * x_i + b) \geq 1 \qquad (4)$$

Feature selection using Decision Tree

Decision Tree is a classic algorithm that models decisions in the form of a tree. Each node makes a decision on a specific feature, and the branches indicate the result of the condition.

The main advantages of the model:

- Clear visual structure;
- Works effectively even with a small amount of data;
- Can work with nominal and numeric attributes.

Mathematically, DT is built on the basis of entropy (H) and information gain:

$$H(S) = -\sum_{i=1}^{c} p_i \log_2 p_i$$

$$Gain\,(S, A) = H(S) - \sum_{v \in Values(A)} \frac{S_v}{S} H(S_v) \qquad (5)$$

Feature selection using Artifical Neural Network

An artificial neural network is a brain-inspired system which is intended to allow the computers to learn similarly as humans. ANN is modelled after the biological neural network in an attempt to narrow the gap between the learning process of a human brain and the computer.

The human brain has an interconnected network of neurons with dendrites for receiving inputs, and based on those, it produces output in the form of an

ISSN 3030-3907

electrical signal. Similarly, the simplest neural network, the perceptron, consists of one ormore inputs and a processor for processing the input and providing output [6]. Generally, a neural network consists of an input layer, output layer and hidden layers that are responsible for processing the inputs. To model a complicated task, nonlinearity is introduced into the output of the neuron. This is done by the activating function, which decides whether a neuron should be activated or not by calculating weighted sum and adding bias to it [7].

Evaluation

The model evaluation stage is an important step in determining the performance of machine learning systems. In this stage, the performance of the proposed model was evaluated based on various metrics. The main metrics used for evaluation and their formulas are listed below [8]:

- Accuracy: The ratio of the total number of correctly classified samples of the model to the total number of samples.

$$Accuracy = \frac{TP+TN}{TP+TN+FP+FN} \quad (6)$$

- Precision: The ratio of positive samples correctly identified by the model for a given class to the total number of positives identified.

$$Precision = \frac{TP}{TP+FP} \quad (7)$$

- Recall: It indicates how many of all true positive samples belonging to a particular class were correctly identified:

$$Recall = \frac{TP}{TP+FN} \quad (8)$$

- F1-Score: It is calculated as the harmonic mean of the Precision and Recall indicators.

$$F1 = 2 \times \frac{Precision \times Recall}{Precision+Recall} \quad (9)$$

RESULTS AND DISCUSSION

In this paper, five machine learning-based attack classification algorithms were tested on the NSL-KDD dataset and the following results were obtained. Table 1 presents the training and testing results of the machine learning classifiers.

Table 1.

The outcomes of the training and testing classifiers for the NSL-KDD dataset [9]

Type	Time of Training	Time of Testing	Training performance	Testing Performance
KNN	3.89 seconds	21.32 seconds	99.48%	99.32%
Random Forest	1.18 seconds	0.154 seconds	99%	99.64%

ISSN 3030-3907

SVM	1.4 seconds	0.016 seconds	96.97%	97.12%
Decision Tree	0.2 seconds	0.016 seconds	95.89%	95.85%
ANN	192.79 seconds	0.74 seconds	98.68%	98.49%

Better the effectiveness of the model, better will be its performance in classifying the network traffics. To provide the performance measurements for the classification problem, the confusion matrix comes into the picture. Table 2 provides the confusion matrix for intrusion detection phase to evaluate different classification models based on accuracy, recall, precision and F1 score.

Table 2.

Performance analysis of classification algorithms for intrusion detection

Type	Accuracy	Precison	Recall	F1-Score
KNN [10]	85.64%	0.85	0.73	0.79
Random Forest [11]	94.67%	0.93	0.93	0.93
SVM [12]	97.32%	0.96	0.95	0.94
Decision Tree [13]	93.82%	0.93	0.92	0.93
ANN [14]	93.72%	0.91	0.92	0.91

Table 3 evaluates the performance of machine learning classifiers in classifying attacks into normal and four attack types, and shows that Random Forest performed best in almost all classes, Decision Tree remained stable in rare attacks such as U2R and R2, and SVM had the lowest F1-score. Although ANN is of medium level, it is shown to have good generalization and KNN has high accuracy.

Table 3.

Performance analysis of multiple algorithms for attack classification

Class / Attack Type	Evaluation Metric	ANN	KNN	Decision Tree (DT)	Random Forest (RF)	SVM
Normal	Accuracy	98.9	99.2	99.5	99.7	97.8
	Precision	98.5	99.0	99.3	99.6	97.5

ISSN 3030-3907

	Recall	98.2	98.7	99.1	99.4	97.0
	F1-score	98.3	98.8	99.2	99.5	97.2
DoS	Accuracy	99.1	99.4	99.6	99.8	97.9
	Precision	99.0	99.3	99.5	99.7	97.6
	Recall	98.7	99.1	99.4	99.6	97.3
	F1-score	98.8	99.2	99.4	99.7	97.4
Probe	Accuracy	97.5	98.1	98.9	99.3	95.6
	Precision	97.0	97.8	98.5	99.1	95.2
	Recall	96.8	97.5	98.6	99.0	95.0
	F1-score	96.9	97.6	98.6	99.0	95.1
U2R	Accuracy	93.4	94.6	95.8	96.5	90.1
	Precision	92.8	94.1	95.4	96.3	89.8
	Recall	91.5	93.5	95.0	96.0	89.2
	F1-score	92.1	93.8	95.2	96.1	89.5
R2L	Accuracy	91.2	92.8	94.0	95.2	88.4
	Precision	90.9	92.6	93.8	95.0	88.0
	Recall	90.4	92.2	93.5	94.8	87.5
	F1-score	90.6	92.4	93.6	94.9	87.7

In the context of cyber attack detection and classification, each machine learning algorithm demonstrates unique strengths and limitations that directly

ISSN 3030-3907

influence detection accuracy, generalization, and adaptability to complex network environments.

- The **k-Nearest Neighbor (KNN)** classifier is simple, non-parametric, and easy to implement. It can achieve competitive results on well-preprocessed datasets. However, its performance degrades as the dataset grows because of high computational cost during classification

- The **Random Forest (RF)** algorithm, being an ensemble of multiple decision trees, effectively mitigates the overfitting problem of a single DT. Its robustness to noisy data and ability to handle a large number of features make it particularly useful in intrusion detection systems.

- The **Support Vector Machine (SVM)** provides high accuracy for both binary and multiclass intrusion detection tasks, especially when the data distribution is well separated. Despite these advantages, SVM's training time and memory consumption increase significantly with large datasets, and parameter tuning (C, gamma, kernel) can be computationally expensive.

- The **Decision Tree (DT)** classifier is widely appreciated for its interpretability and computational simplicity. It can efficiently classify attack types with a clear decision path, making it suitable for real-time detection. However, DT models tend to overfit when trained on imbalanced or high-dimensional datasets such as NSL-KDD, leading to poor generalization on unseen data.

- The **Artificial Neural Network (ANN)**, due to its ability to model nonlinear and complex relationships, can effectively learn subtle attack patterns within network traffic. It offers superior adaptability and can detect previously unseen (zero-day) attacks when properly trained. Yet, ANN demands a large volume of training data, powerful computational resources, and careful tuning of hyperparameters such as learning rate and number of hidden layers.

Table 4.

Strengths and weaknesses of different classifiers for cyber attack detection

Classifier	Strengths	Weaknesses
KNN	- Simple to implement and non-parametric - Performs well on small and well-preprocessed data - No explicit training phase required	- High computational cost during prediction - Sensitive to noisy or redundant features - Poor scalability on large datasets
Random Forest	- Robust against overfitting and noise - Handles high-dimensional data well	- Computationally expensive during training - Difficult to interpret due to ensemble complexity

ISSN 3030-3907

	- High detection accuracy with feature selection	
SVM	- High accuracy for both binary and multiclass classification - Effective in high-dimensional feature spaces - Strong generalization capability	- Sensitive to kernel and parameter choice - High computational cost for large datasets - Difficult to scale to real-time detection
Decision Tree	- Simple and interpretable structure - Fast training and decision-making - Suitable for real-time classification	- High tendency to overfit on complex or imbalanced data - Limited generalization to unseen attacks
ANN	- Can model nonlinear and complex attack patterns - High adaptability and learning capability - Potential to detect new (zero-day) attacks	- Requires large labeled datasets - Computationally intensive training - Difficult to interpret and optimize (black-box nature)

CONCLUSION

In this research work, the effectiveness of various machine learning algorithms – K-Nearest Neighbor (KNN), Random Forest (RF), Decision Tree (DT), Support Vector Machine (SVM) and Artificial Neural Network (ANN) – was compared on the NSL-KDD dataset in terms of cyberattack detection and classification.

The experimental results showed that the Random Forest algorithm outperformed other models in terms of overall accuracy, precision, recall and F1 score. RF showed the highest results in particular in the DoS and Normal classes. The Decision Tree model allows for fast and reliable detection of uncomplicated attacks, but the stability level is slightly lower in rare classes.

Despite the fact that the KNN algorithm is simple and fast, its effectiveness is slightly reduced on large volumes of data. SVM, on the other hand, gave weaker results in small classes (U2R and R2L), which is due to the uneven distribution of data. The ANN model, on the other hand, can be considered a promising solution in terms of its high generalization ability and adaptability to the system.

ISSN 3030-3907

Overall, the results of this study confirm the high efficiency of ensemble approaches, in particular the Random Forest model, in detecting cyberattacks. In the future, it would be appropriate to further develop this work by processing based on hybrid models (e.g., ANN-RF or CNN-LSTM), integrating real-time analysis capabilities, and automating the feature selection/extraction stages.

REFERENCES

1. Primartha, A. and I. L. Tama. An efficient intrusion detection system for IoT security using CNN decision forest. *Electronics* **12**(24), 4953 (2023). https://doi.org/10.3390/electronics12244953

2. Kalbhor, M., S. Shinde, D. E. Popescu and D. J. Hemanth. Hybridization of deep learning pre-trained models with machine learning classifiers and fuzzy min–max neural network for cervical cancer diagnosis. *Diagnostics* **13**, 1363 (2023).

3. J.N. Myhre, K.ØMikalsen,S.Løkse, R.Jenssen, Robust clustering using a kNN mode seeking ensemble. Pattern Recogn. 76, 491–505 (2018)

4. P. Dollár, C.L. Zitnick, Structured forests for fast edge detection, in Proceedings of the IEEE International Conference on Computer Vision, pp. 1841–1848

5. L.F. Nicolas-Alonso, J. Gomez-Gil, Brain computer interfaces, a review. Sensors 12(2), 1211 1279

6. F.M. Bayat, M. Prezioso, B. Chakrabarti, H. Nili, I. Kataeva, D. Strukov, Implementation of multilayer perceptron network with highly uniform passive memristive crossbar circuits. Nat. Commun. 9(1), 1–7 (2018)

7. S. Sharma, Activation functions in neural networks. Towards Data Sci. 6

8. Alsamhi, S. H., N. S. Rajput and M. S. Ansari. Hybrid deep learning model with KNN for intrusion detection system. *Computers, Materials & Continua* **66**(3), 2713–2727 (2020). https://doi.org/10.32604/cmc.2020.012076

9. D. Dasgupta, Z. Akhtar, and S. Sen, "Machine learning in cybersecurity: a comprehensive survey," 10.1177/1548512920951275.

10. P. Odim and R. Shrestha, "Analysis of K-Nearest Neighbor for Network Intrusion Detection," *International Journal of Scientific and Hybrid Research in Engineering (IJSHRE)*, vol. 10, no. 5, pp. 41–47, 2023. Available: https://ijournals.in/wp-content/uploads/2023/06/6.IJSHRE-110508

11. R. A. Faizal, H. F. T. Ahmad, and M. H. Jabar, "Intrusion Detection System Using Random Forest on the NSL-KDD Dataset," *in Proc. Int. Conf. on Electrical Engineering and Informatics (ICEEI)*, IEEE, 2019, pp. 1–6. Available: https://www.researchgate.net/publication/335718695

12. S. H. Shah and S. U. Rehman, "A Comparative Study of Intrusion Detection Systems Applied to NSL-KDD Dataset," *in Proc. Int. Conf. on Emerging Trends in Computer Science and Electronics Engineering (ETCSEE)*, 2022, pp. 45–52. Available: https://www.researchgate.net/publication/357762378

ISSN 3030-3907

13. A. Y. Abdullahi, A. S. Alfa, and M. A. Muhammad, "Performance Evaluation of Intrusion Detection System using Selected Features and Machine Learning Classifiers," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 23, no. 3, pp. 1610–1618, 2021. Available: https://www.researchgate.net/publication/352556899

14. P. S. Vijayarani and S. Sylviaa, "Intrusion Detection System with Customized Machine Learning Techniques for NSL-KDD Dataset," *in Proc. Int. Conf. on Communication and Signal Processing (ICCSP)*, 2023, pp. 1–6. Available: https://www.researchgate.net/publication/376861280

ISSN 3030-3907

UO‘K: 528.28:531.7:006.91

GEODEZIYA VA KARTOGRAFIYADA O‘LCHASHLARNING NOANIQLIGINI BAHOLASH HOLATI VA METODOLOGIYASI (GNSS-ASOSIDA MISOL BILAN)

Axmedov Barat Mahmudovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti texnika fanlari doktori, professor
Bekimbetov Shodiyor Iskandar o‘g‘li
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, “Metrologiya, texnik jihatdan tartibga solish, standartashtirish va sertifikatlashtirish” kafedrasi tayanch doktoranti
Email: shodiyor.bekimbetov.2018@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada geodeziya va kartografiyada o‘lchash noaniqligini baholash uchun zamonaviy yondashuvlar, GUM metodologiyasi va stoxastik tahlil asosida ko‘rib chiqiladi. GNSS (Global Navigation Satellite System) asosidagi 5 km uzunlikdagi bazis uchun birikkan va kengaytirilgan noaniqliklarni hisoblash bo‘yicha amaliy misol keltirilgan. O‘lchash modelini qurish bosqichlari, xatoliklarni tahlil qilish va noaniqlikni baholash hisobotini tayyorlash jarayonlari ko‘rsatilgan. Geodezik o‘lchashlarni metrologik ta’minlash bo‘yicha xalqaro standartlar doirasida tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: geodeziya, GNSS, metrologiya, o‘lchash noaniqligi, bazis, birikkan noaniqlik, GUM (O‘lchash noaniqligini ifoda etish bo‘yicha qo‘llanma), MHK (Eng kichik kvadratlar usuli).

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к оценке неопределённости измерений в геодезии и картографии на основе методологии ГУМ и стохастического анализа. Приведён пример практического расчёта комбинированной и расширенной неопределённости для ГНСС (Глобальная навигационная спутниковая система)-базиса длиной 5 км при статической съёмке. Показаны этапы построения модели измерений, анализа погрешностей и формирования отчёта об оценке неопределённости. Даны рекомендации по метрологическому обеспечению геодезических измерений в рамках действующих международных стандартов.

Ключевые слова: геодезия, ГНСС, метрология, неопределённость измерений, базис, комбинированная неопределённость, ГУМ (Руководство по выражению неопределённости измерений), МНК (Метод наименьших квадратов).

Abstract. This article discusses modern approaches for assessing measurement uncertainty in geodesy and cartography, based on GUM methodology and stochastic analysis. An example is provided for calculating combined and expanded

uncertainties for a 5 km baseline using GNSS (Global Navigation Satellite System). The stages of constructing the measurement model, analyzing errors, and preparing the uncertainty assessment report are outlined. Recommendations are given within the framework of international standards for metrological assurance of geodetic measurements.

Keywords: geodesy, GNSS, metrology, measurement uncertainty, baseline, combined uncertainty, GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement), MHK (Least Squares Method).

Kirish.

Hozirgi zamon texnologiyalari fazoviy o‘lchashlarda geodeziya va kartografiyada yuqori darajadagi aniqlik va katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ajralib turadi. Biroq, har qanday o‘lchashda aniqlikni belgilovchi noaniqlik mavjud bo‘lib, bu yakuniy koordinatalar va masofalarning ishonchliligini ta’minlaydi.

Geodeziyada noaniqlikni baholash metrologik ta’minotning majburiy bosqichidir (ISO/IEC 17025, JCGM 100:2008 - Metrologiya bo‘yicha qo‘shma qo‘mita), ayniqsa davlat geodezik tarmoqlarini yaratishda, deformatsion monitoring va kadastr o‘lchashlarida muhim ahamiyatga ega.

Global navigatsiya sun’iy yo‘ldosh tizimi (GNSS) uchun bu ayniqsa muhim, chunki yakuniy koordinatalar ko‘plab stoxastik (bu tasodifiy, ya’ni natijasi oldindan aniq bo‘lmagan o‘zgaruvchi yoki hodisa) omillarga bog‘liq — atmosfera holati, sun’iy yo‘ldoshlarning geometriyasi, qabul qiluvchilarning sifati, antennalar parametrlar va orbit modellari.

O‘lchashda ifoda etish bo‘yicha qo‘llanma (GUM) ga muvofiq, o‘lchash natijasi quyidagicha ifodalanadi:

$$Y=\bar{y}\pm U, \qquad (1)$$

bu yerda $U=k\cdot u_c$— kengaytirilgan noaniqlik, u_c— birikkan standart noaniqlik, k— qamrash koeffitsienti (odatda $k=2$ 95% ishonchlilik darajasi bilan).

Umumiy noaniqlik, **A** (statistik) va **B** (noto‘g‘ri va avvaldan bog‘liq bo‘lmagan) turlaridan tashkil topgan bo‘lib, noaniqliklarning tarqalish qonuniga muvofiq yig‘iladi:

$$u_c{}^2(y)=\sum_i\left[\frac{\partial f}{\partial x_i}\right]^2 u^2(x_i)+2\sum_{i<j}\frac{\partial f}{\partial x_i}\frac{\partial f}{\partial x_j}cov(x_i,x_j) \qquad (2)$$

Bu yerda:

- $u_c(y)$— natijaning birikkan standart noaniqligi;
- $u(x_i)$ — kirish kattaliklarining standart noaniqliklari;
- $cov(x_i,x_j)$— kovariatsiya (o‘zaro bog‘liqlik) qiymati;
- $\frac{\partial f}{\partial x_i}$— funksiyaning x_i bo‘yicha xususiy hosilasi.

GNSS-o‘lchashlarida noaniqlik manbalarining umumiyligi quyidagilardan iborat:

– Sun’iy yo‘ldosh efemeridlari va soatlardagi xatoliklar;

ISSN 3030-3907

–troposfera va ionosfera kechikishlari;
– fazaviy noaniqliklar;
– ko‘p yo‘nalishli signallar (signallar devorlar yoki boshqa ob’ektlardan aks etib, qabul qiluvchi tomonidan kechikish bilan aniqlanadigan xato) va qabul qiluvchilardagi shovqinlar;
– Sun’iy yo‘ldoshlarning geometriyasi (DOP — Aniqroq bo‘lish uchun tarqalish ko‘rsatkichi, ya’ni sun’iy yo‘ldoshlarning qabul qiluvchi bilan nisbatan joylashuvi va koordinatalarni aniqlashdagi aniqlikka ta’siri).

Umumiy koordinata xatosi odatda Q kovariatsiya matritsasi orqali tavsiflanadi:

$$Q=\sigma_0^2(A^TPA)^{-1} \quad (3)$$

Bu yerda A — kuzatuv tenglamalarining koeffitsiyentlar matritsasi, P — vaznlar matritsasi, σ_0^2— yagona dispersiya, Q—kovariatsion matritsa, A^T —A matritsaning transponirlangan shakli, $(A^TPA)^{-1}$ —bu ifoda teskari matritsa orqali yechim aniqligini hisoblash uchun ishlatiladi.

Misol uchun, A va B punktlari o‘rtasidagi masofa 5 km bo‘lgan bazisda doimiy faoliyat ko‘rsatadigan sun’iy yo‘ldosh tayanch stansiyalarida o‘lchash amalga oshirildi. O‘lchashlar ikki chastotali qabul qiluvchi (GPS) qurilmalariga ma’lumotlar 45 daqiqa vaqt oralig‘ida qabul qilindi. O‘lchash natijalariga tuzatma kiritish *trimble business center* dasturiy ta’minotida amalga oshirildi.

1-jadval

№	Parametr	Belgilash	Qiymat	Birlik
1	Bazis uzunligi	L	5012.3	m
2	Troposfera xatoligi	u_{trop}	1.5	mm
3	Ionosfera xatoligi	u_{iono}	1.2	mm
4	Markaziy antennaning fazaviy xatoligi	u_{ant}	0.8	mm
5	O‘lchashlar fazaviy xatoligi (qabul qiluvchi shovqini)	u_{phase}	1.0	mm
6	Geometrik omil	*PDOP*	1.8	-

Masofa (L- uch o‘lchovli fazodagi masofa formulasi) funksiyasi nuqtalarning koordinatalari orqali aniqlanadi:

$$L=\sqrt{(X_B-X_A)^2+(Y_B-Y_A)^2+(Z_B-Z_A)^2}. \quad (4)$$

Differensial shakl quyidagicha ko‘rinishga ega:

$$dL=\frac{(X_B-X_A)d(X_B-X_A)+(Y_B-Y_A)d(Y_B-Y_A)+(Z_B-Z_A)d(Z_B-Z_A)}{L}. \quad (5)$$

ISSN 3030-3907

Bunda “A” va “B” nuqtalarning koordinata xatoliklari GNSS ishlov berish natijasida olingan mos standart og‘ishlar u_X, u_Y, u_Z orqali ifodalanadi.

Punktlar orasidagi masofa bo‘yicha umumiy standart noaniqlik:

$$u_c(L)=\sqrt{u_{\text{trop}}^2+u_{\text{iono}}^2+u_{\text{ant}}^2+u_{\text{phase}}^2}\times PDOP. \qquad (6)$$

Qiymatlarni qo‘yamiz:

$$u_c(L)=\sqrt{(1.5^2+1.2^2+0.8^2+1.0^2)}\times 1.8=\sqrt{5.33}\times 1.8=2.31\times 1.8=4.16 \text{ mm}.$$

Shunday qilib, 5 km uzunlikdagi bazisning standart kombinatsiyalangan noaniqligi 4.16 mm tashkil etadi.

Qamrov koeffitsienti bo‘yicha k=2 (95% Ishonchlilik darajasi):

$$U=k\cdot u_c(L)=2\times 4.16=8.32 \text{ mm}. \qquad (7)$$

Yakuniy natija:

L = 5012.35 \pm 0.0083~\text {m (ishonchli ehtimollik bilan 95%)}}.

Natijalarni talqin qilish

5 km uzunligidagi bazis uchun nisbiy aniqlik quyidagicha:

$$\frac{U}{L}=\frac{0.0083}{5012.35}=1.66\times 10^{-6},$$

bu **1:600 000** nisbatga mos keladi, bu davlat geodezik tarmog‘ining asosiy chiziqlari talablariga javob beradi (GOST R 51794–2008 bo‘yicha 1:300 000 dan kam bo‘lmagan).

10 km gacha bo‘lgan bazisda statik toposyomka ishlarida nazariy jihatdan noaniqlik quyidagicha hisoblanadi. Umumiy xatolikka asosiy ta’sir ko‘rsatadigan omillar atmosfera kechikishlari va geometrik faktor hisoblanadi.

Haqiqiy sharoitlarda yig‘indi noaniqligi yomon satelitar konfiguratsiya (PDOP > 2.5) yoki qisqa kuzatuv seanslari bilan oshishi mumkin. (<20 min).

Aniqlikni nazorat qilish uchun tavsiya etiladi:

1. Mustaqil sessiya orqali bazisni takroriy o‘lchash va koordinatalarni taqqoslash (farq $\le 2\cdot u_c$).
2. Tekshirish qoldiqlari tenglashtirishdan so‘ng tizimli tendentsiyaning yo‘qligini tekshirish.
3. Nomutanosiblik haqida hisobot tayyorlash, xatolik turlari, modellari va qamrash parametrlarini ko‘rsatish.
4. Natijalarni standart punktlar bilan taqqoslash (ma’lum GGS koordinatalari bilan).

Xulosa. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) metodologiyasi hamda stoxastik yondashuv GNSS (Global Navigation Satellite System) o‘lchashlaridagi noaniqlikni baholashda yuqori samaradorlikka ega. Ushbu yondashuvlar o‘lchash

ISSN 3030-3907

natijalarining metrologik ishonchliligini oshiradi, ularni xalqaro me’yorlarga mos ravishda tahlil qilish imkonini beradi va o‘lchash tizimlarining sifatini aniqlik bilan ifodalashga xizmat qiladi.

Tajriba natijalariga ko‘ra, 5 km uzunlikdagi bazis uchun statik kuzatuv sharoitida kombinatsiyalashgan noaniqlik 4.16 mm, kengaytirilgan noaniqlik esa 8.32 mm (95% ishonch darajasi) miqdorida aniqlangan. Bu ko‘rsatkichlar natijada o‘lchashning nisbiy aniqligi taxminan 1:600 000 darajada ekanligini bildiradi. Boshqacha aytganda, ushbu aniqlik darajasi geodezik ishlar, deformatsion monitoring, hamda yuqori aniqlik talab qilinadigan muhandislik-geofizik tadqiqotlar uchun yetarli va ishonchli hisoblanadi.

Mazkur metodika yordamida GNSS o‘lchash natijalarining sifatini ob’yektiv tarzda baholash, ularni metrologik jihatdan asoslash va xalqaro akkreditatsiyaga mos hisobotlar tayyorlash imkoniyati yaratiladi. Shu bilan birga, o‘lchash natijalarining ishonchliligi oshgani sayin, geofizik va geodinamik jarayonlarni tahlil qilishda, hamda tabiiy hodisalarni monitoring qilishda olinadigan ma’lumotlarning aniqligi ham sezilarli darajada ortadi. Umuman olganda, GUM metodologiyasi asosida noaniqlikni baholash GNSS texnologiyalarini amaliyotda qo‘llashda, ilmiy izlanishlar natijalarini ishonchli tahlil etishda hamda o‘lchash tizimlarining sifatini nazorat qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. JCGM 100:2008. *Evaluation of Measurement Data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement (GUM).*
2. JCGM 101:2008. *Evaluation of Measurement Data — Supplement 1: Propagation of Distributions Using a Monte Carlo Method.*
3. ISO/IEC 17025:2017. *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.*
4. ГОСТ Р 51794–2008. *Глобальные навигационные спутниковые системы. Методы и средства измерений.*
5. Hofmann-Wellenhof B., Lichtenegger H., Collins J. *GPS — Theory and Practice.* Springer-Verlag, 2008.
6. Koch K.-R. *Parameter Estimation and Hypothesis Testing in Linear Models.* Springer, 1999.
7. Teunissen P.J.G., Kleusberg A. (eds.) *GPS for Geodesy.* Springer, 1998.
8. Niell A.E. (1996). *Global Mapping Functions for the Atmosphere in Geodesy.*
9. Leick A., Rapoport L., Tatarnikov D. *GPS Satellite Surveying.* Wiley, 2015.
10. Кузнецов В.И. *Метрологическое обеспечение геодезических измерений.* М., 2019

ISSN 3030-3907

UO‘T: 626/627

GIDROTEXNIKA QURILISHLARI VA GIDROENERGETIKA TIZIMLARINING DOLZARB MUAMMOLARI

Fayzullayev Joxon Toshpo‘lat o‘g‘li
Qarshi Davlat Texnika Universiteti Assistenti
E-mail: jokhonfayzullayev@gmail.com
0009-0004-5344-0365
Xolmo‘minov Tohir Zayliyevich
Qarshi Davlat Texnika Universiteti Assistenti

Annotatsiya: Maqolada zamonaviy gidrotexnika va gidroenergetika inshootlarini loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilishdagi muammolar, ayniqsa past bosimli inshootlardan samarali foydalanish masalalari ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Suv resurslarining tanqisligi sharoitida mavjud inshootlarni modernizatsiya qilish, ularning xavfsizlik darajasini oshirish hamda boshqaruv tizimiga innovatsion texnologiyalarni joriy etish yo‘llari bayon etiladi.

Kalit so'zlar: Barqaror rivojlanish, gidroenergetika, xavfsizlik, suv resurslari, ekspluatatsiya, modernizatsiya, suvdan foydalanish samaradorligi.

Аннотация: В статье научно проанализированы проблемы проектирования, строительства и эксплуатации современных гидротехнических и гидроэнергетических сооружений, особенно вопросы эффективной эксплуатации сооружений низкого давления. В условиях дефицита водных ресурсов намечаются пути модернизации существующих сооружений, повышения уровня их безопасности и внедрения инновационных технологий в систему управления.

Ключевые слова: устойчивое развитие, гидроэнергетика, безопасность, водные ресурсы, эксплуатация, модернизация, эффективность использования воды.

Abstract: The article scientifically analyzes the problems in the design, construction and operation of modern hydraulic and hydropower structures, especially the issues of effective use of low-pressure structures. In the context of a shortage of Water Resources, ways are described to modernize existing structures, increase their level of security, and introduce innovative technologies into the management system.

Key words: Sustainable development, hydropower, security, water resources, exploitation, modernization, water use efficiency.

Kirish

Respublikamizda 4,2 million gektardan ortiq sug‘oriladigan yer maydonlari mavjud bo‘lib, ularning aksariyati suv resurslari yordamida qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini ta’minlaydi. Ushbu hududlarda 300 ga yaqin yirik gidrotexnik

ISSN 3030-3907

inshootlar, jumladan, 56 ta suv ombori, 65 ta yirik majmua va mingdan ortiq kichik inshootlar faoliyat ko‘rsatmoqda. Biroq, ularning aksariyati o‘tgan asrda qurilganligi sababli, texnik jihatdan eskirgan va zamonaviy ekspluatatsiya talablariga to‘liq javob bermaydi.

So‘nggi yillarda ayrim inshootlarda nosozliklar, to‘xtashlar va avariya holatlari kuzatilmoqda. Bu holatning asosiy sabablari sifatida inshootlarning texnik nazorati sustligi, muntazam ta’mirlanmasligi va xavfsizlik baholash tizimining yetarli darajada yo‘lga qo‘yilmaganligini ko‘rsatish mumkin. Natijada har yili ularni tiklash uchun katta moliyaviy mablag‘ sarflanmoqda.

Gidrotexnika tizimlarining xavfsizligi va barqaror ishlashi uchun zamonaviy o‘lchov, monitoring va boshqaruv uskunalarini joriy etish muhim ahamiyatga ega. Shu bois, hukumat tomonidan eskirgan inshootlarni ta’mirlash va modernizatsiya qilishga doir qator dasturlar ishlab chiqilgan. Biroq, ayrim hududlarda past bosimli inshootlarni loyihalash va ekspluatatsiya qilish bo‘yicha metodik ko‘rsatmalar yetarli emas.

Shu sababdan mavjud gidroinshootlarning texnik holatini o‘rganish baholash, xavf-xatar darajasini aniqlash va ularni real vaqt rejimida kuzatib borish bo‘yicha yagona standartlarni ishlab chiqish zarurati ortib bormoqda. Ayniqsa, past bosimli inshootlarda suv sathi, oqim tezligi, filtratsiya jarayonlari va gruntning cho‘kishi kabi ko‘rsatkichlarning uzluksiz monitoringi yetarli darajada yo‘lga qo‘yilmagan. Bu esa ba’zan kutilmagan avariyalar xavfini oshiradi. Shuningdek, mas’ul tashkilotlar o‘rtasida ma’lumot almashinuvi sustligi, zamonaviy raqamli texnologiyalardan foydalanish darajasining pastligi mavjud muammolarni yanada chuqurlashtirmoqda. Shu bois, innovatsion yondashuvlar asosida monitoring tizimlarini joriy etish va hududiy mutaxassislar malakasini oshirish bugungi kunning dolzarb vazifalaridan biri hisoblanadi.

Yumshoq tuproqli hududlarda qurilgan gidrotexnik inshootlarda barqarorlikni ta’minlash murakkab muammo hisoblanadi. Amaldagi normativ hujjatlar bunday sharoitlarga to‘liq moslashtirilmagan. Shuning uchun inshootlarning uzoq muddatli ishlashini ta’minlash uchun ilmiy asoslangan, iqtisodiy samarali va ekologik xavfsiz yechimlarni ishlab chiqish zarur.

Gidroenergetika sohasida iqlim o‘zgarishlari, suv tanqisligi va energiya talabining ortib borishi kabi omillar muammolarni yanada dolzarb qiladi. Shuning uchun yangi turdagi, energiya samaradorligi yuqori bo‘lgan kichik va o‘zaro bog‘langan gidroelektr stansiyalarini qurish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Bu tizimlar suvdan qayta va samarali foydalanish imkonini beradi hamda energetik mustaqillikka hissa qo‘shadi.

Xavfsizlik mezonlarini belgilash va gidrotexnika inshootlarining avariyalari xavfini baholash shuningdek obyektning to‘liq yoki qisman yo‘qolishiga va

ISSN 3030-3907

favqulodda vaziyatlarning paydo bo‘lishiga olib keladigan nuqsonlarni o‘rganish, shuningdek ularning barqarorligini ta’minlashning bir nechta variantlarini o‘rganish jiddiy muhandislik muammosi. So‘nggi yillarda suv resurslarini boshqarish va ulardan samarali foydalanishda suv tanqisligi sharoitida asosiy muammolardan biri past bosimli gidrotexnik inshootlarda ta’mirlash-tiklash ishlarini olib borish, suv resurslarini sug‘orish orqali yuzaga keladigan muammolarning oldini olish hisoblanadi.

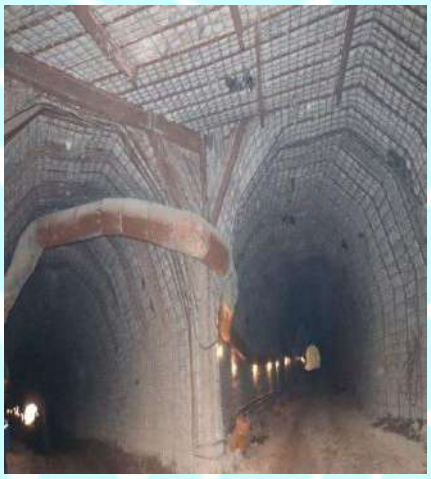
Ayniqsa ishchi holati biroz qiyinlashgan eskirgan kanallar, nasos stansiyalari va suv o‘tkazish tarmoqlarining konstruktiv holatini baholashda zamonaviy diagnostika usullarini qo‘llash zarurati ortib bormoqda. Shu qatorda, suv taqsimotidagi yo‘qotishlarni kamaytirish, filtratsiya jarayonlarini nazorat qilish va inshootlarning gidravlik samaradorligini oshirish dolzarb vazifa hisoblanadi. Hozirgi kunda georadar, lazer skanerlash kabi texnologiyalar yordamida real vaqtli monitoring olib borish gidrotexnik inshootlarning ishonchliligini sezilarli darajada oshirmoqda. Shu bilan birga, suv tanqisligi kuchayib borayotgan sharoitda mavjud inshootlarning ekspluatatsiya muddatini uzaytirish va ularni modernizatsiya qilish strategik ahamiyat kasb etmoqda.

Zamonaviy innovatsion texnologiyalar va jihozlarni joriy etish bilan bir qatorda, hukumat tomonidan eskirgan gidrotexnik inshootlarning, ayniqsa past bosimli obyektlarning texnik holatini yaxshilashga qaratilgan bir qator qarorlar, farmoyishlar hamda davlat dasturlari ishlab chiqilgan va amaliyotga tatbiq etilmoqda. Shunga qaramay, ayrim hududlarda past bosimli inshootlarni loyihalash, qurish va ekspluatatsiya qilishga doir me’yoriy-uslubiy hujjatlar yetarli darajada ishlab chiqilmagan.

Natijada, suv resurslari tanqisligi yuqori bo‘lgan mintaqalarda qator muammolar saqlanib qolmoqda. Avval foydalanishga yaroqsiz deb topilgan yoki geologik jihatdan murakkab tuzilishga ega hududlarda yangi gidrotexnik inshootlarni qurish zarurati yuzaga kelgan. Buning asosiy sababi shundaki, bu joylarda yumshoq gruntlar keng tarqalgan bo‘lib, ular gidroenergetik inshootlar qurilishi uchun yetarli barqarorlikni ta’minlamaydi. Shu bilan birga, bunday muammolarni bartaraf etishga qaratilgan iqtisodiy jihatdan samarali texnologik yechimlar hali to‘liq ishlab chiqilmagan.

Inshootlarni ta’mirlash ishlari

ISSN 3030-3907


1998-yilda tasdiqlangan “Gidrotexnika inshootlarining asoslari” nomli me’yoriy hujjatlarda qayd etilishicha, gidrotexnika inshootlarining asoslarini loyihalash jarayonida mustahkamlik, barqarorlik, chidamlilik hamda iqtisodiy samaradorlik tamoyillari har bir bosqichda hisobga olinishi lozim. Tadqiqotlarda ta’kidlanishicha, inshoot asosida yumshoq gruntlar mavjud bo‘lgan holatlarda, ayniqsa I–II toifadagi obyektlar uchun murakkab va qimmatbaho texnologik yechimlar qo‘llanilishi zarur bo‘ladi.

Shu bilan birga, III–IV toifali inshootlarda bunday texnologiyalarni tatbiq etish qurilish qiymatini oshirishi tufayli iqtisodiy jihatdan unchalik maqbul emas deb baholanadi. Amaliy kuzatishlar shuni ko‘rsatadiki, yumshoq gruntlarda qurilgan past bosimli gidrotexnik inshootlarning loyihaviy yechimlari amaldagi normativ-texnik talablarga to‘liq mos kelmaydi. Natijada, zarur muhandislik chora-tadbirlari ko‘rilmaganda, bunday inshootlar qisqa muddatda yaroqsiz holatga kelishi yoki ularning ekspluatatsion samaradorligi pasayishi mumkin.

Respublikada va jahonda yirik gidrotexnika inshootlarini loyihalash, qurish va ulardan foydalanishda ma’lum yutuqlarga erishilganiga qaramay, past bosimli gidrotexnika inshootlarini barpo etish uchun haligacha yetarli asoslar mavjud emas. Ma’lumki, beton va tuproqdan qurilgan past bosimli gidrotexnika inshootlari suv resurslarini boshqarishda (to‘g‘on, suv chiqarish va to‘kish yo‘llari) keng qo‘llaniladi va ularning afzalliklari: yuqori moddiy resurslar, mehnat xarajatlari va yuqori narx, shuningdek, uzoq qurilish muddatlari. talab qilmaslik. Eng muhimi, ular dizaynidan qat’i nazar, har qanday iqlim, geologik va gidrologik sharoitlarda qurilishi mumkin.

Gidrotexnika amaliyoti shuni ko‘rsatdiki, katta gidrotexnika inshootlarini loyihalash tamoyillari past bosimli gidrotexnik inshootlar uchun noto‘gri taqsimlangan, bu esa ushbu inshootlar uchun qo‘shimcha xarajatlarga olib keldi. Shuning uchun hozirgi vaqtda past bosimli gidrotexnika inshootlarini loyihalash yoki qurish uchun tegishli texnologik usullarni tanlash juda murakkab muhandislik muammosi hisoblanadi. Gidroelektr energiyasi suv oqimining tabiiy aylanishi

ISSN 3030-3907

orqali hosil bo‘ladi. Sayyoramiz yuzasida bug‘lanish suvni yer atmosferasiga yuqoriga yuboradi, faqat keyinchalik sayyoramizning tortishish kuchi bilan tushiriladi. Vaqtlar o‘tib yiqilib tushganda, yer relyefi va geologiyasi suvni daryolar va ko‘llar kabi yirik jismlarga majbur qiladi. Gidroelektr energiyasi suv oqimining tabiiy aylanishi orqali hosil bo‘ladi.

Sayyoramiz yuzasida bug‘lanish suvni yer atmosferasiga yuqoriga yuboradi, faqat keyinchalik sayyoramizning tortishish kuchi bilan tushiriladi. Keyinchalik yiqilib tushganda, yer relyefi va geologiyasi suvni daryolar va ko‘llar kabi yirik jismlarga majbur qiladi. Gidroelektrostansiyalar ayniqsa zaifdir iqlim o‘zgarishi va uning oqibatlari. To‘gonlar ma’lum yog‘ingarchiliklarni hisobga olgan holda quriladi, toshqin paytida suvni ushlab turishi yoki qurgoqchilikka qaramay energiya ishlab chiqarishi mumkin. Biroq, ekstremal ob-havo hodisalari sifatida (boronlar, qurgoqchilik va boshqalar) keng tarqalgan bo‘lib bormoqda, yangi tog‘onlar bu haqiqatlarni hisobga olishlari kerak, eski to‘gonlar esa bu vazifani bajaradimi yoki yo‘qligini baholashlari kerak.

Shu sababli, zamonaviy gidrotexnika amaliyotida to‘g‘onlarning iqlim o‘zgarishiga moslashuvchanligini baholash eng muhim ustuvor yo‘nalishlardan biri bo‘lib qolmoqda. Iqlim modellari orqali ekstremal yog‘inlarning takrorlanish darajasi qayta hisoblanmoqda va to‘g‘onlarning loyihaviy yuklamalari qayta ko‘rib chiqilmoqda. Ba'zi hududlarda yillik suv oqimining kamayishi energetik quvvatni cheklab qo‘ysa, boshqa hududlarda teskari jarayon - qisqa vaqt ichida juda katta suv kelishi xavfini tug‘dirmoqda. Shu bois, to‘g‘onlarning boshqaruv tizimida real vaqtli suv sathi monitoringi, xavf holatida avtomatik ogohlantirish va suvni tartibli chiqarish mexanizmlari joriy etilmoqda.

Eski to‘g‘onlar uchun esa konstruktiv mustahkamlash, qo‘shimcha favqulodda suv o‘tkazish kanallari qurish, filtratsiyani kamaytirish choralarini ko‘rish talab etiladi. Bundan tashqari, cho‘kindilarning tez to‘planishi suv omborining foydali hajmini kamaytirib, toshqin davrida xavfni yanada kuchaytiradi. Shu bois eng muhim choralardan biri cho‘kindi boshqaruvini yaxshilash, gidravlik yuvish va oqimni yo‘naltiruvchi inshootlar qurishdir. Bularning barchasi to‘g‘onlarni kelajakdagi o‘zgaruvchan iqlim sharoitida barqaror ishlashini ta’minlashga qaratilgan.

Xulosa qilib aytganda, gidrotexnika va gidroenergetika tizimlarining barqarorligi, xavfsizligi va samaradorligini ta’minlash uchun ilmiy-tadqiqot ishlari, innovatsion texnologiyalar va zamonaviy boshqaruv mexanizmlarini keng qo‘llash zarur. Bu nafaqat suv resurslaridan oqilona foydalanishni, balki ekologik muvozanatni saqlashni ham kafolatlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Axmedov X.A Sug‘orish meloratsiyasi. Toshkent. - O‘qituvchi‖ 2018-yil

ISSN 3030-3907

2. Tursunov T. N., Bazarov D. It, Matyakubov B. Sh., Berdiyev M. S., Rajabov N. Q., Artikbekova F. 1C GIDROENERGETIK INSHOOTLAR Darslik Toshkent “Innovatsiya-Ziyo” 2020
3. M.Muhammadiyev , F.J.Nosirov, B.Urishev , K.S.DJurayev GIDROENERGETIK QURILMALARNI ISHLATISH TOSHKENT - 2015
4. Joxon Toshpo‘lat o‘g F. et al. KANALNI HISOBLASH ALGORITMI TURLI DONADORLIKDAGI TUPROQLARDA DEFORMATSIYA HOLATI //TADQIQOTLAR. UZ. – 2024. – T. 48. – №. 1. – C. 40-43.
5. QUVURLARI ICHIDA SUV OQIMINING HARAKATLANISHIDA BOSIMNI YO’QOLISHINING EKSPREMENTAL TADQIQOTLARI //worldly knowledge conferens. – 2024. – T. 8. – №. 1. – C. 66-69.
6. Fayzullayev, J. (2024). NASOS stansiyalaridan FOYDALANISH VA ULARNING SUV BERISH KANALLARIGA DEFORMATSIYALARNING TA'SIRI. Zamonaviy ilm-fanda zamonaviy yondashuvlar va yangi tadqiqotlar , 3 (17), 36-39.
7. https://lex.uz/uz/docs/-4438053?utm_source=chatgpt.com

ISSN 3030-3907

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM AND SOFTWARE FOR PERFORMING ULTRASOUND STUDIES ON A SPECIFIC HUMAN ORGAN USING A ROBOT.

Jo‘rayev Zafar Botirovich
Andijon state technical institute,Professor
E-mail: zbjuraev@gmail.com
Nodirbek Ruziyev Avazjon o‘g‘li
Andijon state technical institute doctoral student(phd)
nodirbek.roziyev@mail.ru,
Tel: +998942121448

Abstract. Ultrasound imaging is a widely used diagnostic tool in modern medicine due to its non-invasive nature, real-time imaging capability, and safety. However, the quality and consistency of ultrasound scans are highly dependent on the operator’s skill, which can introduce variability and affect diagnostic accuracy. This study presents the development of a robotic-assisted ultrasound system designed to autonomously perform scans on a specific human organ, minimizing operator dependency and enhancing reproducibility. The system integrates a six-degree-of-freedom robotic manipulator, motorized joints, sensors for real-time feedback, and an ultrasound imaging probe mounted on the robot’s end-effector. A control algorithm translates desired probe positions into joint movements while dynamically adjusting probe placement based on image analysis.

Keywords. Robotic-assisted ultrasound, ultrasound imaging, autonomous probe control, medical robotics, real-time image processing, diagnostic accuracy.

Annotatsiya. Ultratovushli tasvirlash zamonaviy tibbiyotda keng qo‘llaniladigan diagnostika vositasi bo‘lib, uning invaziv bo‘lmagan tabiati, real vaqtda tasvir olish qobiliyati va xavfsizligi bilan ajralib turadi. Biroq, ultratovush skanerlari sifati va izchilligi operatorning malakasiga bog‘liq bo‘lib, bu natijada o‘zgaruvchanlik va diagnostik aniqlikka ta’sir qilishi mumkin. Ushbu tadqiqot insonning ma’lum bir organida mustaqil skanerlashni amalga oshirish uchun mo‘ljallangan robot yordamidagi ultratovush tizimini ishlab chiqishni taqdim etadi. Tizim operatorga bo‘lgan bog‘liqlikni minimallashtiradi va takrorlanishni oshiradi. Tizimga olti darajali erkinlikka ega robot manipulyatori, motorli bo‘g‘inlar, real vaqtda ma’lumot beruvchi sensorlar va robotning uchida o‘rnatilgan ultratovush probe’i integratsiya qilingan. Boshqaruv algoritmi istalgan probe pozitsiyasini bo‘g‘in harakatlariga aylantiradi va tasvir tahliliga asoslanib probe joylashuvini dinamik tarzda sozlaydi.

Kalit so‘zlar. Robot yordamidagi ultratovush, ultratovushli tasvirlash, avtonom probe nazorati, tibbiyot robototexnikasi, real vaqtda tasvirni qayta ishlash, diagnostik aniqlik

Аннотация. Ультразвуковая визуализация является широко используемым диагностическим инструментом в современной медицине благодаря своей неинвазивной природе, возможности получения изображений в реальном времени и безопасности. Однако качество и согласованность ультразвуковых сканирований сильно зависят от навыков оператора, что может приводить к вариативности и снижению точности диагностики. В данном исследовании представлена разработка роботизированной системы ультразвуковой диагностики, предназначенной для автономного сканирования конкретного органа человека, что минимизирует зависимость от оператора и повышает воспроизводимость результатов. Система интегрирует робота-манипулятора с шестью степенями свободы, моторизованные суставы, сенсоры для обратной связи в реальном времени и ультразвуковой датчик, установленный на конце роботизированного устройства. Алгоритм управления преобразует требуемые позиции датчика в движения суставов и динамически корректирует положение датчика на основе анализа изображений.

Ключевые слова. Роботизированный ультразвук, ультразвуковая визуализация, автономное управление датчиком, медицинская робототехника, обработка изображений в реальном времени, диагностическая точность

Introduction

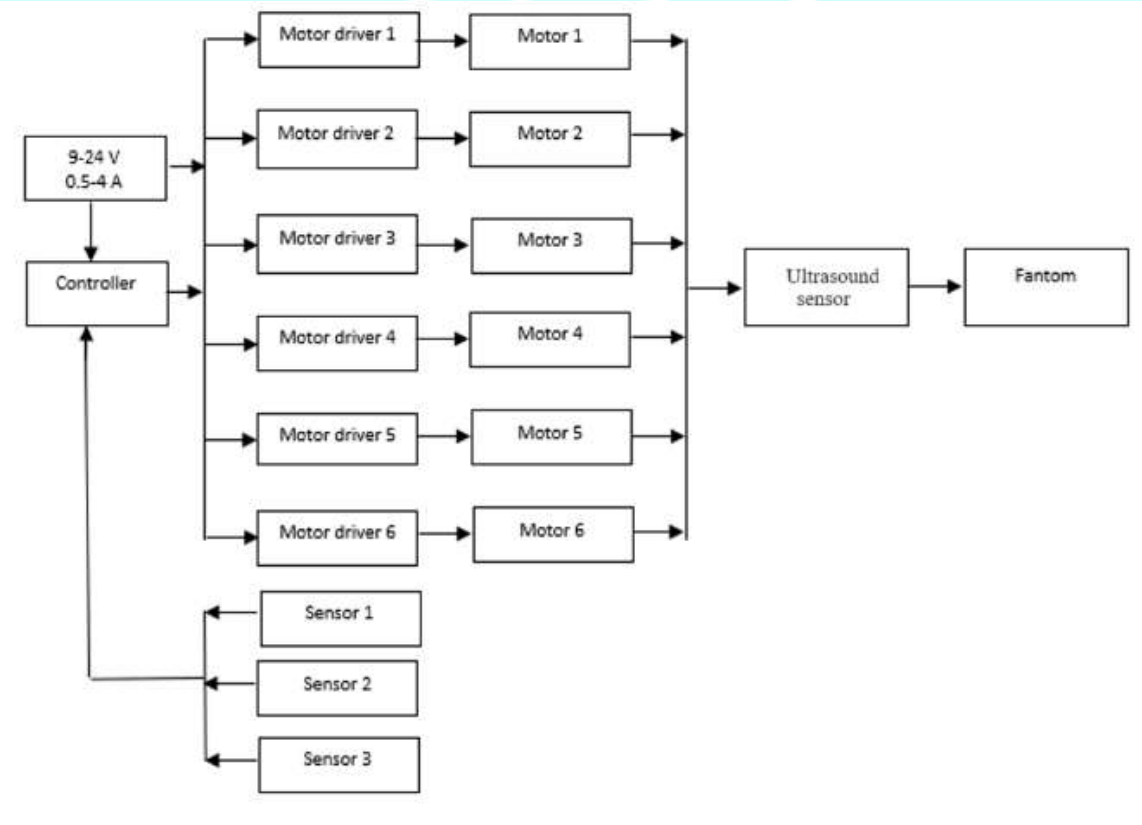
Ultrasound imaging remains one of the most effective and widely used diagnostic methods in contemporary medicine due to its non-invasive nature, real-time imaging capability, and absence of ionizing radiation. The accuracy and diagnostic value of ultrasound studies are critically dependent on the skill of the operator, who must skillfully manipulate the ultrasound probe by adjusting its position, angle, and applied pressure to acquire the clearest and most informative images possible. However, manual probe operation is inherently subject to variability, influenced by the operator's experience, fatigue, and patient-specific factors, which can lead to inconsistent image quality and challenges in replicating scans for follow-up examinations. To overcome these challenges, robotic-assisted ultrasound systems have been proposed and developed, aiming to automate probe positioning and manipulation to reduce operator dependency, enhance repeatability, and improve overall diagnostic accuracy. This paper focuses on the development of a comprehensive system integrating a robotic manipulator, control algorithms, and ultrasound image processing software designed to autonomously perform ultrasound scans on a specific human organ. The system is designed to deliver precise spatial control of the ultrasound probe through a six-degree-of-freedom robotic arm equipped with motorized joints driven by dedicated drivers,

ISSN 3030-3907

monitored via sensors providing feedback for closed-loop control. The control system receives power from a regulated power source and operates motors via motor drivers under commands from a central controller that also interfaces with sensory inputs for real-time feedback. The ultrasound sensor mounted on the robot's end-effector captures imaging data, which is processed to guide the robot's positioning for optimal imaging. The system is tested and validated using a phantom model that mimics human tissue properties, enabling calibration and performance evaluation without risk to patients. The primary objectives of this research are to develop an algorithm that translates desired probe positions into joint movements, implement a feedback loop based on real-time ultrasound image analysis to dynamically adjust probe placement, and create software capable of managing the hardware and processing imaging data efficiently. By achieving these objectives, the system promises to improve the standardization and reliability of ultrasound diagnostics, minimizing the variability introduced by manual operation and providing consistent, high-quality imaging necessary for accurate clinical assessment.

The hardware architecture of the system comprises a power supply capable of delivering a voltage range from 9 to 24 volts with a current output between 0.5 and 4 amperes to meet the energy demands of motors and control electronics. The central controller orchestrates the system's operations, issuing commands to motor drivers that control six individual motors corresponding to the robotic arm's joints, enabling complex multi-axis movement. Sensors positioned strategically on the robotic arm provide crucial data on position and force, feeding this back to the controller for precision in movement and safety. The motor drivers act as intermediaries, amplifying control signals from the controller into appropriate current and voltage levels required to drive the motors with the necessary torque and speed. The integration of these components forms a feedback-controlled system where the controller continuously monitors sensor data to adjust motor inputs, ensuring the robotic arm positions the ultrasound probe with high accuracy. The ultrasound sensor captures acoustic reflections from tissue, producing imaging data that is sent to the processing unit. The use of a phantom model during system testing facilitates calibration and performance measurement in a controlled environment, providing a reliable benchmark for clinical application. The entire hardware configuration is designed for seamless communication and synchronized operation, ensuring the robotic arm responds accurately to control commands and image-based feedback.

ISSN 3030-3907



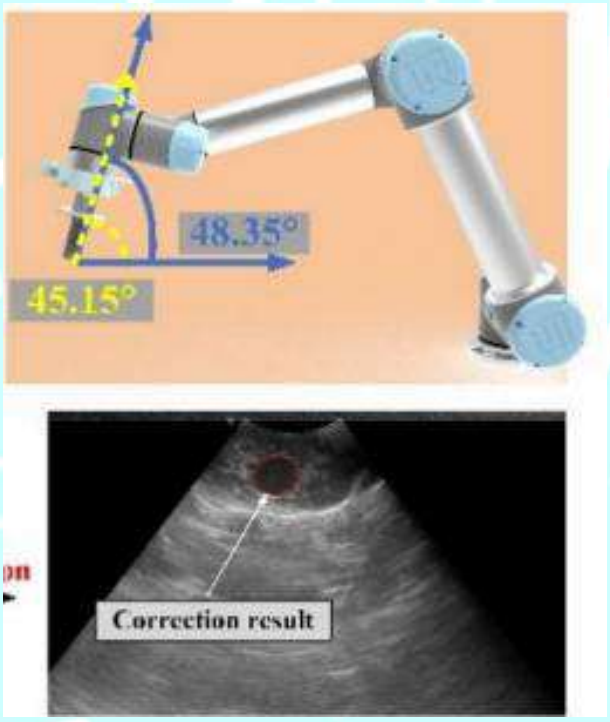
Picture 1. Block diagram of robotic system

The hardware and software architecture of the robotic ultrasound system integrates several components working in concert to achieve autonomous scanning. At the core of the system lies a robotic manipulator with six degrees of freedom (DOF). Each joint of the robotic arm is powered by an individual motor controlled by dedicated motor drivers, which are managed centrally by a controller unit. Power Supply: The system is powered by a 9 to 24-volt power source capable of delivering between 0.5 and 4 amperes, ensuring sufficient power for motors and control electronics. Controller: A microcontroller or embedded processor that orchestrates motor commands, reads sensor inputs, and executes control algorithms. Motor Drivers (1-6): Interface circuits between the controller and motors that amplify control signals to drive the motors at required torque and speed. Motors (1-6): Actuators that physically move the robotic arm's joints, enabling complex spatial positioning. Sensors (Sensor 1-3): These may include position encoders, force sensors, or accelerometers that provide feedback to the controller on the arm's actual state and contact forces. Ultrasound Sensor: Mounted at the end-effector, this probe captures ultrasound images of the target organ. Phantom Model: A synthetic object mimicking human tissue properties, used for calibration, testing, and validation.

The second image depicts a robotic arm designed for precise manipulation, equipped with multiple articulated joints, enabling it to achieve complex spatial positioning necessary for performing ultrasound examinations

ISSN 3030-3907

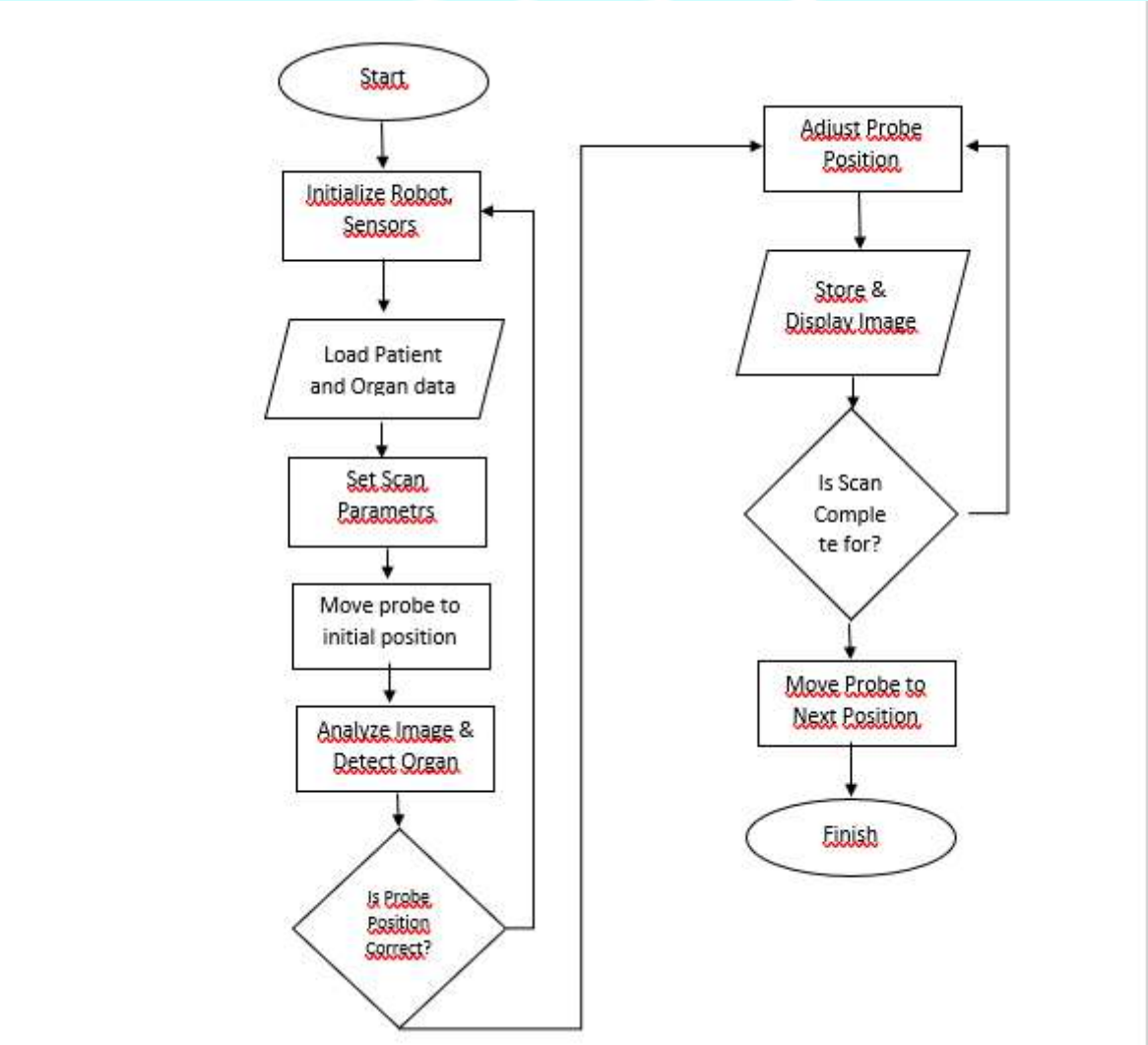
on a specific human organ. The image highlights the angular measurements between segments of the robotic arm, specifically showing angles of 45.15° and 48.35°, which are critical for positioning the ultrasound probe at optimal inclinations to ensure the best contact and imaging quality. These angles correspond to clinically recommended probe orientations that maximize ultrasound wave penetration and reflection, thereby enhancing image clarity. The robotic arm's flexibility, facilitated by these joint angles, allows it to adapt to the anatomical contours of the patient, ensuring consistent probe pressure and accurate scanning coverage.



Picture 2. Position of robot

The robotic arm provides six degrees of freedom, allowing complex positioning and orientation of the ultrasound probe. As demonstrated in Picture 2**,** the arm adjusts the probe's orientation with precise angular control, with typical angles shown as 45.15° and 48.35°. These angles optimize the contact between the probe and the organ surface for high-quality imaging.The control algorithm uses forward and inverse kinematics to compute the required motor positions and velocities. The controller sends commands to motor drivers, which in turn drive the motors to the desired angles.The control algorithm governing the robotic arm relies on both forward and inverse kinematics to determine the precise joint angles and motor commands required to achieve the desired probe position and orientation. Forward kinematics is used to compute the end-effector's current position and orientation based on the known angles of each motorized joint, providing real-time feedback for monitoring the arm's movement. Inverse kinematics, on the other hand, calculates the necessary joint angles and angular velocities that will position the probe at a specific target location with the correct orientation.

ISSN 3030-3907



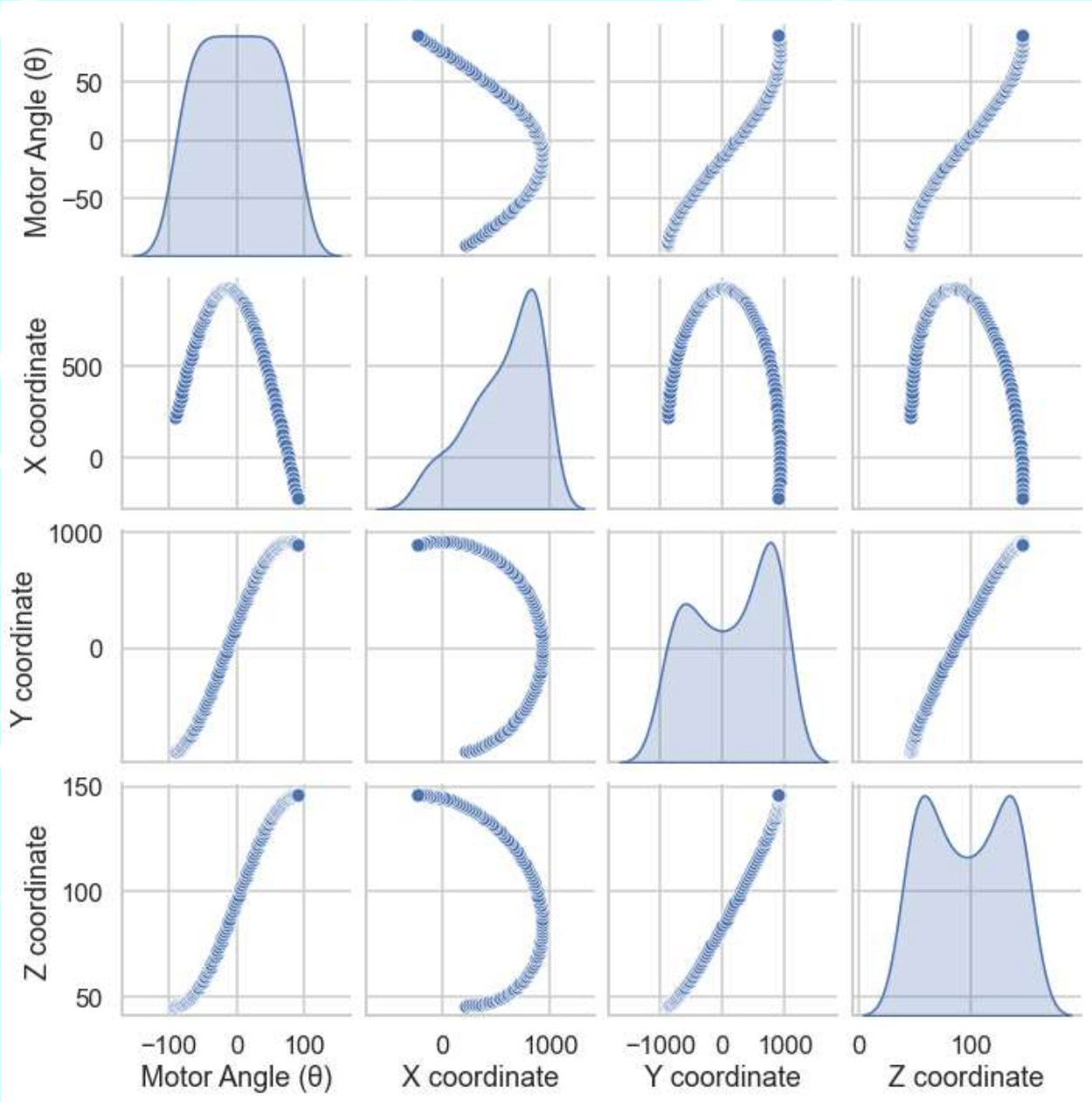
Picture 3. Algorithm (Step-by-Step Textual Flow)

1. Initialization: Load robotic arm parameters, sensor calibrations, and organ-specific anatomical data. Set scanning parameters such as velocity, angle limits, and safety thresholds.
2. Target Definition: Determine the target organ or tissue region using preloaded anatomical coordinates or preliminary imaging data.
3. Trajectory Calculation: Use inverse kinematics to calculate required joint angles for the probe to reach the target location. Plan smooth trajectories respecting acceleration and velocity constraints.
4. Probe Placement: Command the robotic arm to move the probe to the initial target position using motor drivers and joint feedback.
5. Image Acquisition: Capture real-time ultrasound images via the probe sensor.
6. Image Analysis: Process images using segmentation and boundary detection algorithms to identify the organ and evaluate image quality.
7. Feedback Correction: Compare detected organ position with desired target location. If misalignment occurs, calculate corrective joint movements and update motor commands.

ISSN 3030-3907

8. Loop Execution: Repeat steps 5–7 until the complete organ scan is performed, ensuring continuous optimization of probe placement.

9. Output Generation: Compile final ultrasound images, organ contours, and relevant diagnostic metrics for clinical use.



Picture 4. The relationship between the motor angle and the end-effector coordinates.

The Plotly graph is designed to comprehensively visualize and demonstrate the dynamic relationship between the motor angle of a robotic manipulator and the resulting spatial coordinates of the end-effector in three-dimensional space, capturing the precise X, Y, and Z positions corresponding to each specific motor joint rotation. Each point plotted in this interactive graph represents a unique configuration of the motor angle, and the associated position of the end-effector, allowing users to see how incremental changes in the joint rotation propagate through the manipulator to influence the final location of the

ISSN 3030-3907

robot's end-effector, providing a detailed understanding of the kinematic behavior of the system. The color of each point is mapped to the motor angle, employing a continuous gradient that intuitively conveys the variation of the angle across the trajectory, and making it immediately apparent how changes in the motor angle correlate with movements in three-dimensional space. The graph also connects consecutive points with a line, forming a trajectory that visually represents the continuous motion path of the end-effector as the motor rotates through its operational range, offering an intuitive perception of the manipulator's workspace coverage, reachability, and motion patterns. Users can interact with the graph using rotation, zoom, and pan functions, which allow them to examine the end-effector's trajectory from multiple viewpoints, inspect detailed positional data, and analyze both the overall behavior of the system and localized movements in specific regions of the workspace, enhancing understanding of how the robot operates in real-world conditions. Additionally, hovering over individual points provides precise numerical readouts of the X, Y, Z coordinates and the corresponding motor angle, which supports quantitative analysis, validation of kinematic models, and comparison against theoretical predictions or experimental measurements. This interactive visualization is particularly valuable for robotics research, education, and system design, as it bridges the gap between abstract joint angles and tangible spatial positions, facilitating both intuitive and analytical insights into the manipulator's kinematic performance. By providing an integrated view of motor input and end-effector output, the graph serves as a powerful tool for analyzing the efficiency, precision, and reliability of the robotic system, enabling engineers and researchers to optimize motion planning, trajectory generation, and control algorithms, and ensuring that the manipulator can achieve desired positions accurately while maintaining smooth and predictable motion, ultimately contributing to the development of more robust, precise, and intelligent robotic systems capable of performing complex tasks such as autonomous ultrasound scanning or other high-precision applications, while simultaneously offering a visually engaging and informative representation that enhances comprehension, communication, and decision-making in the design, analysis, and operation of robotic manipulators.

REFERENCES.

1. Current applications of robot-assisted ultrasound examination. Edgar m. Hidalgo bs a, leah wright phd b, mats isaksson phd a, gavin lambert phd ac, thomas h. Marwick mbbs, phd, mph bvolume 16, issue 2, February 2023, pages 239-247
2. A novel ultrasound robot with force/torque measurement and control for safe and efficient scanning,xianqiang bao,10.1109/tim.2023.3239925

ISSN 3030-3907

3. Burke, M., Lu, K., Angelov, D., Straizys, A., Innes, C., Subr, K., Ramamoorthy,S., 2020. Learning robotic ultrasound scanning using probabilistic temporal ranking. arXiv preprint arXiv:2002.01240 .
4. Merouche, S., Allard, L., Montagnon, E., Soulez, G., Bigras, P., Cloutier, G., 2015. A robotic ultrasound scanner for automatic vessel tracking and three-dimensional reconstruction of b-mode images. IEEE transactions on ultrasonics, ferroelectrics, and frequency control 63, 35–46.
5. https://www.researchgate.net/publication/351291902_robust__an_autonomous_robotic_ultrasound_system_for_medical_imaging
6. Guida, R., et al. , Modeling techniques for kinematic analysis of a six-axis robotic arm, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. Vol. 568. No. 1. IOP Publishing, 2019
7. Jozef Svetlik, Miroslav Štofa, Martin Pituk, Prototype development of a unique serial kinematic structure of modular configuration, MM Science Journal 2016 (2016): 994-998.
8. Sciavicco, Lorenzo, and Bruno Siciliano, Modeling and control of robot manipulators, Springer Science & Business Media, 2012
9. Khalil, Wisama, and Etienne Dombre, Modeling, identification and control of robots, ButterworthHeinemann, 2004. [
10. Schwejda, Martin. ,TAČR Centrum kompetente CIDAM Survey: Existing methods and tools for optimization of mechatronic systems in terms of structure, parameters and control, (2015).
11. Murray, Richard M., et al., A mathematical introduction to robotic manipulation, CRC press, 1994.
12. Nicolescu, Adrian-Florin, Florentin-Marian Ilie, and TudorGeorge Alexandru, Forward and inverse kinematics study of industrial robots taking into account constructive and functional parameter's modeling, Proceedings in Manufacturing Systems 10.4 (2015): 157.

ISSN 3030-3907

YER OSTI KONCHILIK ISHLARIDA BAZALT ARMATURALARIDAN FOYDALANISHNI AMALIYOTGA TADBIQ ETISH

M.O‘.Abduaxatov
Olmaliq davlat texnika instituti “Konchilik” fakulteti “Konchilik ishi” kafedrasi 1-bosqich 3M-25FQKQ guruh magistranti
E-mail: maqsudabduaxatov03@gmail.com
U.T.Toshtemirov
Olmaliq davlat texnika instituti “Konchilik” fakulteti “Konchilik ishi” kafedrasi dotsenti, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

Annotatsiya: Ushbu maqolada yer osti kon lahimlarini mustahkamlashda qo‘llanilayotgan zamonaviy anker tizimlari, ularning konstruktiv xususiyatlari, texnik-iqtisodiy samaradorligi, bazalt armaturasi hamda amaliyotga tadbiq etish masalalari yoritilgan. An’anaviy mustahkamlash usullariga nisbatan bazalt armaturalari bilan mustahkamlash tizimlarining afzalliklari tahlil qilinadi va O‘zbekiston konchilik sanoatida ularni keng joriy etish yo‘nalishlari ko‘rsatib o‘tiladi.

Kalit so‘zlar: magmatik tog‘ jinsi, bazalt, lahim, anker, deformatsiya, geomexanika, metal armature, bazalt kompozit armatura, FLAC3D dasturiy ta’minot, mustahkamlik chidamlilik.

Аннотация: В статье рассматриваются современные анкерные системы, применяемые для укрепления пластов подземных рудников, их конструктивные особенности, технико-экономическая эффективность, базальтовое армирование и вопросы практического применения. Проанализированы преимущества систем армирования с базальтовой арматурой перед традиционными методами армирования и указаны направления их широкого внедрения в горнодобывающей промышленности Узбекистана.

Ключевые слова: магматические породы, базальт, пласт, анкер, деформация, геомеханика, металлическая арматура, базальтокомпозитная арматура, программа FLAC3D, прочность, долговечность.

Abstract: This article examines modern anchor systems used to strengthen seams in underground mines, their design features, technical and economic efficiency, basalt reinforcement, and practical application issues. The advantages of basalt-based reinforcement systems over traditional reinforcement methods are analyzed and areas for their widespread implementation in the mining industry of Uzbekistan are identified.

ISSN 3030-3907

Keywords: igneous rocks, basalt, seam, anchor, deformation, geomechanics, metal reinforcement, basalt-composite reinforcement, FLAC3D software, strength, durability.

Kirish.

Yer osti konchilik ishlarining xavfsizligi va samaradorligi, eng avvalo, qazilgan lahimlarning turg‘unligi bilan chambarchas bog‘liq. Tog‘ jinslari bosimi, suv ta’siri, portlatish jarayonlari va boshqa omillar kon lahimlari devorlari hamda lahim ship qismida deformatsiyalar keltirib chiqaradi. Shu sababli, mustahkamlash tizimlarini to‘g‘ri tanlash va ularni zamonaviy texnologiyalar asosida qo‘llash konchilik ishlarining muhim bosqichidir. So‘nggi yillarda dunyo konchilik amaliyotida ankerli mustahkamlash tizimlari an’anaviy po‘lat ramali yoki betonli mustahkamlash vositalarini asta-sekin siqib chiqarmoqda. Bu esa nafaqat iqtisodiy tejamkorlik, balki ish unumdorligi va xavfsizlik darajasini oshirish imkonini beradi.

Asosiy qism. Anker - bu tog‘ jinslarini bir butun blok sifatida tutib turuvchi metall novda (bolt) yoki kabelli konstruksiya bo‘lib, u tog‘ jinsining ichiga o‘rnatiladi va maxsus aralashmalar bilan mustahkamlanadi. Ankerlar odatda quyidagi asosiy turlarga bo‘linadi: mexanik (ponali, konusli); kimyoviy (epoksid yoki polimer asosli); kombinatsiyalashgan (mexanik va kimyoviy usullar uyg‘unlashgan).

Hozirda konchilik amaliyotida **trosli ankerlar, o‘zini siquvchi ankerlar, shnekli ankerlar** keng qo‘llanmoqda. Ularning asosiy afzalliklari:

- o‘rnatish tezligi yuqori;
- og‘ir po‘lat ramalarga ehtiyoj kamayadi;
- tog‘ jinslarining tabiiy turg‘unlik xususiyatini saqlaydi;
- ish joyida xavfsizlikni oshiradi;
- uzoq muddatli ekspluatatsiyada ishonchliligi yuqori.

Kon mustahkamlagichlarga qo‘yiladigan asosiy talablar: harakat xavfsizligini ta’minlash (kon ishchilari, transportlar); kon bosimini boshqarish; lahimning xizmat muddati bo‘yicha shakli va o‘lchamlarini o‘zgarishsiz saqlash; lahim atrofidagi tog‘ jinslarning o‘pirilishini oldini olish, shu asosida mustahkamlagich turi tanlaniladi. Mustahkamlagich o‘ta chidamli, ixcham, o‘rnatish qulay bo‘lishi va keyinchalik uni ta’mirlab turish uchun kam xarajat sarflanadigan bo‘lishi zarur. Xususan mustahkamlash materiali yong‘inga chidamli, suv o‘tkazmaydigan, qiyin geologik sharoitda ham oson o‘rnatish imkoniyati bo‘lgan sifatlarga ega bo‘lishi lozim.

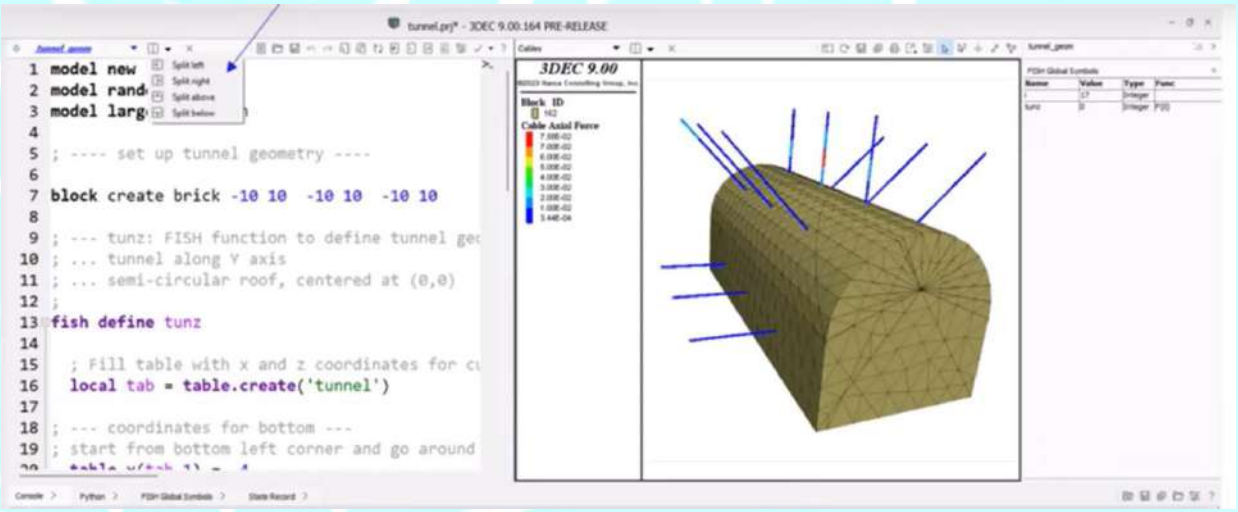
Hozirgi kunda konchilik korxonalarida metall armaturalardan ankerli mustahkamlagichlar sifatida foydalanib kelinmoqda. Bu albatta metall armaturlardan bo‘lganligi uchun ham iqtisodiy jihatdan ancha yuqori mablag‘

ISSN 3030-3907

sarflanishiga sabablardan biridir. Men bu maqolada aynan shu anker mustahkamlagichlarda foydalaniladigan metal armaturalar o‘rniga bazalt kompozit armaturalarini qo‘llashni tavsiya bermoqchiman, asosiy sababi mahalliy xom-ashyo bo‘lib, narxi, miqdori, turg‘unligi, pishiqligi va ko‘plab jihatlari metal armaturalardan ustunroqdir. [1-2]

Tog‘ jinslari deformatsiyasini matematik modellashtirish va geomexanik tahlil asosida anker uzunligi, joylashuv oraliqlari va mustahkamlash sxemasi aniqlanadi. Bu jarayon ***FLAC3D*** kabi dasturiy ta’minot yordamida modellashtiriladi. [3]

Natijada optimal sxemalar ishlab chiqilib, real sharoitlarda sanoat sinovidan o‘tkaziladi. (1-rasm)



1-rasm.Anker uzunligi, joylashuv oraliqlari va mustahkamlash sxemasining geomexanik tahlili (FLAC3D dasturiy ta’minoti yordamida**)**

Bazalt-kompozit armaturasi-bazalt tolasidan tayyorlangan bo‘lib, po‘latdan ancha pishiq va chidamli hisoblanadi va bu amaliyotda o‘z isbotini topgan. Bazalt-kompozit armatura ham beton kabi issiqlik kengayish koeffitsiyentiga ega va quyidagi sohalarda ya’ni: ko‘priklar, yo‘llar, tonnellar va boshqa muhandislik inshootlari qurish; beton va boshqa qurilish materiallarini armaturalash; kompozit materiallar tayyorlash; gidrotexnika sanoati; transport vositalarini ishlab chiqarish keng qo‘llanilib kelinmoqda.

Hozirgi kunda “Basalt Uzbekistan” kompaniyasi Respublikamizda bazalt kompozit qurilish materiallarini ishlab chiqaruvchi yetakchi kompaniya hisoblanadi. [4]

"Osmonsoy-1" karyeridan bazalt magmatik tog‘ jinsini qazib olib, undan quyidagi qurilish materiallarini ishlab chiqaradi: bazalt tolasi; bazalt fibrasi; bazalt geosetkasi; bazalt quvurlari; bazalt izolyatsion materiali; bazalt armaturasi. (2-rasm)

ISSN 3030-3907



2-rasm. Metal va bazalt armaturalarini taqqoslangan holati

Bazalt-kompozit armaturalari bir qancha afzalliklarga egadir: yuqori mustahkamlik va uzilishga chidamlilik; korroziya va agressiv kimyoviy moddalarga chidamlilik; ekologik xavfsiz, chunki tarkibida zararli kimyoviy birikmalar mavjud emasligi; yengillik va foydalanishdagi qulaylik, chunki bazalt kompozit armaturalari an'anaviy materiallarga qaraganda ancha kichik; uzoq muddatli va tejamkor, chunki bazalt kompozit armaturalari korroziyaga chidamliligi yuqori va muntazam almashtirishni talab qilmasligidadir.

Xulosa. Zamonaviy anker mustahkamlash tizimlarini yer osti konchilik ishlarida qo'llash: kon lahimlari turg'unligini ta'minlaydi; qurilish muddatini qisqartiradi; mehnat xavfsizligini oshiradi; mustahkamlash materiallari sarfini kamaytiradi; umuman olganda, konchilik ishlab chiqarishining iqtisodiy samaradorligini oshiradi. Kelgusida O'zbekiston konlarida ankerli mustahkamlash tizimlarini yanada kengroq joriy etish, mahalliy ishlab chiqaruvchilarning texnik imkoniyatlarini oshirish va yangi, yuqori mustahkamlikdagi kompozit anker turlarini ishlab chiqish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirzaaxmedova O'.A., Razzaqov S.J. Bazalt armaturali egiluvchi to'sinlarning kuchlanganlik – deformatsiyalanuvchanlik holati va mustahkamligi // Scientific Journal Construction and Education ISSN 2181-3779, Volume 3, issue 4 2024.
2. https://cyberleninka.ru/article/n/bazalt-armaturali-egiluvchi-to-sinlarning-kuchlanganlik-deformatsiyalanuvchanlik-holati-va-mustahkamligi/viewer

3. Axmedov B.B. Kompozit armaturani cho‘zilishga sinovi va zo‘riqtirilgan beton konstruksiyalarning tarangligini amalga oshirish uchun ankerli qurilma ishlab chiqish // interaktiv.oak.uz›avtoreferat/3aO8394fO1.file
4. https://itascasoftware.com/products/3dec/
5. https://youtu.be/PVDo68Rl338?t=3

ISSN 3030-3907

STRUCTURAL AND FUNCTIONAL FEATURES OF ANIONIC ACRYLAMIDE COPOLYMERS IN THE FLOCCULATION OF MODEL MINERAL AND OIL-CONTAINING SYSTEMS.

Guliniso Jumayeva
General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Aziza Abdikamalov
General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Izzat Eshmetov
General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Sayyora Mamataliyeva
General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Mirtokhir Muratov
General and Inorganic Chemistry of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan

Abstract. The study presents the results of research on the synthesis and application of anionic copolymers of acrylamide with acrylic and maleic acids for the flocculation of mineral suspensions and oil-containing emulsions. The structural features of the copolymers were confirmed by IR spectroscopy, thermal analysis, and powder X-ray diffraction. The phase and particle-size composition of model mineral dispersions (bentonite and calcium carbonate) was examined, as well as their clarification kinetics in the presence of various flocculants. It was shown that calcite systems tend to undergo rapid sedimentation and require minimal flocculant dosages, whereas smectite-containing dispersions exhibit high stability and strong sensitivity to environmental conditions. In “oil–water” emulsion systems, the synthesized copolymers provided deeper clarification and a faster breakdown of droplet structures compared to industrial analogues. Optimal dosages were identified in the range of 0.2–0.3 %, above which restabilization was observed. The obtained results substantiate the use of the new anionic acrylamide copolymers in the treatment of wastewater with mixed organo-mineral composition.

Keywords: flocculation, polyacrylamide, copolymers, bentonite, calcium carbonate, oil-containing emulsions, IR spectroscopy, X-ray diffraction, thermal analysis.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotda akrilamidning akril va malein kislotalari bilan olinadigan anion sopolimerlarini mineral suspenziyalar va neft tarkibli

ISSN 3030-3907

emulsiyalarni flokulyatsiyalashda qo‘llash va ularni sintez qilish bo‘yicha olingan natijalar keltirilgan. Sopolimerlarning strukturaviy xususiyatlari IK-spektroskopiya, termoanaliz va kukunsimon rentgen difraksiyasi orqali tasdiqlandi. Model mineral dispersiyalar (bentonit va kaltsiy karbonat)ning fazaviy va granulometrik tarkibi hamda turli flokulyantlar ishtirokidagi tiniqlashish kinetikasi o‘rganildi. Kaltsit tizimlari tez cho‘kishga moyil bo‘lib, minimal flokulyant miqdorini talab qilishi aniqlandi; smektit tarkibli dispersiyalar esa yuqori barqarorlik va muhit sharoitlariga sezgirlik bilan ajralib turadi. “Neft–suv” tipidagi emulsiyalarda sintez qilingan sopolimerlar sanoat analoglariga nisbatan chuqurroq tiniqlashish va tomchi strukturasi tezroq buzilishini ta’minladi. Optimal dozalash 0,2–0,3 % oralig‘ida bo‘lib, undan oshirilganda qayta barqarorlashish kuzatildi. Olingan natijalar organo-mineral tarkibli oqova suvlarni tozalashda yangi anion akrilamid sopolimerlaridan foydalanish imkoniyatlarini asoslaydi.

Kalit so‘zlar: flokulyatsiya, poliacrilamid, sopolimerlar, bentonit, kaltsiy karbonat, neft tarkibli emulsiyalar, IK-spektroskopiya, rentgen difraksiyasi, termoanaliz.

Аннотация. Представлены результаты исследований по синтезу и применению анионных сополимеров акриламида с акриловой и малеиновой кислотами для флокуляции минеральных суспензий и нефтесодержащих эмульсий. Структурные особенности сополимеров подтверждены методами ИК-спектроскопии, термоанализа и порошковой рентгенографии. Изучены фазовый и гранулометрический состав модельных минеральных дисперсий (бентонит и карбонат кальция), а также их кинетика осветления в присутствии различных флокулянтов. Показано, что кальцитовые системы склонны к быстрой седиментации и требуют минимальных доз флокулянта, тогда как смектитсодержащие дисперсии характеризуются высокой устойчивостью и выраженной чувствительностью к условиям среды. В эмульсионных системах типа «нефть–вода» синтезированные сополимеры обеспечили более глубокое осветление и ускоренное разрушение капельных структур по сравнению с промышленными аналогами. Оптимальные дозы составили 0,2–0,3 %, при превышении которых наблюдается рестабилизация. Полученные результаты обосновывают применение новых анионных сополимеров акриламида в процессах очистки сточных вод смешанного органо-минерального состава.

Ключевые слова: флокуляция, полиакриламид, сополимеры, бентонит, карбонат кальция, нефтесодержащие эмульсии, ИК-спектроскопия, рентгенография, термоанализ.

Introduction

ISSN 3030-3907

The problem of treating wastewater containing mineral and organo-mineral dispersions remains highly relevant due to increasing anthropogenic pressure and the need for resource conservation. Mineral suspensions formed during ore processing, the manufacture of construction materials, and the treatment of industrial effluents, as well as “oil–water” emulsions characteristic of the petrochemical and energy sectors, represent stable dispersed systems that hinder clarification and filtration processes.

One of the most effective approaches to destabilizing such systems involves the use of polymeric flocculants capable of inducing particle agglomeration through adsorption on particle surfaces and the formation of inter-particle bridges. Of particular interest are anionic acrylamide copolymers, which combine high molecular weight, water solubility, and the presence of functional groups capable of electrostatic and coordination interactions. Their efficiency is determined not only by molecular weight and degree of ionization, but also by the distribution of carboxyl units along the macromolecular chain, which directly affects adsorption behavior and the resistance of flocs to shear forces.

LITERATURE REVIEW AND METHODS

The literature indicates that the flocculation activity of polyacrylamides and their copolymers depends strongly on the nature of the mineral phase. Clay minerals containing montmorillonite exhibit high negative charge density, necessitating significant reagent dosages and an extended slow-mixing stage [1–3]. In carbonate systems, surface calcium centers play a key role, being capable of forming coordination bonds with polymer carboxyl groups [4–6]. In the presence of organic components (oil, surfactants, natural organic matter), additional complications arise due to competitive adsorption and shielding of active sites [7–9].

The aim of this work is to establish the relationship between the structure of anionic acrylamide copolymers and their efficiency in the flocculation of model mineral and organo-mineral systems, and to identify the interaction mechanisms that determine optimal dosing regimes and the stability of the resulting flocs.

Bentonite from the Navbakhor deposit (a smectite-containing clay) and calcium carbonate (commercial chalk, predominantly calcite) were used as model mineral dispersions. Mineral characterization included determination of phase composition by X-ray diffraction analysis (XRD, Cu Kα radiation), measurement of interplanar spacings, and estimation of impurity phase content.

Particle-size distribution was determined by sieve analysis across standard fractions (>0.42 mm; 0.42–0.297 mm; 0.297–0.105 mm; 0.105–0.062 mm; 0.062–0.044 mm; <0.044 mm).

ISSN 3030-3907

Acrylamide copolymers with acrylic (AA–AC, 8FAK) and maleic (AA–MC, 8FMK) acids were synthesized via radical polymerization in aqueous medium. Commercial analogues used for comparison included polyacrylamide (RAAM) and hydrolyzed polyacrylonitrile (GIPAN).

Clarification kinetics of mineral suspensions was evaluated in cylindrical tubes by monitoring the evolution of the clarified layer volume over time. The influence of organic impurities was studied using model oil-in-water emulsions (40:60) stabilized with sodium stearate (1%). The effect of the flocculants was assessed by measuring changes in optical density (UV-5100 spectrophotometer, λ = 600 nm) during storage of the samples at 25 °C.

RESULTS AND DISCUSSION

Structural and phase characteristics of mineral dispersions.

According to X-ray diffraction data, calcium carbonate is predominantly represented by calcite (space group R-3c). The diffractogram exhibits distinct reflections at 2θ ≈ 39.5° (plane (113)), as well as peaks in the regions 31.3–31.5° and 71.6–71.8°, characteristic of calcite (Fig. 1). The low background intensity and absence of additional maxima confirm the high purity and crystallinity of the sample.

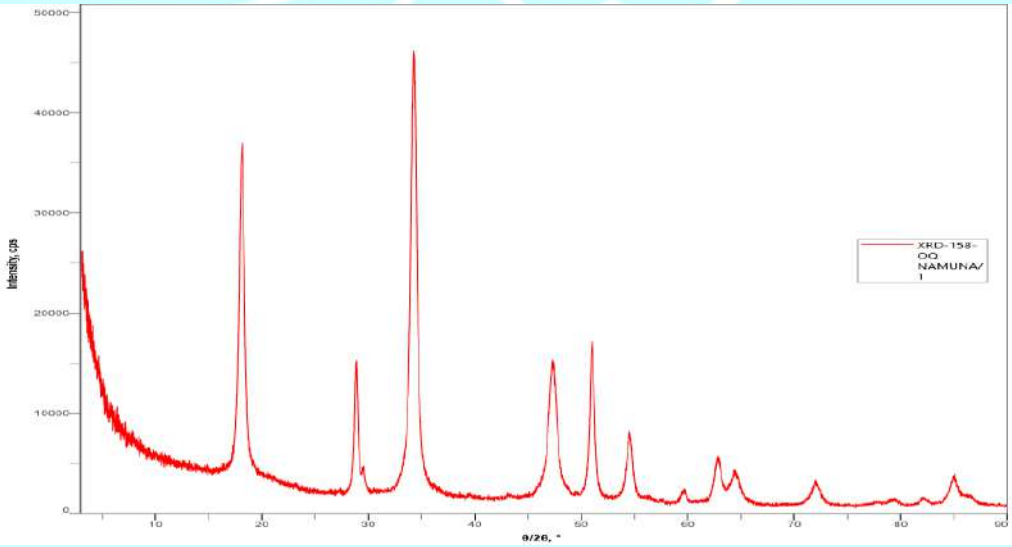


Fig. 1. X-ray diffractogram of calcium carbonate.

For bentonite (Fig. 2), low-angle reflections at d001 ≈ 16.6–13.6 Å are characteristic, indicating interlayer hydration of montmorillonite. In the mid-angle range, reflections corresponding to illite (d ≈ 10 Å) and kaolinite (d ≈ 7.1 Å) are observed, as well as intense quartz lines (2θ ≈ 26.6°) and calcite reflections (2θ ≈ 29.5°). Thus, the examined bentonite represents a smectite-containing material with quartz and carbonate impurities, typical of natural clays.

ISSN 3030-3907

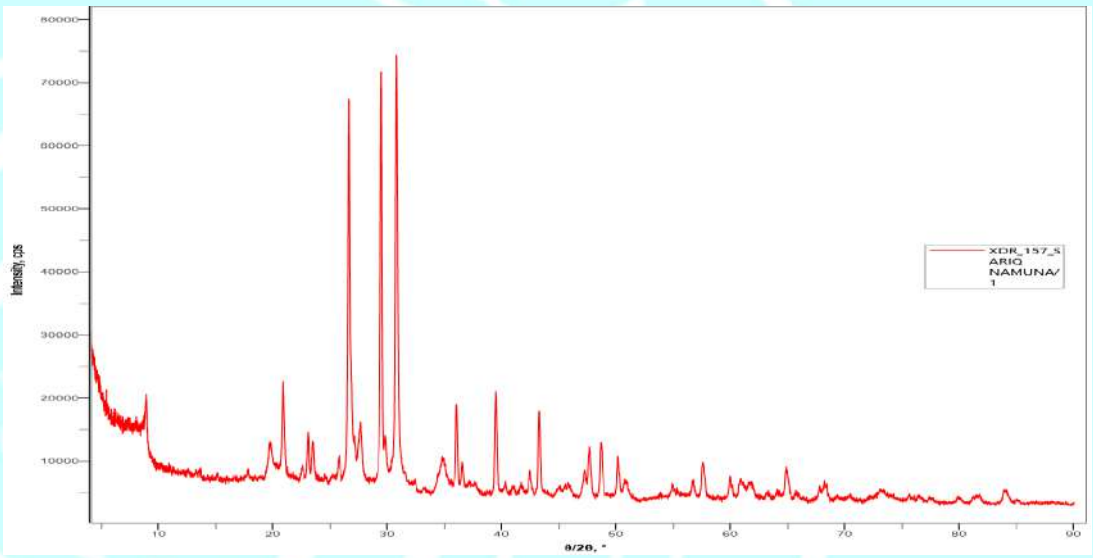


Fig. 2. X-ray diffractogram of bentonite.

Particle-size analysis (Table 1) revealed notable differences in dispersity: bentonite contains a substantial proportion of fine particles (<0.105 mm — 37.4 %), including 22.4 % of the <0.044 mm subfraction, which determines its high specific surface area and negative charge. Calcium carbonate, by contrast, is dominated by coarser fractions (>0.297 mm — 52.3 %), which explains its rapid sedimentation and low colloidal component.

Table 1.

Particle-size distribution of the samples

Sample	>0,42 mm	0,42–0,297 mm	0,297–0,105 mm	0,105–0,062 mm	0,062–0,044 mm	<0,044 mm
Bentonite	10,32	31,94	20,34	13,25	1,71	22,44
Chalk	9,94	42,35	34,14	5,24	0,74	7,59

These differences in mineralogy and dispersity determine fundamentally different mechanisms of interaction with flocculants: bentonite requires higher dosages and longer polymer bridges, while calcite is efficiently flocculated at low dosages due to coordination of polymer carboxyl groups with Ca^{2+} ions.

Clarification kinetics of mineral suspensions.

In the absence of flocculants, the calcite suspension clarifies rapidly (Fig. 3): the clarified layer reaches 90 % in under 100 min. For bentonite, the process is significantly slower: the plateau is reached only at ~40 %, and the half-clarification time is four times longer than for calcite.

ISSN 3030-3907

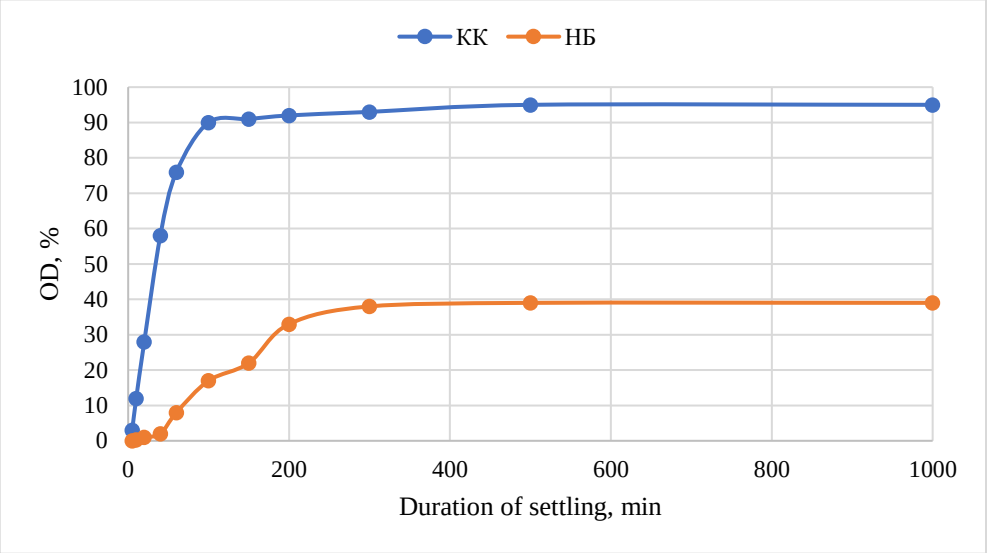


Fig. 3. Clarification kinetics without flocculant.

Upon addition of flocculants (Fig. 4), the kinetics accelerate considerably, but the dose dependence differs. For calcite, optimal dosages range from 0.1–0.25 %, at which the AA–MC copolymer provides up to 88 % clarification. For bentonite, maximum efficiency is achieved at 0.2–0.5 %, where the AA–AC copolymer yields up to 88 % clarification. When optimal dosages are exceeded, restabilization occurs due to surface saturation and the onset of electrosteric stabilization.

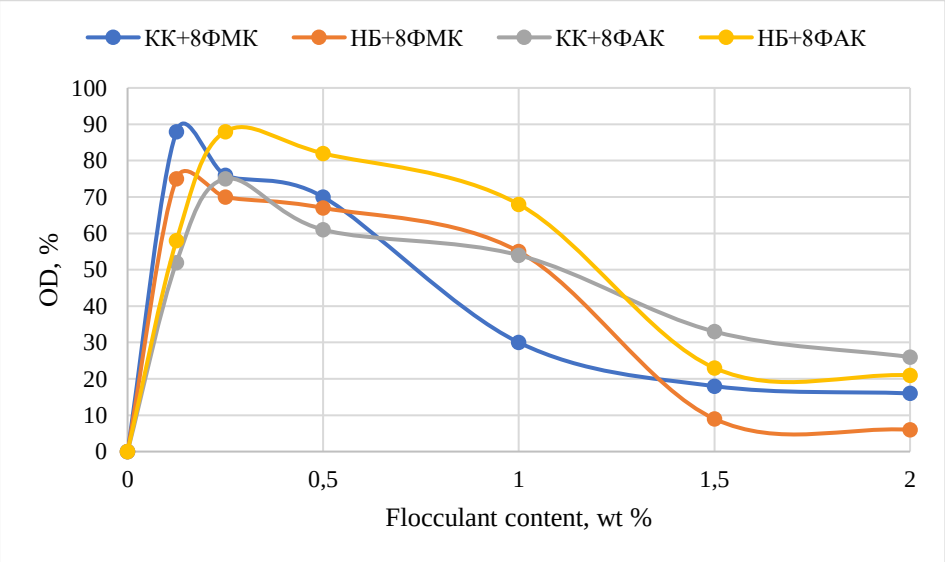


Fig. 4. Flocculation kinetics at different flocculant concentrations.

Influence of organic components.

ISSN 3030-3907

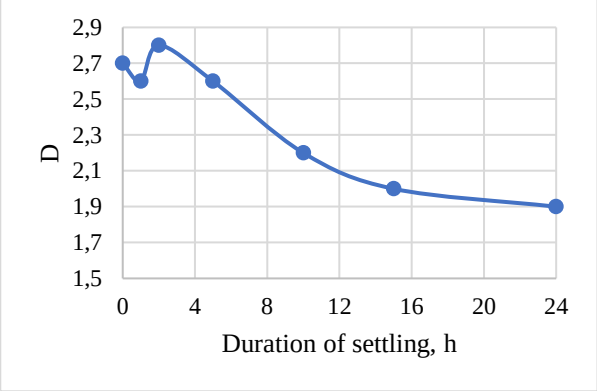


Fig. 5. Change in optical density during storage (25 °C).

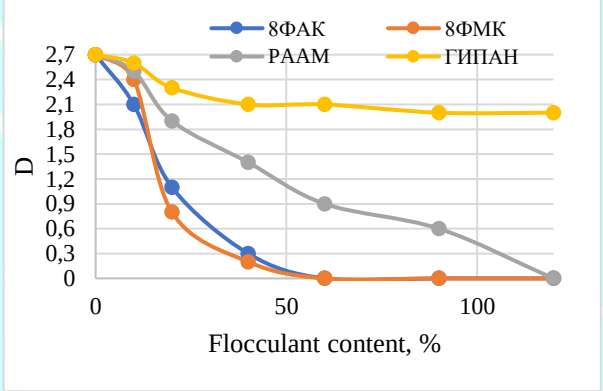


Fig. 6. Change in optical density under the action of flocculants at 0.25 wt% (25 °C).

In the model “oil–water” emulsion stabilized with sodium stearate, the system remains stable in the absence of reagents: optical density decreases by only ~30 % in 24 h (Fig. 5). Upon addition of AA–AC and AA–MC copolymers, the process accelerates sharply: within 40 h the optical density decreases by more than 70 %, and by 60 h complete clarification is achieved (Fig. 6).

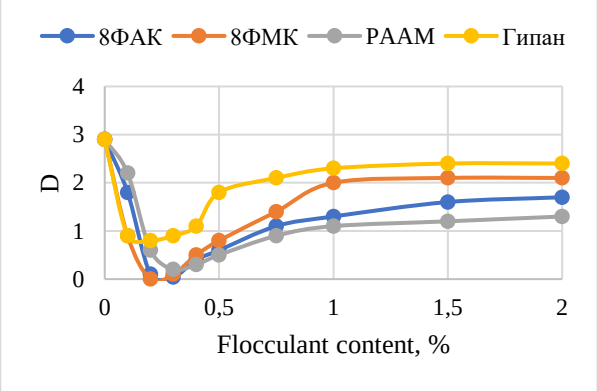


Fig. 7. Change in optical density of the oil–water–bentonite (0.05 %) system under different flocculant concentrations (25 °C).

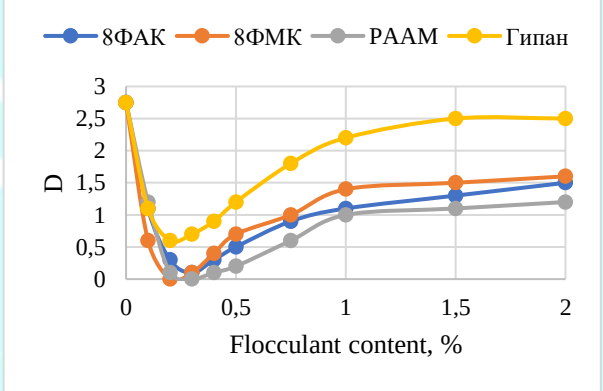


Fig. 8. Change in optical density of the oil–water–$CaCO_3$ (0.05 %) system under different flocculant concentrations (25 °C).

In the three-phase systems “oil–water–bentonite” (Fig. 7) and “oil–water–$CaCO_3$” (Fig. 8), the influence of the mineral phase becomes evident. In the presence of bentonite, optimal dosages of the copolymers shift to the range 0.2–0.3 %, where minimal turbidity is achieved. In the calcite system, the effect is more pronounced for the AA–MC copolymer: due to coordination interactions with calcium ions, the operating dosage window broadens and restabilization becomes less abrupt.

Thus, the interaction of flocculants in organo-mineral systems is governed by both the polymer’s chemistry and the nature of the mineral matrix.

CONCLUSION

ISSN 3030-3907

The study demonstrates that the efficiency of anionic acrylamide copolymers in flocculation depends on the structure of the mineral phase and environmental conditions. For calcite dispersions, the copolymer containing maleic acid is the most effective at low dosages (0.1–0.2 %), ensuring rapid formation of calcium coordination bridges. For smectite-containing systems, the copolymer with acrylic acid is optimal at dosages of 0.2–0.5 %, where the dominant factor is the formation of long interparticle polymer bridges.

In oil-containing emulsions, the synthesized copolymers outperform industrial analogues: they provide deeper clarification, shorter demulsification times, and lower residual turbidity. Polyacrylamide acts more slowly, while hydrolyzed polyacrylonitrile exhibits a stabilizing effect, making it unsuitable for such applications.

The practical significance of the work lies in the fact that the identified mechanisms justify the selection of copolymer type and dosage range depending on the mineralogy and organic composition of wastewater. The results can be used to design flocculation-based treatment technologies for complex multicomponent systems.

REFERENCES

1. Bolto B., Gregory J. Organic polyelectrolytes in water treatment. *Water Research*. 2007;41(11):2301–2324. DOI: 10.1016/j.watres.2007.03.012

2. Vajihinejad V., Soares J.B.P. Water Soluble Polymer Flocculants: Synthesis, Characterization, and Performance Assessment. *Macromolecular Materials and Engineering*. 2019;304(1):1800526. DOI: 10.1002/mame.201800526

3. Xiong B., Loss R.D., Shields D., Pawlik M., Zeng H. Polyacrylamide degradation and its implications in environmental systems. *npj Clean Water*. 2018;1:17. DOI: 10.1038/s41545-018-0016-8

4. Feng L., Zheng H., Gao B., et al. Fabricating an anionic polyacrylamide (APAM) with an anionic microblock structure for high turbidity water separation and purification. *RSC Advances*. 2017;7:28918–28930. DOI: 10.1039/C7RA05151D

5. Ma J., Zheng H., Tan M., et al. Synthesis, characterization, and flocculation performance of anionic polyacrylamide P(AM–AA–AMPS). *Journal of Applied Polymer Science*. 2013;129(4):1984–1991. DOI: 10.1002/app.38900

6. Teh C.Y., Budiman P.M., Shak K.P.Y., Wu T.Y. Recent advancement of coagulation–flocculation and its application in wastewater treatment. *Industrial & Engineering Chemistry Research*. 2016;55(16):4363–4389. DOI: 10.1021/acs.iecr.5b04703

ISSN 3030-3907

7. Lee C.S., Robinson J., Chong M.F. A review on application of flocculants in wastewater treatment. *Process Safety and Environmental Protection*. 2014;92(6):489–508. DOI: 10.1016/j.psep.2014.04.010
8. Lapointe M., Barbeau B. Evaluation of activated starch as an alternative to polyacrylamide polymers for drinking water flocculation. *Journal of Water Supply: Research and Technology — AQUA*. 2015;64(3):333–343. DOI: 10.2166/aqua.2014.114
9. Lv Y., Li H., Li S., et al. Hydrophobically Associating Polyacrylamide “Water-in-Water” Emulsion Prepared by Aqueous Dispersion Polymerization: Synthesis, Characterization and Rheological Behavior. *Molecules*. 2023;28(6):2698. DOI: 10.3390/molecules28062698
10. Wang J.P., Chen Y.Z., Wang Y., Yuan S.J., Yu H.Q. Optimization of the coagulation–flocculation process for pulp mill wastewater treatment using a combination of uniform design and response surface methodology. *Water Research*. 2011;45(17):5633–5640. DOI: 10.1016/j.watres.2011.08.023

ISSN 3030-3907

УДК 677.051.

ПУАНСОН ВА МАТРИЦА ТЕКИС ИШЧИ ЮЗАЛАРИ БИЛАН КЕСИШДАГИ ТАЪСИР КУЧИНИ НАЗАРИЙ АНИҚЛАШ НАТИЖАЛАРИ

Мадрахимов Д.У.

Толали екинлар илмий тадқиқот институти т.ф.ф.д. PhD

Мансуров И. И.

Андижон давлат техника институти таянч докторант

Аннотация: Мақолада 65Г ва У8Г маркали пўлатларни пуансон ёрдамида кесиш жараёнида ҳосил бўладиган кучларни ҳисоблаш ва уларни камайтиришнинг назарий илмий натижалари келтирилган.

Калит сўзлар: пуансон, матрица, кесиш, жараён, кесишкучи, пўлат, лист,математикмодель, ишқаланиш, коэффициент, деформация.

Аннотация: В статье приведены теоретические научные результаты по расчёту сил, возникающих при процессе вырубки сталей марок 65Г и У8Г с помощью пуансона, а также методы их уменьшения.

Ключевые слова: пуансон, матрица, резание, процесс, режущий инструмент, сталь, лист, математическая модель, трение, коэффициент, деформация.

Annotation: The article presents theoretical scientific results on calculating the forces generated during the cutting process of 65G and U8G grade steels using a punch, as well as methods for reducing these forces.

Key words: punch, die, cutting, process, cutter, steel, sheet, mathematical model, friction, coefficient, deformation.

Кириш

Материалларни ишлаш технологияларининг шиддатли ривожланиши даврида шаклланиш жараёнларини таҳлил қилишга қадимий ёндашувлар фундаментал қайта кўриб чиқишни талаб қилади. Жинва линтер арраларининг тишларини кесиш асбоби пўлат диск (загатовка)нинг локаллашган юқори тезликдаги ўзаро таъсирининг кам учрайдиган ҳолатини тасвирлайди, бунда узлуксиз муҳитлар механикасининг классик модели микро ва нано ўлчамлардаги физик жараёнларнинг мураккаблиги туфайли бир қанча қийинчиликларга дуч келинади.

Пуансон ва матрица текисишчиюзлари билан кесиш учун зарур бўлган P кучи қуйидаги формула бўйича аниқланади [1]:

$$P = L \cdot \delta \cdot \tau_0 \text{ ,H} \qquad (1)$$

Бу ерда:L- кесишпериметри, мм;

δ- лист материалнингқалинлиги, мм;

τ_0- штамплардаматериалникесишгақаршилиги, Н/мм^2

ISSN 3030-3907

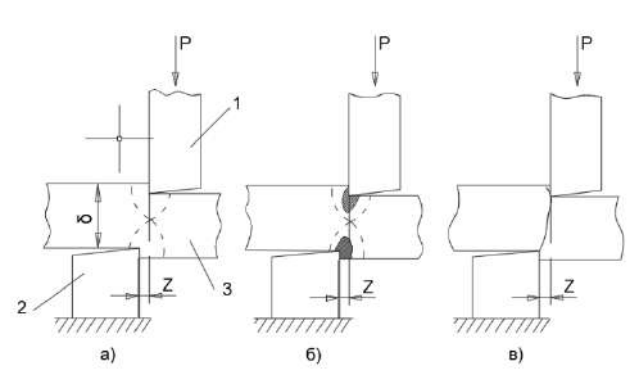
Кесиш ва тешиш учун (1) формуладаги Р кучини қуйидаги усуллар билан камайтириш мумкин:

1) Материални қиздириш орқали τ_0 кесишга қаршилик камайтирилади, бунда қалинлигиδ<2,5…3,0 ммбўлган материал қўлланилмайди.

2) Пуансонларнинг поғонасимон жойлашуви (кўп пуансонли штамплар), бунда пуансонларнинг ишчи юзалари поғоналар кўринишида жойлаштирилади.

3) Қийшиқ кесувчи қирраларга эга (тўлқинсимон) пуансон ёки матрицани қўллашда қирранинг бир қисми пресс столига параллел қолиши мумкин. Пластик босқичда пуансоннинг металлга ботирилиши ва пластик деформациялар катталашиши ҳисобига уни матрица тешигига сиқиб чиқариш содир бўлади, бунда кучланишлар интенсивлиги материал $Б_т$ оқиш чегарасига етганда пластиклик шарти бажарилади (1-расм, б). Пуансоннинг кесувчи қирраси остида сиқилишида ҳажмий кучланиш ҳолати шаклланади, бу металлнинг пластик оқишига ижобий таъсир кўрсатади. Матрица кесувчи қирраси устида, z – тирқиш масофасида жойлашган жойда, радиал чўзилиш кучланишлари билан кучланиш ҳолати юзага келади, бу пластик оқиш учун камроқ қулай ва кесиш зонасида микродеворларнинг пайдо бўлишига сабаб бўлади. Иккинчи босқич тугаш вақтида матрица кесувчи қирралари атрофидаги локал кучланишлар металлнинг кесишга қаршилиги $P = L \cdot \delta \cdot \tau_0$ га тенг бўлган максимал қийматга етади [4].

Кесиш жараёнининг учинчи босқичи (1-расм, в) матрица кесувчи қирраларида ёрилиш деворлари ҳосил бўлиши билан тавсифланади [2].



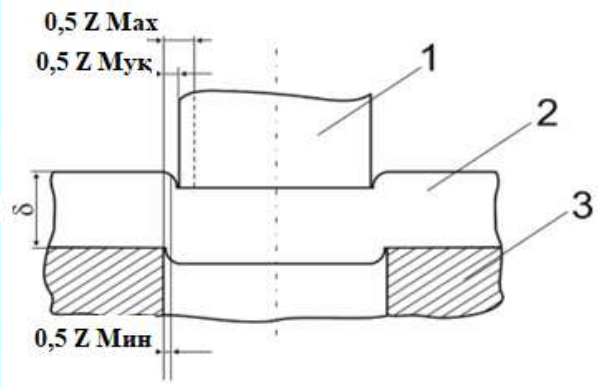
1-расм. Қалинлиги δ бўлган лист материалини (3) пуансон (1) ва матрица (2) ўртасидаги z тирқиш билан Р кучи таъсирида кесишда ажратиш операциясининг кетма-кетлиги: а) эластик босқич; б) пластик босқич (штрихланган зона); в) ёрилиш.

Кесиш-тешиш жараёнида деформация ўчоғи зонасидаги тайёрлама (заготовка)нинг пластик деформацияланадиган юзаси пуансон юзасига нисбатан ҳаракатланади. Шунинг учун металлнинг пластик деформацияланиши деформацияланаётган жисмнинг контакт юзасининг

ISSN 3030-3907

узлуксиз янгиланиш шароитида содир бўлади, чунки деформация жараёнида асбоб юзасига чуқур қатламлардан доимий равишда металлнинг янги заррачалари келиб туради.

Шундай шароит туфайли металларнинг пластик деформацияланишида ривожланадиган контакт ишқаланиш элементар кучларини (контакт уринма кучланишларини) аниқлашда, ҳисоблаш амалиётида машина жуфтликлардаги классик ишқаланиш шароитларига хос ишқаланиш коэффициенти қийматларини қўллаш мумкин эмас (2-расм) [3].



2. Расм. Хар хил тирқишдаги кесиш схемаси (максимал, муқобил, минимал):1 – пуансон; 2 – пўлат диск; 3 – матрица

$$z=\delta \cdot x \qquad (2)$$

бу ерда: δ- лист материалнингқалинлиги, мм;

x – материалга боғлиқ коэффициент (1-жадвал)

Кесиш ва тешиш пайтида тирқишни аниқлайдиган x коэффициентининг қийматлари 1-жадвалда келтирилган.

Қалинлиги δ=0,95 мм бўлган пўлат диск учунпуансон ва матрица орасидаги тирқиш қуйидагича бўлади

$$z=(0,04…0,16)\cdot 0,95=0,038…0,152 \text{ мм},$$

1-жадвал

Кесиш ва тешиш пайтида тирқишни аниқлайдиган X коэффициентининг қийматлари

Материал	Haroratda x koeffitsienti			
	25^0			600^0
	Муқобил	Минимал	Максимал	Муқобил
Мис, латун, рух, алюминий	0,08	0,04	0,25	0,04
Юмшоқпўлат 0,1-0,2 % С	0,1	0,05	0,35	0,05
Ўртапўлат 0,2-0,4 % С	0,12	0,06	0,40	0,06

ISSN 3030-3907

Қаттиқпўлат 0,5-0,8 % С	0,14	0,07	0,50	0,07

Келтирилган Рдеформация кучини қуйидагича топилади:

$$\tau_c = \frac{P}{A_c}, \text{ Н/мм}^2 \quad (3)$$

буердаA_c=L·(δ-x) – силжишюзаси, мм^2;

Юқоридагилардан келиб чиқиб деформация кесиш кучи қуйидагича

$$P= L\cdot(\delta-x)\ \tau_c, \text{ Н/мм}^2 \quad (4)$$

бу ерда текис деформация учун $\tau_c \approx 0{,}58\sigma_c$

Шундайқилиб, кесиш кучи учун қуйидагини оламиз

$$P= L\cdot(\delta-x)\ \tau_0, \text{ Н} \quad (5)$$

бу ердат$_0$ – штамплардаматериалникесишгақаршилиги, Н/мм^2 .

Шунингдек деформация Р кучи тайёрламанинг ўртача юзаси (x=δ/2) пуансонга ботишигача монотон равишда ўсади, бунда формула қуйидаги кўринишга эга бўлади

$$P = \frac{L\cdot\delta\cdot\tau_0}{2}, \text{ Н} \quad (6)$$

Арра тишлари орасидаги тиш ости контури бўйича чизиқ узунлигини умумий йиғиндисини ҳисоблашда участка узунликларини ҳисобга олиш муҳим:

1) олдинги сирт узунлиги$l_n = h/\cos 40^0 = \frac{3{,}46}{0{,}766} = 4{,}52$ мм;

2) орқа сирт узунлигиL_O=5,8 мм;

3) тиш ости узунлигиL_T=2τ=2·0,5=1 мм.

Пўлат листлар учун штампларда τ кесишга қаршилик ва чўзилишда σ мустаҳкамлик чегараси қийматлари 2-жадвалда келтирилган.

2-жадвал

Штамплардат кесишга қаршилик ва чўзилишда σ мустаҳкамлик чегараси

Материал	τ_c, Н/мм^2		$\sigma_{вр}$, Н/мм^2	
Пўлат листтаркибидаги углерод миқдори, С, %	Тобланган	Пухталанган	Тобланган	Пухталанган
0,1	25	32	32	40
0,2	32	40	40	50
0,3	36	48	45	60
0,4	45	56	56	72
0,6	56	72	72	90
0,8	72	90	90	110

ISSN 3030-3907

1,0	80	105	100	130
Кремнийли пўлат	45	56	55	65
Зангламайдиган пўлат	52	56	65-70	-

Шунинг учун, жин арра тишлари учун L бўлинувчи чизиқнинг умумий узунлиги тенг бўлади

$$L= L_п+L_з+L_в=4,52+5,8+1=11,32 \text{ мм}$$

Шунга кўра пуансон ишлаш юриши кесилаётган юза сирти бўйича ташкил қилади

$$A=L\cdot\delta=11,32\cdot0,95=10,754 \text{ мм}^2$$

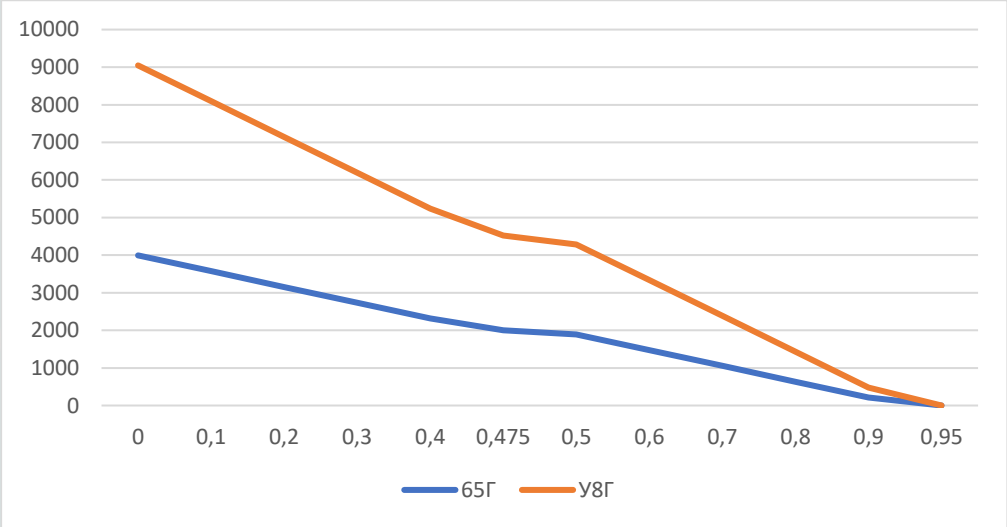
Максимал кесиш кучи, матрица ва пуансон орасидаги ноллик тирқиши бўйича қуйидагига тенг бўлади:

1) 65Г маркали пўлат учунτ_0=640 Н/мм^2

$$P = \frac{11,32 \cdot 0,95 \cdot 640}{2} = 3441 \text{ Н}$$

2) У8Г маркали пўлат учун τ_0=810 Н/мм^2

$$P = \frac{11,32 \cdot 0,95 \cdot 810}{2} = 4355 \text{ Н}$$



3- Расм. 65Г ва У8Г маркали пўлат материалдан тайёрланган пўлат дискка тиш очишда максимал кесувчи Р кучни графиги

Хулоса ўрнида шуни таъкидлаш мумкинки, кесиш-тешиш жараёнида деформация ўчоғи зонасидаги тайёрлама (заготовка)нинг пластик деформацияланадиган юзаси пуансон юзасига нисбатан ҳаракатланади. Шунинг учун металлнинг пластик деформацияланиши деформацияланаётган жисмнинг контакт юзасининг узлуксиз янгиланиш шароитида содир бўлади, чунки деформация жараёнида асбоб юзасига чуқур қатламлардан доимий равишда металлнинг янги заррачалари келиб туради.Шу сабабли материалда углерод миқдорини хисобга олган холда арра тишлари орасидаги тиш ости

ISSN 3030-3907

контури бўйича чизиқ узунлигини умумий йиғиндисини ҳисоблашда участка узунликларини ҳисобга олиш муҳим.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Мадрахимов Д.У. Технологические основы реновации и совершенствование технических средств для изготовления пильных дисков хлопкоперерабатывающих машин. Дисс. на соиск. доктора философ. (PhD) Ташкент. 2019. 146 с.
2. Иминов Б.А., Рогов А.П., Курис И.М. Результаты производственных испытаний упрочненных и стандартных джинных пил // Реф. сб. Хлопковая промышленность. – Ташкент, 1984. - №6. – С. 18 – 19.
3. Куранбоев У. Разработка высокоэффективного пилонасекательного станка для джина и линтера**.** Дисс. на соиск. доктора философ. (PhD) Ташкент. 2023. 146 с.
4. Куронбаев У.К. Аррага тиш очиш дастгохининг ейилишга чидамли пуансон материалини танлаб олиш// Наманган мухандислик-технология институти“ Oziq-ovqat va kimyo sanoatida innovatsion texnologiyalarni joriy qilish” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjuman materiallar to‘plami. 2023 yil 2-3 iyun. №4. C.257–258.

ISSN 3030-3907

SIPROFLOKSATSINNING KOBALT BILAN KOMPLEKS BIRIKMASINING HIRSHFELD SIRT YUZASI TAHLILI

Kudiyarova Aygul Dauletiyarovna
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti
E-mail: kudiyarovaaygul @gmail.com

Annotatsiya. Maqolada biofaol birikmalar sinfiga kiruvchi siprofloksatsin molekulasining kobalt bilan kompleks birikmasining molekulalararo ta’sirlashishlarni Hirshfeld (Hirshfeld) sirti tahlili yordamida tavsiflash amalga oshirildi. Siprofloksatsin va kobalt kompleks birikmasining Hirshfeld umumiy sirt yuzasi va hajmining miqdorlari bo‘yicha ma’lumotlar keltirildi.

Kalit so‘zlar: siprofloksatsin, kobalt, Xirshfeld, molekulalararo ta’sirlashish, sirt yuzasi.

Annotation. The article describes the intermolecular interactions of the complex compound ciprofloxacin molecule with cobalt, which belongs to the class of bioactive compounds, using Hirschfeld surface analysis. Data on the total surface area and Hirschfeld volume of ciprofloxacin and cobalt complex compounds are presented.

Keywords: ciprofloxacin, cobalt, Hirschfeld, intermolecular interaction, surface.

Аннотация. В статье проведено описание межмолекулярных взаимодействий комплексного соединения молекулы ципрофлоксацина с кобальтом, относящегося к классу биоактивных соединений, с помощью анализа поверхности Хиршфельда (Хиршфельда). Приведены данные по количеству общей площади поверхности и объема Хиршфельда ципрофлоксацина и комплексного соединения кобальта.

Ключевые слова: ципрофлоксацин, кобальт, Хиршфельд, межмолекулярное взаимодействие, поверхность.

Kirish.

Dunyoda sotuvda mavjud bo‘lgan biologik faol birikmalarning biometallar bilan metallokomplekslarini sintez qilish usullarini ishlab chiqish va ularning fizik-kimyoviy xossalarini aniqlashga bo‘lgan qiziqish ortib bormoqda. Ushbu birikmalar farmatsevtikada antibiotiklar va silga qarshi vositalar, tibbiyotda biologik faol moddalar hamda mikroorganizm hujayralari uchun bakteriyalarni o‘sishini ingibirlovchi antibakterial faol moddalar sifatida foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

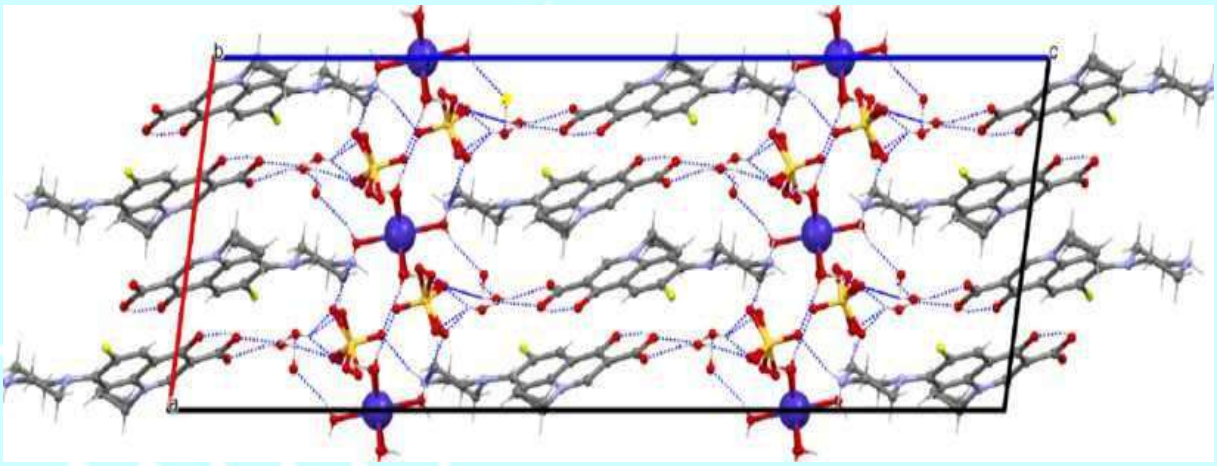
TADQIQOT METODOLOGIYASI. Rentgen strukturaviy analiz sintez qilingan birikmalarni nafaqat individualligini, balki kompleks birikmalarning tuzilishini ham aniqlash imkonini beradi. Co metall bilan siprofloksatsinning bir turli kompleks birikmasining sintezini amalga oshirish, uning tarkibi va tuzilishini tahlil qilish, olingan natijalar tahlilidan tegishli qonuniyatlarni aniqlash va

ISSN 3030-3907

aniqlangan xossalarga ko‘ra kompleks birikmalarning ko‘llanilish sohalarini belgilash kabi vazifalarni amalga oshirish zaruriyatini ko‘rsatib berdi. Bunday kompleksning olinishiga bo‘lgan qiziqish, ularni biologik sistemalarda sodir bo‘ladigan jarayonlarni modellashtirishda ishlatish mumkinligi bilan izohlanadi.

Siprofloksatsin molekulasidan farqli ravishda suv molekulasida qo‘shimcha koordinatsion bog‘ hosil qilish imkoniyatlari paydo bo‘ladi, ya’ni kompleks hosil bo‘lishida kislorod atomlari ham qatnashadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Siprofloksatsinni $CoSO_4$ bilan olib borilgan reaksiyasi natijasida $[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2\cdot 6H_2O$ kompleks birikmasini RSA yordamida tuzilishi amalga oshirildi. $[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2\cdot 6H_2O$ kompleksining kristall tuzilishi 1-rasmda keltirilgan. Kristall tuzilishi $[Co(H_2O)_6](SO_4)_2\cdot 2HL\cdot 6H_2O$(1) bo‘lgan modda molekulasi tarkibida tetraedr shaklda $[Co(H_2O)_6]^{2+}$, ikkita bir xil zaryadlangan $(HL)^+$ kationlar, ikkita sulfat anioni va oltita suvdan iborat bo‘lgan (1-rasm). Co^{2+} ioni oktaedrik koordinatsiyaga ega: Co-O_w orasidagi masofasining o‘rtacha qiymati 2,073Å va O_w-Co-O_w ning burchaklari 91^0. Co^{2+} ionining simmetriya o‘qi 2 da 4e holatida yotadi. Co^{2+} ionining atrofida ikkita suv molekulasi va sulfat ionidagi har bir O atomlarining birinchi holatda ishg‘ol etish koeffitsentlari 0,60(1) va 0,40(1), ikkinchi holatda 0,46(1) va 0,54(1) bo‘lgan ikkita holatga bo‘lingan. Ikkinchi holatda, Co(II) ioni atrofidagi ikkita suv molekulasi ishg‘ol koeffitsentlari 0,6 va 0,4 bo‘lgan ikkita pozitsiyaga bo‘lingan. Sulfat guruhidagi O atomlarining har biri taribsiz holatda bo‘ladi. HL molekulasi tarkibida protonlangan karboksil guruhi va piperazin halqasining protonlangan N(3) atomiga ega ikki zaryadli kation bo‘ladi. HL^+ kationlarining bog‘lanish uzunligi va burchaklarining ko‘pchiligi L HC1 ning burchaklariga juda o‘xshashdir [1]. Piperazin halqasida kreslo konformatsiyasi mavjud: N(3)C(15)C(16)N(2) va N(3)C(14)C(13)N(2) diedral burchaklari mos ravishda -56,15 va 56,530 ga teng bo‘ldi. Xinolon halqasi to‘liq tekkislashgan holatda bo‘ladi.

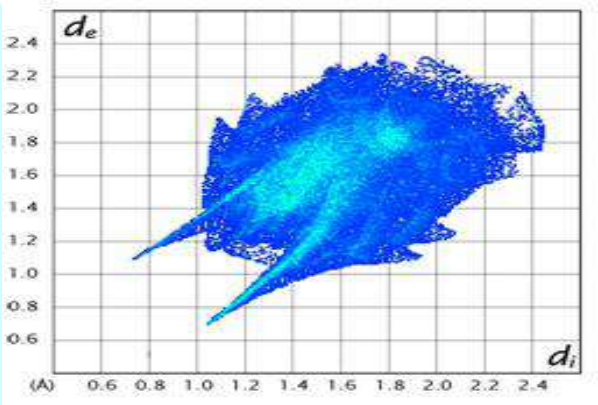


1-rasm. $[Co(H_2O)_6]^{2+}$ va ikkita zaryadlangan $(HL)^+$ kationi va ikkita SO_4^{2-} anionidan va oltita suv molekulasining tuzilishi

ISSN 3030-3907

Asosiy o‘rganilayotgan biofaol birikma siprofloksatsinning kadmiy metall kationi ishtirokidagi kompleks birikmaning, tarkibi va tuzilishi turlicha bo‘lishligi uning molekulalararo ta’sirlashida qanday namoyon bo‘lishligini o‘rganish har tomonlama qiziq hisoblanadi. Shuning uchun RSA yordamida tajriba yo‘li bilan olingan $[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ kompleks birikmaning kristallografik ma’lumotlari asosida, ulardagi molekulalararo ta’sirlashuvlar o‘rganildi [2]. Buning uchun qattiq kristall holatda molekulalararo ta’sirlashishlarni Xirshfeld (Hirshfeld) sirti tahlilili yordamida tavsiflash amalga oshirildi. Siprofloksatsin molekulasining molekulalararo o‘zaro ta’sirlashuvlarda ishtirok etuvchi atomlar ulushlarini ko‘rsatadigan ikki o‘lchamli barmoq iz chizmalari hamda tegishli juft atomlarning hissalari (%), Xirshfeld umumiy sirt yuzasi va hajmining miqdorlari bo‘yicha ma’lumotlar keltirildi. Tahliliga ko‘ra molekulalararo o‘zaro ta’sirlarda asosiy ulushlar H···H (31.0-40.5%) va O···H/O···H (22.2-34.7%) atomlari orasidagi ta’sirlarga mos keladi. Kompleks birikmalarda molekulalararo o‘zaro ta’sirlashuvlarda ishtirok etuvchi atomlar ulushlarini tavsiflaydigan ikki o‘lchamli barmoq izlari chizmasi va juft atomlarning hissalari (%), umumiy sirt yuzasi xamda ularning hajmi keltirildi.

Siprofloksatsin strukturasining to‘liq Xirshfeld sirt tahlilining umumiy maydoniga kuchsiz H H bog‘lari 36,9 (A) va 38,3% (B) to‘g‘ri keladi, O H/O H o‘zaro ta’siriga esa 30,3 (A) va 33,3(B)% to‘g‘ri keladi. Bundan tashqari, boshqa kuchsiz o‘zaro ta’sirlarning foiz ulushi quyidagicha: C H/ H C 16,7 (A) va 17,7% (B), boshqa o‘zaro ta’sirlar uchun bog‘lanish ulushlari deyarli bir-biriga yaqin: ya’ni H…F/F…H (8.4%), C…C (3.7 %), H…N/N…H (2.4%), C…N/N…C (0.9%), C…O/O…C (0.3%), S= 334.60 Å², V=355.90 Å³ (2-rasm).

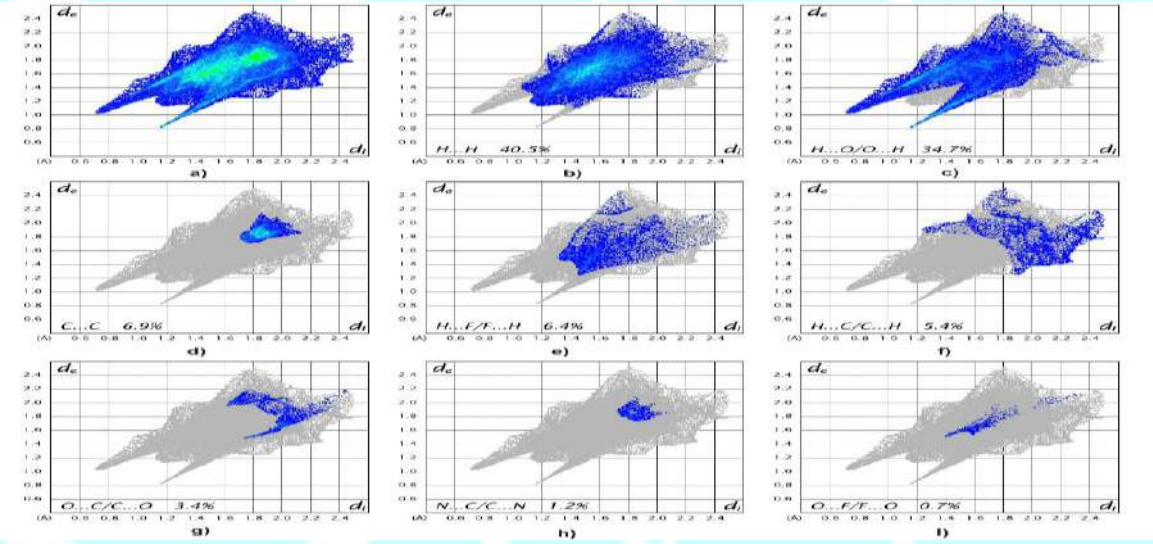


2-rasm. Siprofloksatsinning molekulalararo o‘zaro ta’sirlashuvlarda ishtirok etuvchi atomlar ulushlari.

Kristall strukturasining Xirshfeld to‘liq sirt maydoni tahlili, kuchsiz H···H bog‘lanishlar 40,5%, O···H/O···H bog‘lanish esa, umumiy ichki molekulyar ta’sirlarga 34,7% hissa qo‘shishi aniqlangan. Bundan tashqari, boshqa kuchsiz ta’sirlashuvlarning foiz ulushi quyidagicha: C···C/C···C 6,9 %, H···F/F···H 6,4 %, H···C/C·· ·H 5,4%, C···O/O···C 3,4%, N···C/C···N 1,2%, O···F/F···O 0,7%. 2-rasmda

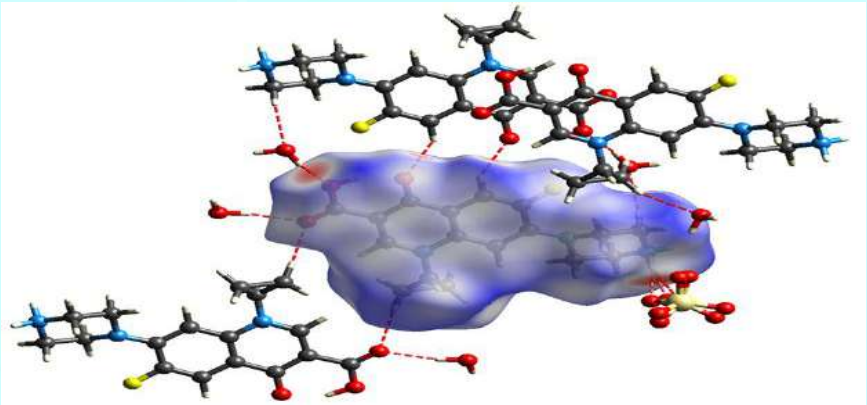
ISSN 3030-3907

tasvirlanganidek, bog‘lanishsiz o‘ziga xos o‘zaro ta’sirlar umumiy parametrga katta hissa qo‘shishi ko‘rsatilgan va u $(HL)^+$-kationlar supramolekulyar birliklar bilan turli xil yo‘llar orqali bog‘lanish mumkinligini ko‘rsatgan (3-rasm).



3-rasm. $[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2\cdot 6H_2O$ kompleks uchun Xirshfeld to‘liq sirt yuzasi.

$[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2\cdot 6H_2O$ kompleks tuzilishining Xirshfeld sirt yuzasi tahlilida har qanday $(HL)^+$ kabi kationli moda uchun mavjud qisqa bog‘lanishni tasavvur qilish uchun aniqlanayotgan birikmaning kristalidagi Xirshfeld sirtlari o‘rganidi. Bunga ko‘ra, yuzadagi qizil dog‘lar N3A-H3AA Cl4, N3A-H3AB Cl3 va N3B-H3BA Cl1 vodorod bog‘lariga to‘g‘ri keladigan asosiy o‘zaro ta’sirni ko‘rsatgan, ko‘k maydon orqali ese, butunlay erkin va yaqin bog‘lanishlar tasvirlangan. d_{norm} ning sirt usulida birikmaning gidratlangan shaklining barqarorligini ko‘rsatuvchi suv molekulasi bilan vodorod bog‘lanishi ko‘rsatilgan (4-rasm).



4-rasm. $[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2\cdot 6H_2O$ kompleksidagi $(HL)^{+}$-kation uchun Xirshfeld sirt yuzasi tahlili

(Bu yerdagi shtrix chiziqlar vodorod bog‘larni va bog‘lanmagan zaif ichki molekulyar ta’sirlarni ko‘rsatadi).

ISSN 3030-3907

4-rasmda bog‘lanmagan o‘ziga xos o‘zaro ta’sirlar umumiy sirt tahlilga katta hissa qo‘shishi va ular $(HL)^+$-kationlar retseptorlari bilan turli yo‘llar bilan bog‘lanish mumkinligini ko‘rsatgan [3].

XULOSA. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, siprofloksatsinning $[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ kompleksida molekulalararo ta’sirlashuvlar Hirshfeld (Hirshfeld) sirt tahlillariga ko‘ra asosan H···H va O···H/O···H ta’sirlar muhim hissa qo‘shishi aniqlandi. Siprofloksatsin $[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ komplekslarida molekulalararo o‘zaro ta’sirlarda asosiy ulushlar H···H (40,5%) va O···H/O···H (34,7%) atomlari orasidagi ta’sirlarga mos keladi.

Olingan ma’lumotlar siprofloksatsinning $[Co(H_2O)_6](HL)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ kompleksida molekulalararo ta’sirlashuvlar Hirshfeld (Hirshfeld) sirt tahlillari va kompleks hosil qilish qobiliyatini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, ushbu tadqiqot natijalari kelajakda siprofloksatsin asosidagi biologik faol kompleks birikmalar sintezi va ularning fizik-kimyoviy hamda biologik xossalarini o‘rganishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Turel I., Leban I., Bukovec P. Synthesis, characterization, and crystal structure of a copper(II) complex with quinolone family member (ciprofloxacin): bis(1) – cyclopropyl – 6 – fluoro – 1,4 – dihydro – 4 – oxo – 7 – piperazin – 1 –ylquinoline – 3 – carboxylate) copper(II) chloride hexahydrate // J. Inorganic Biochemistry – 1994. – V.56. –P. 273-282.

2. Kudiyarova A.D., Ashurov J.M., Ibragimov A.B., Sabirov V.K., Khodjaniyazov K.U. Crystal structure of the ciprofloxacin ionic complex with the cobalt (II) // Узбекский химический журнал. –2021. –№2. –P.64-69 (02.00.00. №6).

3. Dong-Rong Xiao., En-Bo Wang., Hai-Yan An., Zhong-Min Su., Yang-Guang Li., Lei Gao., Chun-Yan Sun., Lin Xu. Catena-(bis(mu-2-Ciprofloxacin)-cobalt(II) hydrate) // Chem. -Eur.J. –2005. –V.11. –P.6673.

4. Temirov A. H., To‘raqulova M. Q. & Izzatov D. H. (2024). ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ. Development Of Science, 4(1), pp. 19-24.

5. Alisher hoshim o‘g‘li, T., & Husan o‘g‘li, S. D. (2024). Dizel Yoqilg ‘Isi Tarkibidan Parafinni Adsorbsion Usulda Ajratib Olish Texnologik Tizimi Tahlili. Miasto Przyszłości, 46, 271-275.

ISSN 3030-3907

6-NITROXINAZOLIN-4-ONNING ANALITIK TAHLIL USLUBINI ISHLAB CHIQISH

Xaitova Shaxnoza Karimjonovna
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Tabiiy fanlar fakulteti magistranti
E-mail: haitovasahnoza0@gmail.com
Toshboltayev Arabboy Sirojiddin o‘g‘li
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Tabiiy fanlar fakulteti magistranti
E-mail: arabboytoshboltayev@gmail.com
Ziyadullayev Mirjalol Egamberdi o‘g‘li
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, kimyo kafedrasi dotsenti, kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori
E-mail: ziyadullayev.91@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishida xinazolin-4-onni sulfat va nitrat kislota ishtirokida nitrolash reaksiyasida hosil bo‘ladigan 6-nitroxinazolin-4-onning dastlabki, oraliq va yakuniy mahsulotlarini Yuqori samarali suyuqlik xromatografiya (YuSSX) tahlil yordamida analitik nazorat qilish usullari ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: 6-nitroxinazolin-4-on, xromatografiya, gradient, erituvchi, metanol, atsetonitril, sistema.

Аннотация: В данной исследовательской работе разработаны методы аналитического контроля с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) для исходного, промежуточного и конечного продуктов 6-нитрохиназолин-4-она, образующегося в реакции нитрования хиназолин-4-она в присутствии серной и азотной кислот.

Ключевые слова: 6-нитрохиназолин-4-он, хроматография, градиент, растворитель, метанол, ацетонитрил, система.

Abstract: In this research work, analytical control methods were developed using high-performance liquid chromatography (HPLC) for the initial, intermediate, and final products of 6-nitroquinazolin-4-one, which is formed in the nitration reaction of quinazolin-4-one in the presence of sulfuric and nitric acids.

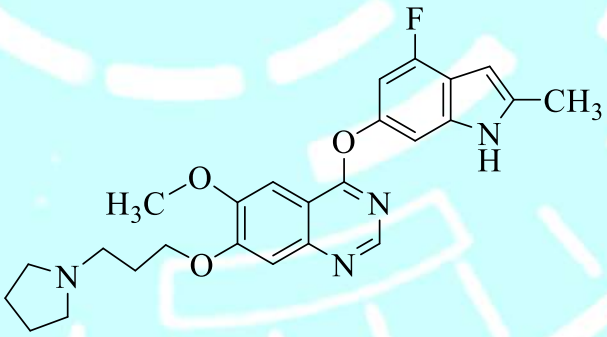
Keywords: 6-nitroquinazolin-4-one, chromatography, gradient, solvent, methanol, acetonitrile, system.

Kirish

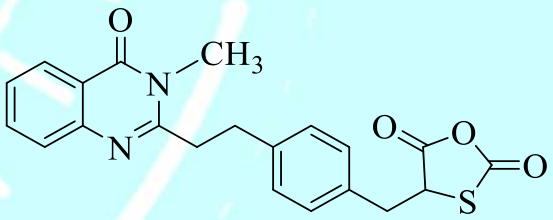
So‘ngi yillarda butun dunyo kimyogarlari tomonidan tarkibida N, S, O, saqlagan biologik faol geteroxalqali birikmalarni sintez qilish maqsadida xinazolin-4-on alkaloidi va uning hosilalarini sintez qilish, ishlab chiqarish texnologiyalarini yaratish va qo‘llanilish sohalarini kengaytirishga yo‘naltirilgan ilmiy izlanishlar amalga oshirib kelinmoqda. Mazkur yo‘nalishda olib borilgan tadqiqotlar natijasida xinazolin-4-on birikmasi va uning hosilalari asosida turli xil

ISSN 3030-3907

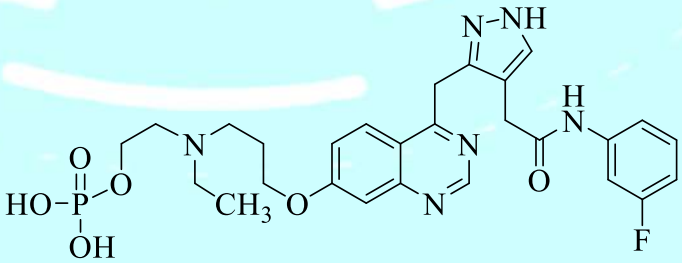
biologik faol preparatlar sintez qilingan, ularni ishlab chiqarish texnologiyalari ishlab chiqilgan va ishlab chiqarish amaliyotiga joriy etilgan. Tarkibida bir qator faol reaksion markazlar saqlagan va yuqori biologic faollikga ega bo‘lgan birikmalar qatoriga nafaqat tabiiy hom ashyolar tarkibidan ajratib olish mumkin bo‘lgan, balki turli xil organik birikmalar, katalizator va erituvchilardan foydalangan holatda bisiklik 3(H)-xinazolin-4-on va uning asosida sintez qilingan geteroxalqali birikmalarni kiritishimiz mumkin. Bunga yaqqol misol sifatida inson hayotiga havf solayotgan o‘g‘ir turdagi oq qon, jigar saratoni, orqa miya hujayralarining zararlanishi natijasida hosil bo‘ladigan onkologik kasalliklar, yurak-qon tomir kasalliklari va infeksion yuqumli kasalliklarni oldini olish va ularni davolashda tibbiyot amaliyotida doimiy ravishda almashtirib bo‘lmaydigan dori va preparativ vositalari sifatida qo‘llanilayotganligini kuzatishimiz mumkin [1-3]



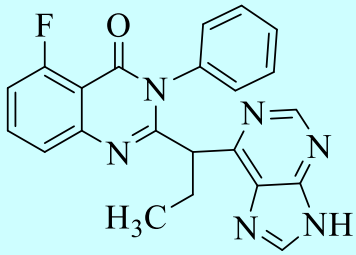
Sediranib
(Jigar saratoniga qarshi vosita)



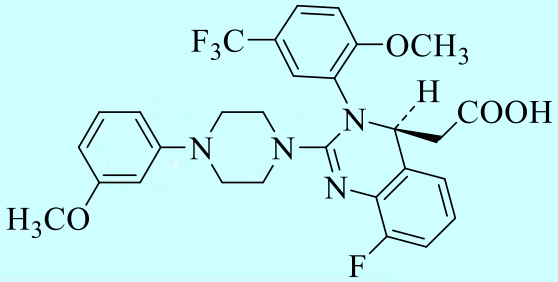
Balaglitazon
(Qandli diabetga qarshi vosita)



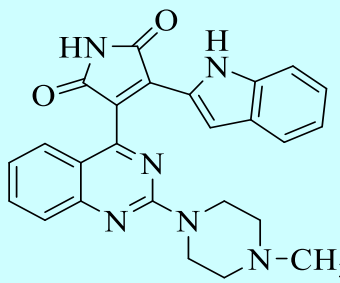
Barasertib
(O'tkir miyeloid leykomiya)



CAL 101
(Antigematologik saraton)

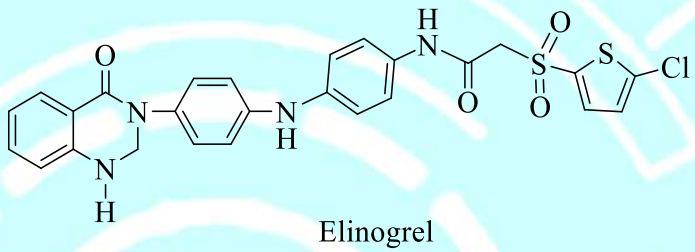


Letermovir
(Sitomegalavirus SMV kasalligi)

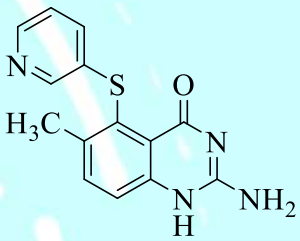


Sotrastaurin
Psoriaz kasalligiga qarshi vosita

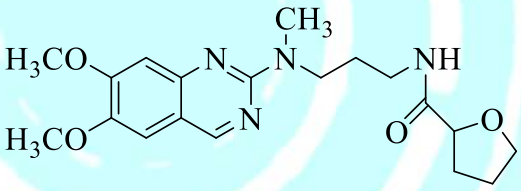
ISSN 3030-3907



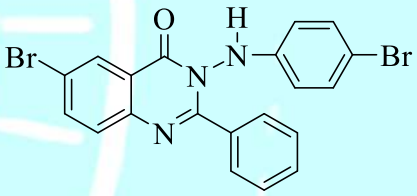
Elinogrel
(Antitromboz vosita sifatida)



Nolatrexed
O'simtalarga qarshi



Alfuzocin
(rak kasalliklariga qarshi vosita)



6-brom-3-((4-bromfenil)amino)-
2-fenil-3(H)-xinazolin-4-on
(antibacterial vosita sifatida)

1-rasm. Xinazolin-4-on asosida sintez qilingan biologik faol birikmalar

ADABIYOTLAR TAHLILI

Farmatsevtik moddalarga qo‘yiladigan eng muhim ko‘rsatkichlaridan biri bu uning tozaligidir. 6-Nitroxinazolin-4-onning tozaligi yupqa qavatli xromatografiya usulida aniqlangan, lekin bu usul yarim miqdoriy sinov bo‘lgani uchun, YuSSX usulida ham moddaning tozaligi aniqlandi.

Ma’lumki, YuSSX bu – tadqiqotchilar uchun eng informatsion, ya’ni ilmiy axborotlarga boy tahlil usullaridan biri bo‘lib, ilmiy va ishlab chiqarish muhitidagi birikmalarni ajratish, aniqlash, miqdoriy va sifat jihatidan tahlil qilish, shuningdek moddalarning turli sinflari xususiyatlarini fizik-kimyoviy tadqiq qilish uchun keng qo‘llanilishi sababli bu usulni hozirgi kunda farmatsevtika, kimyo va biologiya fanlarining turli sohalarida eng istiqbolli usullardan biri hisoblanadi [4-6]. Tadqiqotlarimiz davomida 6-nitroxinazolin-4-on sintezining dastlabki, oraliq va yakuniy mahsulotlarini analitik nazorat qilish uchun YuSSX tahlil usulidan foydalandik. Ushbu birikmani sintez qilish usuli, reaksiya jarayoniga ta’sir qiluvchi omillar, mahsulot unumi, fizik kimyoviy xossalari, biologik faolligi, reaksiya mexanizmlari, IQ, YaMR spektroskopiya usullari yordamida olingan natijalari oldingi tadqiqot ishlarimizda batafsil yoritilgan [7-9].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqotlar “Shimadzu LC 20” (Yaponiya) yuqori samarali suyuqlik xromatogrifida o‘tkazildi. Uskuna yuqori bosimda ishlashga mo‘ljallangan izokratik nasos, 190-600 nm to‘lqin uzunliklarida tahlil o‘tkazuvchi spektrofotometrik detektor, qo‘zg‘aluvchi faza tarkibidagi gazlarni yo‘qotuvchi qurilma, 20 mkl xajmli injektor va xromatografik kolonkasidan tashkil topgan.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotlarda substansiyaning beshta seriyasidan foydalanildi. 6-Nitroxinazolin-4-onni miqdoriy aniqlash YuSSX usulida tashqi standart yordamida amalga oshirildi. Buning uchun yetarlicha tozalik darajasiga ega bo‘lgan etalon na’munadan foydalanildi va uskunani kalibrlash, ya’ni mazkur tajriba uchun uskunani sozlash standart na’muna bo‘yicha amalga oshirildi (shu turdagi boshqa xromatografda ham amalga oshirish mumkin).

-Eksperimental ish jarayonida YuSSX tomonidan tekshirilayotgan 6-nitroxinazolin-4-onni aniqlashning bosqichma-bosqich sxemasi ishlab chiqildi.

- Izlanishlar quyidagi sharoitlarda olib borildi:
- na’munalar erituvchisi – metanol va dimetilformamid erituvchilari aralashmasi (50:50);
- qo‘zg‘aluvchan faza: atsetonitril-metanol;
- kolonka xarorati − 35±2 ºC;
- qo‘zg‘aluvchan faza oqimining tezligi – 0,5 ml/daq;
- uskunaga kiritiluvchi na’muna miqdori – 20 mkl;
- detektorlashning to‘lqin uzunligi – 296 nm;
- taxlil davomiyligi – 15±1 daqiqa.

Na’munalar erituvchisi sifatida metanol va dimetilformamid erituvchilarining 1:1 nisbatdagi aralashmasidan foydalanildi.

Tekshiriluvchi na’munani tayyorlash uchun 0,01 g aniq miqdordagi 6-nitroxinazolin-4-onni sig‘imi 100 ml bo‘lgan o‘lchov kolbasiga joylanadi, 1:1 nisbatdagi metanol va dimetilformamiddan iborat bo‘lgan erituvchilar aralashmasidan 80 ml olinib kolbaga quyiladi, modda to‘liq erib ketguncha aralashtiriladi, so‘ngra kolbaning o‘lchov chizig‘iga yetguncha erituvchilar aralashmasi quyilib, yaxshilab aralashtiriladi. Konsentratsiyasi 0,1 mg/ml bo‘lgan eritma hosil bo‘ladi. 6-nitroxinazolin-4-onning miqdoriy ulushi quyidagi formula yordamida aniqlanadi:

$$S=\frac{S_1 * a_0 * P * 100}{S_0 * a_1 * (100 - W)}$$

bu yerda:

S_1 – tekshirilayotgan eritmadagi xinazolin-4-onga tegishli cho‘qqining maydoni;

S_0 – standart eritmadagi 6-nitoxinazolin-4-onga tegishli cho‘qqining maydoni;

a_1 – substansiyaning tortimi, grammlarda;

a_0 – standart na’munaning tortimi, grammlarda;

W – suvning yig‘indisi miqdori;

P – 6-nitroxinazolin-4-on standart na’munasidagi asosiy modda miqdori.

6-Nitroxinazolin-4-onning miqdori quruq moddaga nisbatan hisoblaganda 98,0% dan kam emas va 100 % dan ko‘p bo‘lmasligi kerak. Xromatogrammada miqdori 2,0% dan ko‘p bo‘lmagan alohida minor cho‘qqilarning mavjud bo‘lishiga

ISSN 3030-3907

ruxsat etiladi. 6-Nitroxinazolin-4-onning YuSSX da olingan xromatogrammasi 1-rasmda ko‘rsatilgan. Xromatogrammadan ko‘rinadiki, aniqlanayotgan moddaning tozalik darajasi yuqori bo‘lib, bu esa o‘z navbatida 6-nitroxinazolin-4-onning sintezi to‘g‘ri amalga oshirilganligi hamda uni YuSSX usulida analiz qilish sharoitlari to‘g‘ri tanlanganligidan dalolat beradi. Xromatografik sistemaning maqbulligi tekshirish uchun xinazolin-4-onning standart namunasi eritmasini kamida 5 marta xromatografiya qilinadi.

Xromatografik sistema quyidagi shartlar bajarilgandagina yaroqli hisoblanadi:

6-Nitroxinazolin-4-on standart na’munalaridagi cho‘qqilar bo‘yicha hisoblangan xromatografik kolonkaning samaradorligi 2000 ta nazariy tarelkalardan kam bo‘lmasligi kerak;

6-nitroxinazolin-4-on standart na’munalaridagi cho‘qqilar bo‘yicha hisoblangan cho‘qqilarning ajralish darajasi 1,5 dan kam bo‘lmasligi lozim;

eritmadagi 6-nitroxinazolin-4-onning cho‘qqilari yuzalari uchun hisoblangan nisbiy standart og‘ish darajasi 2,0 % dan oshmasligi talab etiladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

6-Nitroxinazolin-4-onning massa ulushini o‘lchash natijalaridagi xatoliklar, R-0,95 ishonch ehtimolligi bo‘yicha hisoblanganda, ±2% dan oshmasligi lozim (1-jadval).

1-jadval

6-Nitroxinazolin-4-onni miqdoriy jihatdan aniqlash natijalari

a_1	a_0	S	S_0	X_i
0,0097	0,0100	4603	4655	101,11
0,0096	0,0100	4556	4655	100,32
0,0098	0,0100	4627	4655	101,00
0,0102	0,0100	4711	4655	100,10
0,0105	0,0100	4798	4655	100,40

Uslubning validatsiyasi chiziqlilik, o‘ziga xoslik, takrorlanuvchanlik, samaradorlik va to‘g‘rilik kabi omillar bo‘yicha amalga oshirildi.

Uslubning chiziqliligi 6-nitroxinazolin-4-on miqdorining 4 ta xar hil konsentratsiyadagi na’munalarini analiz qilish orqali aniqlandi. Xromatografiyani amalga oshirish uchun eritmalar 5,0 10,0 15,0 va 20 % li konsentratsiyalarda tayyorlab olindi. 6-Nitroxinazolin-4-onni xromatografiya qilish natijasida tuzilgan chiziqlilik grafigida deyarli barcha tajriba nuqtalari trend chizig‘ida joylashganligi kuzatish mumkin. Bundan kelib chiqadiki, chiziqli bog‘liqlik sohasi 6-Nitroxinazolin-4-onning 5,0; 10,0; 15,0; 20,0 % konsentratsiyalarida kuzatilib, 8,02 dan 10,98 mkg/ml gacha bo‘lgan miqdorlarga to‘g‘ri keladi. Tajriba uchun olingan modda miqdorlari va ularga mos keluvchi cho‘qqi maydon yuzalarini

ISSN 3030-3907

bog‘liqlik kalibrlash chizmasi asbob boshqaruv orqali tuzildi. (R_2=0,9993953; R=0,9987911) Olingan natijalar 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

6-Nitroxinazolin-4-onni YuSSX qilish usulining chiziqliligini aniqlash

Tortim, %	Tortim, mg	Cho‘qqi yuzasi	Modda miqdori, mg	Aniqlangan 6-nitroxinazolin-4-on miqdori, %
80	8,020	3768	8,020	100,0080
90	8,980	4239	8,951	99,6889
100	10,10	4711	10,06	99,601
110	10,98	5182	10,93	99,541

Keltirilgan 1-jadvaldagi ma’lumotlarga ko‘ra, uslubning takrorlanuvchanligi substansiyaning bitta na’munasini 6 marta takroriy tekshirish orqali aniqlandi. Muvofiqlik ko‘rsatkichi standart og‘ish kattaligi bo‘yicha ifodalanib, u kattalik 0,1 dan oshmaganligi kuzatildi. Bu esa o‘z navbatida takrorlanish sharoitida ham uslubning aniqliligi va qaytaruvchanligi to‘g‘risida dalil bo‘la oladi. Natijalar 3-jadvalda ko‘rsatilgan.

3-jadval

Uslubning takrorlanuvchanligi

Analiz natijalari, %	$D_i(x_i\text{-}\bar{x})$	d_i^2	Metrologik parametrlar
99,8410	0,119	0,0141	$\bar{x}$= 99,96
99.9170	0,043	0,0018	S^2 = 0,0096
99,9470	0,013	0,0001	S = 0,0980
100,0014	0,041	0,0016	t(95%,5)=2,57
100,0100	0,050	0,0025	ΔX=0,25
100,1010	0,141	0,0198	ε=0,0025
			ὲ=0,001

Uslubning aniqliligi va takrorlanuvchanligini aniqlash uchta turli na’munalarni olti martadan takroriy tekshirish orqali amalga oshirildi. Tekshirilgan na’munalardagi nisbiy standart og‘ish ko‘rsatkichlar xromatografik analiz usullari uchun mo‘ljallangan BSD kattaligidan (BSD≤2%) oshmasligi aniqlandi (4-jadval).

4-jadval

Uslubning natijadorligi

Takrorlanishlar	Na’munalardagi substansiyalar miqdori		
	1-na’muna, %	2-na’muna, %	3-na’muna, %

ISSN 3030-3907

1	99,8410	99,8540	99,5710
2	99,9170	99,9101	99,6010
3	99,9470	99,9232	99,6889
4	100,0014	99.9441	100,0204
5	100,0100	100,124	100,0802
6	100,1010	100,201	100,1014
O‘rtacha qiymat	99,96	99,99	99,84

Uslubning to‘g‘riligi substansiyaning miqdoriy ulushini o‘lchash orqali, aniq miqdordagi 6-nitroxinazolin-4-on standart namunasini qo‘shish yo‘li bilan aniqlandi. Har bir na’muna ustida uch martadan o‘lchashlar amalga oshirildi. Natijalar 5-jadvalda keltirilgan.

5-jadval

Uslubning to‘g‘riligi

6-nitroxinazolin-4-on substansiyasi miqdori	Qo‘shilgan 6-nitroxinazolin-4-on SIE	Hisoblangan miqdor, mkg/ml	Topilgan miqdor, mkg/ml	Miqdor, %
100,06	15,20	115,26	114,46	99,31
100,18	15,30	115,48	115,87	100,34
100,25	15,50	115,75	115,46	99,75

Yuqoridagi jadvaldan ko‘rinadiki, sistematik hatolik 0,25-0,69% chegaralarida bo‘lib, bu ko‘rsatkichlar tanlangan uslubning to‘g‘ri ekanligidan dalolat beradi. Uslubning hatoligi oltita tanlangan namunalardagi cho‘qqilar yuzalarini o‘lchash, hamda olingan natijalarni tegishlicha statik qayta ishlash orqali aniqlandi.

Xulosa: Olib borilgan tadqiqotlar natijasida 6-nitroxinazolin-4-onni YuSSX usuli yordamida aniqlash uslubi ishlab chiqilib, uslubning chiziqliligi, to‘g‘riligi, takrorlanuvchanligi, selektivligi bilan ajralib turadi hamda ushbu uslubdan fungitsidlarga qarshi 6-nitroxinazolin-4-on asosida olinadigan dori vositalarini analitik nazorat qilishda to‘laqonli qo‘llash mumkin. Substansiya va tabletka tarkibidagi 6-nitroxinazolin-4-onni miqdoriy jihatdan aniqlash uchun ishlab chiqilgan YuSSX uslubidan aynan bir turdagi dastlabki va yakuniy mahsulotlarni bir xil sharoitlarda analiz qilish imkonini beradi. Ishlab chiqilgan uslubni qo‘llash ish hajmi va xatoliklar kamayishiga hamda natijadorlikni oshishiga olib keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Toosi, M.R., Pordel, M. & Bozorgmehr, M.R. Synthesis of Heterocyclic Systems 3*H*-furo[2,3-*b*]imidazo[4,5-*f*]quinolines and 3*H*-furo[2,3-*b*]pyrazolo[4,3-*f*]quinolines as New Antibacterial Agents. *Pharm. Chem. J.* 56, 206-214 (2022). 206-214 pp.

ISSN 3030-3907

2. Yaser A. El-Badry, Mahr A. El-Hashash, Khalil Al-Ali. Synthesis of bioactive quinazolin-4(3H)-one derivatives via microwave activation tailored by phase-transfer catalysis. Acta Pharm. 70 (2020) 161-178 pp.
3. Feyzi Sinan Tokali. Synthesis and Structural Characterization of Novel 2-Aminomethyl Quinazolin-4(3H)-ones as Organic Building Blocks. Research Articles. Vol. 26 Issue: 6, 1117-1130 pp. 31.12.2022.
5. David S.A. Haneen, Rasha S. Gouhar, Heba E. Hashem, Ahmed S. A. Youssef (2019). Synthesis and reactions of 4H-3,1-benzoxazin-4-one derivative bearing pyrazolyl moiety as antimicrobial and antioxidant agents. Synthetic Communications. 2019, Vol. 49, No. 21, 2840-2855 pp.
6. Samir Y. Abbas. Book. 3(H)-Quinazolinone Derivatives: Syntheses, Physical Properties, Chemical Reaction, and Biological Properties. Sana'a University, Yemen. 06.06.2020. 1-126 pp.
7. Vasily N. Osipov, Derenik S. Khachatryan, Alexandr N. Balaev. Biologically active quinazoline-based hydroxamic acids. Medicinal Chemistry Research 2020. Vol. 29, No.5. -pp. 831-845.
8. Балтабаева М.Ж., Таджибаева М.Р., Каримов Р.К., Рахматов Э.О., Зиядуллаев М.Э. Изучение процесса нитрование 2-метоксикарбониламинохиназалин-4-он // Universum: Технические науки, 2020, 10(79). -С. 45-51.
9. М.Э.Зиядуллаев., Р.К.Каримов., С.С.Саидов., Г.В.Зухурова., А.Ш. Абдуразаков. Оптимизация процесса получения субстанции 3,4-дигидрохиназолин-4-она // Фармацевтический журнал, 2018. №4. -С. 64-67.
10. М.Э.Зиядуллаев., Р.К.Каримов., С.С.Саидов., Г.В.Зухурова., А.Ш. Абдуразаков. Ш.Ш.Сагдуллаев. Оптимизация процесса синтеза 6-нитро-3, 4-дигидрохиназолин-4-она. Известия высших учебных заведений. Химия и химическая технология. Том 63. №7. -С. 48-53.

ISSN 3030-3907

ИНСОН МАЪНАВИЯТИ ВА ЭКОЛОГИЯ

Халимбетов Ю.М.
Самарқанд давлат тиббиёт университети Самарқанд шаҳри, Ўзбекистон
Коржавов Ш.О.
Самарқанд давлат тиббиёт университети Самарқанд шаҳри, Ўзбекистон
Юлдашев С.Ж.
Самарқанд давлат тиббиёт университети Самарқанд шаҳри, Ўзбекистон
Жиянбойев Азизбек Соатбойевич
Самарқанд давлат тиббиёт университети Қўшма таълим факултети талабаси

Аннотация. Шеърият мулкининг султони Алишер Навои инсон камолотининг ҳаётбахш намуналарини Фарҳод ва Мажнун каби ўлмас образлар орқали тараннум этар экан, ушбу тушунчаларни ақл-заковат, етук билимлилик, моддий ҳаёт ва табиат ўртасидаги етук муштаракликни ҳозирги талқин билан эътибор этадиган бўлсак экология деб изоҳлаганлар.

Калит сўзлар. Маънавият, инсон, шеърият, уламолар, табиий офатлар, экология.

Аннотация. Султан поэзии и литературы Алишер Навои, воспевая жизненно важные примеры человеческого развития через бесчисленные образы, такие как Фарход и Меджнун, воспевает эти понятия с нынешней интерпретацией общности между разумом, зрелостью, материальной жизнью и природой экологию.

Ключевые слова. Духовность, человек, поэзия, ученые, стихийные бедствия, экология

Abstract. Sultan of Sharia property Alisher Navoi, singing vital examples of human development through countless images such as Farhod and Majnun, celebrates these concepts with the current interpretation of the commonality between reason, maturity, material life and nature ecology.

Keywords. Spirituality, man, poetry, scientists, natural disasters, ecology

Кириш.

Албатта, комиллик ва камолотли бўлиши нафақат билим ёки савия, энг аввало атроф-муҳитга бўлган муносабати уни мароқ этиши табиат қонун-қоидаларини ўз ички ечинмаларидек қабул қилиши, яъни бир сўз билан айтганда инсон табиат билан худди эгизакдек уйғунлашиб кетсагина у том маънода маданиятга, соғлом ҳаётга ва маърифатга эриша олади[4].

ISSN 3030-3907

Афсуски, баъзан маданият, маърифат, комил инсонлик тушунчаларини бир томонлама, яъни атроф-муҳитсиз ёки ижтимоий ҳодисаларнинг у ёки бу даражадаги таъсирисиз идрок этишга интиламиз. Вахоланки, улар ўзаро чамбарчас боғлиқдир[2,6,9].

Дунёда иқлим ўзгаришлари, сув тошқинлари, ўрмон ёнғинлари, об-ҳаво ифлосланиши кучайиб, табиатга мислсиз зиён-захмат етказилаётган бир пайтда одамларнинг юксак экологик мадантяти нажот манбаи ўлароқ, инсоннинг ҳаёти, саломатлиги келажак авлодни асраб қолишга ҳал қилувчи аҳамият касб этмоқда[5].

Янги Ўзбекистоннинг стратегик мақсади экологик барқарорликни таъминлаш иқтисодий ўсишнинг ресурслар тежамкорлигига асосланган “Яшил ривожланиш” моделига ўтишдир. Шу маънода, 2025-йилнинг Ўзбекистонда “Атроф-муҳитни асраш ва “яшил иқтисодиёт йили” эълон қилиниши бежиз эмас.

Энг асосий масала Ўзбекистон нафақат Марказий Осиё, балки МДҲ мамлакатлари орасида аҳолиси тез кўпайиб бораётган давлатлардан бири саналади. Бу эса ўз навбатида шаҳар аҳолисининг уй-жойга бўлган талабини қондириш баробарида, кўп қаватли турар жойлайлар ва ер ости ва ер усти автомобил тураргоҳлари назарда тутилиши ҳамда ёмғир ва техник сувлардан суғоришда фойдаланиш тузилмаларини ташкил этишни тақозо қилади. Айниқса, Ўзбекистон 2030 стратегиясини “Атроф муҳитни асраш ва “Яшил иқтисодиёт” йилида амалга ошириш бўйича давлат дастури ва уни тасдиқлаш тўғрисидаги” Президент фармони лойиҳасидаги устувор вазифалар, йўналишлар амалга оширилаётган ишлар бизни қувонтиради. Унда атроф-муҳитни асраш, “яшил” энергияни ривожлантириш масалаларига кенг ўрин берилган. Бу орқали Ўзбекистон Бирлашган Миллатлар Ташкилотининг 2030-йилгача глобал кун тартибирга киритилган муҳим масалалар, яъни бугун инсоният ҳаёти ва фаровонлик даражасини кўратиш, дунёда иқтисодий, ижтимоий ва экодогик вазиятни ҳар томонлама яхшилаш орқали адолатли ва барқарор жамият қуриш бўйича кенг кўламли иқтисодиётларни амалга ошириб сезиларли натижаларга эришилмоқда.

Мақсад. Жаддалик билан ривожланиб бораётган Ўзбекистон Республикасида инсон маънавияти – маърифатининг такомиллашувини ҳамда экологик ва атроф – муҳит хар ҳил сабаларини ўрганиб чиқиш.

Материал ва услублар. Экологик маданият ёшларда болаликдан шакллантирилиши зарур. Ёшларни тартибга меҳр-муҳаббат билан ёндашишга, атроф-муҳитни озода сақлашга, саранжом-саришталикка ўргатиш оиладан, маҳалладан, боғчадан, мактабдан бошланиши керак. Барча мактабда ўқиётган ёшларни экологияни моҳиятини чуқурроқ англаш уларга

ISSN 3030-3907

экологиядан назарий ва амалий дарс ўтиш лозим. Бундан ташқари ҳар йили ўтказиладиган энг намунали маҳалла кўрик-танловига маҳаллада атроф-муҳитни соғломлаштириш борасида олиб борган ишлари тўғрисида саволларни ҳам қўшиш яхши самара беради деб ўйлаймиз.

Собиқ Совет тузуми шароитида Ўзбекистонда ер ва сув заҳираларидан фойдаланишга қаратилган нотўғри сиёсат Орол ва сув сатҳининг кескин камайиб кетишига олиб келди. Орол сувининг қуриши, унинг очилиб қолган тагидаги тузларнинг шамол ёрдамида узоқ масофаларга олиб борилган, суғориладиган ерларни туз билан қоплаган.

Республикамизда экологик вазиятнинг хавфли ҳолатга келиши навақат Орол фожиаси билан боғлиқ бўлибгина қолмай, балки жумғуриятимизда, шу жумладан Самарқанд вилоятида жойлашган саноат корхоналарининг етарли даражада янги технологик ускуналар билан жихозланганлиги коммунал хўжалигидаги чиқараётган ифлос сувлар ҳамда траспорт воситаларидан чиқаётган тутунлар ҳам сабабчидир.

Шу билан биргаликда вилоятимизда экологик муҳитнинг ифлосланишига аҳолининг ўзи ҳам катта таъсир кўрсатсоқда. Масалан, Самарқанд шаҳри шимолий-шарқий қисмидан ўтувчи Сиёб, жанубидаги Дарғом каналларига шу канал атрофида яшовчи аҳоли ҳар ҳар ифлос сувларни ва чорва молларни чиқиндиларини каналга ташлаши ҳаммага аён. Ахир илгари сувга тупурманг харом бўлади деб кексаларимиз ёшларга ўгит берар эдиларку. Нимагадир ҳозирги кунда бундай масалаларга барчамиз бефарқ қараймиз.

Шу боис мамлакатимизда экологик муаммоларни бартараф қилиш борасидаги қатор саъий-ҳаракатлар амалга оширилмоқда. Жумладан, Ўзбекистонда ҳам давлатимиз раҳбари ташаббуси билан экологик муаммоларнинг олдини олиш, уларнинг салбий оқибатларини юмшатишга қаратилган амалий жора-тадбирлар ҳаётга татбиқ этиляпти.

Хусусан, Президентимиз ташаббуси билан ҳаётга кўчган “Яшил макон” умуммиллий лойиҳаси ушбу эзгу ташаббусларнинг дебочаси бўлди. Лойиҳа доирасидан юртимизнинг барча ҳудудларда кўчатлар экилиб, боғлар, хиёбонлар барпо қилиняпти. Бу эзгу йилларда ҳамма бирдам бўлиб фаолият кўрсатаётгани кўнгилни хушнуд қилади

Шу йил 14-январь Президент Шавкат Мирзиёев Бирлашган Араб Амирликларига ўтказилган. “Абу-Даби барқарор ривожланиш ҳафталиги” саммитида сўзлаган нутқида бу ҳақда шундай деди:

“Янги Ўзбекистоннинг стратегик мақсади экологик барқарорлигини таъминлаш, иқтисодий ўсишнинг ресурслари тежамкорлигига асосланган “Яшил” ривожланиш моделига ўтишдир.

ISSN 3030-3907

Бинобарин, Ўзбекистон-2030 стратегиясини “Атроф-муҳитни асраш ва “Яшил” иқтисодиёт йилида амалга ошириш бўйича давлат дастури ва уни тасвирлаш тўғричида”ги Президент фармони лойиҳасида ҳар бир соҳа ходими фаол иштирок этиши белгиланган.

Хусусан 2025-йил 1-сентябрдан бошлаб тадбиркорлик субъектларига “яшил тадбиркор” мақомини берилишини назарда тутувчи платформани ишга тушуриш ҳам таклиф қилинмоқда.

Лойиҳага кўра кўкламзорлаштиришга хисса қўшган, жумладан корхонани “яшил белбоғ” билан ўраган, томчилатиш, ёмғирлатиш ва контейнерли суғориш тизимини жорий қилган, энергия тежовчи ускуналар ва технологияларни амалда қўллаган тадбиркорларга “яшил тадбиркор” мақоми берилиши белгиланган.

Натижалар ва таҳлил. Зотан, экологияга нисбатан бешафқат муносабат қилинмоқда. Катта муаммоларга олиб келиши мумкин. Шу маънода, юртдошларимизнинг чиқиндига муносабатини ўзгармаса, яқин йилларда шаҳару-қишлоқларимизда тозалик, пировардига инсонлар саломатлиги билан боғлиқ жиддий масалалар пайдо бўлиши мумкин.

Дастур лойиҳасида 2025-йилда аҳоли саломатлигини яхшилаш, экологик бурилиш тартибини шакллантириш ва инсон салоҳиятини рўёбга чиқариш учун шарт-шароитларни яратиш борасида аҳолининг кундалик ҳаётига экологик тамойилларни сингдириш орқали юртимизда «Экофаол фуқаро» ҳаёт тарзини кенг тарғиб қилишга қаратилган «Бир миллат – яшил оила» умуммиллий ҳаракатини йўлга қўйиш қайд қилинган.

Университетимизда биология, экология, жисмоний маданият, касб-ҳунар таълими каби ихтисосликлари бўйича таълим олувчи бўлажак шифокорлар одам физиологияси ва биокимё асосларидан сабоқ олиб, ўсиш, ривожланиш, жисмоний чиниқиш ҳамда соғлом турмуш тарзини биологик моҳиятини ўрганиш билан баракали умр кўришга оид миллий қадриятлардан ўринли фойдаланиш сирларини ҳам ўрганадилар. Бунда Ибн Синонинг мероси муҳимдир. Улуғ аллома одам гавдасининг аҳволини ўрганиб, ундаги мавжуд соғлиқни сақлаш, йўқолганини қайтариш тиб илмининг мазмуни ва вазифаларини ташкил этади деб аниқ кўрсатилган. Соғлиқ ва касаллик тўрт хил асосга эга: моддий, фаол ёки таъсир қилувчи, шаклий ва тугалловчи, улар одам гавдасининг ҳолатларини ўзгартира оладиган сабаблардир. Булар ҳаволар ва уларга асосланган нарсалар, овқатлар, сувлар, ичимликлар ҳамда уларга алоқадор нарсалар бўлиши, жисмий, нафсоний ҳаракатлар ва озодаликдир.

Ибн Сино атмосфера ҳавоси билан йил фаслларининг гавдага таъсир этиши ҳамда муҳим физиологик-биокимёвий асосларни кўрсата олган.

ISSN 3030-3907

Жумладан, ҳаво ўпка орқали артерияларга туташ тешиклар орқали рухга тортилади, ўзи билан бирга тумансимон буғни олиб чиқади. Ҳаво тоза бўлса, у соғломлик учун ишловчи, ҳаво ўзгарган бўлса, бу ишнинг тескариси деб тушунтирилган.

Хулоса. Худди шундай, иссиқ-совуқ, намлик, қуруқлик каби омилларнинг тани жонга таъсири илмий асосланган. Турар жой, ейиладиган, ичиладиган нарсалар келтирилиб чиқарадиган ҳодисалар ҳақида ҳам муҳим қадриятларни бизга мерос қолдирган. Улардан модда ва биоқувват алмашигувчи жараёнларнинг моҳиятини очиб беришда ўринли фойдаланиш зарур. Бунда аҳоли орасида кунлик юриш ва югуриш тарғиб қилинади “яшил” транспортда, жумладан, велосипедда ҳаракатланиш рағбатлантирилади, пластик маҳсулотлардан фойдаланиш камайтирилади, озиқ-овқат исрофгарчилини олди одинади, сув ва газ, электр энергияси оқилона ишлатилади.

Ўзбекистоннинг ҳар бир фуқароси, асосан ёш авлод вакиллари экология ҳаёт-мамот масаласи эканлигини теран англаб, бошқаларни ҳам шунга даъват этсаккина бу борада ўзгаришлар бўлади. Ёш авлодларга кўркам табиатни, сўлим боғларни, ҳиёбонларни тоза-озода, маҳалла кўчаларини, қисқа қилиб обод Ватанни мерос қолдирамиз.

АДАБИЁТЛАР

1. Абдуазимова З.А. Шахс-эстетик дидини шакллантиришда эко-эстетик маданият //Academic research in educational sciences. – 2022. – Т. 3. – №. NUU Conference 2. – С. 110-114.
2. Абдуллаева Д.Н. Мактаб географик таълими орқали геоэкологик маданиятни шакллантириш масалалари //Современное образование (Узбекистан). – 2022. – №. 12 (121). – С. 36-42.
3. Ахмедов А., Пулатова М. Роль надзорных институтов в рациональной организации международных экологических отношений //ББК 1 Е91. – 2018. – С. 156.
4. Бобоева М. Жамиятда экологик саводхонликни ривожланишини тарихий илдизлари //Academic research in educational sciences. – 2022. – Т. 3. – №. TSTU Conference 1. – С. 778-783.
5. Жўраева Ф.Б. Экологик муаммолар ва ёшлар маънавияти //Golden brain. – 2024. – Т. 2. – №. 8. – С. 48-52.
6. Кушбаков К.Б. Ижтимоий Экологик онг ва маданиятни соғломлаштиришнинг долзарб масалалари //Web of Scholar. – 2016. – №. 2. – С. 70-72.
7. Хайдаров З.Ё., Омиршот Т. Экологические проблемы и развития сельского хозяйства //Кишоварз. – 2013. – №. 3. – С. 5-7.

ISSN 3030-3907

8. Ходжиболаева Н. М. Ўзбек жадид мутафаккири Абдулла Авлонийнинг инсон ва табиат муносабатларига доир ижтимоий-педагогик қарашлари //Oriental renaissance: Innovative, educational, natural and social sciences. – 2022. – Т. 2. – №. 10-2. – С. 688-695.
9. Ҳусанов Э.Т. Современное образование (узбекистан) //современное образование (Узбекистан) Учредители: Общество с ограниченной ответственностью" Центр инновационных технологий". – №. 4. – С. 66-74.
10. Қораев С. Б. Экологик талим-тарбияда муоммо ва ечимлар //Scientific progress. – 2022. – Т. 3. – №. 4. – С. 255-260.
11. Arzimatova I., Tursunov B. The Role social factors in the spiritual development personality //Scientific Bulletin of Namangan State University. – 2021. – Т. 2. – №. 2. – С. 163-170.
12. Xudayqulov X., Abdurazaqov F. Ёшлар орасида нутқ маданияти ривожлантириш технологиялари //Science and innovation. – 2022. – Т. 1. – №. B7. – С. 815-821.
13. Yuldashev S. et al. National Processes In Uzbekistan And The Formation Of The Internationalist Maturity Of The Younger Generation //The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. – 2021. – Т. 3. – №. 06. – С. 167-175.
14. Зиядуллаев Ш. Х. и др. Роль некоторых регуляторных цитокинов в иммунопатогенезе экзогенных аллергических альвеолитов //Здобутки клінічної і експериментальної медицини. – 2017. – №. 1. – С. 38-41.
15. Юлдашев С. Ж. и др. Взаимосвязь между показателями системы ММП/ТИМП и функциональными параметрами сердечно-сосудистой системы при хронической сердечной недостаточности //Вопросы науки и образования. – 2019. – №. 27 (76). – С. 66-75.

ISSN 3030-3907

ЎРТА АСР ШАРҚ МУТАФАККИРЛАРИ ҚАРАШЛАРИНИНГ ЁШЛАР ТАРБИЯСИДАГИ ЎРНИ

Амонова Ҳикоят Иноятовна

Бухоро давлат тиббиёт институти "Тиббий ва биологик кимё" кафедраси доценти, техника фанлари номзоди

Аннотация Мақолада маънавий тарбиянинг долзарблиги таҳлил қилинган. Ўрта аср Шарқ мутафаккирлари Беруний ва Ибн Сино қарашларининг ёшлар тарбиясидаги ўрни очиб берилган. Мутафаккирлар асарларидаги комил инсон ғоясининг тарихий-фалсафий талқинига алоҳида эътибор қаратилган. Мутафаккирлар ижодий меросидаги комил инсон ғоясининг баркамол авлодни тарбиялашдаги аҳамияти кўрсатиб берилган.

Калит сўзлар: Ренессанс, Янги Ўзбекистон, ўрта аср Шарқ мутафаккирлари, маънавият, тиббиёт.

Аннотация. В статье анализируется актуальность духовного воспитания. Раскрывается роль средневековых восточных мыслителей Беруни и Ибн Сины в воспитании молодёжи. Особое внимание уделяется историко-философскому осмыслению идеи совершенного человека в трудах мыслителей. Показано значение идеи совершенного человека в творческом наследии мыслителей в воспитании совершенного поколения.

Ключевые слова: Возрождение, Новый Узбекистан, средневековые мыслители Востока, духовность, медицина.

Abstract: This article analyzes the relevance of spiritual education. The role of the medieval Eastern thinkers Beruni and Ibn Sina in the education of youth is explored. Particular attention is given to the historical and philosophical understanding of the idea of the perfect man in the works of these thinkers. The significance of the idea of the perfect man in the creative legacy of these thinkers in educating the next generation is demonstrated.

Keywords: Renaissance, New Uzbekistan, medieval Eastern thinkers, spirituality, medicine.

Кириш

МаълумкиЎзбекистонРеспубликасиМустақиллигининг29йилликтанта на-ларида Ўзбекистон Республикаси Президентининг: "Халқимизнинг улуғвор қудрати жўш урган ҳозирги замонда Ўзбекистонда янги бир уйғониш – Учинчи Ренессанс даврига пойдевор яратилмоқда"[1], –деган сўзи янгради. Таъкидлаш жоизки,

Ҳозирги кунда ҳаётимизнинг барча соҳаларида рўй бераётган юксалиш жараёнлари ўзини нечоғлик аҳамиятли эканлигини намоён этмоқда. Бинобарин, мустақиллигимизнинг дастлабки даврларида биз миллий ўзликни англаш, бой тарихий маънавий ҳамда илмий меросимизнинг асл мазмун-

ISSN 3030-3907

моҳиятини тушуниш ва уни рўёбга чиқаришга интилган бўлсак, эндиликда халқимиз жипслашиб “миллий тикланишдан – миллий юксалиш” ғоясини собит-қадамлик билан амалга оширишга киришди. Бу даврда жамиятимизда ижтимоий тафаккурнинг юксалиш тенденцияси қарор топиб, унга хос ҳам миллий, ҳам умуминсоний қадриятлар мужассамлиги эътироф этилмоқда.

Бутун дунё ҳамжамияти эътироф этганидек, Ўзбекистон қадимдан маданият ва цивилизация барпо этувчи заминдир. Дарҳақиқат, ўрта асрларда Ўзбекистон ҳудудида вужудга келган илмий-маънавий ютуқлар Европадаги илму фанга асос бўлди. Муҳаммад ал-Хоразмий, Абу Али ибн Сино, Абу Райҳон Беруний, Абу Наср Форобий каби улуғ мутафаккирларимизнинг беқиёс илмий-фалсафий рисолалари дунёвий билимларни ривожлантириш ва тизимлаштириш билан бир қаторда, нафақат ўз замонаси, балки кейинги юзйилликларга тегишли умумжаҳон тамаддунининг юксалишига асос солди. “Аждодларинг шуҳратига суянма, ўзингга ўзинг шуҳрат топ. Кимда ким обрўли қариндошларига нисбат бериб, уларни восита қилса ва ҳеч нарса қилмай, фақат ўлган аждодлари билан фахрланиб юрса, ўша кишининг ўзи ўлик ва аждодлари эса, тирик саналади”, деб айтган эди мутафаккир Абу Райҳон Беруний.

Таъкидлаш жоизки, мамлакатимизда маънавий-маърифий ишларни тизимли ташкил этиш, бу борада амалга оширилаётган чора-тадбирларнинг самарадорлигини ошириш, аҳоли, айниқса ёшларнинг интеллектуал салоҳияти, онгу тафаккури ва дунёқарашини юксалтириш, мафкуравий иммунитетини мустаҳкамлаш, ватанпарварлик, халққа муҳаббат ва садоқат туйғуси билан яшайдиган баркамол авлодни тарбиялашга алоҳида эътибор қаратилмоқда.

Маълумки, маънавият ва тиббиёт қондош тушунчалар бўлиб, аждодларимиз даҳоси туфайли бир-бири билан уйғунлашиб кетган ажралмас бир бутунликни ташкил қилади. Маънавият-жамиятнинг, миллатнинг ички ҳаёти, руҳий кечинмалари, ақлий қобилияти, идрокини мужассамлаштирувчи тушунча. Тиббиёт эса, шундай бир илмки, у билан одам гавдасининг аҳволи соғлиқ ва касаллик жиҳатидан ўрганилиб, унинг мавжуд соғлиғи сақланади ва йўқотгани қайтарилади. Маънавият, маданият, илм-фан дурдоналари саналган бебаҳо мерослари асарларида мутафаккирларнинг табиий-илмий, фалсафий, ижтимоий-иқтисодий, ахлоқий қарашлари акс этган бўлиб, улар асосида инсон масаласи турибди. Абу Райҳон Беруний барча қимматли нарсалар инсон меҳнати билан яратилади ва инсоннинг қадр-қиммати унинг авлод-аждодлари ким бўлганлиги билан эмас, балки унинг меҳнати билан белгиланади, деб ҳисоблайди. Берунийнинг ижтимоийлик, ахлоқ ва одобнинг асосий

ISSN 3030-3907

масалалари бўйича қарашлари инсонийлик туйғулари билан йўғрилган. Унинг ижтимоий қарашлари марказида инсон, инсоний жамият туради. Мутафаккир инсоннинг барча мавжудотдан устунлиги унинг тафаккури орқали эканини изоҳлайди. Шунинг учун ҳам ердаги барча ҳайвонлар унга бўйсунадилар, акс ҳолда инсон энг кичик ҳайвондан ҳам ожиз бўлар эди. У инсон ташқи оламини билишда асосан ақлга таяниши ва шунинг учун ҳам у барча жонзотдан устун туришини таъкидлайди. Инсон ақлга мувофиқ билиш орқали оламнинг моҳияти ҳақидаги билимларни ўзлаштиради. Лекин билимнинг чеки йўқ ва ҳамма билимларни тез эгаллаш мумкин эмас. Шунинг учун инсон ўзи билиб олган нарсалар билан кифояланиб қолмайди, балки доимий равишда янги билимларни ўрганишга интилиши керак. Унинг фикрича, инсон билиш, тушуниш, фикрлаш, муҳокама қилиш, ўйлаб топиш каби истеъдодга эга [3]. Беруний кишиларнинг ақлий қарашларида, ахлоқий сифатларида, инсон руҳиятини ўзгартиришида таълим-тарбиянинг аҳамияти катта эканлигини кўрсатган. Инсон сўзлаш, ҳис этиш қобилияти билангина билим ва ҳунарни эгаллайди, бажарилиши лозим бўлган ишларни амалга оширади. Инсон тафаккури вақеликни билишга қаратилгандир. “Аммо инсон нарса ва ҳодисаларнинг фақат сифат ҳамда хусусиятлари ҳақида билим берувчи ҳиссий билиш даражасида тўхтаб қолмайди, балки нарсаларни атрофлича билиш, шу нарсалар ҳақида фикр юритишни талаб қилади”[4], – дейди Беруний. “Ҳар бир инсоннинг қадр-қиммати ўз ишини қандай бажараётгани билан ўлчанади. Инсоннинг тилак ва хохишлари меҳнат туфайлигина амалга оширилиши мумкин” [5], деган хулосага келади. Маълумки, киши камолотида уч нарса, яъни ирсият, муҳит, тарбия асосий рол ўйнайди. Буларни файласуф олимлар ва педагоглар турлича изоҳлаб келганлар. Абу Райҳон Беруний ва Ибн Сино инсонни камолотга етиш босқичида муҳим, ижтимоий ҳаёт, камолот сари йўналтирадиган тарбияни асосий ва муҳим эканлигини исботлаганлар. Буюк ватандошимиз Абу Али Ибн Сино фаолиятида бу икки йўналиш: маънавият ва тиббиёт уйғунлашиб кетади. Буюк қомусий олимдан жуда катта мерос қолган бўлиб, турли манбаларда унинг фалсафа ва илоҳиётга оид 80 та, табобатга оид 43 та, руҳшуносликка оид 26 та, тиббиётга оид 23 та, одоб илмига оид 9 та, мантиққа оид 19 та ва бир қанча асарлари қайд этилади. Унинг “Китоб-аш-шифо”, “Ал-ишорат ва танбиҳот”, “Донишнома”, “Китоб алҚонун фи-т-тиб”, “Китоб ан-Нажот” каби асарларида фалсафий, тиббий, бадиий-эстетик, ахлоқий ғоялари ўз аксини топган. Ибн Сино меросида тиббиёт илми ва инсон саломатлиги кўп ҳолларда шеърий асарларда тарғиб қилинган. У шундай ёзади: Шоир тилнинг амиридир, табиб тана подшоҳи, Бири билан бадан тирик, биридир сўз ҳамроҳи [6]. Ёки яна бир мисол: Ўз соғлиғин

ISSN 3030-3907

сақламоқ ҳар кишининг ўз иши. Аллома инсондаги яхши фазилатлар ва иллатлар ҳақида фикр юритади. У майхўрлик, кашандалик, ортиқча овқатланиш, оғир руҳий ҳиссиётларнинг инсон саломатлигига салбий таъсирини қайд этади. Саломатликнинг асосий белгиси поклик ва озодалик эканлигини таъкидлайди. Ҳар қандай шароитда ҳам меъёр ва тартибга риоя қилиш лозимлигини уқтиради. Мутафаккир асарларида “миқдор”, “сифат”, “меъёр” тушунчаларининг моҳият ва мазмунини очиб беради. Ибн Сино асарларида асосан бола тарбияси, унинг хулқи, соғлом инсонни тарбиялаб, вояга етказиш масалалари алоҳида ўрин тутади.Мутафаккир болада ахлоқий хислатларни меҳнат, жисмоний ва ақлий тарбия билан узвий ҳолда шакллантиришни, уни инсон қилиб камол топтиришда асосий омил, деб билади. Инсон ўз соғлиғи, ўз ҳатти-ҳаракатларига масъул, шунинг учун ҳам доимий равишда ақлий тарбия билан жисмоний тарбияни ҳамоҳанг олиб бориш лозим. “Бадантарбияни тарк этган одам аксари хароб бўлади, зеро ҳаракатсиз қолган аъзоларнинг қуввати заифлашади” [7]. “Бекорчилик ва айш-ишрат нафақат нодонликка олиб келади, айни вақтда касалликнинг туғилишига ҳам сабаб бўлади”. Ибн Сино ёш болаларни туғилганидан бошлаб тарбиялаш масаласига алоҳида эътибор беради. Хусусан болаларнинг ўспиринликка ўтиш даври тарбияси ўзига хос хусусиятга эга. Бу даврда уларда хулқ-атвор шаклланади.Бола хулқ-атворининг бир текис, вазмин бўлиши учун уни кескин ғазабланишдан, қаттиқ қўрқувдан ва уйқусизликдан сақлаш зарур. Бу тадбир уни ёқимли хулқ-атворли қилиб тарбиялаш имконини беради. Мутафаккирнинг фикрича, бола хулқининг мўътадилликда сақланишига алоҳида эътибор бериш керак. Бундан икки манфаат бор: бири боланинг руҳи учун бўлиб, у ёшликдан бошлаб яхши хулқли бўлиб ўсади ва кейинчалик бу унга ажралмас малака бўлиб қолади. Иккинчиси унинг бадани учундир, чунки ёмон хулқ турли мижоз бузилишларидан бўлади. Шунингдек, агар ёмон хулқ одатга кириб қолса, у мижоз бузилишини келтириб чиқаради. Масалан, ғазаб кучли қиздиради, қайғу кучли қуритади, ҳафсаласизлик нафсоний қувватни бўшаштириб, мижозни бузади [8]. Ибн Синонинг бу фикрлари яна бир бор маънавият ва тиббиётнинг чамбарчас алоқасини намоён қилади. Ибн Сино ўз асарларида инсонни икки томонлама ўрганади. Бир томондан – жисмонан бақувват, соғлом киши ва яна иккинчи томондан – унинг қалби, руҳиятининг поклиги, ўзида асл инсоний фазилатларни мужассам этганлигини таҳлил этади. У “комил инсон”, “соғлом авлод” масалаларига алоҳида эътибор қаратади. Мавжудотлар ичида энг улуғи, ақл кучига эга бўлган инсоннинг комил инсон сифатида шаклланишида таълим тарбия, оила, атроф-муҳитнинг ҳал этувчи ролини таъкидлайди.

ISSN 3030-3907

Ибн Синонинг фикрича, маърифатли, ўқимишли инсонда касбий маҳорат, чуқур маънавият, муомала маданияти, юксак ахлоқ бўлиши, хусусан шифокорлик касбини танлаган киши ақл, тажриба, билимва инсонпарварлик тамойилига суяниши лозим. “Бола кўпроқ юлдузларга боқсин, гуллардан баҳра олсин, гўзалликни тушунишни ва сезишни ўргансин, шундагина ҳақиқий инсон бўлиб етишади”, – дейди мутафаккир. Гарчи орадан минг йилдан кўпроқ вақт ўтган бўлса-да, мутафаккирнинг илғор фикрлари, бетакрор мушоҳадалари, илмий мероси ниҳоятда қимматли бўлиб, улардан тиббий ва фалсафий фанлар тизимида асосий манба сифатида фойдаланилмоқда. Ибн Сино инсон илоҳий карамдан баҳраманд бўлган, оламда тартиб ўрнатиш ва уни обод қилишга тегишли ваколатларни олган зотдир, деган эди. Ибн Синонинг фикрича, Тангри инсонга шундай куч-қувватни инъом этди-ки, у орқали яхшиликни ёмонликдан, ақлий камолотни ёлғондан фарқ эта олиш имконияти пайдо бўлди. Инсон ақл-заковат соҳиби эканлиги, табиатда ўзига хос ўрин эгаллаши туфайли барча тирик мавжудотлар салтанатига ҳукмронлик қилиш ҳуқуқини қўлга киритган. Ахлоқий камолот инсон зотига хос жараёндир, чунки у ақл, тафаккурнинг буюк қудратига таянган ҳолда ҳақиқат билан ёлғоннинг чегарасини аниқлабгина қолмасдан, балки дўстни душмандан ажрата олади.Илм билан хулқ-атвор, саъй-ҳаракатларнин гўзаро бирлиги инсонни донишмандлик, комил инсон даражасига етказади. Бунга ҳеч қандай шубҳа бўлмаслиги керак, чунки “гўзалликка ва ахлоқий камолотга интилиш-бу инсон зотига хос хусусиятдир”, дейдимутафаккир [9]. Ибн Синонинг асарларида инсон табиати азалдан ахлоқли ёки ахлоқсиз бўлмайди, деган муҳим ғоя илгари сурилади. Аслида одамлар тайёр фазилат, одат ва ҳаётий кўникмалар билан туғилмайдилар. Бундай хусусиятлар уларнинг ижтимоий ҳаётида секин-аста аждодлар анъаналари, таълим-тарбиянинг таъсири остида шакллана боради [10-21].

Инсоннинг баркамол шахс сифатида шаклланишида таълим-тарбиянинг ўрни беқиёсдир. Ибн Сино уни Қуръонни ўрганишдан бошлашни маъқул, деб билади. Ундан кейин она тили, хорижий тиллар, тиббиёт ва геометриянинг асослари ўрганилиб борилади. Ўрганилаётган соҳаларни ёд олиш, тез-тез такрор-лаб туриш хотирани мустаҳкамлайди, тарбияланувчида баҳс-мунозараюритиш маданиятиниюксалтиради. Ўрта аср Шарқ мутафаккирлари инсон масаласини ўзига хос таҳлил этиб, унинг камолотга эришишида асосий ўрин тутадиган омилларни ўз асарларида кўрсатиб берганлар. Ўзбекистон Президенти Шавкат Мирзиёев “Янги Ўзбекистон” газетасига берган интервьюсида Учинчи Ренессанс ва Янги Ўзбекистон концепциялари нимани англатиши ҳақида сўзлаб берган эди.“Бугунги кунда

ISSN 3030-3907

бутун халқимизнинг қалбидан чуқур жой олган, умуммиллий ҳаракатга айланиб бораётган “Янги Ўзбекистон” ғояси замирида улуғ аждодларимиз, умуман олганда, миллий тарихимизда Биринчи ва Иккинчи уйғониш даврларига асос солган аллома боболаримизнинг орзу-интилишлари ва армонлари ҳам мужассам, десак, адашмаган бўламиз... Ҳозирги вақтда мамлакатимизда яна бир муҳим Уйғониш жараёни кечмоқда. Шунинг учун “Янги Ўзбекистон” ва “Учинчи Ренессанс” сўзлари ҳаётимизда ўзаро уйғун ва ҳамоҳанг бўлиб янграмоқда, халқимизни улуғ мақсадларсари руҳлантирмоқда”[2], – дебтаъкидладиШавкат Мирзиёев.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР:

1. Ўзбекистон Республикаси Мустақиллигининг 29 йиллик тантаналарида Ўзбекистон Республикаси Президентининг маърузаси http://www.uzdaily.uz /uz/post/6557.
2. Ўзбекистон Президенти Шавкат Мирзиёев “Янги Ўзбекистон” газетасига берган интервьюси https://www.gazeta.uz/uz/2021/08/17/renaissance/. 3. Туракулов Э, Рахимов С. Абу Райхон Беруний рухият ва таълим-тарбия хакида. Т.: 1992. –Б. 21.
3. Беруний. Минералогия. М.: 1963. –Б. 11.
4. Беруний. Танланган асарлар, 3-том, Т.: 1965. –Б. 88.
5. КамоловН. Тиббий одобнома. Т.: 1993. –Б.63.
6. Тафаккур гулшани. Т.: 1989. –Б. 415.
7. ИрисовА. Абу Али ибн Сино. Т.: 1980. –Б.100.
8. Носиров Р.Н. Ибн Синонинг “Амалий фалсафа” сида инсон тарбия муаммоси. “Мустакил Узбекистон: фалсафа фанларининг долзарб муаммолари” тупламида. Т.: 2002. – Б. 126.
9. Khajieva I., KhujaniyazovaG., KenjaevaK., & Jumaniyozov F. (2020). Foreign language competence formation of the future teacher of vocational education in the information and educational environment. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 7(2). – PP. 360–365.
10. Амонова Ҳ. И. (2025). Жамиятда жамоатчилик фикрини ўрганишнинг асосий омиллари. Development Of Science, 10(4), pp. 302-310
11. Амонова, Х. И., & Содикова, С. Ш. (2020). Кейс как эффективный метод преподавания химических наук в высших медицинских учебных заведениях. Вестник науки и образования, (19-2 (97)), 52-54.
12. Амонова, Х. И. (2020). Особенности активных методов обучения. Наука, техника и образование, (6 (70)), 80-82.
13. Амонова, Х. И. (2022). Ёшлар тарбияси узвийлигини таъминлашда асосий методологик ва концептуал ёндашувлар. Ta'lim va rivojlanish tahlili onlayn ilmiy jurnali, 2(12), 265-270.

ISSN 3030-3907

14. Амонова, Х. И. (2022). Методика Приготовления Шлихтующих Полимерных Композиций. Amaliy va tibbiyot fanlari ilmiy jurnali, 1(7), 192-203.
15. Amonova, H. I. (2022). Rigidity and Resistance of Sized Yarn. INTERNATIONAL JOURNAL OF BIOLOGICAL ENGINEERING AND AGRICULTURE, 1(4), 34-39.
16. Amonova, H. I. (2022). Scientific Substantiation of the Use of Sericin to Improve the Efficiency of Cotton Yarn Sizing. Eurasian Journal of Engineering and Technology, 11, 30-33.
17. Кенжаева Х.П. (2021). Фуқаролик маданияти мезонлари шарқ фалсафаси талқинида. Academic research in educational sciences, 2(3).
18. Амонова Х.И. (2021). Янги Ўзбекистон шароитида ёшлар тарбияси ва аждодлар мероси . Жамият ва инновациялар – Общество и инновации – Society and innovations Special Issue – 8, 363-366.
19. Кенжаева Х. (2021). Миллий маънавий меросимизда таълим-тарбия масалалари. Общество и инновации, 2(6/S), 18–24.
20. Кенжаева Х.П., & КаримоваЛ.М. (2019). Тарихий хотира – халқ маънавиятининг таркибий қисми. перекрёсток культуры, 1(3).

ISSN 3030-3907

О ПОВЫШЕНИИ ЭФФЕКТИВНОСТИ ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, УСТАНАВЛИВАЕМЫХ НА ТЕРРИТОРИИ УЗБЕКИСТАНА

А.И. Каршибаев
Навоийский государственный горно-технологический университет
Г.О. Холбоев
Навоийский государственный горно-технологический университет
Б.Г. Олимов
Навоийский государственный горно-технологический университет

Аннотация. В данной статье рассмотрены современные тенденции развития возобновляемых источников энергии в Республике Узбекистан, а также анализируются показатели роста солнечных и ветровых электростанций в 2022–2024 годах. Особое внимание уделено инновационным разработкам, направленным на повышение эффективности фотоэлектрических станций, созданным в сотрудничестве между НГГТУ, компанией «SOLAR ENERGY NAVOIY» и школьниками региона. Представлены результаты экспериментальных испытаний новых механических систем регулирования угла наклона солнечных панелей и систем увеличения активной площади освещения фотоэлектрических модулей. Установлено, что применение данных разработок позволяет повысить эффективность фотоэлектрических станций до 20–24% и обеспечить их практическую эксплуатацию без использования редукторных и трекерных механизмов. В статье также обоснована важность подготовки квалифицированных научно-технических кадров для дальнейшего расширения доли ВИЭ в энергобалансе Узбекистана и достижения стратегических целей до 2030 года.

Ключевые слова: возобновляемые источники энергии; солнечная энергия; ветровая энергетика; фотоэлектрические станции; эффективность ФЭС; солнечная радиация; механическая система слежения; энергетическая безопасность; Узбекистан; инновационные разработки.

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston Respublikasida qayta tiklanuvchi energiya manbalarining rivojlanish tendensiyalari hamda 2022–2024 yillarda quyosh va shamol elektr stansiyalarining o‘sish ko‘rsatkichlari tahlil qilingan. Ayniqsa, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, “SOLAR ENERGY NAVOIY” kompaniyasi va umumta’lim maktabi o‘quvchilari hamkorligida ishlab chiqilgan fotoelektr stansiyalar samaradorligini oshirishga qaratilgan innovatsion texnologiyalar alohida o‘rganilgan. Quyosh panellarining mexanik burchakni o‘zgartirish tizimi va yorug‘lik qabul qiluvchi faol yuzani kengaytirish tizimi bo‘yicha o‘tkazilgan tajriba sinovlari natijalari keltirilgan. Tadqiqotlar natijasida ushbu texnologiyalar fotoelektr stansiyalar samaradorligini

ISSN 3030-3907

20–24% gacha oshirishi, shuningdek, reduktor va trekerlardan foydalanmasdan amaliy ekspluatatsiyani ta’minlashi aniqlangan. Shuningdek, O‘zbekistonning 2030 yilgacha bo‘lgan “yashil energetika” strategiyasini amalga oshirishda ilmiy kadrlar tayyorlashning muhim o‘rni asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: qayta tiklanuvchi energiya manbalari; quyosh energetikasi; shamol energetikasi; fotoelektr stansiyalar; energiya samaradorligi; quyosh nuri; mexanik kuzatuv tizimi; energetik xavfsizlik; innovatsion texnologiyalar.

Abstract: This article analyzes the development trends of renewable energy sources in the Republic of Uzbekistan and examines the growth indicators of solar and wind power plants during 2022–2024. Special attention is given to innovative technologies aimed at improving the efficiency of photovoltaic power plants, developed in collaboration with Navoi State Mining and Technology University, SOLAR ENERGY NAVOIY company, and students of the regional schools. The study presents the results of experimental tests of a mechanical solar panel tilt-adjustment system and a system for increasing the active light-receiving surface of photovoltaic modules. The findings show that these technologies can increase photovoltaic plant efficiency by 20–24% and enable practical operation without the use of gearboxes or solar trackers. The article also emphasizes the importance of scientific personnel training for achieving Uzbekistan’s 2030 green energy goals.

Keywords: renewable energy sources; solar energy; wind energy; photovoltaic stations; energy efficiency; solar radiation; mechanical tracking system; energy security; innovative technologies.

Введение.

Стремительное развитие технологий и рост населения планеты приводят к ежегодному сокращению природных ресурсов. В этих условиях переход к возобновляемым источникам энергии (ВИЭ) становится важнейшим элементом «зелёной экономики» и энергетической безопасности.

Ведущие мировые компании во всех отраслях активно инвестируют в солнечную и ветровую энергетику, снижая зависимость от традиционных видов топлива. Узбекистан, обладая одним из самых высоких уровней солнечной радиации в мире, также стремительно развивает сектор ВИЭ и имеет огромный потенциал — *до 270 млн тонн условного топлива* в виде годового солнечного ресурса.

1. Развитие ВИЭ в Узбекистане: от 2022 года к 2024 году

Итоги 2022 года

По данным Министерства энергетики РУз 1 января 2023 года (фактически — итоги 2022 г.) установленная мощность ВИЭ составляла 2 271,2 МВт, *(см. таблицу 1)* в том числе:

•Гидроэнергетика — 2 070,4 МВт,

ISSN 3030-3907

- Солнечные станции — около 200 МВт,

•Ветроэнергетика — всего 0,75 МВт.

2022 год стал переломным моментом: были введены первые крупные солнечные станции в Навои и Самарканде, что заложило фундамент последующего бурного роста.

Таблица-1

Рост солнечной и ветровой энергетики Узбекистана (факт 2022-2024 и прогноз до 2030

Год	Солнечные станции (МВт)	Ветровые станции (МВт)	Общая мощность (СЭС+ВЭС (МВт)
2022	200	1	201
2023	356	100	456
2024	2500	500	3000
2025 (прогноз)	3500	1000	4500
2030 (прогноз, цель 18 ГВт)	12000	6000	18000

Фактические результаты 2024 года

Уже к концу 2024 года Узбекистан достиг беспрецедентных темпов развития «зелёной» энергетики (см. таблицу 2):

•Общий объём выработки СЭС и ВЭС достиг

•4,860 млрд кВт·ч, из них:

•солнечные электростанции — 4,061 млрд кВт·ч,

•ветроэлектростанции — 799,2 млн кВт·ч.

•Энергосистема получила ключевые преимущества:

•1,47 млрд кубометров сэкономленного природного газа,

•2,04 млн тонн предотвращённых выбросов вредных газов.

Таблица-2

Выработка электроэнергии СЭС и ВЭС в 2024 году

Источник	Выработка (кВт·ч)	Доля	Эффект
Солнечные станции (МВт)	4 061 300 000	83,6%	Основа генерайии ВИЭ
Ветровые станции (МВт)	799 200 000	16,4 %	Быстро растущий сектор
ИТОГО ВЕЭ	4 860 500 000	100 %	-

Данный объём электроэнергии соответствует годовой норме потребления более **2 млн домохозяйств**.

Государственные субсидии и программа «Солнечный дом»

ISSN 3030-3907

В 2024 году установщикам солнечных панелей было выделено **более 12 млрд сумов субсидий**.

В 2024 г. государство выкупило у населения **12 182 090 кВт·ч** по фиксированной цене — **1000 сум/кВт·ч**, выплатив гражданам **12,182 млрд сум**.

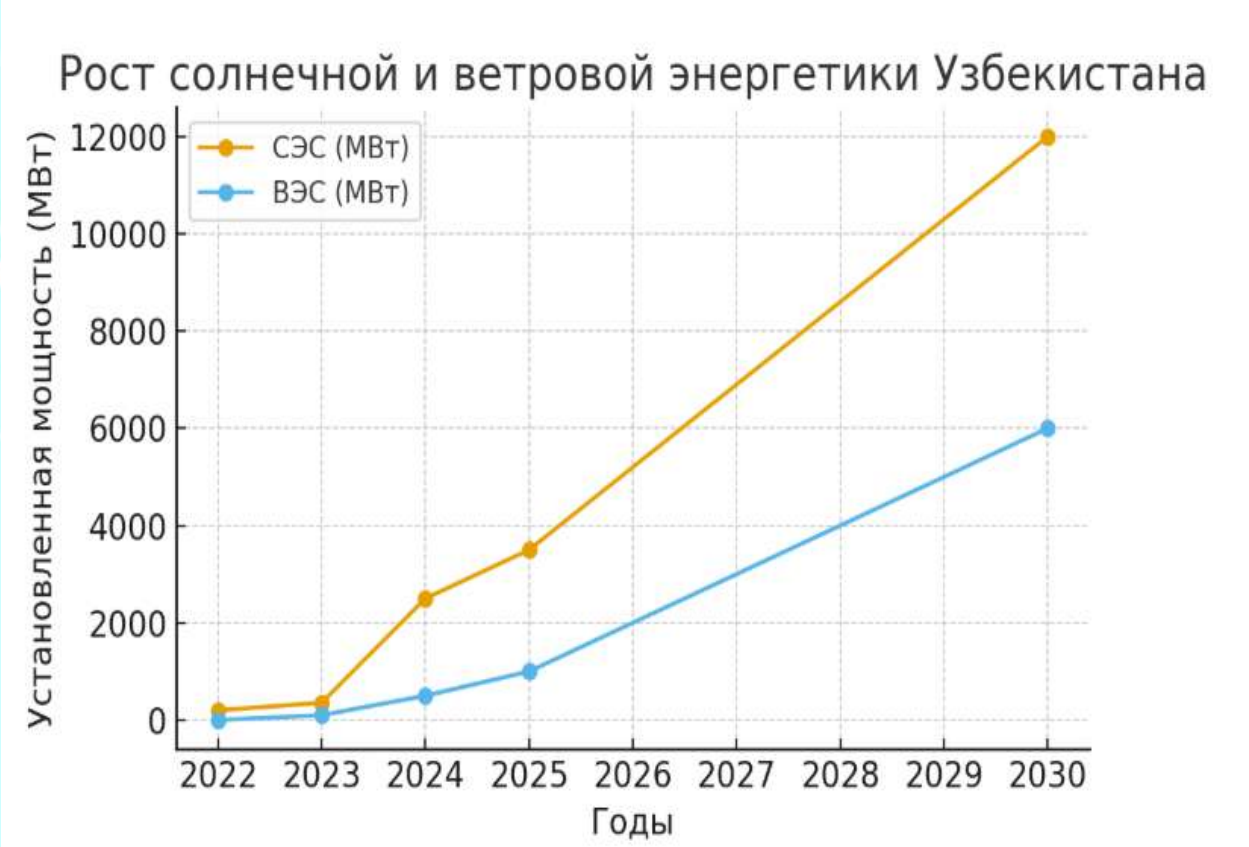
Согласно планам правительства, **с 1 января 2026 года** закупочная цена за электроэнергию населения будет приравнена к *второй тарифной стоимости*, что значительно повысит привлекательность малых СЭС.

2. Прогноз развития ВИЭ до 2030 года

Согласно программам Министерства энергетики и международным партнёрским проектам (Masdar, ACWA Power, Voltalia), планируется:

- увеличение установленных мощностей СЭС и ВЭС **до 18 ГВт к 2030 году**;
- достижение доли «зелёной» энергии в энергобалансе **до 40 %**.

При сохранении текущих темпов прироста Узбекистан сможет выйти в число региональных лидеров по чистой энергетике и значительно сократить долю газа в генерации.



3. Инновационные разработки для повышения эффективности ФЭС

(опыт SOLAR ENERGY NAVOIY, НГГТУ и ученик 10го класса международной школы "THOMPSON SCHOOL")

Особое внимание уделяется развитию научных исследований и инновационных технологий. В НГГТУ ведётся активная подготовка

ISSN 3030-3907

высококвалифицированных кадров, а также системная работа со школьниками региона.

Новейшие научные разработки 2025 года

На базе компании **«SOLAR ENERGY NAVOIY»**, совместно с учеником 10 класса международной школы **THOMPSON SCHOOL** Олимовым Бехрузом Голибжон угли, были разработаны две новые конструкции для фотоэлектрических станций:

1. **Механическая система регулирования угла наклона солнечных панелей без электропривода.** Позволяет поддерживать оптимальный угол падения солнечных лучей 90° на протяжении всего дня.
2. **Система увеличения активной площади освещения фотоэлектрических модулей.** Повышает светоприёмную способность поверхности панели.









Результаты испытаний

Эффективность фотоэлектрических панелей увеличена до **24%**, что подтверждено лабораторией НГГТУ *(протокол прилагается)*.

ISSN 3030-3907

Практическое внедрение

В августе 2025 г. одна из конструкций была установлена на ФЭС мощностью **500 кВт** на Зарафшанском управлении строительства (ЗУС) НГМК.

Результаты внедрения:

- эффективность станции выросла **более чем на 20%**;
- ФЭС стала обеспечивать **100% потребности ЗУС** в электроэнергии;
- система не требует редукторов и трекерных механизмов.

Это — первая отечественная механическая система подобного уровня, успешно прошедшая промышленную эксплуатацию.

4. Значение научных кадров и будущего потенциала

Развитие энергетики невозможно без интеграции науки и практики. Навоийский Государственный Горно-Технологический университет формирует сильную команду молодых специалистов, способных решать задачи:

- внедрения новых технологий,
- повышения энергоэффективности,
- расширения доли ВИЭ,
- снижения выбросов парниковых газов,
- защиты экологии Республики Узбекистан.

Уверенно можно сказать: профессиональная команда университета, обладая богатым опытом и научным потенциалом, успешно справится с задачами подготовки нового поколения инженеров-энергетиков страны.

Заключение

Развитие возобновляемых источников энергии в Узбекистане идёт быстрыми темпами.

- За период 2022–2024 гг. страна более чем **удвоила** долю ВИЭ.
- Производство электроэнергии солнечными и ветровыми станциями достигло исторического рекорда — **4,86 млрд кВт·ч**.
- Новые разработки НГГТУ и SOLAR ENERGY NAVOIY демонстрируют, что собственные инновации способны значительно увеличить эффективность ФЭС.

Для достижения целей 2030 года необходимы современные технологии, научная работа и участие молодёжи. Узбекистан уверенно движется к статусу регионального лидера по чистой энергии.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan. Renewable Energy Development Reports for 2022–2024. Tashkent, 2024.

ISSN 3030-3907

2. International Energy Agency (IEA). Solar Energy Prospects in Central Asia. Paris, 2023.
3. Masdar Clean Energy, ACWA Power. Technical Reports on Solar and Wind Power Plants Installed in Uzbekistan (2022–2024). Abu Dhabi–Riyadh, 2024.
4. Qarshibayev A.I., Jumayev Z.I. Konchilik korxonalarida elektr energiyasini prognozlash va modellashtirishning ilmiy asoslari. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, 2023.
5. Karshibaev A.I., Jumayev Z.I. Expanding the level of forecasting and operational planning of electric consumption at mining enterprise. E3S Web of Conferences 417, GEOTECH-2023, pp. 03015.
6. Holboev G.O., Olimov B.G. Fotoelektr modullarda nur qabul qilish samaradorligini oshirishning mexanik usullari. Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti ilmiy axboroti, 2025.
7. Solar Energy Navoi. Experimental Report: Mechanical Tilt Adjustment System for PV Panels. Navoi, 2025.
8. Qarshibaev A.I. Повышение эффективности электропотребления в условиях горных предприятий Узбекистана. Moskva, 2011.
9. Abdullayev Sh.Sh., Karshibaev A.I., Jumayev Z.I. Energiya iste'molini kamaytirishda innovatsion yondashuvlar. Journal of Advances in Engineering Technology, 2022, pp. 39–42.
10. UNDP Uzbekistan. Uzbekistan: Solar Energy Potential and Green Energy Strategy 2030. Tashkent, 2024.

ISSN 3030-3907

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ВОДОРАСТВОРИМЫХ ПОЛИМЕРОВ АКРИЛАМИДА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ И ОПТИМИЗАЦИИ СТРУКТУРНО-АГРЕГАТНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ

Исмайлов Бахтияр Муратбаевич

Каракалпакский государственный университет имени Бердаха, г.Нукус

E-mail: bahtiyar.ismailov@mail.ru

Annotatsiya: Suvda eruvchan polimerlar yaxshilangan funksional xususiyatlari va arzonligi tufayli xalq xo‘jaligi va sanoatning turli tarmoqlarida keng qo‘llaniladi. Bunday polimerlardan biri akrilamid polimerlarining turli shakllaridir. Ular oziq-ovqatdan tortib kimyo sanoatigacha bo'lgan hamma narsada qo'llanilishini topdilar. Ushbu sharhda poliakrilamid polimerlarining asosiy qo'llanilishi muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: poliakrilamid, sopolimer, eroziya, anion poliakrilamid, kation poliakrilamid, gidrogel.

Аннотация: Водорастворимые полимеры широко используются в различных отраслях народного хозяйства и промышленности благодаря улучшенным функциональным характеристикам и доступности. Одним из таких полимеров являются различные формы акриламидных полимеров. Они нашли применение от продуктов питания до химической промышленности. В данном обзоре обсуждаются основные области применения полиакриламидных полимеров.

Ключевые слова: полиакриламид, сополимер, эрозия, анионный полиакриламид, катионный полиакриламид, гидрогель.

Abstract: Water-soluble polymers are widely used in various sectors of the national economy and industry due to improved functional characteristics and affordability. One such polymer is the various forms of acrylamide polymers. They found application in everything from food to the chemical industry. This review discusses the main applications of polyacrylamide polymers.

Keywords: polyacrylamide, copolymer, erosion, anionic polyacrylamide, cationic polyacrylamide, hydrogel.

I. ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одной из важных экологических проблем является загрязнение воды, фиксация подвижных песков, формирование структур в почвах для улучшения инфильтрации и плодородия в них. Многочисленные исследования показали, что акриламидные полимеры и их модификации могут решать проблемы флокуляции, формирования структуры в дисперсных системах и многие другие.

ISSN 3030-3907

Очистка природных и сточных вод от загрязнения сегодня очень актуальна. В настоящее время для повышения эффективности очистки сточных вод, содержащих нерастворимые твердые компоненты, используются высокомолекулярные водорастворимые соединения - флокулянты. В качестве флокулянтов используются синтетические полимерные соединения: полиакриламид (ПАА), оксид полиэтилена, сополимеры акрилонитрила и др. [1]. Преимущество этих полимерных флокулянтов заключается в том, что они обычно имеют более высокую молекулярную массу, чем природные, их производство дешевле, чем выделение агентов из природных соединений.

Водорастворимые полимеры широко используются в различных отраслях народного хозяйства и промышленности благодаря улучшенным функциональным характеристикам и доступности.

II. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Наиболее известным и широко распространенным синтетическим флокулянтом в мире является ПАА. Это связано с его низкой стоимостью, относительно низкой токсичностью, достаточно высокой эффективностью во многих процессах флокуляции, особенно в сочетании с коагулянтами.

Реакционноспособная амидная группа ПАА позволяет проводить ряд реакций, в результате которых получаются флокулянты различных типов.

Потери почвы от эрозии в мире только за текущий год оцениваются в 5 669 139 гектаров. Опустынивание земель увеличилось на 9 716 724 га. В естественных условиях повышенная эрозионная опасность проявляется на склоновых землях, которые либо вспахиваются и используются в сельском хозяйстве для выращивания различных культур, либо заняты подвижными песками. В работах ряда авторов [2-4] доказано, что такие свойства почвы, как структура, водостойкость агрегатов, содержание гумуса и влажность, являются основными факторами, определяющими их противоэрозионную и противодефляционную стойкость.

III. РЕЗУЛЬТАТЫ ОПЫТА

Установлено, что противоэрозионная эффективность в первую очередь зависит от дозы полимера, его природы и способа внесения в почву. С увеличением дозы полимера повышается и эрозионная стойкость почв, однако эффективность единицы препарата снижается. Свойства самой почвы оказывают большое влияние на эффективность полимерных препаратов в повышении устойчивости почв к эрозии. Для предотвращения вымывания поверхности почвы и переноса поверхностного стока в подземный сток необходимо устраивать верхний слой почвы толщиной 3-10 см [5].

ISSN 3030-3907

В экспериментах Калифорнийского университета (США) применение ПАВ в виде гранул и водного раствора (дозы 67 и 134 кг/га) снизило эрозию почвы с 101 т/га до 2,3 и 4,5 т/га. Порошкообразная ПАА (16,8 кг/га) полностью исключала эрозию [6].

Основное применение полиакриламида - как недорогого водорастворимого полимера с полиэлектролитными свойствами. Ниже приведены основные области применения ПАА [7]:

1. В качестве коагулянта и флокулянта при очистке воды (питьевая и технологическая вода).

2. Приготовление гелей (гидрогелей) для химического анализа сложных биологических систем.

3. Медицина, полиакриламидный гель используется в травматологии (Noltrex, Noltrexin) для лечения остеоартрозов, артрозов, остеоартрозов, артритов, урологии (Dem+), косметологии (Argiform).

4. В производстве минеральных удобрений.

5. В молекулярной биологии ПАА используется в качестве поддерживающей среды для гель-электрофореза белков и нуклеиновых кислот (так называемый ПААГ-электрофорез).

6. Использование в нефтяной промышленности для заводнения и проведения ремонтно-изоляционных работ на скважине.

7. Полиакриламид используется в нефтяных буровых растворах в качестве регулятора потерь жидкости и ингибитора реакции набухания глины.

Анионный полиакриламид - это отрицательно заряженный полимер [8]. Поэтому он может притягивать к себе частицы почвы, глины или песка. Этот тип полиакриламида используется в ирригационных системах для почв и сельскохозяйственных культур, переработке продуктов жизнедеятельности животных, процессе бурения скважин и добычи полезных ископаемых. Катионный полиакриламид имеет положительный заряд, поэтому он используется для очистки и очистки сточных вод, очистки питьевой воды, очистки бумажного сырья и т.д. Неионный полиакриламид - это незаряженный полимер. Он используется очень редко. Он часто используется в горном процессе.

Полиакриламид считается универсальным химическим веществом, используемым для гелеобразования жидкостей в процессе производства пленок. Он также действует как высококачественный коагулянт и флокулянт. Этот материал был впервые изготовлен в 1950 году [8].

Влияние условий получения гидрогелей на основе акриламида и N,N'-метиленбисакриламида на свойства гелей в конденсированном состоянии и

ISSN 3030-3907

на структуру полимерной сетки было изучено с использованием ИК- и ЯМР-спектроскопии, термомеханического анализа и компьютерного моделирования. Было обнаружено, что в зависимости от этих условий гели оказывают различное физиологическое воздействие на живой организм [9].

Энергетический кризис, резкое ухудшение экологического состояния окружающей среды, недостаточная эффективность средств предупреждения и ликвидации последствий стихийных бедствий (массовых пожаров, землетрясений, наводнений и т.д.) и техногенных аварий стали одной из важнейших проблем практически для всех стран нашей планеты в последние десятилетия. Низкая эффективность технологий и технических средств, используемых в промышленных масштабах, а также для решения техногенных и экологических проблем с точки зрения экологии и энергосбережения, может угрожать национальной безопасности даже в развитых странах мира.

Представленная статья показывает, что создание и использование гидродинамически активных композиций на основе водорастворимых высокомолекулярных полимеров (ВМП) и мицеллообразующих поверхностно-активных веществ может решить ряд проблем энергосбережения, экологии и техногенной экологической безопасности при пожаротушении, аварийном откачке сточных вод, решении экологических проблем крупных животноводческих комплексов и т.д. [10]

Внесение препаратов на основе полиакриламида (ПАА) в почву аридных регионов оказывает выраженное положительное влияние на рост и выживание растений. Широкое применение акриловых полимеров ограничено, главным образом, высокой стоимостью таких препаратов. Синтез полимеров с органоминеральными наполнителями (солома и твердые отходы биотехнологического производства акриловых мономеров) снизит их стоимость, а биоразложение этих отходов может служить дополнительным источником питания растений. Кроме того, полиакриламидный гель можно рассматривать как потенциальный носитель инсектицидов, фунгицидов, гербицидов и удобрений [11].

Полимеры на основе акриламидов широко используются в очистке сточных вод, сельском хозяйстве, медицине и фармацевтической промышленности [12]. Основным методом получения полимеров на основе акриламида (АА) является радикальная растворная полимеризация. Менее распространенным способом получения таких полимеров, в частности полиакриламида, является фронтальная полимеризация (ФП). ФП является простым и удобным технологическим методом полимеризации [13].

ISSN 3030-3907

Одним из основных преимуществ ФП является низкое энергопотребление, поскольку реакции ФП являются экзотермическими и самостоятельными. Синтез также можно осуществить без использования растворителей. Важным преимуществом ФП является возможность реализации процесса в высокопроизводительных трубчатых непрерывных реакторах. Для предотвращения и борьбы с этим опасным явлением применяются различные методы, например, различные химические полимеры и структуранты. Полиакриламид (ПАА) - высокомолекулярный полимер. Известно, что ПАА на орошаемых землях уменьшает уплотнение поверхности и образование корки, предотвращает проявление последствий эрозии [14].

Высокомолекулярный (106×107 Да) полиакриламид обычно используется в качестве флокулянта при очистке воды и сточных вод, в качестве кондиционера почвы, а также в качестве модификатора вязкости и трения как при повышенной нефтеотдаче, так и при крупногабаритном гидроразрыве. Представлен краткий обзор современных применений высокомолекулярных ПАА, включая потенциал деградации ПАА химическими, механическими, термическими, фотолитическими и биологическими процессами.

Затем обсуждаются методы очистки сточных вод, содержащих частично деградированные ПАА, а также вопросы, связанные с потенциальной токсичностью и подвижностью ПАА в окружающей среде после утилизации или случайного выброса [15].

Человечество столкнулось с климатическим и энергетическим кризисом, требующим глобальных и быстрых действий по минимизации негативного воздействия на окружающую среду и жизнь миллионов людей. Среди всех дисциплин, играющих важную роль, химия имеет возможность переосмыслить способ создания молекул и найти инновации для снижения общего антропогенного воздействия на окружающую среду. Представлен обзор литературы и последних разработок в области производства и конечного использования полимеров на основе акриламида в соответствии с концепцией "зеленой химии." После рассмотрения вариантов источников сырья (из ископаемых или биологических источников) обсуждается совершенствование производства мономеров, затем вторая часть посвящена процессам производства полимеров и способам снижения энергопотребления и выбросов CO_2. Анализ показывает, что полиакриламиды помогают снизить воздействие на окружающую среду: сельское хозяйство или очистка сточных вод [16].

ISSN 3030-3907

Высокомолекулярный ПАА широко используется в разработке нетрадиционного природного газа в качестве "редуктора трения" для минимизации потерь на трение при откачке. Редукционные свойства ПАМ обусловлены удлинением полимера, что приводит к затуханию квазипродольных вихрей, характерных для турбулентного течения [17].

Анионные полиакриламиды лучше работают в качестве стабилизаторов сопротивления в пресной воде; катионный ПАА показал улучшенные показатели при высокой солености за счет снижения электростатического отталкивания от экранирования электролитом, содержащим анионные частицы [18].

ПАМ также широко используется в качестве флокулянта при очистке питьевой воды (в концентрациях <1 мг/л) [19]. ПАА может создавать мостики между дестабилизированными частицами, образуя агрегаты размером микрон с хорошими осаждающими свойствами. Для флокуляции были изучены катионные, неионные и анионные ПАА. Флокуляционная и адсорбционная способность увеличивается с увеличением молекулярной массы из-за большего числа связывающих контактов [20].

Полиакриламид против эрозии почвы используется с [23] года благодаря своей эффективности в улучшении структуры агрегатов и их стабильности даже при низких затратах на обработку почвы [24, 25]. Данные показывают, что флокулирующие материалы, такие как ПАА, способны связывать частицы почвы и тем самым снижать неблагоприятные физико-химические эффекты [26], в то время как агрегация увеличивает пористость между контактирующими частицами и скорость инфильтрации воды, что также повышает устойчивость почвенных агрегатов [27].

IV. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полиакриламиды повышают устойчивость почвенных агрегатов на 17-18%, увеличивая скорость инфильтрации более чем в 2 раза. Наилучшую характеристику стабильности продемонстрировала катионная форма полиакриламида.

Однако, необходимо проводить дальнейшие исследования и клинические испытания, чтобы более полно раскрыть потенциал этих полимерных систем и подтвердить их безопасность и эффективность в практическом применении.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на разработку биоразлагаемых и низкозатратных полиакриламидных композиций, синтезированных с использованием возобновляемого сырья и принципов зелёной химии. Это позволит расширить их применение в экологически ориентированных технологиях земледелия и водоочистки.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. И.В. Федусенко, О.С. Федорец Влияние молекулярной массы и степени гидролиза полиакриламида на водно-бентонитные суспензии // Международный научный журнал "Инновационная наука" № 04-4/2017. 32-34.
2. Глазунов Г.П. Основы теории потери почвы от ветровой эрозии // Евразийское почвоведение. - 2001. - № 12. - 1493-1502 с.
3. Зайдельман Ф.Р. Мелиоративное почвоведение. - Под ред. 3-е, перераб. И дополнительно - М.: МГУ, 2003- 448 с.
4. Карначевский Л.О. Почвы, мелиорация и охрана природы - М.: Знание, 1987- 60 с.
5. Кулдашева Ш.А. Коллоидно-химические закономерности закрепления движущихся песков многофункциональными структурантами // 02.00.11 - Коллоидная и мембранная химия диссертация на соискание ученой степени доктора химических наук. Ташкент - 2018. 257 с.
6. Колл "Cose studies on desertification" Подготовлено ЮНЕСКО (ЮНЕП) Под редакцией Дж.М.Мобута и К.Фларе. - Печать, 1980. - 279 с.
7. https://promplace.ru/himicheskie-soedineniya-staty/poliakrilamid-2307.htm
8. Лопатин В.В., Аскадский А.А., Перегудов А.С., Берстнев В.А., Шехтер А.Б. Структура и свойства полиакриламидных гелей, используемых в медицине // Высокомолекулярные соединения, серия А, 2004, V. 46, № 12. - С. 2079-2090.
9. Симоненко А.П., Асланов П.В., Собко А.Ю., Фоменко С.А. Решение проблем экологии и техногенно-экологической безопасности за счет использования гидродинамически активных составов // Вестник Донецкого национального университета. Серия d: Технические науки. 2018. № 1. - С. 73-94.
11. Hayat, R. Water absorption by synthetic polymer (Aquasorb) and its effect on soil properties and tomato yield / R. Hayat, S. Ali // Int. J. Agri.Biol. 2004. Vol. 6, № 6. P. 998-1002.
12. Frontal polymerization as a new method for developing drug controlled release systems (DCRS) based on polyacrylamide / Elisabetta Gavini [et al.] // European Polymer Journal. – 2009. – № 45. – P. 690-699.
13. Фронтальная полимеризация в реакторах непрерывного тока / С.П. Давтянь, А.О. Тоноян // Обзорный журнал химии. - 2019. - Т. No 9, № 4. - С. 175 - 196.
14. Green V. S., Scott D. E. Polyacrylamide: a review of the use, effectiveness, and cost of a soil erosion control amendment // Sustaining the Global Farm: the 10th

ISSN 3030-3907

International Soil Conservation Organization Meeting held May 24–29, 1999. – West Lafayette: Purdue University, 2001. – P. 384–389.
15. Green, V.S. Polyacrylamide: a review of the use, effectiveness, and cost of a soil erosion control amendment / V.S. Green, D.E. Stott // D.E. Stott, R.H. Mohtar, G.C. Steinhardt (eds). Sustaining the Global Farm. 2001. P. 384–389.
16. Braun O, Coquery C, Kieffer J, Blondel F, Favero C, Besset C, Mesnager J, Voelker F, Delorme C, Matioszek D. Spotlight on the Life Cycle of Acrylamide-Based Polymers Supporting Reductions in Environmental Footprint: Review and Recent Advances. Molecules. 2021 Dec 22;27(1):42. doi: 10.3390/molecules27010042. PMID: 35011281; PMCID: PMC8746853.
17. Dubief, Y. et al. New answers on the interaction between polymers and vortices in turbulent flows. Flow. Turbul. Combust. 74, 311–329 (2005).
18. Pei, Y., et al. Investigation of the degradation and stability of acrylamide-based polymers in acid solution: Functional monomer modified polyacrylamide. Petroleum 2, 399–407 (2016).
19. Wong, S., Teng, T., Ahmad, A., Zuhairi, A. & Najafpour, G. Treatment of pulp and paper mill wastewater by polyacrylamide (PAM) in polymer induced flocculation. J. Hazard Mater. 135, 378–388 (2006).
20. Guezennec, A. G. M., et al. Transfer and degradation of polyacrylamide-based flocculants in hydrosystems: a review. Environ. Sci. Pollut. Res. Int. 22, 6390–6406 (2015).
21. Большаков А.И., Кузина С.И., Кирюхин Д.П. Активные центры и особенности спонтанной полимеризации акриламида в глицерине // Высокомолекулярные соединения, серия А, Том 50. - 2008. № 10. - С. 1777-1785.
22. Kulicke, W.M., Böse, N. [η]-M-relationship for polyacrylamide in aqueous 0.1 M Na_2SO_4 solution. Polymer Bulletin 7, 205–210 (1982). https://doi.org/10.1007/BF00255316
23. Османов Т., Козлова Н.В. Полимеризация акриламида в концентрированных водных растворах в присутствии щелочных гидролизующих агентов. //Пластмассы. - 1991. - № 8. - С. 9-11.
24. Нейн, Ю. И. Химия и технология макромолекулярных соединений: учебное пособие - метод. И. Нейн, О. С. Елцов, М. Ф. Костерина; [науч. ред. Т. В. Глухарева]; Министерство образования и науки Рос. Федерация, Уральск. федерация. ун-т.- Екатеринбург: Изд-во "Урал." ун-та, 2018. - 116 с.
25. Pedro Henrique Hermes de Araujo, Claudia Sayer, Reinaldo Giudici, Joao G.R. Poco Techniques for reducing residual monomer content in polymers: A review April 2004. Polymer Engineering and Science 42(7):1442-1468.

ISSN 3030-3907

26. Simic, R., Mandal, J., Zhang, K., Spencer, N.D. (2021). Oxygen inhibition of free radical polymerization is the dominant mechanism behind the “mold effect” on hydrogels. Soft matter, 17(26), 6394-6403.

ISSN 3030-3907

KICHIK SANOAT KORXONALARIDA «TEJAMKOR ISHLAB CHIQARISH» KONSEPSIYASIDAN FOYDALANISHNING TASHKILIY-IQTISODIY MEXANIZMINI TAKOMILLASHTIRISH

Butaev Dovlatali Inomovich
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti
E-mail: gos.butaevdavlat@gmail.com

Annotatsiya: Maqolada kichik sanoat korxonalarida “tejamkor ishlab chiqarish” (Lean Production) konsepsiyasidan foydalanishning tashkiliy-iqtisodiy mexanizmini takomillashtirish masalalari yoritiladi. Ishchi makonini to‘g‘ri tashkil etmaslik, mehnat intizomi va motivatsiyaning pasayishi, isrofgarchilik turlari (ortiqcha ishlab chiqarish, kutish, zaxira va nuqsonlar) korxona samaradorligiga bevosita ta’siri bilan asoslanadi.

Kalit so‘zlar: tejamkor ishlab chiqarish, 5S, Kaizen, Kanban, TPM, ISO 9001, Likert shkalasi, KPI, to‘qimachilik, kichik korxonalar.

Abstract: The paper examines ways to improve the organizational and economic mechanism for applying Lean Production in small industrial enterprises. It highlights how inadequate workplace organization, weak discipline, and various forms of waste (overproduction, waiting, inventories, defects) directly undermine performance.

Keywords: lean production, 5S, Kaizen, Kanban, TPM, ISO 9001, Likert scale, KPI, textiles, small enterprises.

Аннотация: В статье рассматривается совершенствование организационно-экономического механизма использования концепции бережливого производства на малых промышленных предприятиях. Обосновано, что неверная организация рабочего пространства, снижение дисциплины и мотивированности персонала, а также виды потерь (перепроизводство, ожидание, запасы, дефекты) напрямую ухудшают результаты деятельности.

Ключевые слова: бережливое производство, 5S, Kaizen, Kanban, TPM, ISO 9001, шкала Лайкерта, KPI, текстиль, малые предприятия.

Kirish

Bugungi kunda eng dolzarb muammolardan biri ish o‘rni instituti, xodimlarning psixologik holati va ish vaqtini tartibga solishning asta-sekin yo‘q bo‘lib ketishi yoki e’tibordan chetda qolishi hisoblanadi. Ushbu holatni hisobga olmaslik xodimlarning ishidan qoniqmasligiga olib keladi, bu esa oxir-oqibat korxonalarning obro‘siga ham ta’sir qiladi, bundan tashqari, ishchi makonini to‘g‘ri tashkil etmaganda xodim zarur funksiyalarni samarali bajara olmaydi, bu esa o‘z navbatida tayyor mahsulotga ham, braklar soniga ham, umuman xarajatlarga ham ta’sir qiladi.

ISSN 3030-3907

Bozorda mavjud tendensiyalar, ya’ni korxonalarning doimiy harakatda bo‘lishi va uni rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlarni izlash zarurligini hisobga olgan holda tejamkor ishlab chiqarish strategiyasiga e’tibor qaratish lozim. Ta’kidlash joizki, tejamkor ishlab chiqarish ishlab chiqarishni shunday tashkil qiladiki, uni qo‘llagan tashkilotda mehnat unumdorligi yil davomida 20-40% ga ortadi, bundan tashqari boshqa ko‘rsatkichlar ham yaxshilanadi. Shu boisdan ham barqaror ishlab chiqarish strategiyasini ishlab chiqishning dolzarbligi, shubhasiz, hozirgi davr uchun ham dolzarb hisoblanadi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI

Yevropa davlatlarida “Lean Production” konsepsiyasi asosan sanoat ishlab chiqarishini raqamlashtirish, ekologik barqarorlik va inson omilini boshqarish yo‘nalishlarida keng o‘rganilgan.

Masalan, James P. Womack va Daniel T. Jones o‘zlarining mashhur asari “Lean Thinking” da tejamkor ishlab chiqarishning asosiy tamoyillarini — qiymat yaratish, oqimni optimallashtirish, uzluksiz yaxshilash va iste’molchi qadriyatiga yo‘naltirish sifatida talqin etganlar[3].

Yevropa tajribasida, xususan Germaniya va Italiya to‘qimachilik klasterlarida Lean tizimi ISO 9001 sifat menejmenti standartlari bilan integratsiyalashgan holda qo‘llaniladi [4].

AQShda Lean Production nazariyasi Toyota Production System (TPS) tamoyillaridan kelib chiqqan holda rivojlangan.

Jeffrey K. Liker o‘zining “The Toyota Way” asarida 14 tamoyil asosida Lean falsafasining inson resurslarini rag‘batlantirish, sifat madaniyatini shakllantirish va mijozga yo‘naltirilgan ishlab chiqarish tizimiga aylanishini asoslab bergan [5].

Amerikalik tadqiqotchilar, xususan Pampanelli va Andrea Lean tizimini yetkazib berish zanjiri, logistika va xizmat ko‘rsatish sohalarida ham keng qo‘llash mumkinligini ko‘rsatgan[6].

MDH davlatlarida, xususan Rossiya, Belarus va Qozog‘iston ilmiy muhitida Lean ishlab chiqarish konsepsiyasi sanoatni modernizatsiya qilish va resurslardan samarali foydalanish bilan bog‘lanadi.

S.A. Loskutov Lean tizimini korxonalarda joriy etish bosqichlarini tashkiliy, texnologik va innovatsion jihatdan tahlil qilib, “Lean texnologiya – bu korxonaning uzluksiz o‘sish modeli” degan xulosaga kelgan [7].

O‘zbekistonda Lean Production konsepsiyasi so‘nggi o‘n yillikda sanoat tarmoqlarini modernizatsiyalash siyosati doirasida o‘rganila boshladi.

S.Sh. Yusupov va M.R. Boltaboyev tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda tejamkor ishlab chiqarish tizimini to‘qimachilik va tikuv-trikotaj korxonalarida joriy etish mexanizmlari tahlil qilingan [8,9].

ISSN 3030-3907

Ular Lean tizimini joriy etishda 5S, Kaizen, Kanban va TPM vositalarining bosqichma-bosqich qo‘llanishi ishlab chiqarish tannarxini kamaytirib, mehnat unumdorligini oshirishini empirik misollar asosida ko‘rsatgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

O‘zbekiston to‘qimachilik korxonalarida “tejamkor ishlab chiqarish” (Lean Production) konsepsiyasining joriy etilish holatini, uning amaliy samaradorligini va ishlab chiqarish jarayonlariga ta’sirini baholashdan iboratdir.

TAHLIL VA NATIJALAR

Tejamkor ishlab chiqarishni amalga oshirish orqali ishlab chiqarish jarayonlarining moslashuvchanligi sezilarli darajada oshadi, mahsulot sifati yaxshilanadi, shuningdek, iste’molchilar bilan uzoq muddatli munosabatlar o‘rnatiladi.

Tejamkor ishlab chiqarish konsepsiyasining asosiy maqsadi bevosita ortiqcha ishlab chiqarish, kutish, detallarga ortiqcha ishlov berish, ortiqcha zaxiralar, nuqsonlar va boshqalardan yo‘qotishlarni istisno qilish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini doimiy ravishda takomillashtirishdan iborat. Ushbu yo‘qotishlarni bartaraf etish ishlab chiqarish jarayonlari sifatini yaxshilashga olib keladi va tayyor mahsulot ishlab chiqarishni tezlashtirish imkonini beradi [10].

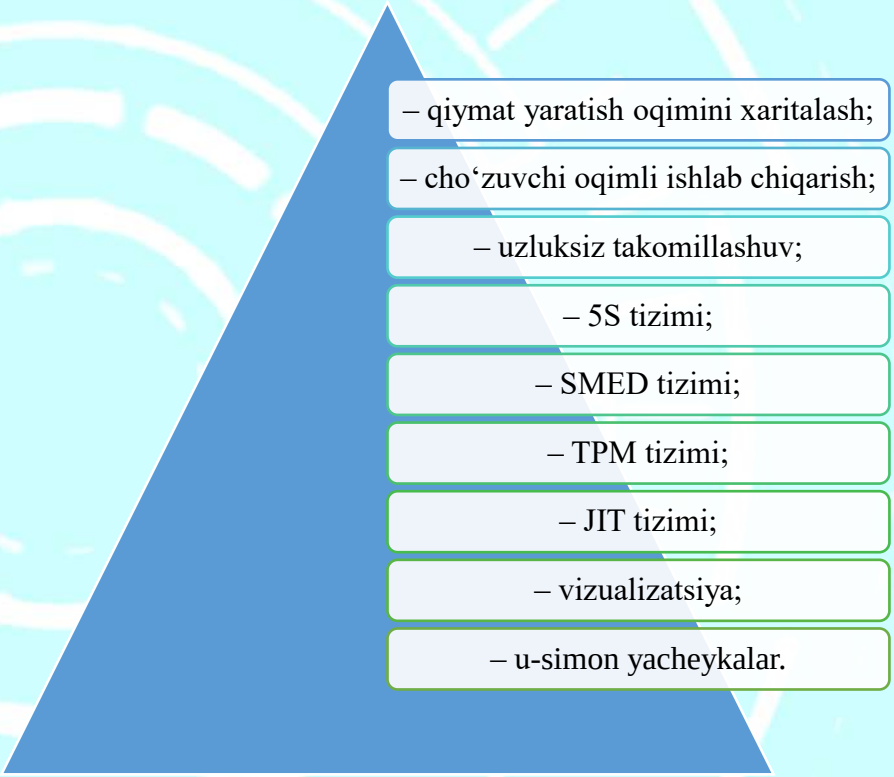
Mamlakatimizdagi tashkilotlarning katta qismi o‘z ishlab chiqarish tizimlarida zamonaviy talablarga javob bermaydigan va kerakli natijani olish imkonini bermaydigan ommaviy ishlab chiqarish konsepsiyasini amalga oshiradi. Buning oqibatida ishlab chiqarish tizimini o‘zgartirish zarurati paydo bo‘ladi. Ta’kidlash joizki, Mamlakatimiz korxonalarida tejamkor ishlab chiqarish texnologiyasini joriy etish zarurati mahsulotlarning yuqori tannarxini pasaytirish, eskirgan uskunalarni yangilash va mahsulot sifatini oshirish yo‘llarini izlash bilan ham bog‘liq.

Mamlakatimiz boshqa rivojlangan davlatlar singari tejamkor ishlab chiqarish texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha uzluksiz ish olib bormoqda. Yangi usullarni amalga oshirish korxonaning raqobatbardoshligini oshirish, xodimlarning asosiy kompetensiyalarini takomillashtirish, yetkazib beruvchilar va iste’molchilar bilan barqaror aloqalarni o‘rnatish imkonini beradi [11].

Tejamkor ishlab chiqarish - bu yo‘qotishlarni bartaraf etish va biznes-jarayonlarni optimallashtirishga qaratilgan keng boshqaruv konsepsiyasi: mahsulotni ishlab chiqish, ishlab chiqarish bosqichidan tortib, yetkazib beruvchilar va mijozlar bilan o‘zaro munosabatlargacha.

Tejamkor ishlab chiqarishning mohiyati keyinchalik mahsulot sifatining pasayishiga olib kelishi mumkin bo‘lgan xarajatlarni qisqartirish emas, balki, aksincha, har bir ish joyida bo‘ladigan yo‘qotishlarni qisqartirishdan iborat.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Tejamkor ishlab chiqarish vositalari.

Korxonada ushbu vositalarning barchasi qo‘llanilsa, ishlab chiqarilayotgan mahsulot va xizmatlarning sifati oshadi, mehnat unumdorligi oshadi, shuningdek, xodimlarning motivatsiya darajasi oshadi, bu esa o‘z navbatida korxonaning raqobatbardoshligini oshirishga olib keladi.

Mamlakatimizda korxonalarda tejamkor ishlab chiqarish asosida raqobatbardoshlikni oshirish va ishlab chiqarishni modernizatsiyalash imkoniyatlariga qiziqish paydo bo‘la boshladi. Eng yuqori faollik mashinasozlik, qora yoki rangli metallurgiya tarmoqlariga tegishli bo‘lgan ming kishidan ortiq bo‘lgan yirik korxonalarda namoyon bo‘ladi. Bu barqaror ishlab chiqarish vositalarini joriy etish tajribasi va ushbu korxonalarning jahon bozorida mavjudligi to‘g‘risidagi ma’lumotlarning ko‘proq mavjudligi bilan bog‘liq: ular xorijiy ishlab chiqaruvchilar bilan raqobatlashishi, mahsulot sifatining jahon standartlariga javob berishi kerak [12].

Ammo mamlakatimizda ehtiyotkorona ishlab chiqarishni qo‘llay boshlagan korxonalarning hammasida ham natijalar a’lo darajada bo‘lmadi. Mamlakatimiz korxonalarida tejamkor ishlab chiqarish konsepsiyasini amalga oshirishda mumkin bo‘lgan sabablar va to‘xtatuvchi omillarni ajratib ko‘rsatamiz:

– axborot yetishmasligi (kitoblar, seminarlar, konferensiyalar);

– uni “yuqoridan ko‘rsatish” bo‘yicha amalga oshirish bilan shug‘ullanuvchi xodimlar buni navbatdagi kompaniya deb hisoblashadi va o‘zlarini shunchaki kiritayotgan qilib ko‘rsatishadi;

ISSN 3030-3907

– kompaniyalarda ishlab chiqarish tizimlarini modernizatsiya qilish jarayonlarini boshqarishga qodir bo‘lgan ushbu tizimning xususiyatlarini ichdan biladigan mamlakatimizlik mutaxassislarning yo‘qligi;

– rahbarning xodimlar bilan birgalikda taqdimotda ishtirok etishni istamasligi;

– maqsadga muvofiq joriy etishning dastlabki baholanmaganligi;

– joriy etishning majburiy bosqichlaridan o‘tish tushunchasining yo‘qligi.

Shunday qilib, tejamkor ishlab chiqarishni joriy etishda uni qo‘llashga e’tiborli va mulohazali munosabatda bo‘ladi, joriy etishning maqsadga muvofiqligini oldindan albatta baholaydi. Bundan tashqari, hozirgi vaqtda tejamkor ishlab chiqarishni avtomatlashtirish uchun axborot yechimlari faol rivojlanmoqda, ulardan an’anaviy boshqaruv tizimlari bilan birgalikda foydalanish tejamkor ishlab chiqarishni joriy etishni optimallashtirishga sezilarli darajada yordam berishi mumkin.

Mamlakatimiz korxonalarida tejamkor ishlab chiqarishni joriy etish muammolarini hal qilishga qodir bo‘lgan asosiy harakatlar va yo‘nalishlarni ajratib ko‘rsatamiz:

– joriy etish jarayonida ishlab chiqarish tizimini rivojlantirish bo‘yicha yuqori malakali mutaxassislardan iborat kichik bo‘limlarni tashkil etish;

– joriy etishni alohida bo‘limlar yoki kabinetlarda emas, balki butun korxona hududida 5S dan boshlash;

– qabulxonada barcha yo‘nalishlarni tahlil qilish va yaxshilash bo‘yicha chora-tadbirlarni amalga oshirish uchun barcha zarur ma’lumotlarni majburiy yig‘ish kerak;

– yangi ishga kirgan xodimlarni ham, uzoq vaqtdan beri ishlayotgan xodimlarni ham doimiy o‘qitish tizimini joriy etish;

– rahbarlar o‘zlarini shunchaki jalb qilingan va manfaatdor qilib ko‘rsatmasdan, balki o‘z korxonasida joriy etishning barcha bosqichlarini haqiqatan ham o‘zlari bajarishlari, shu bilan o‘z qo‘l ostidagilarga o‘rnak ko‘rsatishlari, shuningdek, ushbu usulning o‘ziga xos xususiyatlarini chuqurroq o‘rganishlari kerak;

– xodimlarni rag‘batlantirishning majburiy tizimini yaratish, masalan, muayyan vazifalarni bajarganlik va joriy etish bosqichi uchun pul to‘lash tizimini qo‘llash va xodimlarni ham moddiy, ham ma’naviy rag‘batlantirish, masalan, korxonaning butun jamoasi oldida yorliq bilan taqdirlash orqali xodimlarni yaxshilash jarayoniga jalb qilish tizimini yaratish zarur [13].

Tejamkor ishlab chiqarishni amalga oshirish orqali ishlab chiqarish jarayonlarining moslashuvchanligi sezilarli darajada oshadi, mahsulot sifati

ISSN 3030-3907

yaxshilanadi, shuningdek, iste’molchilar bilan uzoq muddatli munosabatlar o‘rnatiladi.

Tejamkor ishlab chiqarish konsepsiyasining asosiy maqsadi bevosita ortiqcha ishlab chiqarish, kutish, detallarga ortiqcha ishlov berish, ortiqcha zaxiralar, nuqsonlar va boshqalardan yo‘qotishlarni istisno qilish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini doimiy ravishda takomillashtirishdan iborat. Ushbu yo‘qotishlarni bartaraf etish ishlab chiqarish jarayonlari sifatini yaxshilashga olib keladi va tayyor mahsulot ishlab chiqarishni tezlashtirish imkonini beradi.

Mamlakatimizdagi tashkilotlarning katta qismi o‘z ishlab chiqarish tizimlarida zamonaviy talablarga javob bermaydigan va kerakli natijani olish imkonini bermaydigan ommaviy ishlab chiqarish konsepsiyasini amalga oshiradi. Buning oqibatida ishlab chiqarish tizimini o‘zgartirish zarurati paydo bo‘ladi. Ta’kidlash joizki, Mamlakatimiz korxonalarida tejamkor ishlab chiqarish texnologiyasini joriy etish zarurati mahsulotlarning yuqori tannarxini pasaytirish, eskirgan uskunalarni yangilash va mahsulot sifatini oshirish yo‘llarini izlash bilan ham bog‘liq.

Mamlakatimiz boshqa rivojlangan davlatlar singari tejamkor ishlab chiqarish texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha uzluksiz ish olib bormoqda. Yangi usullarni amalga oshirish korxonaning raqobatbardoshligini oshirish, xodimlarning asosiy kompetensiyalarini takomillashtirish, yetkazib beruvchilar va iste’molchilar bilan barqaror aloqalarni o‘rnatish imkonini beradi.

Kichik biznes sub’yektlariga tejamkor ishlab chiqarish konsepsiyasini joriy etish uchun xodimlar va korxona rahbarlarining fikrlash tarzini o‘zgartirish talab etiladi. Ular isrofgarchilikni aniqlashni, qaysi harakatlar yoki holatlar haqiqatan ham isrofgarchilik ekanligini tushunishni va ularni bartaraf etish ustida uzluksiz ishlashni o‘rganishlari lozim [14].

5S tizimining asosida aniq va ayni paytda innovasion g‘oya yotadi: optimallashtirishga imkon bo‘lgan barcha narsa albatta optimallashtirilishi kerak! Uni amalga oshirish uchun xodimlar va korxona rahbarlari mentalitetini o‘zgartirish talab etiladi, ular yo‘qotishlarni aniqlashni o‘rganishlari, qanday harakatlar yoki holatlar aslida yo‘qotish ekanligini tushunishlari va ularni bartaraf etish ustida uzluksiz ishlashlari kerak.

5S asosida aniq va shu bilan birga innovasion g‘oya yotadi: optimallashtirish mumkin bo‘lgan hamma narsa optimallashtirilishi kerak.

ISSN 3030-3907

Korxona uchun 5S tizimini joriy etishning afzalliklari:	- kerakli jihozlarni qidirishga ketadigan vaqtni kamaytirish orqali boshqa mahsulot ishlab chiqarishga o‘tish davrining qisqarishi;
	- mos kelmaydigan detal va andozalardan foydalanish natijasida yuzaga keladigan nuqsonlarning oldini olish;
	- ish joyidagi ortiqcha zahiralar bilan bog‘liq isrofgarchilikni bartaraf etish;
	- jarohatlanishlarning oldini olish;
	- jihozlarni toza holda saqlash.

5S tizimi beshta bosqichni o‘z ichiga oladi.

Birinchi qadam - keraksiz narsalarni olib tashlash: ish muhitining barcha buyumlari uch toifaga bo‘linadi: zarur, shoshilinch keraksiz va keraksiz. Keraksizlari ma’lum qoidalar asosida olib tashlanadi.

Keraklilari ish joyida saqlanadi. Keraksizlari zudlik bilan ish joyidan ma’lum masofada joylashtiriladi yoki markazlashtirilgan holda saqlanadi.

Har bir xodimga javobgarlik zonalari taqsimlanadi va biriktiriladi.

Shunday qilib, ushbu olib tashlash joriy etilgandan so‘ng quyidagi natijalarga olib kelishi rejalashtirilgan:

- keraksiz zaxiralarni qisqartirish;
- egallangan maydonlarni qisqartirish;
- ishlab chiqarish muhitini keraksizlaridan ozod qilish hisobiga shikastlanishlarni kamaytirish;

xomashyo, materiallar, tayyor mahsulotlarning saqlanishini hisobga olish.

Ikkinchi qadam - buyumlarni joylashtirish tartibini o‘rnatish:

zarur va shoshilinch bo‘lmagan narsalarga nisbatan quyidagilarni ta’minlovchi qarorlar ishlab chiqiladi va amalga oshiriladi:

- ulardan foydalanishning tezligi, qulayligi va xavfsizligi;
- zarur buyumning mavjudligi, yo‘qligi yoki turgan joyini saqlash va nazorat qilish usulini vizualizatsiya qilish;
- harakat erkinligi va ishlab chiqarish muhitining estetikligi;
- ish o‘rinlaridan samarali foydalanish, mehnatni tashkil etishni yaxshilash;
- qidiruv, yurish va boshqalarga sarflanadigan vaqtni qisqartirish.
- buyumlarni saqlashning xavfsiz usuli tufayli shikastlanishlarni kamaytirish - xavfsiz vaziyatni yaratish;

ISSN 3030-3907

- nomuvofiq komponentlarning tasodifiy ishlatilishi tufayli brakning qisqarishi.

Uchinchi qadam - ish joyini tozalash, u quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- ish jarayonini ifloslantiruvchi asosiy manbalarni aniqlash;
- tahlil o‘tkazish va hujjatlarga yoki tafsilotlarga kimning kirishi mumkinligini, aynan qanday, qanday va hokazolarni aniqlash.

Tahlildan so‘ng quyidagilar amalga oshirilishi ko‘rinadi:

- uskunalarning nosozligi tufayli turib qolishlarni qisqartirish;
- mehnatning sanitariya-gigiyena sharoitlarini yaxshilash;
- bug‘, gaz, havo, suv va xavfli moddalarning sizib chiqishining oldini olish; - uskunalarning nosozligi tufayli yuzaga keladigan avariyalarni kamaytirish;
- avariyalar, yong‘inlar, baxtsiz hodisalar sabablarini bartaraf etish;
- brak va ifloslanish bilan bog‘liq yo‘qotishlarni qisqartirish;
- asbob-uskunalar va nazorat-o‘lchov asboblarining nosozligi tufayli brakning qisqarishi.

To‘rtinchi qadam - tozalash qoidalarini standartlashtirish, unda quyidagilar bajariladi:

- bo‘limlarda yoki uchastkalarda hujjatlar yoki detallardan foydalanish qoidalarini o‘z ichiga olgan yo‘riqnomani ishlab chiqish;
- ulardan foydalanish huquqiga ega bo‘lgan shaxslar doirasini aniqlash, joriy etilgandan so‘ng esa quyidagilarni olamiz;
- nazorat va boshqaruvni vizuallashtirish hisobiga yo‘qotishlarni kamaytirish;
- xavfsizlik nazoratini vizualizatsiya qilish;
- nazorat usullarini standartlashtirish.

Oxirgi qadam - beshinchi - ozodalik va tartibga rioya qilish odatini shakllantirish. 4-bosqichda ishlab chiqilgan korxona bo‘yicha nashr etilgan yo‘riqnomalarni direktor buyrug‘i bilan tasdiqlash.

Hujjatlar yoki tafsilotlardan foydalanish imkoniyatiga ega bo‘lgan lavozimlarni egallagan odamlar bilan ishlash bo‘yicha ko‘rsatmalar o‘tkaziladi [15].

Yo‘l-yo‘riq berish tugagach, shaxsning yo‘l-yo‘riq berish bilan tanishganligini tasdiqlovchi hujjat imzolanadi. Hujjatlar yoki detallarni saqlash uchun mas’ul shaxs tayinlanishi shart. Zarur hollarda jarima tizimi joriy etiladi.

Kutilgan natija:

- xodimlarning ishlab chiqarish mehnatiga bo‘lgan motivatsiyasi hisobiga ishlab chiqarishning o‘sishi;
- mehnatni muhofaza qilish qoidalariga rioya qilish;- xavfsiz ishlab chiqarish xulq-atvori;
- xodimlarning e’tiborsizligi yoki intizomsizligi tufayli nikohni qisqartirish.

ISSN 3030-3907

5S tizimini joriy etish tejamkor ishlab chiqarishni rivojlantirish va xodimlarni ishlab chiqarish muhitini doimiy ravishda takomillashtirish va erishilgan darajani saqlab qolish qobiliyatini tarbiyalash yo‘lidagi birinchi qadamdir. Temir yo‘l korxonasida 5S ni joriy etish samaradorligini oshirish uchun «Eng yaxshi sex,» «Eng toza ishchi uchastka» va boshqa tanlovlarni joriy etish lozim. Shu bilan birga, intizomni oshirish uchun «Yomon sex» va «Eng iflos ish joyi» unvonlarini berish kerak.

5S-tartibga solish jarayonida ixtisoslashtirilgan uskuna inventarizatsiya qilinadi va ishlatilmagan maxsus uskuna ro‘yxati tuziladi. Uning natijalariga ko‘ra eskirgan va ishlab chiqarishdan chiqarilgan agregatlar va uskunalar hisobdan chiqarilishi va kelgusida foydalanish uchun jo‘natilishi kerak. Utilizatsiya va qayta ishlashdan olingan summa to‘g‘ridan-to‘g‘ri iqtisodiy samara yig‘indisi bo‘ladi.

Biroq, ushbu tadbirlarning samarasi nafaqat ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish, sifatning o‘sishi hisobiga ishlab chiqariladigan mahsulot narxini oshirish, mahsulot birligini tayyorlash uchun vaqt sarfini kamaytirish, balki psixologik jihatdan ham - xodimlar toza, tartibli ish joyida katta ishtiyoq va samaradorlik bilan ishlaydi.

Asosiy natija xarajatlar emas, balki resurslarning nisbatan tejalishi, birinchi navbatda, davr uchun tugallanmagan ishlab chiqarish qoldiqlarining qisqarishi bo‘lib, bu kredit mablag‘larini tejashga yoki ilgari bo‘shagan pul mablag‘larini muqobil tadbirlarga sarflash imkoniyatiga olib keladi.

Ushbu o‘zgarishlarni amalga oshirish uchun rahbarlik lavozimini egallab, muhim qarorlar qabul qilish va ular uchun mas’ul bo‘lish huquqiga ega bo‘lgan yetakchi shaxs zarur. Uni «o‘zgarishlar agenti» g‘oyani targ‘ib qiluvchi va jarayonni nazorat qiluvchi etib tayinlash kerak.

Tizimni joriy etishdan oldin barcha bo‘linmalar rahbarlari uchun bir kunlik seminar-trening o‘tkazish talab etiladi. Menejerlar o‘z ish joylarida uch oy ichida tizimning dastlabki uchta tamoyilini amalga oshirishi kerak.

Har uch haftada ular joriy etish bo‘yicha individual-guruh maslahatlashuvlarida ishtirok etishlari kerak: avval auditoriyada to‘plangan savollar va muammolar muhokama qilinadi (10-12 kishidan iborat guruhlarda), so‘ngra guruhning barcha a’zolari maslahatchilar bilan birgalikda guruhning har bir a’zosining kabinetlari, ish joylarini ketma-ket aylanib chiqishadi. Shu bilan birga, ko‘plab muammolarning yechimi aynan shunday muhokamalar va tashriflar orqali topiladi. Rahbarlar bir-birining tajribasini oson o‘zlashtiradi. Natijaga erishish nazorat varaqasi bo‘yicha tekshirilishi kerak.

Boshqaruvning tashkiliy sxemasini o‘zgartirish kerak. Birinchi navbatda - shtat jadvalini o‘zgartirish. Ishlab chiqarishni boshqarish usta va brigadirlarga

ISSN 3030-3907

ishonib topshirilsin. Sobiq o‘rinbosarlar timsolida barcha oraliq boshqaruvchilar rivojlanish guruhiga o‘tkaziladi.

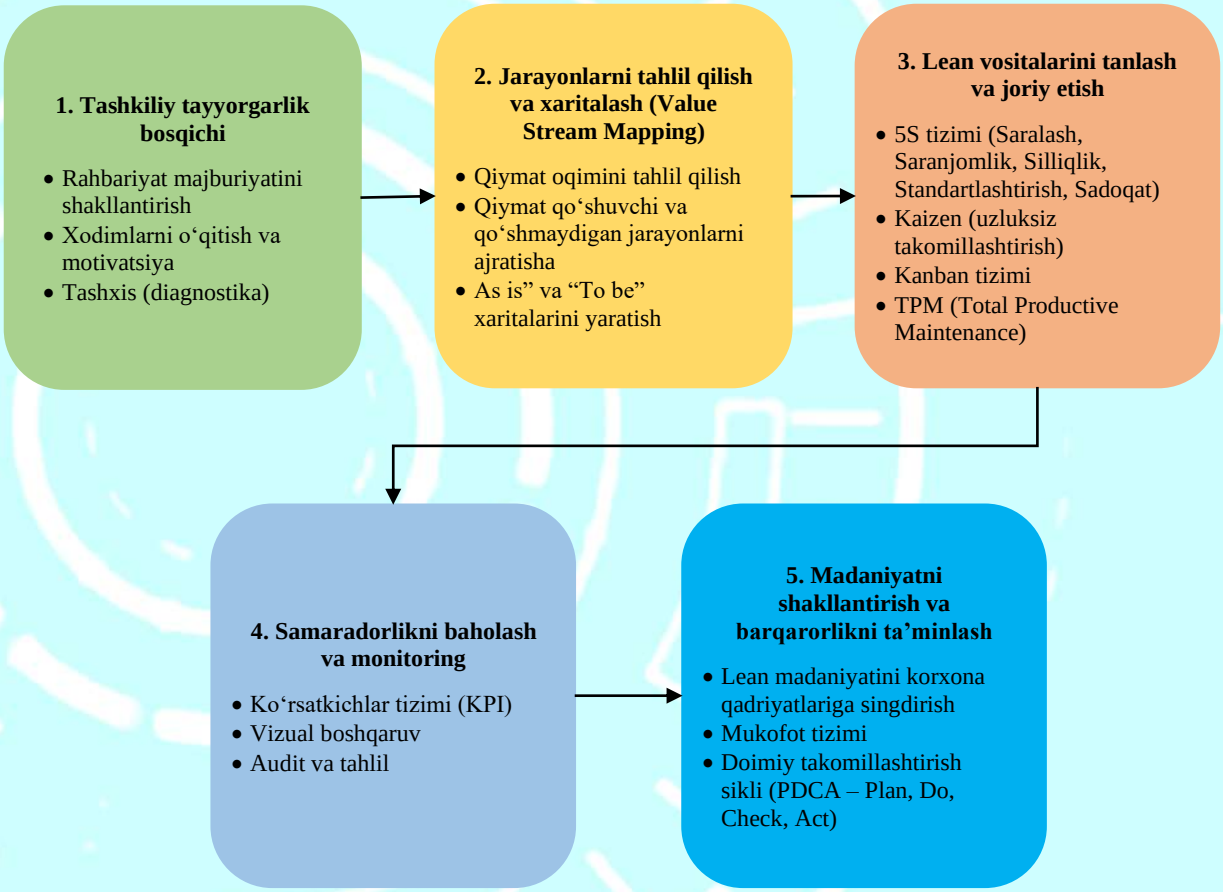
5S tizimi muvaffaqiyatli joriy etilsa, iste’molchiga yo‘naltirilganlik, umumiy sifat nazorati, sifat to‘garaklari, takliflar tizimi, avtomatlashtirish, ish joyidagi intizom, uskunalarga umumiy g‘amxo‘rlik qilish, sifatni oshirish, unumdorlikni oshirish va yangi mahsulotlarni ishlab chiqishga asoslangan tizimni joriy etishga o‘tish mumkin. Tizimning o‘ziga xos xususiyatlaridan biri shundaki, u taklif va innovatsiyalarni «pastdan yuqoriga» ishlab chiqishga qaratilgan, ya’ni xodim uni yaxshilash bo‘yicha taklif kiritadi, taklif ko‘rib chiqiladi, uni joriy etish yoki qilmaslik to‘g‘risida qaror qabul qilinadi. Shundan so‘ng taklif amalga oshiriladi va xodim uning g‘oyasi uchun rag‘batlantiriladi (shu jumladan, iqtisodiy samaraga nisbatan foiz sifatida ham).

“Lean Production” texnologiyasini rivojlantirishda axborot ta’minoti katta ahamiyatga ega bo‘lib, mahalliy korxonalar ushbu konsepsiyani amalda qo‘llash bo‘yicha yetarli ma’lumotlarga ega emas. Korxonalarning aksariyati ishlab chiqarish sifatini yaxshilash algoritmi insoniy qadriyatlarga asoslanishi kerakligini hisobga olmay, bir zumda samara olishni kutishadi.

Sanab o‘tilgan muammolarni hal qilish uchun ushbu texnologiyani alohida kabinetlarda emas, balki butun korxona hududida 5S konsepsiyasini qo‘llagan holda ishlab chiqarish tizimini rivojlantirish bo‘yicha kichik jamoalar ishini tashkil etish orqali joriy etish kerak. Xodimlarni yangi texnologiyalarga o‘qitish bo‘yicha doimiy ishlarni olib borish va manfaatdor shaxslarni Lean Production texnologiyasining o‘ziga xos xususiyatlarini tushuntirish bilan jalb qilish zarur.

“Lean Production” texnologiyasini rivojlantirishda axborot ta’minoti katta ahamiyatga ega bo‘lib, mahalliy korxonalar ushbu konsepsiyani amalda qo‘llash bo‘yicha yetarli ma’lumotlarga ega emas. Korxonalarning aksariyati ishlab chiqarish sifatini yaxshilash algoritmi insoniy qadriyatlarga asoslanishi kerakligini hisobga olmay, bir zumda samara olishni kutishadi. Sanab o‘tilgan muammolarni hal qilish uchun ushbu texnologiyani alohida kabinetlarda emas, balki butun korxona hududida 5S konsepsiyasini qo‘llagan holda ishlab chiqarish tizimini rivojlantirish bo‘yicha kichik jamoalar ishini tashkil etish orqali joriy etish kerak. Xodimlarni yangi texnologiyalarga o‘qitish bo‘yicha doimiy ishlarni olib borish va manfaatdor shaxslarni Lean Production texnologiyasining o‘ziga xos xususiyatlarini tushuntirish bilan jalb qilish zarur.

ISSN 3030-3907



2-rasm. To‘qimachilik korxonalarida tejamkor ishlab chiqarish (Lean Production) tizimini joriy etish mexanizmi diagrammasi.

Taqdim etilgan 2-rasm asosida, to‘qimachilik korxonalarida “tejamkor ishlab chiqarish” (Lean Production) konsepsiyasini amaliy joriy etish mexanizmi mukammal tizimli yondashuv orqali shakllantirilgan bo‘lib, u korxona ichki-ishlab chiqarish muhitini transformatsiya qilishga qaratilgandir.

Bu mexanizm mehnat resurslarini samarali jalb qilish, qayta ishlash jarayonlarini optimallashtirish, faoliyat turlari bo‘yicha qiymat yaratishni ta’minlash va axborot texnologiyalarini joriy etish orqali yuqori samaradorlikka erishishni ko‘zda tutadi.

Mexanizmda avvalo “korxona xodimlari” va “korxona rahbariyati” o‘rtasidagi o‘zaro hamkorlik asosiy omil sifatida belgilab o‘tilgan. Xodimlar tomonidan o‘z vazifalarini anglash va mexanik emas, balki ongli ishtiroki, shuningdek, rahbariyat tomonidan jamoaviy qaror qabul qilish tizimi asosida ishlarni muvofiqlashtirish nazarda tutilgan. Mazkur yondashuv zamonaviy boshqaruv prinsiplariga to‘liq mos keladi.

Tadbiq etishning amaliyot qismida «operasion menedjment» alohida ahamiyat kasb etadi. Uning doirasida ishlab chiqarish jarayonlarida qiymat yaratishga yo‘naltirilgan faoliyatlarga e’tibor qaratiladi, takroriy ishlash va nuqsonlarni bartaraf etish, jarayonlar o‘zaro bog‘liqligini tahlil qilish va resurslarni tejash bo‘yicha muntazam choralar ko‘riladi. Shuningdek, “tortuvchi ishlab

ISSN 3030-3907

chiqarish” tamoyili asosida buyurtmaga asoslangan ishlab chiqarish rejalari shakllantiriladi va hajmsiz zaxiralarga bog‘liqlik kamaytiriladi.

Mexanizm doirasida korxonaning umumiy ishlab chiqarish tizimidagi 7 turdagi isrof — ortiqcha ishlab chiqarish, kutuv, transport, qayta ishlash, harakat, mahsulot nuqsonlari va ortiqcha zaxiralar — aniqlanib, bartaraf etishga qaratilgan choralar amalga oshiriladi. Bu esa to‘qimachilik sohasi uchun muhim bo‘lib, material va vaqt sarfining samarali boshqarilishini ta’minlaydi. Yanada muhim jihatlardan biri — ishlab chiqarish jarayonlari bo‘yicha barcha bosqichlarni tahlil qilish orqali ularning sifat va samaradorligini baholash tizimi joriy etilishi hisoblanadi. Bu jarayon KPI ko‘rsatkichlari orqali nazorat qilinadi.

Mexanizmning yana bir asosiy yo‘nalishi bu ta’lim va malaka oshirish tizimidir. Bu orqali xodimlarning bilim va ko‘nikmalarini uzluksiz ravishda oshirish ta’minlanadi. Shuningdek, axborot texnologiyalari (ERP, MES kabi tizimlar) orqali jarayonlarni raqamlashtirish va avtomatlashtirishga alohida e’tibor qaratilgan. Bu tizimli yondashuv ishlab chiqarish jarayonining har bir bosqichini raqamli nazorat qilish va tahlil qilish imkonini beradi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Xulosa qilib aytganda, to‘qimachilik korxonalarida “tejamkor ishlab chiqarish” konsepsiyasini joriy etish mexanizmi — bu samarali tashkil etilgan ko‘p bosqichli boshqaruv tizimidir. U resurslardan oqilona foydalanish, ishchi kuchi va texnologik imkoniyatlarni muvofiqlashtirish, axborot texnologiyalarini joriy etish va ishlab chiqarishdagi isroflarni bartaraf etish orqali korxonaning raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Shu asosda, ushbu mexanizm ilmiy va amaliyot nuqtai nazaridan yuqori natijadorlikni ta’minlovchi zamonaviy yondashuv sifatida baholanishi mumkin.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, O‘zbekiston to‘qimachilik korxonalarida tejamkor ishlab chiqarish (Lean Production) konsepsiyasini joriy etish amaliyoti bosqichma-bosqich shakllanayotgan bo‘lsa-da, tizimli yondashuvni talab etadi. Anketali so‘rovnoma asosida olingan ma’lumotlar Lean tamoyillarining korxonalar faoliyatida turlicha darajada qo‘llanilayotganini aniqladi.

Deskriptiv va grafik tahlillar shuni ko‘rsatdiki, 5S tizimi va Kaizen yondashuvi ko‘pchilik korxonalarda ma’lum darajada joriy etilgan bo‘lib, ular ishlab chiqarish jarayonida ish joyini tashkil etish, tartib va mehnat unumdorligini oshirishda sezilarli ijobiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Shu bilan birga, Kanban va TPM vositalari hali to‘liq qo‘llanilmayotgani, bu esa ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida boshqarishda ma’lum cheklovlarni keltirib chiqarmoqda.

So‘rovnoma natijalariga ko‘ra, respondentlarning katta qismi Lean tizimini joriy etish natijasida ishlab chiqarish tannarxining pasayishi, xodimlarning

ISSN 3030-3907

mas’uliyati oshishi, jihozlardan samarali foydalanish kabi ijobiy o‘zgarishlarni qayd etgan. Bu esa tejamkor ishlab chiqarish mexanizmini amaliyotga keng tatbiq etish orqali mehnat unumdorligini 5–10% gacha oshirish imkonini berishini tasdiqlaydi.

Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

1. Lean Production konsepsiyasi to‘qimachilik korxonalari uchun raqobatbardoshlikni oshirishning zamonaviy vositasi bo‘lib xizmat qiladi.
2. O‘zbekiston korxonalari sharoitida Lean tizimining samarali joriy etilishi uchun rahbariyatning qo‘llab-quvvatlashi, xodimlarni muntazam o‘qitish va takomillashtirish muhim ahamiyat kasb etadi.
3. So‘rovnoma natijalari Lean vositalarining bosqichma-bosqich integratsiyasi ishlab chiqarish barqarorligini ta’minlashini ko‘rsatdi.
4. Deskriptiv tahlil natijalari Lean tizimini joriy etgan korxonalarda resurslardan foydalanish samaradorligi oshganini tasdiqladi.
5. Tadqiqotda ishlab chiqilgan tizimli mexanizm to‘qimachilik korxonalarida ishlab chiqarish madaniyatini yaxshilash va sifatni nazorat qilish jarayonlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Umuman olganda, olib borilgan ilmiy izlanishlar tejamkor ishlab chiqarish tizimi O‘zbekiston to‘qimachilik sanoatida barqaror o‘sish va innovatsion rivojlanishning muhim omillaridan biri ekanligini ilmiy jihatdan asoslab berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi, PF–60-son Farmoni (1-ilova, III-bo‘lim, 21-maqsad).
2. Mirziyoyev Sh.M. “Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak ” 2016 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirish yakunlari va 2017 yilga mo‘ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo‘nalishlariga bag‘ishlangan O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining majlisidagi ma’ruzasi // Xalq so‘zi gazetasi. 2017 yil 16 yanvar.
3. James P. Womack, Daniel T. Jones “Lean Thinking” Come creare valore e bandire gli sprechi. goWare & Guerini Next, 2017 ISBN 8868961881, 9788868961886. 598 p.
4. ISO 9001:2015 Quality Management Systems – Requirements
5. Liker, Jeffrey K.. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World’s Greatest Manufacturer. Испания, McGraw Hill LLC, 2004.
6. Pampanelli, Andrea, et al. The Green Factory: Creating Lean and Sustainable Manufacturing. Великобритания, Taylor & Francis, 2015.

ISSN 3030-3907

7.. С. А. Лоскутов Формирование механизма ресурсоэффективности на предприятиях хлебопекарной промышлен-ности: дис. … канд. экон. наук: 08.00.05. — Воронеж, 2015. — 214 с.
8. Yusupov S.Sh. Kuchli raqobat sharoitida to‘qimachilik korxonalari rivojlantirish strategiyasining asosiy yo‘nalishlari: Monografiya. – T.: Fan va texnologiya, 2014.
9. Boltaboyev M.R. To‘qimachilik sanoatida marketing strategiyasi. Monografiya. –T.: Fan, 2004. - 224 b.
10. Osipova O.N. О моделировании загрузки производственных мощности текстильных предприятий. //Технология текстильной промышленности – 2006. - №5 (293). - С-9-12.
11. Isomjonovna D.R. “Kichik biznes subyektlarini samarali investitsiyalashning ilg‘or xorijiy davlatlar tajribasi” Vol. 1 No. 10 (2023): «Yashil iqtisodiyot va taraqqiyot» jurnali 471-480 p.
12. Muratov R.S. O‘zbekiston qishloq aholisi iste’moli uchun yengil sanoat mahsulotlari assortimentini shakllantirishning regional aspektlari. 08.00.13– «Marketing» ixtisosligi. I.f.n. ilmiy darajasini olish uchun yozilgan dis. – T., 2006. – 200 b.
13. Xakimov Z. Yengil sanoat korxonalari raqobatbardoshligini marketing strategiyalari asosida oshirish. 08.00.13–«Marketing» ixtisosligi bo‘yicha falsafa fanlari doktori (PhD) ilmiy darajasini olish uchun yozilgan diss. – T., 2018. – 156 b.
14. Kadirov A.M. Sanoat korxonalarining iqtisodiy barqarorligini ta’minlash mexanizmlarini takomillashtirish (“Andijonneft” AJ misolida). I.f.n. (PhD) ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. – T.: 2019.19.
15. Qurbonov Z.N., Isayev F.I. Iqtisodiy barqarorlikni ifodalovchi ko‘rsatkichlar tahlili. // Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar, No1, yanvar–fevral, 2017. – B. 1–8.20.

ISSN 3030-3907

ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ И ПРОЧНОСТИ ДОЛОМИТОВОГО МАГНЕЗИАЛЬНОГО ПОРТЛАНДЦЕМЕНТА

М.Ж.Айимбетов

Профессор, к.т.н. Каракалпакского государственного университета,

Л.Б.Кабулова

Доцент, PhD.т.н. Нукусского государственного педагогического института

Г.З.Юлдашева

Магистрант 2-курса направления химическая технология Каракалпакского государственного университета

Аннотация. Статья посвящена исследованию магнезиального портландцемента (МПЦ), изготовленного на основе доломита Каракалпакстана. Проведен анализ химического состава сырья, изучена микроструктура цементного камня и динамика гидратации. Приведены данные о прочности на сжатие и пористости образцов, обсуждены преимущества применения магнезиального портландцемента в агрессивных средах и перспективы внедрения технологии на региональном уровне.

Ключевые слова: магнезиальный портландцемент, доломит, гидратация, M-S-H фазы, прочность на сжатие, пористость, химическая стойкость, микроструктура цементного камня

Annotatsiya. Maqola Qoraqalpog‘iston dolomitiga asoslangan magniyalı portlandtsement (MPC)ni tadqiq etishga bag‘ishlangan. Xom ashyoning kimyoviy tarkibi tahlil qilindi, tsement toshining mikrostrukturasi va gidratatsiya dinamikasi o‘rganildi. Namunalarining siqilish mustahkamligi va g‘ovakligi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan, agressiv muhitlarda magniyalı portlandtsement qo‘llashning afzalliklari hamda texnologiyani mintaqaviy darajada joriy etish istiqbollari muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: magniyalı portlandtsement, dolomit, gidratatsiya, M-S-H fazalar, siqilish mustahkamligi, g‘ovaklik, kimyoviy chidamlilik, tsement toshining mikrostrukturasi.

Abstract. The article is devoted to the study of magnesium Portland cement (MPC) produced on the basis of Karakalpakstan dolomite. An analysis of the chemical composition of the raw materials was carried out, the microstructure of the cement stone and the dynamics of hydration were examined. Data on compressive strength and porosity of the samples are presented, and the advantages of using magnesium Portland cement in aggressive environments and the prospects for introducing the technology at the regional level are discussed.

ISSN 3030-3907

Keywords: magnesium Portland cement, dolomite, hydration, M-S-H phases, compressive strength, porosity, chemical resistance, microstructure of cement stone.

Введение.

Магнезиальный портландцемент – это цемент, в котором часть кальция замещена магнием. Такая модификация повышает химическую стойкость, ускоряет набор прочности и улучшает долговечность конструкций. Каракалпакстан обладает богатыми запасами высококачественного доломита, что делает регион перспективным для локального производства магнезиальный портландцемент.

Для получения магнезиальных вяжущих в основном использовался магнезит, поэтому в литературе долгое время бытовало мнение, что другие виды магнийсодержащего сырья, в том числе и доломит, вследствие низкого содержания в них оксида магния, не могут обеспечить высокую марку магнезиального цемента. Утверждалось, что если на каустическом магнезите прочность на сжатие достигает 60-80 МПа, то на каустическом доломите только 10-30 МПа.

В работах, выполненных в последнее время, отмечается, что на основе доломита, вопреки ранее бытовавшему мнению, может быть получено вяжущее, которое по основным физико-механическим свойствам не уступает каустическому магнезиту [1-5].

Литературные данные по исследованию доломитов различных месторождений существенно отличаются в своих выводах. Эти отличия касаются как механизма термической диссоциации, так и процесса фазообразования при затворении каустического доломита растворами солей магния. Многообразие взглядов на процесс термической диссоциации доломита, а также на состав продуктов твердения магнезиального цемента, надо полагать, обусловлено, прежде всего, тем, что авторы работали с доломитами разных месторождений, содержащих различный набор примесей, которые, как известно, могут влиять на процесс его разложения. По современным представлениям в магнезиальном цементе могут образоваться в различных соотношениях три стабильные твердые фазы: гидроксид магния, пентаоксихлорид магния, триоксихлорид магния.

Магнезиальные цементы активно изучаются в последние годы. Согласно Holt (2018) и Liu et al. (2020), использование MgO повышает устойчивость цемента к сульфатам и хлоридам. Механическая и химическая активация доломита способствует формированию магнезиально-кремнеземного гидрата (M-S-H), который является аналогом C-S-H фаз

ISSN 3030-3907

обычного портландцемента, но обладает более плотной структурой и низкой пористостью [1, 2].

Магнезиальный портландцемент (МПЦ) представляет собой модифицированный вид цемента, в котором часть кальция замещена магнием. Такая замена обеспечивает улучшенные эксплуатационные свойства цемента, включая ускоренное набор прочности, повышенную химическую стойкость и долговечность конструкций. Использование магнезита или доломита как источника магния позволяет получать цементы с образованием магнезиально-кремнеземных гидратов (M-S-H), которые формируют плотную и стойкую микроструктуру цементного камня.

Регион Каракалпакстан обладает значительными запасами высококачественного доломита, что открывает перспективы локального производства магнезиального цемента и снижения зависимости от импортного сырья. В частности, месторождение Джамансай характеризуется высоким содержанием оксидов кальция и магния, что делает его потенциально ценным ресурсом для производства магнезиального портландцемента [6].

Целью настоящей работы является изучение химического состава доломитов Джамансайского месторождения (Каракалпакстан), исследование микроструктуры цементного камня и динамики гидратации, а также выявление особенностей процесса твердения магнезиального портландцемента на их основе.

Материалы и методы. Для исследования была отобрана проба доломита месторождения Джамансайского (Каракалпакстан). Химический состав сырья представлен в таблице 1. Содержание основных оксидов составляет, мас.%: CaO – 31 %, MgO – 21 %, SiO_2 – 4 %, Fe_2O_3 – <1 %, Al_2O_3 – <1 %, п.п.п.- 46,5 %.

В качестве добавок использовались кварцевый песок и гипс, выполняющий функцию регулятора схватывания цемента. Данные добавки позволяют корректировать структуру клинкера и процесс гидратации, обеспечивая оптимальные физико-механические свойства магнезиального цемента.

Таблица 1.

Химический состав доломита Джамансайского месторождения

Компонент	Содержание, мас.%
CaO	31
MgO	21
SiO_2	4
Fe_2O_3	<1

ISSN 3030-3907

Al_2O_3	<1
П.П.П.	46,5

Для исследования проводился химический анализ с целью определения содержания основных оксидов в доломите. Микроструктура цементного камня изучалась с использованием сканирующей электронной микроскопии (SEM), что позволило оценить форму и распределение гидратных фаз, плотность цементного камня и его пористость. Идентификация гидратных фаз, включая образование M-S-H и других соединений, выполнялась методом рентгеновской дифракции. Испытания на прочность на сжатие проводились на образцах размером 4×4×16 мм через 1, 3, 7 и 28 дней. Измерения осуществлялись с помощью универсальной испытательной машины с точностью ±1 МПа. Процесс получения цемента включал следующие этапы:

Дробление и помол доломита до порошкообразного состояния с размером частиц менее 100 мкм. Обжиг при температуре 950°C для декарбонизации и образования оксидов CaO и MgO. Смешивание с кварцевым песком и гипсом для формирования клинкера и регулирования схватывания.

Тонкий помол клинкера до порошка с необходимой дисперсностью. Гидратация образцов в стандартных условиях (температура 20 °C, относительная влажность 95 %) для изучения динамики твердения.

Результаты. Результаты анализов показал, что доломит Джамансайского месторождения содержит значительное количество оксидов кальция (31 %) и магния (21 %). Содержание кремнезёма, алюминия и железа было относительно низким (менее 5 %), что подтверждает пригодность данного сырья для производства магнезиального портландцемента. Потери при прокаливании составили 46,5 %, что соответствует высокому содержанию карбонатов.

Изучение цементного камня методом микроскопического анализа показало плотную и однородную структуру с небольшими порами. На изображениях заметны кристаллические гидратные фазы, которые равномерно распределены по всему объёму материала. Такая структура способствует повышению прочности цемента и его долговечности.

Рентгеновская дифракция позволила идентифицировать образование магнезиально-кремнеземных гидратов (M-S-H), а также небольшого количества гидроксидов кальция и магния. Образование M-S-H фаз наблюдалось уже на первых этапах гидратации и продолжалось с увеличением возраста цементного камня. Эти фазы создают плотную кристаллическую сетку, способствующую росту прочности.

XRD-анализ подтвердил образование следующих фаз:

ISSN 3030-3907

фаза – интенсивность:
M-S-H – высокая
$Mg(OH)_2$ – средняя
$Ca(OH)_2$ – низкая

Дифрактограмма магнезиального портландцемента свидетельствует о формировании M-S-H геля. На пиках при 2θ ≈ 12-25° наблюдаются широкие аморфные или полукристаллические пики, характерные для гидратированных магнезий-силикатных фаз. Эти пики отражают постепенное образование прочной гелевой структуры, типичной для гидратированных магнезиальных цементов. На пике 2θ ≈ 18° идентифицирована кристаллическая фаза $Mg(OH)_2$ (магнезит или брусит), которая образуется при гидратации магния. Появление этого пика указывает на сопутствующую кристаллизацию гидроксидных соединений магния. Также на пике 2θ ≈ 30° наблюдается $Ca(OH)_2$ (гашёная известь), что свидетельствует о гидратации кальциевой фазы портландцемента и образовании кристаллического гидроксида кальция.

Таким образом, рентгеновская дифрактограмма подтверждает, что основной гидратной фазой является M-S-H гель, формирующий плотную гелевую структуру цементного камня. Наличие $Mg(OH)_2$ и $Ca(OH)_2$ отражает сопутствующую кристаллизацию гидроксидов магния и кальция. Аморфная природа M-S-H, выраженная широким пиком, характерна для магнезиальных цементов и подтверждает постепенное формирование прочной структуры.

Динамика набора прочности показала, что цемент достигает 20 МПа через 1 день, 50 МПа – через 3 дня, 80 МПа – через 7 дней, и около 100 МПа через 28 дней. Такие результаты указывают на быструю и стабильную гидратацию магнезиального портландцемента и формирование плотной структуры цементного камня.

Таблица 2.

Физико-механические показатели магнезиального портландцемента

Возраст, дни	Плотность цементного камня, г/см³	Нормальная густота, г/см³	**Начало и конец схватывания, мин**	Прочность на сжатие, МПа
1	2,10	1,45	35-60	20
3	2,15	1,48	35-60	50
7	2,18	1,50	35-60	80
28	2,20	1,52	35-60	100

Обсуждение. Результаты экспериментов показали, что быстрое набирание прочности магнезиального портландцемента (МПЦ) обусловлено высокой активностью оксида магния (MgO) и формированием плотной M-S-

ISSN 3030-3907

Н матрицы. Такая структура обеспечивает минимальную пористость цементного камня, что, в свою очередь, повышает его устойчивость к химическим воздействиям, включая агрессивные среды.

Использование доломита Джамансайского месторождения (Каракалпакстан) позволяет снижать стоимость производства цемента за счет применения местного сырья и уменьшения необходимости в импортных компонентах. Полученные данные подтверждают, что магнезиальный портландцемент, изготовленный на основе данного доломита, может эффективно применяться в строительстве гидротехнических сооружений, морских объектов и промышленных конструкций, где требуется высокая прочность и стойкость к агрессивным воздействиям.

Таким образом, сочетание активного MgO, формирования M-S-H матрицы и низкой пористости делает данный цемент перспективным для промышленного использования, а локальное сырьё – экономически выгодным решением.

Выводы. Магнезиальный портландцемент на основе доломита Джамансайского месторождения (Каракалпакстан) обладает высокой прочностью и плотной микроструктурой цементного камня.

Образование M-S-H фаз обеспечивает долговечность цемента и высокую устойчивость к агрессивным химическим воздействиям.

Использование локального сырья повышает экономическую эффективность производства цемента и снижает зависимость от импортных материалов.

Для практического внедрения МПЦ рекомендуется дальнейшее исследование оптимальных режимов обжига и механохимической активации доломита, что позволит повысить активность MgO и улучшить эксплуатационные свойства цемента.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Holt, J. (2018). Magnesium Cements: Properties and Applications. Construction Materials Journal, 12(3), 45–58.
2. Liu, Y., Zhang, X., & Li, H. (2020). Durability of Magnesium Portland Cement in Aggressive Environments. Cement and Concrete Research, 135, 106–115.
3. Sidorova, E., Petrov, A., & Ivanov, V. (2019). Mechanochemical Activation of Dolomite for Cement Production. Materials Science Forum, 960, 75–82.
4. Архив научных публикаций (2022). Магнезиальные цементы: теория и практика. https://archivog.com
5. Beton.ru (2022). Магнезиальный цемент: свойства и применение. https://beton.ru/library/406

ISSN 3030-3907

6. Исследования доломита Джамансайского месторождения // Universum: технические науки: электрон. научн. журн. Нурымбетов Б.Ч. [и др.]. 2022. 12(105). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/14727

ISSN 3030-3907

YO‘L-TRANSPORT HODISALARINING ASOSIY SABABLARI VA ULARNI KAMAYTIRISH STRATEGIYALARI

To‘yqulov Qobil Salimovich

Buxoro viloyat Peshku tumani 1-son politexnikumi maxsus fan o‘qituvchisi

Annotatsiya: Ushbu maqolada yo‘l-transport hodisalarining (YTH) kelib chiqishiga ta’sir etuvchi asosiy omillar tizimli ravishda tahlil qilingan. Tadqiqot davomida O‘zbekistonning so‘nggi yillardagi YTH statistikasi, xalqaro tashkilotlar ma’lumotlari hamda ekspert suhbatlaridan olingan faktlar asosida inson omili, yo‘l infratuzilmasi sifati, transport vositalarining texnik holati va tashkiliy-boshqaruv kamchiliklari YTHlarning eng muhim sabablari sifatida aniqlangan. Shuningdek, maqolada transport xavfsizligini oshirish bo‘yicha “5S xavfsizlik modeli” ishlab chiqilib, tezlik nazorati, infratuzilmani modernizatsiya qilish, aholining yo‘l madaniyatini oshirish, raqamli texnologiyalarni tatbiq etish va jamoaviy xabardorlikni kuchaytirish strategiyalari taklif etilgan. Olingan natijalar YTHlarni kamaytirishda kompleks yondashuvning muhimligini ko‘rsatadi hamda O‘zbekiston sharoitida yo‘l xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan ilmiy va amaliy tavsiyalarni taqdim etadi.

Kalit so‘zlar: Yo‘l-transport hodisasi, transport xavfsizligi, inson omili, yo‘l infratuzilmasi, tezlik nazorati, raqamli texnologiyalar, aqlli shahar, xavfsizlik modeli, profilaktika, haydovchi psixologiyasi, transport boshqaruvi, monitoring, strategik choralar.

Аннотация: В статье системно проанализированы основные факторы, влияющие на возникновение дорожно-транспортных происшествий (ДТП). В ходе исследования, на основе статистики дорожно-транспортных происшествий в Узбекистане за последние годы, данных международных организаций и фактов, полученных в ходе экспертных интервью, в качестве наиболее важных причин дорожно-транспортных происшествий были выявлены человеческий фактор, качество дорожной инфраструктуры, техническое состояние транспортных средств, а также организационно-управленческие недостатки. В статье также разработана «модель безопасности 5S» для повышения безопасности перевозок и предложены стратегии контроля скорости, модернизации инфраструктуры, повышения культуры дорожного движения среди населения, внедрения цифровых технологий и укрепления коллективной осведомленности. Полученные результаты демонстрируют важность комплексного подхода к снижению дорожно-транспортных происшествий и дают научно-практические рекомендации, направленные на обеспечение безопасности дорожного движения в условиях Узбекистана.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Дорожно-транспортные происшествия, безопасность дорожного движения, человеческий фактор, дорожная инфраструктура, контроль скорости, цифровые технологии, умный город, модель безопасности, профилактика, психология водителя, организация дорожного движения, мониторинг, стратегические меры.

Abstract: This article systematically analyzes the main factors affecting the occurrence of road traffic accidents (RTAs). During the study, based on the statistics of road traffic accidents in Uzbekistan in recent years, data from international organizations, and facts obtained from expert interviews, the human factor, the quality of road infrastructure, the technical condition of vehicles, and organizational and management shortcomings were identified as the most important causes of road traffic accidents. The article also developed a “5S safety model” to improve transport safety, and proposed strategies for speed control, infrastructure modernization, improving the road culture of the population, the introduction of digital technologies, and strengthening collective awareness. The results obtained demonstrate the importance of an integrated approach to reducing road traffic accidents and provide scientific and practical recommendations aimed at ensuring road safety in the conditions of Uzbekistan.

Keywords: Road accident, traffic safety, human factor, road infrastructure, speed control, digital technologies, smart city, safety model, prevention, driver psychology, traffic management, monitoring, strategic measures.

Kirish

Yo‘l-transport hodisalari (YTH) bugungi kunda dunyoning deyarli barcha davlatlari uchun eng dolzarb va xavotirli ijtimoiy muammolardan biri bo‘lib qolmoqda. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST)ning ma’lumotlariga ko‘ra, har yili 1,35 milliondan ortiq inson YTH oqibatida hayotdan ko‘z yumadi, 20–50 million nafari esa turli darajadagi jarohatlar bilan nogironlikka yuz tutadi. Ushbu ko‘rsatkichlar YTHlarni global miqyosdagi sog‘liqni saqlash, iqtisodiy barqarorlik va ijtimoiy farovonlikka jiddiy tahdid sifatida qaralishiga sabab bo‘lmoqda.

O‘zbekiston ham ushbu jarayondan mustasno emas. Aholi sonining o‘sishi, avtomobillar parkining tez kengayishi, urbanizatsiya jarayonlarining kuchayishi, yo‘l tarmoqlarining keskin yuklanishi va ayrim infratuzilma muammolari YTHlarning ko‘payishiga olib kelayotgan omillardan biridir. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, so‘nggi yillarda yo‘l harakati qatnashchilari soni ortib borayotganiga qaramay, yo‘l harakati madaniyati va xavfsizlikka rioya qilish darajasi yetarli darajada o‘zgarayotgani kuzatilmayapti. Natijada, YTHlar iqtisodiyotga milliardlab so‘mlik zarar yetkazib, minglab oilalarning ijtimoiy hayotiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda.

ISSN 3030-3907

Yo‘l-transport hodisalarini keltirib chiqaruvchi sabablar ko‘p omilli va murakkab tuzilishga ega bo‘lib, ular shartli ravishda inson omili, infratuzilma sifati, transport vositasining texnik holati hamda tashkiliy-boshqaruv jarayonlaridagi kamchiliklarga bo‘linadi. YTHlarning katta qismi inson omili — haydovchining e’tiborsizligi, tezlikni me’yoridan oshirishi, yo‘l harakati qoidalarini buzishi yoki charchagan holda transport boshqarishi bilan bog‘liq. Shuningdek, yo‘l qoplamasining sifatsizligi, yoritish vositalarining yetarli emasligi, piyodalar yo‘laklarining to‘g‘ri joylashmaganligi kabi infratuzilma nuqsonlari ham halokat xavfini sezilarli darajada oshiradi.

Ushbu muammoning murakkabligi va ko‘p omilliligi shuni ko‘rsatadiki, YTHlarni kamaytirish uchun faqatgina yo‘l harakati qoidalarini kuchaytirish yoki jarimalarni oshirish kifoya emas. Transport xavfsizligini ta’minlash, avvalo, ilmiy asoslangan, kompleks va tizimli yondashuvni talab etadi. Shunday ekan, YTHlarni sabablari bo‘yicha chuqur tahlil qilib, ularni kamaytirish bo‘yicha zamonaviy texnologiyalar, ta’limiy ta’sir, boshqaruv mexanizmlari va infratuzilma modernizatsiyasi asosidagi strategiyalarni ishlab chiqish bugungi kunda dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi — YTHlarning asosiy sabablarini aniqlash, ularning kelib chiqish omillarini tizimli tahlil qilish hamda yo‘l harakati xavfsizligini oshirishning samarali strategiyalarini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot YTHlarga sabab bo‘luvchi omillarni statistik, taqqoslama va ekspert tahlillari asosida o‘rganadi hamda O‘zbekiston sharoitiga mos, ilmiy asoslangan yechimlar taklif etadi.

Metodologiya Tadqiqot yo‘l-transport hodisalarining sabablari va ularni kamaytirish strategiyalarini ilmiy asosda aniqlash maqsadida bir nechta metodologik yondashuvlar uyg‘unligida amalga oshirildi. Eng avvalo, O‘zbekiston Respublikasi Ichki ishlar vazirligi Yo‘l harakati xavfsizligi xizmati (YHXX) tomonidan 2018–2023 yillar davomida qayd etilgan yo‘l-transport hodisalari haqidagi statistik ma’lumotlar chuqur tahlil qilindi. Bu jarayonda YTHlarning yillik dinamikasi, geografik joylashuvi, turli toifadagi qatnashchilar ishtiroki, halokatlarning sabab omillari va oqibatlari alohida guruhlangan holda o‘rganildi. Ma’lumotlar asosida umumiy tendensiyalar, mintaqaviy tafovutlar hamda inson omilining ulushi aniqlashtirildi.

Tadqiqotning keyingi bosqichida milliy statistika xalqaro tajriba bilan taqqoslandi. Bunda Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST), Yevropa Ittifoqining Road Safety hisobotlari va Osiyo taraqqiyot banki (OTB)ning transport xavfsizligi bo‘yicha ma’lumotlari bilan O‘zbekistonga oid ko‘rsatkichlar solishtirildi. Bu taqqoslama yondashuv mamlakat transport xavfsizligi tizimidagi kamchiliklarni

ISSN 3030-3907

aniqlash, rivojlanayotgan davlatlar tajribasi bilan mos nuqtalarni belgilash imkonini berdi.

Shuningdek, tadqiqotda ekspert-intervyu usuli qo‘llanildi. Jarayon davomida 20 nafar professional haydovchi, 10 nafar YHXX inspektori va 5 nafar transport injenerlari bilan yarim strukturalangan suhbatlar o‘tkazildi. Ularning fikrlari YTHlarning real sabablarini amaliy nuqtai nazardan baholash va mavjud muammolarning ildizini aniqlashda muhim omil bo‘lib xizmat qildi.

Tadqiqotning yana bir metodik elementi — case-study (muammoli holatlarni o‘rganish) bo‘ldi. Toshkent, Samarqand va Buxoro viloyatlaridagi eng gavjum yo‘l kesishmalari misolida YTH xavfini oshiruvchi infratuzilmaviy, tashkiliy va inson omillarining kompleks tahlili o‘tkazildi. Ushbu yondashuv aniq hududlarda mavjud bo‘lgan xavf omillarini faktlarga tayanib tahlil qilishga yordam berdi.

Metodologiyaning yakuniy qismi sifatida “Transport xavfsizlik strategiyasi – 5S modeli” ishlab chiqildi. Ushbu model YTHlarni kamaytirishga qaratilgan besh asosiy yo‘nalishni o‘z ichiga oladi: S1 — Speed (tezlikni boshqarish), S2 — System (tizimli boshqaruv), S3 — Safety (xavfsizlik infratuzilmasi), S4 — Social awareness (jamoaviy xabardorlik), S5 — Smart technologies (aqlli texnologiyalar). Mazkur model YTHlarning kelib chiqish mexanizmini tushunish va samarali oldini olish choralarini ishlab chiqishda nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Natijalar Tadqiqot natijalari O‘zbekistonda ro‘y berayotgan yo‘l-transport hodisalarining sabablari murakkab va ko‘p omillardan iborat ekanini ko‘rsatdi. Statistik tahlillar asosida YTHlarning asosiy sabablari besh katta guruhga ajratildi.

Birinchidan, inson omili YTHlarning eng katta ulushiga ega bo‘lib, umumiy holatlarning 65–70 foizini tashkil etadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, tezlikni me’yoridan oshirish halokatlarning 42 foiziga sabab bo‘lmoqda. Bundan tashqari, haydovchining e’tiborsizligi 25 foizni, spirtli ichimlik ta’sirida transport boshqarishi esa 10 foizni tashkil etadi. Telefon, radio va boshqa chalg‘ituvchi omillar sabab bo‘layotgan hodisalarning ulushi 5 foizni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkichlar insonning psixologik holati, xatti-harakati va mas’uliyati YTHlarning asosiy manbai ekanini yana bir bor tasdiqladi.

Ikkinchidan, yo‘l infratuzilmasi bilan bog‘liq omillar tadqiqotning 15–20 foizini tashkil etdi. Xususan, ko‘plab hududlarda yo‘llarning yetarli yoritilmagani, yo‘l qoplamasining sifatsizligi, piyodalar o‘tish joylarining tartibsiz joylashuvi hamda ayrim qayrilish va kesishmalarda ko‘rinishning cheklanganligi YTH xavfini sezilarli darajada oshirayotgan omillar sifatida qayd etildi.

Uchinchidan, transport vositalarining texnik nosozliklari YTHlarning 8–10 foiziga sabab bo‘layotgani aniqlandi. Ko‘pincha tormoz tizimi, chiroqlar, shinalar yoki rul boshqaruvi bilan bog‘liq texnik kamchiliklar halokatlarga olib kelgan.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotning to‘rtinchi guruhi — tashkiliy-boshqaruv kamchiliklari YTHlarning qariyb 5 foizini tashkil etdi. Radar va kameralarning yetarli emasligi, yo‘l nazoratining sustligi, profilaktik choralarning yetarlicha yo‘lga qo‘yilmagani, shuningdek, mahalliy boshqaruv organlari o‘rtasidagi hamkorlikning pastligi YTHlar sonining kamaymayotgan omillari sifatida belgilandi.

Beshinchi guruh — piyodalar madaniyati va xulqi bilan bog‘liq omillar bo‘lib, ular 2–3 foizni tashkil etdi. Piyodalarning noto‘g‘ri joydan o‘tishi, svetofor talablarini buzishi va yo‘l chetlarida xavfli harakatlar sodir etishi halokatlar kelib chiqishiga bevosita ta’sir qilmoqda.

Olingan natijalar asosida YTHlarni kamaytirishning bir qator samarali strategiyalari taklif etildi. Ulardan eng muhimlari quyidagilardan iborat: tezlikni qat’iy nazorat qilish, radarlar sonini oshirish va “aqlli svetofor” tizimlarini joriy etish; yo‘l infratuzilmasini modernizatsiya qilish, yorug‘lik, videokuzatuv va piyodalar o‘tish joylarini standartlarga moslashtirish; haydovchilarni qayta tayyorlash, stress-menejment va xavfsiz haydash bo‘yicha maxsus kurslarni joriy etish; aholi o‘rtasida xabardorlik kampaniyalari, maktab va OTMlarda yo‘l harakati madaniyatiga oid targ‘ibotni kuchaytirish; shuningdek, “aqlli shahar” texnologiyalarini qo‘llash, ya’ni IoT sensorlari va sun’iy intellekt yordamida transport oqimini real vaqtda nazorat qilish.

Muhokama Tadqiqot natijalari yo‘l-transport hodisalarining (YTH) kelib chiqishida inson omili yetakchi rol o‘ynashini yana bir bor isbotladi. Inson xatti-harakatining YTHlardagi ulushi 65–70 foizdan ortiq ekanligi, yo‘l harakati madaniyati va intizomi bilan bog‘liq muammolar hanuzgacha dolzarb ekanini ko‘rsatadi. Tezlikni oshirish, charchoq, e’tiborsizlik, spirtli ichimlik ta’siri va mobil telefonlardan foydalanish bilan bog‘liq omillar halokat xavfini sezilarli darajada oshirmoqda. Bu esa yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash jarayonida psixologik omillar, haydovchi madaniyati va profilaktik ta’limning juda muhim ekanini anglatadi.

Xalqaro tajribalar bilan taqqoslash shuni ko‘rsatdiki, rivojlangan davlatlarda YTHlarni kamaytirishning asosiy omillaridan biri — “Zero Vision” modeli, ya’ni yo‘llarda o‘lim darajasini nolga yaqinlashtirish strategiyasidir. Ushbu yondashuvda tezlik qat’iy nazorat qilinadi, xavfli hududlar rekonstruksiya qilinadi, piyodalar ustuvorligi ta’minlanadi va transport oqimi sun’iy intellekt yordamida boshqariladi. O‘zbekiston sharoitida ham bunday innovatsion boshqaruv mexanizmlarini joriy etish YTHlarni sezilarli darajada kamaytirishi mumkin.

Tadqiqotda aniqlangan infratuzilma bilan bog‘liq muammolar — yoritilmagan yo‘llar, sifatsiz yo‘l qoplamasi, noto‘g‘ri joylashtirilgan piyodalar o‘tish yo‘laklari va kesishmalarda ko‘rinishning cheklanganligi — YTH xavfining oshishiga bevosita ta’sir qilmoqda. Bu holat yo‘l qurilishi va rekonstruksiya

ISSN 3030-3907

jarayonlarida xalqaro standartlarga qat'iy rioya qilish zarurligini ko‘rsatadi. Shuningdek, yo‘l belgilarining sifati, joylashuvi va standartlarga mosligi ham halokatlar soniga sezilarli ta'sir ko‘rsatmoqda. Bu borada yuqori sifatli materiallardan foydalanish, yo‘l belgilarining yoritilishi va yangilanib turilishi muhim omillardir.

Transport vositalarining texnik holati bilan bog‘liq hodisalar ulushi kamroq bo‘lsa-da (8–10%), ular ko‘pincha og‘ir oqibatlarga ega bo‘ladi. Bu borada texnik ko‘rik tizimini raqamlashtirish, nosoz avtomobillarning harakatlanishiga qat'iy chek qo‘yish va mobil diagnostika punktlarini joriy etish amaliyotini kengaytirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Tashkiliy-boshqaruv kamchiliklari — radarlar yetishmasligi, profilaktika ishlarining sustligi va mas'ul organlar o‘rtasidagi hamkorlikning past darajadaligi — tizimli islohotlarni talab qiladi. Yo‘l harakati xavfsizligi tizimi davlat, mahalliy hokimiyat, YHXX, sog‘liqni saqlash, ta'lim va transport organlari o‘rtasidagi integratsiyalashgan hamkorlik asosida faoliyat yuritishi kerak. Bu borada yagona axborot tizimi va tezkor monitoring mexanizmlarini joriy etish dolzarbdir.

Piyodalar madaniyati bilan bog‘liq muammolar ham muhim o‘rin egallaydi. Piyodalarning svetofor qoidalariga rioya qilmasligi, noto‘g‘ri joydan o‘tishi yoki yo‘l chetlarida xavfli harakatlar sodir etishi ko‘plab hududlarda kuzatilmoqda. Bu esa maktabgacha ta'lim, umumta'lim maktablari va oliy ta'lim muassasalarida yo‘l harakati madaniyati bo‘yicha muntazam o‘quv dasturlarini yo‘lga qo‘yish zarurligini ko‘rsatadi. Yevropa mamlakatlarida “Road Safety Education” fani maktab ta'limining majburiy elementi bo‘lib, O‘zbekistonda ham shunday yondashuv zarur.

Tadqiqotda taklif etilgan “5S transport xavfsizlik modeli” — tezlik, tizim, xavfsizlik infratuzilmasi, ijtimoiy xabardorlik va aqlli texnologiyalar asosida ishlab chiqilgan integrallashgan strategiya — O‘zbekiston yo‘l harakati xavfsizligi tizimini modernizatsiya qilish uchun asos bo‘la oladi. Xususan, aqlli svetoforlar, raqamli kameralarning keng joriy etilishi, IoT texnologiyalari orqali real vaqt rejimida monitoring qilish va sun'iy intellekt yordamida transport oqimini boshqarish kabi yechimlar YTHlarni 20–30% ga kamaytirish salohiyatiga ega.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, YTHlarni kamaytirish uchun alohida choralar yetarli emas. Bu jarayon kompleks, tizimli va ilmiy asoslangan yondashuvni talab qiladi. Inson omili, infratuzilma, texnik kamchiliklar va boshqaruv mexanizmlarini birgalikda isloh qilish — yo‘l harakati xavfsizligini real ravishda oshirishning yagona yo‘lidir. Taklif etilgan strategiyalar O‘zbekiston sharoitida amalga oshirilishi mumkin bo‘lib, ularning to‘g‘ri joriy etilishi YTHlarni sezilarli darajada kamaytirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Xulosa O‘tkazilgan tadqiqotlar yo‘l-transport hodisalarining (YTH) ko‘p omilli, murakkab va tizimli yondashuvni talab qiladigan ijtimoiy muammo ekanini ko‘rsatdi. Statistik, taqqoslama va ekspert tahlillar natijalari shuni tasdiqladiki, YTHlarning eng katta ulushi — 65–70 foizi — inson omili bilan bog‘liq bo‘lib, haydovchining e’tiborsizligi, tezlikni oshirishi, qoidalarni buzishi va psixologik holati transport xavfsizligida hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Bu esa mamlakatda yo‘l harakati madaniyatini oshirish, haydovchilarni qayta tayyorlash va profilaktik ta’limni kuchaytirish zarurligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot davomida yo‘l infratuzilmasining sifati ham YTH xavfini sezilarli darajada oshirishi aniqlangan. Yoritilmagan yo‘llar, sifatsiz qoplama, noto‘g‘ri joylashtirilgan piyodalar yo‘laklari va kesishmalardagi ko‘rinishning cheklanganligi ko‘plab hududlarda halokatlar sababi bo‘layotgani qayd qilindi. Bu esa yo‘l infratuzilmasini modernizatsiya qilish va xalqaro standartlarga mos ravishda rekonstruksiya qilish zarurligini taqozo etadi.

Transport vositalarining texnik nosozligi bilan bog‘liq hodisalar ulushi pastroq bo‘lsa-da, ularning oqibatlari jiddiy bo‘lishi mumkin. Shu bois texnik ko‘rik tizimini kuchaytirish, uni raqamlashtirish va nosoz transport vositalarining harakatlanishiga qat’iy chek qo‘yish muhim ahamiyat kasb etadi. Tashkiliy-boshqaruv kamchiliklari — radarlar yetishmasligi, monitoring tizimlarining sustligi, mas’ul organlar o‘rtasidagi hamkorlikning pastligi — YTHlarning kamaymasligiga sabab bo‘layotgani aniqlandi. Bu esa boshqaruvni modernizatsiya qilish, yagona ma’lumotlar bazasini yaratish va nazorat mexanizmlarini kuchaytirish zarurligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot asosida taklif etilgan “5S transport xavfsizlik modeli” — tezlikni boshqarish, tizimli boshqaruvni kuchaytirish, xavfsizlik infratuzilmasini yaxshilash, jamoaviy xabardorlikni oshirish va aqlli texnologiyalarni joriy qilish — YTHlarni kamaytirishda samarali bo‘ladigan kompleks yondashuv sifatida baholandi. Mazkur model asosida yo‘l harakati xavfsizligi bo‘yicha strategiyalarni bosqichma-bosqich amalga oshirish O‘zbekistonda YTHlar sonini sezilarli darajada kamaytirishi mumkin.

Umuman olganda, tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, YTHlarni kamaytirish faqat yo‘l politsiyasi yoki davlat organlari faoliyati bilan cheklanmaydi. Bu jarayon ta’lim, axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, infratuzilma, psixologiya va jamoatchilik ishtirokini qamrab olgan keng ko‘lamli hamkorlikni talab qiladi. Taklif etilgan yechimlar ilmiy asoslangan bo‘lib, ularning to‘g‘ri tashkil etilishi transport xavfsizligini oshirish, inson hayotini asrash hamda jamiyat farovonligiga xizmat qilish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O‘zbekiston Respublikasi Ichki ishlar vazirligi Yo‘l harakati xavfsizligi xizmati (YHXX). *Yo‘l-transport hodisalari bo‘yicha yillik statistik ma’lumotlar*. Toshkent, 2018–2023.
2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. *Yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash to‘g‘risida* Qarorlar to‘plami. Toshkent, 2020–2024.
3. European Commission Road Safety. *EU Road Safety Annual Report*. Brussels, 2022–2023.
4. Elvik, R., Vaa, T. *Handbook of Road Safety Measures*. Emerald Group Publishing, 2020.
5. Transport Research Board. *Human Factors in Road Traffic*. Washington D.C., 2021.
6. O‘zbekiston Respublikasi Transport vazirligi. *Yo‘l infratuzilmasini rivojlantirish va modernizatsiya qilish dasturi*. Toshkent, 2021–2024.
7. OECD/ITF. *Speed and Crash Risk Report*. Paris: International Transport Forum, 2018.
8. Lobanov, A.A. *Transport vositalarining texnik holati va xavfsizlik talablari*. Moskva: Transport nashriyoti, 2019.
9. Karimov Sh., Mamatqulov B. *O‘zbekiston sharoitida yo‘l harakati xavfsizligini ta’minlash masalalari*. Toshkent: Innovatsiya nashriyoti, 2022.

ISSN 3030-3907

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО МОМЕНТА ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ УПРАВЛЯЮЩИХ СИГНАЛОВ

Акрамходжаев Й.Т.

Ташкентский химико-технологический институт

Аннотация. В данной работе рассмотрена задача синтеза оптимального по быстродействию закона управления для динамического объекта. На основе дифференциального уравнения объекта с использованием метода фазовой плоскости определена оптимальная переходная траектория. Показано, что для достижения минимального времени регулирования необходимо осуществлять движение системы в двух режимах: максимального разгона и максимального торможения, при этом момент переключения управляющего сигнала должен быть выбран строго один раз.

Ключевые слова: оптимальное по времени управление, динамический объект, метод фазовой плоскости, фазовые траектории, функция переключения.

Annotatsiya. Ushbu ishda dinamik obyekt uchun tezkorlik bo‘yicha optimal boshqaruv qonunini sintez qilish masalasi ko‘rib chiqiladi. Obyektning differensial tenglamasi asosida fazoviy tekislik metodi yordamida optimal o‘tish trayektoriyasi aniqlangan. Ko‘rsatilganki, boshqaruv vaqtining minimal qiymatiga erishish uchun tizim ikki rejimda harakatlanishi lozim: maksimal tezlanish va maksimal tormozlanish. Bunda boshqaruv signali almashinuvi faqat bir marta amalga oshirilishi zarur.

Kalit so‘zlar: vaqt bo‘yicha optimal boshqaruv, dinamik obyekt, fazoviy tekislik metodi, fazaviy trayektoriyalar, funksiyani almashtirish;

Abstract. This study addresses the problem of synthesizing a time-optimal control law for a dynamic system. Based on the differential equation of the system, the optimal transient trajectory is determined using the phase-plane method. It is shown that achieving the minimum settling time requires the system to operate in two modes: maximum acceleration and maximum deceleration, while the switching moment of the control signal must be selected exactly once.

Keywords: time-optimal control, dynamic system, phase-plane method, phase trajectories, switching function.

Введение.

Современные системы автоматического управления предъявляют высокие требования к быстродействию, точности и устойчивости переходных процессов. Одним из наиболее эффективных подходов к построению таких систем является использование принципов оптимального по времени управления, когда регулируемая координата должна достигнуть заданного значения за минимально возможный промежуток времени.

ISSN 3030-3907

На основе анализа фазовых траекторий получена функция переключения (линия МОН), единственным образом приводящая систему к нулевой ошибке за минимальное время. Приведены математические зависимости, описывающие семейства фазовых кривых, и итоговый закон оптимального управления. Также представлена структурная схема оптимальной системы управления. Предложенный метод может быть применён в скоростных механических, энергетических и химико-технологических системах

Для оптимальной по скорости систем управления, вначале необходимо разогнать систему до предебно допустимого ускорешия, а затем в определеннкй момент времени переключить сигнал управления с разгона на тормошения и также с предельно допустимымю, но отрицательным ускорением. При правильно выбранном моменте переключения скорости изменения регулируемой координаты равно нулю, когда она достигнет заданного значения $x_н$ [1].

Объект управления описывается дифференциальным управлением.

$$T\frac{d^2x}{dt}+\frac{dx}{dt}=KI, \qquad (1)$$

где Т = б сек, к = б, $|И| \le И_{мах} =$ ед.

Произвести синтез системы определенной по быстродействию методом фазовой плоскости. При этом необходимо уменьшить ошибку системы $\varepsilon = x_o - x$ от величины $\varepsilon = \varepsilon_o = -0{,}5,\ \dot{\varepsilon} = 0$ при е = 0 до величины $\varepsilon = \varepsilon_n = 0$, $\dot{\varepsilon_n} = 0$ за минимальное время

Определить функцию переключения.

Запишем управление (1) относительно ошибки системы

$$T\frac{d^2\varepsilon}{dt^2}+\frac{d\varepsilon}{dt}=-KI, \qquad (2)$$

Найдем уравнения фазовых траектории, для чего перепишем уравнение (2) в виде двух уравнений первого порядка.

$$\frac{d\varepsilon}{dt}=u;$$

$$T\frac{du}{dt}-ki-u$$

Разделим уравнение (ε) на (4)

$$\frac{d\varepsilon}{dt}=T\ \ \frac{u}{-ki-u}\ (3)$$

Проинтегрируем выражение (5)

$$\int в\varepsilon = -T\int\frac{y}{kU+y}dy \qquad (4)$$

Откуда

$$\varepsilon = -Ty + TkU\ ln|kU+y| + C \qquad (5)$$

ISSN 3030-3907

Полученное уравнение используется для построения семейства фазовых условий $\varepsilon = \varepsilon_0$ при $y = y_0$ и подставим в решение для ошибки

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - T(y - y_0) + TkU\ ln|kU + y| - TkU\ ln|kU + y_o| \quad (6)$$

Знак управляющего сигнал может измениться не более одного раза. Запишем управнение (6) с учетом знака U.

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - T(y - y_0) \pm TkU\ ln|kU \pm y| \pm TkU\ ln|kU \pm y_o| \quad (7)$$

Обозначим $\sigma = \pm 1$, тогда

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - T(y - y_0) + \sigma TkU\ ln|y + \sigma kU| - \sigma TkU\ ln|y_o + \sigma kU| \quad (8)$$

Подставим численные значения коэффициентов в уравнение (8)

$$\varepsilon = \varepsilon_0 - 0{,}62(y - y_0) + \sigma 0{,}31\ ln|y + 0{,}5\sigma| - \sigma 0{,}31\ ln|y_o + 0{,}5\sigma| \quad (9)$$

Для заданных начальных условий ($\varepsilon_0 = -0{,}5 \quad y_0 = 0$) находим уравнение фазовой траектории для первого участка движения при

$$\sigma = -1$$

$$\varepsilon = -0{,}5 - 0{,}62y - 0{,}3\ ln|y - 0{,}5| + 0{,}31\ ln0{,}5 \quad (10)$$

Это уравнение соответствует траектории АВ (рис. 21).

Определим уравнение фазовой траектории, проходящей чнрнз начало координат $\varepsilon = 0, \quad y = 0$.

$$\varepsilon = -0{,}62 + \sigma 0{,}31\ ln|y - 0{,}5\sigma|0{,}31\ ln0{,}5 \quad (11)$$

Уравнение (11) является уравнением линии переключения (МОН). Эта траектория является единственной, по которой можно попасть в начало координат.

Преобразуем уравнение (11), учитывая, что $\sigma = -sign\ y$;

$$\varepsilon = -0{,}62y - signy * 0{,}31\ ln|y - 0{,}5signy| + signy * 0{,}31\ ln0{,}5$$

Запишем закон регулирования (функцию переключения).

$$\mu = \varepsilon + 0{,}62\ y + 0{,}31sign\ y\ ln|y - 0{,}5sign\ y| - sign\ y * 0{,}31ln0{,}5$$

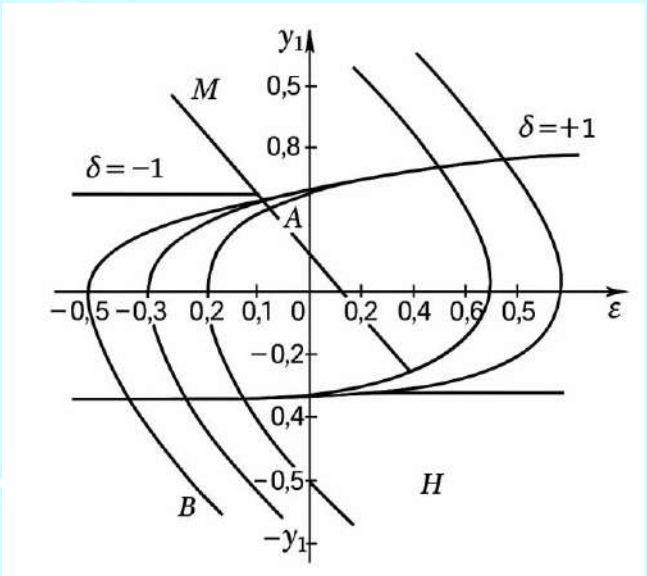


Рис. 1. Фазовые траектории при оптимальном управлении

В точке переключения А функция μ обращается в нуль.

ISSN 3030-3907

Структурная схема оптимальной системы приведена на рис. 2.

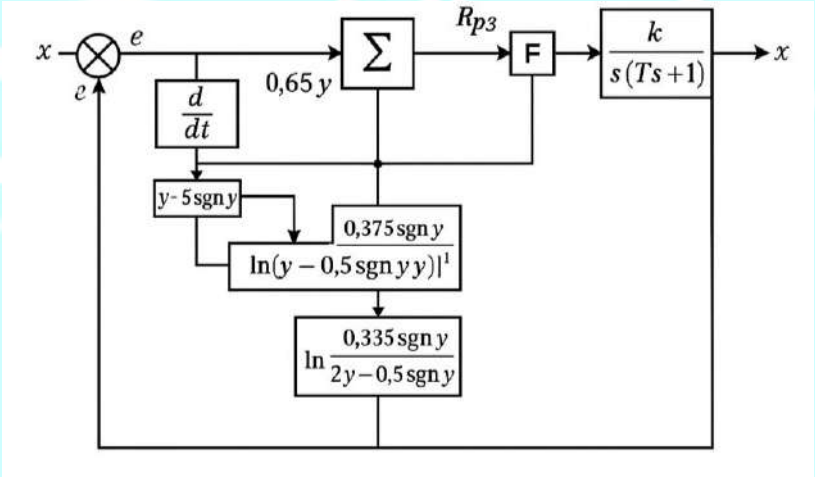


Рис. 2. Структурная схема замкнутой оптимальной системы

Для реализации оптимального закона необходимы нелинейные преобразователи и идеальный релейный элемент (без зоны нечувствительности).

Заключение. В ходе исследования получен оптимальный по быстродействию закон управления, основанный на анализе фазовой плоскости и определении единственного момента переключения управляющего сигнала. Доказано, что релейное (bang-bang) управление обеспечивает минимальное время переходного процесса при соблюдении динамических ограничений системы. Получена аналитическая форма линии переключения, гарантирующая достижение нулевой ошибки и устойчивое завершение движения без перерегулирования. Предложенная схема оптимального управления может эффективно применяться в скоростных сервоприводах, технологических и энергетических установках, требующих высокой точности и минимального времени регулирования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Abdurasulovich, R. S., Shukurillayevich, U. B., Isroilovich, U. K., & Asqarovich, A. A. (2024). Noqat'iy mantiq asosida bilvosita quyosh quritgichlarining harorat dinamikasini bashorat qilish. *Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие*, *7*(5), 8-18.

2. Eshbobaev, J., Norkobilov, A., Usmanov, K., Khamidov, B., Kodirov, O., & Avezov, T. (2024). Control of Wastewater Treatment Processes Using a Fuzzy Logic Approach. *Engineering Proceedings*, *67*(1), 39.

3. Isroilovich, U. K., Abduvaxitovna, S. S., & Abdirasulovich, R. S. (2025). GELIOQURITGICHDAGI HARORATNI BA SHORAT QILISHDA SUN'IY NEYRON TARMOQLARNING QO 'LLANISHI. *Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие*, *8*(1), 8-20.

ISSN 3030-3907

4. Rejabov, S., Sh, U. B., Artikov, A., & Usmanov, K. Mathematical Modelling of the Solar Drying of Apricot. *Chemical Technology, Control and Management*, *2024*(4), 2181-1105.
5. Rejabov, S., Usmonov, B., Usmanov, K., & Artikov, A. (2024). Experimental Comparison of Open Sun and Indirect Convection Solar Drying Methods for Apricots in Uzbekistan. *Engineering Proceedings*, *67*(1), 26.
6. Tennakoon, S., & Ghaffari, M. (2019). Time-optimal bang-bang control of second-order systems. IEEE Transactions on Control Systems Technology, 27(4), 1451–1463.
7. Usmanov, K., Eshbobaev, J., & Yakubova, N. (2023). Modeling and Optimization of the Ammonium Solution Extraction Process. *Engineering Proceedings*, *56*(1), 198.
8. Uteuliev, N. U., Yakubova, N. S., Usmanov, K. I., & Yadgarva, D. B. (2018). System of adaptive control of technological parameters of production of soda. *Chemical Technology, Control and Management*, *2018*(3), 181-185.
9. Yakubova, N., Usmanov, K., Turakulov, Z., & Eshbobaev, J. (2025). Application of Quantum Computing Algorithms in the Synthesis of Control Systems for Dynamic Objects. *Engineering Proceedings*, *87*(1), 68.
10. Лосев, А. В. (2022). Оптимальные системы управления: классификация и методы синтеза. Молодой ученый, 446(9), 25–29. https://moluch.ru/archive/446/98183/
11. Сидиков И. Х. и др. Нечеткое синергетическое управление нели-нейных систем //Journal of Advances in Engineering Technology. – 2020. – №. 2. – С. 16-19.
12. Султанова, Ш. А., Усманов, К. И., Унгбаева, Д. У., & Таджибаева, Д. А. (2024). РАЗРАБОТКА АДАПТИВНЫХ НЕЙРО-НЕЧЕТКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВА-НИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СОЛНЕЧНОЙ СУШИЛКИ. *Universum: технические науки*, *2*(5 (122)), 5-9.
13. Усманов, К. И., Исламова, Ф. К., Режабов, С. А., & Жабборов, А. О. (2024). Моделирование сушки лекарственных растений на шкафной гелиосушилке. *Universum: технические науки*, *2*(12 (129)), 32-35.
14. Усманов, К. И., Сарболаев, Ф. Н., Исломова, Ф. К., & Якубова, Н. С. (2020). Адаптивно нечеткое синергетическое управление многомерных нелинейных динамических объектов. *Universum: технические науки*, (3-1 (72)), 24-28.
15. Усманов, К. И., Султанова, Ш. А., Унгбаева, Д. У., & Максудова, А. И. (2025). Динамическое моделирование и тонкослойная сушка листьев подорожника в солнечных сушилках. *Universum: технические науки*, *2*(1 (130)), 4-8.

ISSN 3030-3907

16. Шилин, А. А. (2014). Исследование оптимального и скользящего режимов управления с релейным элементом. Научный журнал КубГАУ, (100), 1–15. https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-optimalnogo-i-skolzyaschego-rezhimov-upravleniya-s-releynym-elementom-ohvachennym-obratnoy-svyazyu

17. Шилин, А. А., & Букреев, В. Г. (2014). Исследование оптимального и скользящего режимов управления с релейным элементом, охваченным обратной связью. Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика, (3 (28)), 12-19.

ISSN 3030-3907

UNIVERSITET MAQSADLI KO‘RSATKICHLARI VIZUAL TAHLIL PANELI VEB-ILOVASINI YARATISH

Sayidova Nazokat Sayfullaevna
Buxoro davlat universiteti Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar kafedrasi dotsenti, fizika-matematika fanlari nomzodi.
Barnoyeva Umida
Buxoro davlat universiteti Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalar fakulteti, Kompyuter tizimlari va ularning dasturiy ta’minoti yo‘nalishi 1-bosqich magistri

Annotatsiya: Mazkur maqolada universitet faoliyati samaradorligini baholashda muhim o‘rin tutuvchi maqsadli ko‘rsatkichlarni avtomatik tarzda yig‘ish, tahlil qilish va vizual ko‘rinishda aks ettiruvchi veb-ilova ishlab chiqish jarayoni yoritilgan. Tizim foydalanuvchilarga real vaqt rejimida ma’lumotlarni kuzatish, ularni tahlil qilish hamda boshqaruv qarorlarini qabul qilishda yordam beradi.

Kalit so‘zlar: veb-ilova, vizual tahlil, maqsadli ko‘rsatkich, raqamlashtirish, universitet boshqaruvi, PlantUML, Sequence diagrammasi, Class diagrammasi, Use-case diagrammasi.

Аннотация: В статье описывается процесс разработки веб-приложения, которое автоматически собирает, анализирует и визуализирует ключевые показатели эффективности, важные для оценки деятельности университета. Система помогает пользователям отслеживать данные в режиме реального времени, анализировать их и принимать управленческие решения.

Ключевые слова: веб-приложение, визуальный анализ, целевой показатель, оцифровка, управление университетом, PlantUML, диаграмма последовательности, диаграмма классов, диаграмма вариантов использования.

Abstract: This article describes the process of developing a web application that automatically collects, analyzes, and visualizes key performance indicators that are important for assessing the effectiveness of university activities. The system helps users monitor data in real time, analyze it, and make management decisions.

Keywords: web application, visual analysis, target indicator, digitization, university management, PlantUML, Sequence diagram, Class diagram, Use-case diagram.

Kirish

Oliy ta’lim tizimida boshqaruv qarorlarini samarali qabul qilish uchun ishonchli ma’lumot manbalariga tayanish zarur. Universitet faoliyatining har bir yo‘nalishi — ta’lim sifati, ilmiy faoliyat, xalqaro hamkorlik, kadrlar salohiyati va talabalar soni kabi ko‘rsatkichlar — doimiy monitoringni talab qiladi.

ISSN 3030-3907

Ko‘plab oliy ta’lim muassasalarida bu ma’lumotlar elektron jadvallar yoki qo‘lda yuritilmoqda. Bunday usulda ishlash katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlashni qiyinlashtiradi, xatoliklar ehtimolini oshiradi va tezkor tahlilni imkonsiz qiladi. Shu sababli, universitet maqsadli ko‘rsatkichlarini tahlil qilishni avtomatlashtiruvchi, vizual tahlil imkoniyatiga ega veb-ilova ishlab chiqish dolzarb masala hisoblanadi.

Mavzuning dolzarbligi. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining oliy ta’limni modernizatsiya qilishga qaratilgan qarorlari doirasida ta’lim tizimini raqamlashtirish va axborot texnologiyalarini keng joriy etish dolzarb vazifa etib belgilangan. Shu nuqtayi nazardan, oliy ta’lim muassasalari faoliyatini samarali tahlil qilish, rivojlanish ko‘rsatkichlarini kuzatib borish va ularni boshqaruvda qo‘llash bugungi kun talabi hisoblanadi.

Ayni paytda ko‘plab universitetlarda maqsadli ko‘rsatkichlar qo‘lda yoki oddiy jadval ko‘rinishida yuritilmoqda. Bu usulda xatoliklar ko‘p uchraydi, hisobot tayyorlash ko‘p vaqt oladi va rahbariyat uchun real vaqt rejimidagi tahlil imkoniyati mavjud emas.

Shuning uchun universitet maqsadli ko‘rsatkichlarini avtomatik ravishda yig‘uvchi, tahlil qiluvchi va vizual tarzda taqdim etuvchi veb-ilova ishlab chiqish zarur. Bunday tizim orqali rahbariyat real vaqt rejimida barcha muhim ko‘rsatkichlarni kuzatib borishi, dinamik o‘zgarishlarni ko‘rishi va qarorlarni tezda qabul qilishi mumkin bo‘ladi.

Mazkur mavzu dolzarb, chunki u:

- ta’lim boshqaruvida raqamli yechimlardan foydalanishni kuchaytiradi;
- inson omilini kamaytiradi va ma’lumot ishonchliligini oshiradi;
- boshqaruv jarayonini tezlashtiradi;
- ta’lim sifati monitoringini takomillashtirishga xizmat qiladi.

Shu sababli “Universitet maqsadli ko‘rsatkichlari vizual tahlil paneli veb-ilovasini yaratish” mavzusi bugungi ta’lim tizimining raqamli transformatsiya jarayonida ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Asosiy qism. Universitet maqsadli ko‘rsatkichlari vizual tahlil paneli veb-ilovasini ishlab chiqishda ushbu tizimni loyihalashtirish talab qilinadi. Tizimni ishlab chiqish jarayonida PlantUML vositasidan foydalaniladi. PlantUML — bu **UML** (Unified Modeling Language) diagrammalarini matnli kod orqali avtomatik tarzda yaratish imkonini beruvchi ochiq manbali vositadir. Ushbu tizim dasturiy ta’minot arxitekturasi va biznes jarayonlarini vizual ko‘rinishda ifodalashda keng qo‘llaniladi.

Universitet maqsadli ko‘rsatkichlari vizual tahlil paneli veb-ilovasini ishlab chiqish jarayonida PlantUML dan foydalanish bir qator afzalliklarni taqdim etdi:

ISSN 3030-3907

– **Avtomatik generatsiya** – PlantUML yordamida Use Case, Class, Sequence, Activity kabi diagrammalarni avtomatik ravishda yaratish mumkin, bu esa loyiha tahlil jarayonini sezilarli darajada tezlashtiradi.

– **Yuqori aniqlikdagi (vector) grafika** – diagrammalar PNG, SVG, PDF formatlarida eksport qilinadi, bu ularni ilmiy maqola, dissertatsiya va texnik hujjatlarga joylashda qulaylik yaratadi.

– **Integratsiya imkoniyatlari** – PlantUML ni Visual Studio Code, IntelliJ IDEA, Eclipse, PyCharm kabi dasturiy muhitlarga integratsiya qilish mumkin. Bu ishlab chiquvchilar uchun samarali ish muhitini ta’minlaydi.

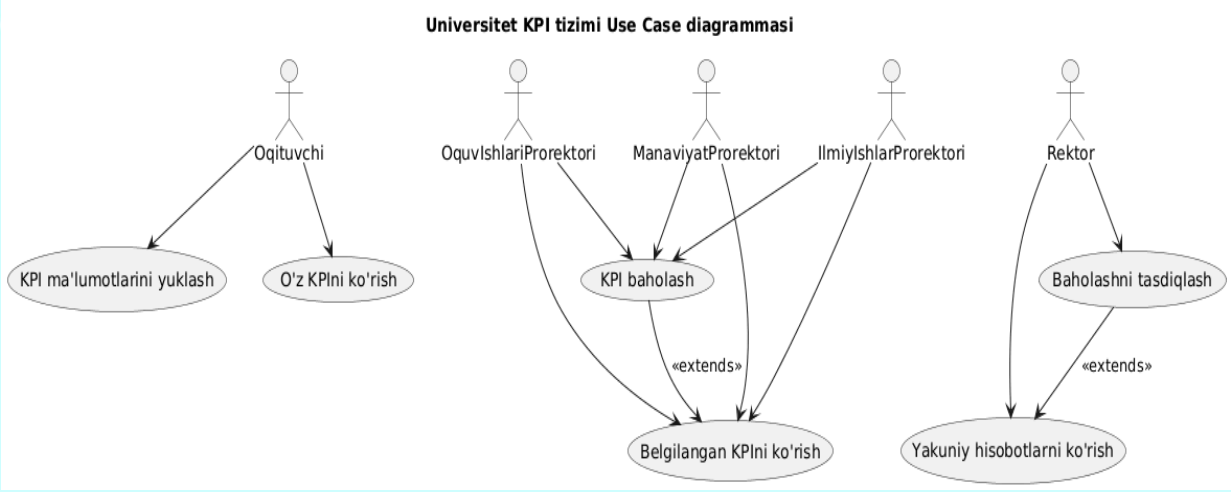
– **Qayta foydalanish imkoniyati** – diagramma kodlarini boshqa loyihalarda qayta ishlatish yoki shablon sifatida saqlash mumkin, bu esa **universitetning boshqa tizimlari**ni modellashtirishda ham foydali bo‘ladi.

– **Hamkorlikda ishlash uchun qulay** – matnli ko‘rinishdagi UML diagrammalarni jamoaviy tarzda GitHub yoki boshqa versiya nazorati tizimlari orqali ishlab chiqish oson.

– **O‘qitish va ilmiy jarayonlarda qulay vosita** – PlantUML o‘qituvchilarga va talabalar uchun dasturiy modellashtirish, tizim tahlili va dizayn fanlarida amaliy topshiriqlarni vizual shaklda tushuntirish imkonini beradi.

Quyidagi PlantUML vositasidan foydalanilib, Use Case diagrammasi, Class diagrammasi va Sequence diagrammasi ishlab chiqildi. Ular veb-ilovaning umumiy tuzilmasi, foydalanuvchilar rollari hamda tizimdagi jarayonlarni tasvirlaydi.

Use Case diagrammasi. Ushbu diagrammada foydalanuvchilarning tizim bilan o‘zaro aloqalari ko‘rsatilgan.



1-rasm. KPI tizimi uchun Use Case diagrammasi.

Diagramma mazmuni:

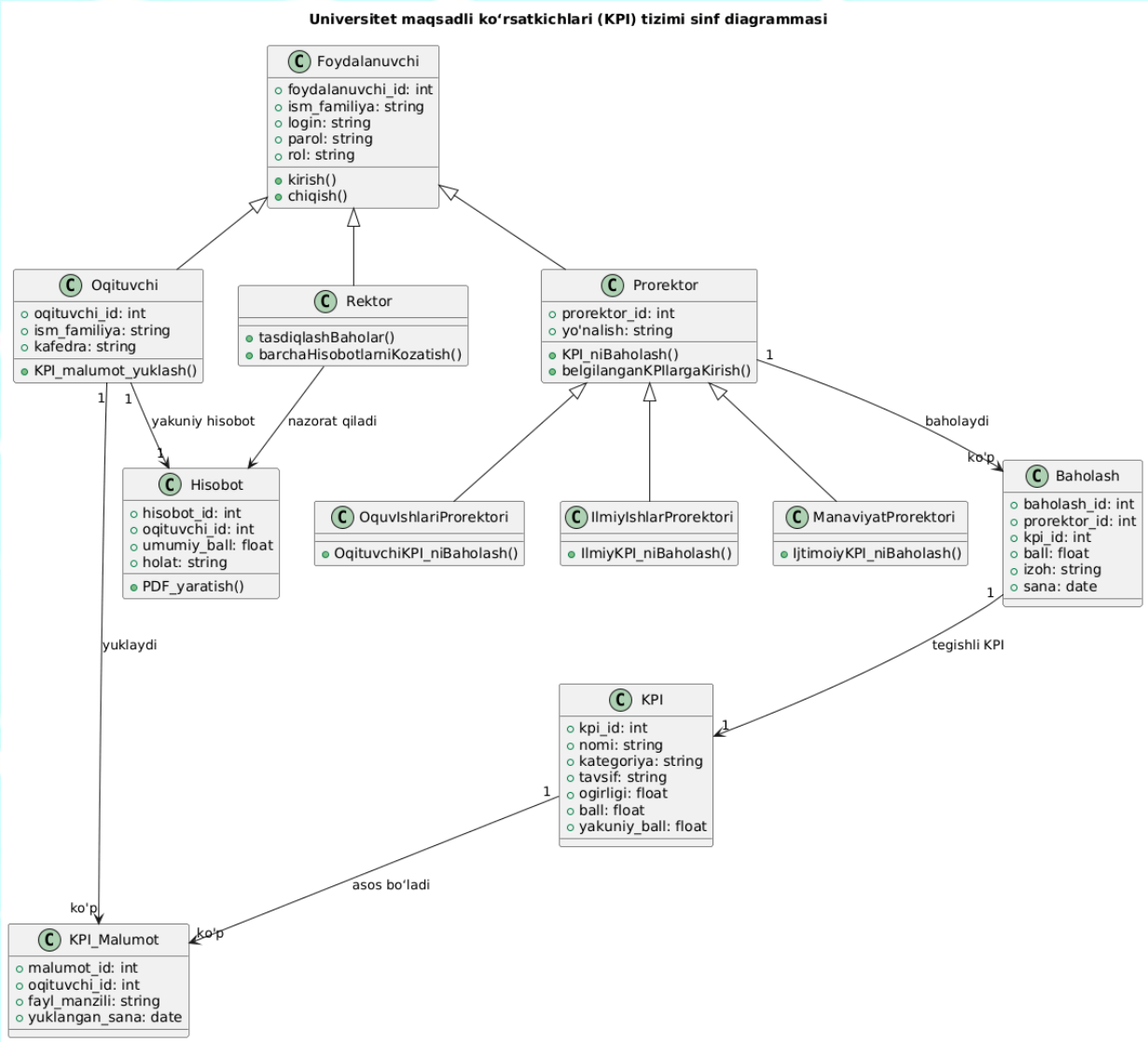
1. O‘qituvchi: O‘z faoliyati bo‘yicha KPI ma’lumotlarini yuklaydi va o‘z KPIni ko‘radi.

ISSN 3030-3907

2. Prorektorlar: O‘z yo‘nalishidagi KPIlarni baholaydi va faqat o‘zlariga tegishli KPIlarni ko‘radi.

3. Rektor: Barcha KPI natijalarini ko‘radi va baholashni tasdiqlaydi.

Class diagrammasi. Class diagrammasi tizimdagi obyektlar va ularning o‘zaro bog‘liqligini aks ettiradi.



2-rasm. KPI tizimi uchun Class diagrammasi.

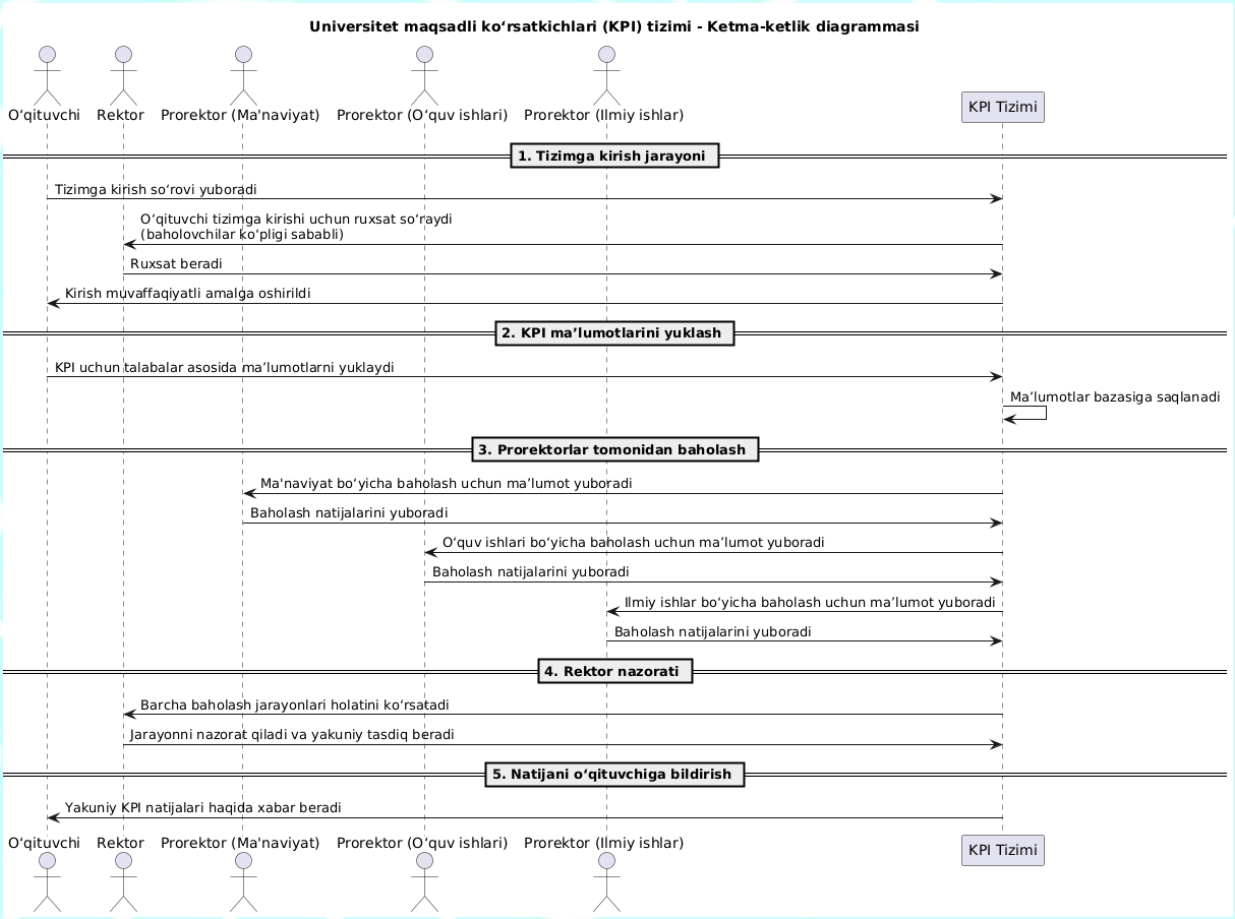
Diagramma mazmuni:

1. O‘qituvchi – o‘z faoliyatiga tegishli ma’lumotlarni tizimga yuklaydi.
2. Prorektorlar – faqat o‘z yo‘nalishidagi KPIlarni baholaydi.
3. Rektor – barcha KPI va baholash jarayonlarini nazorat qiladi.
4. KPI_Ma’lumot – o‘qituvchi yuklagan ma’lumotlarni saqlaydi.
5. Baholash – prorektorlar tomonidan berilgan baholar.
6. Hisobot – yakuniy ballar va PDF hisobotlar.

Ketma-ketlik diagrammasi. Ushbu diagrammada foydalanuvchi tizimga kirganida qanday jarayonlar ketma-ket bajarilishi ifodalangan. Bu jarayon foydalanuvchining tizim interfeysi orqali so‘rov yuborishi, server tomonidan uni

ISSN 3030-3907

qayta ishlanishi va natijani foydalanuvchiga qaytarilishi bosqichlarini o‘z ichiga oladi.



3-rasm. KPI tizimi uchun Sequence diagrammasi.

Diagramma mazmuni:

1. O‘qituvchi – tizimga kirish so‘rovini yuboradi. Baholovchilar soni ko‘p bo‘lgani uchun o‘qituvchining tizimga kirishi rektor tomonidan tasdiqlanadi. Shundan so‘ng o‘qituvchi tizimga muvaffaqiyatli kiradi.
2. O‘qituvchi o‘z faoliyatiga tegishli KPI ma’lumotlarini talabalar ko‘rsatkichlari asosida tizimga yuklaydi. Yuklangan ma’lumotlar avtomatik tarzda KPI ma’lumotlar bazasida saqlanadi.
3. Tizim yuklangan KPI ma’lumotlarini uchta prorektor yo‘nalishiga muvofiq taqsimlaydi:

– Prorektor (Ma’naviyat bo‘yicha) – ma’naviy-ma’rifiy faoliyat natijalarini baholaydi;

– Prorektor (O‘quv ishlari bo‘yicha) – ta’lim sifati va o‘quv jarayoniga oid ko‘rsatkichlarni tahlil qiladi;

– Prorektor (Ilmiy ishlar bo‘yicha) – ilmiy maqolalar, grantlar va ilmiy faoliyatni baholaydi.

4. Har bir prorektor o‘z yo‘nalishiga tegishli KPI ma’lumotlarini baholaydi va natijalarni tizimga qaytaradi.

ISSN 3030-3907

5. Baholash jarayonlari tugagach, tizim barcha natijalarni Rektorga yuboradi. Rektor bu jarayonni nazorat qiladi, tahlil qiladi va yakuniy tasdiqni beradi.
6. Yakuniy bosqichda tizim o‘qituvchiga umumiy KPI natijalari va yakuniy ballar haqida xabar beradi, shuningdek, hisobot shaklida PDF fayl yaratadi.

Natijalar. Ishlab chiqilgan veb-ilova orqali universitet rahbariyati real vaqt rejimida maqsadli ko‘rsatkichlarni kuzatish imkoniyatiga ega bo‘ldi. Tizim foydalanuvchiga interaktiv grafiklar yordamida o‘quv jarayoni, ilmiy ishlar, xalqaro hamkorlik va moddiy-texnik baza bo‘yicha tahliliy ma’lumotlarni ko‘rsatadi.

Ilova yordamida:

– hisobot tayyorlash va tahlil jarayoni tezlashdi;
– inson xatoliklari kamaydi;
– qaror qabul qilish jarayoni avtomatlashtirildi;
– rahbariyat uchun qulay tahlil paneli yaratildi.

Xulosa va takliflar. PlantUML dan foydalanish UML diagrammalarini yaratish jarayonini avtomatlashtiradi, ish samaradorligini oshiradi va dasturiy tizimlarni tahlil qilishni osonlashtiradi. Mazkur veb-ilova uchun PlantUML vositasi yordamida ishlab chiqilgan Use Case, Class va Sequence diagrammalari tizimning funksional, mantiqiy va ketma-ketlik jihatlarini aniq va ixcham tarzda ifodalash imkonini berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Martin, R. C. Clean Architecture: A Craftsman’s Guide to Software Structure and Design. – Prentice Hall, 2017.
2. Pressman, R. S. Software Engineering: A Practitioner’s Approach. – McGraw-Hill, 2019.
3. PlantUML Documentation. Official PlantUML Website. https://plantuml.com/
4. Django Project Documentation. https://www.djangoproject.com/
5. PostgreSQL Global Development Group. PostgreSQL Official Documentation. https://www.postgresql.org/docs/
6. Qodirov B. “Axborot tizimlarida ma’lumotlarni vizual tahlil qilish usullari.” Axborot texnologiyalari jurnali, №4, 2022, 45–51-betlar.
7. Yusupova D. “Oliy ta’lim muassasalarida raqamli boshqaruv tizimlarini joriy etish muammolari.” Ta’lim va Innovatsiya jurnali, №2, 2023, 35–40-betlar.

ISSN 3030-3907

РЕСПУБЛИКАДАГИ БИНО ВА ИНШООТЛАРДА ЕНЕРГИЯ САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ ВА ЕНЕРГИЯНИ ТЕЖАШ ТАҲЛИЛИ

Касимов Санджар Магрупович

Вазирлар Маҳкамаси ҳузуридаги Техник жиҳатдан тартибга солиш агентлиги Саноатни ривожлантириш техник сиёсатини амалга ошириш ва експортга кўмаклашиш бошқармаси бошлиғи

Тел.: +998 90 806 13 03

Email: kasimov.sm@mail.ru

Аннотация. Ушбу мақола республикадаги биноларда энергия самарадорлиги ва энергия тежаш имкониятларини таҳлил қилади. Мақолада уй-жой ва маъмурий биноларнинг энергия истеъмоли, энергия йўқотишлари, қуёш фотоэлектр ва гелиоколлектор тизимлари самарадорлиги, иссиқлик манбаи корхоналарида энергия самарадорлигини ошириш чоралари таҳлил қилинган. Халқаро тажриба ва иқтисодий ҳамда экологик самаралар кўриб чиқилган.

Калит сўзлар: энергия самарадорлиги, энергия истеъмоли, энергия йўқотиш, қуёш фотоэлектр станциялари, гелиоколлекторлар, иссиқлик насослари.

Аннотация. Статья анализирует эффективность использования энергии и возможности её экономии в зданиях республики. Рассматривается потребление энергии жилыми и административными зданиями, потери энергии, эффективность солнечных фотоэлектрических и гелиоколлекторных систем, меры повышения энергоэффективности на тепловых предприятиях. Изучен международный опыт, а также экономические и экологические эффекты.

Ключевые слова: энергоэффективность, потребление энергии, потери энергии, солнечные фотоэлектрические станции, гелиоколлекторы, тепловые насосы.

Аннотация. The article analyzes energy efficiency and energy saving opportunities in buildings of the republic. It examines energy consumption of residential and administrative buildings, energy losses, efficiency of solar photovoltaic and solar collector systems, and measures to improve energy efficiency in heating enterprises. International experience, as well as economic and environmental benefits, are considered.

Keywords: energy efficiency, energy consumption, energy losses, solar photovoltaic systems, solar collectors, heat pumps.

Кириш

Бугунги кунда Ўзбекистонда энергия манбалари ва улардан самарали фойдаланиш масаласи иқтисодий ривожланиш, экологияни муҳофаза қилиш ва аҳоли турмуш сифати учун муҳим аҳамият касб этмоқда. Аҳолининг

ISSN 3030-3907

ўсиши, даромадларнинг ортиши, урбанизация жараёнининг тезлашиши ва истеъмол қилиш таркибининг ўзгариши ҳисобига 2030 йилга келиб, бино-иншоотлар соҳасида энергияга бўлган талаб 2,5 баробарга ошиши кутилмоқда [1]. Бундай тенденциялар республикада биноларда энергия истеъмоли ва энергия самарадорлигини баҳолаш, ҳамда энергия тежаш чораларини амалга ошириш заруриятини юзага келтирмоқда.

Ҳозирги даврда Ўзбекистон уй-жой фонди жами 507,5 млн кв. метрни ташкил этади, шундан қишлоқ жойларда 248,1 млн кв. метр. Умумий уй-жой бинолари сони 34 584 та бўлиб, 2000 йилгача қурилган бинолар 95% ни ташкил қилади, 2000 йилдан кейин қурилганлар эса 5% ни ташкил этади [2]. Таҳлиллар кўрсатмоқдаки, биноларнинг 59,6% таъмирга муҳтож ва 1,3% авария ҳолатида.

Республикада биноларда энергия ресурсларининг сарфи ҳисобга олинмаган ҳолатлар ҳам мавжуд. Масалан, иссиқ сув ҳисоблагич асбоби мавжуд бўлмаган хонадонлар 14%, совуқ сув ҳисоблагичи 12%, табиий газ ҳисоблагичи 9%, электр энергия ҳисоблагичи эса 0,8% ни ташкил этади [3]. Бу ҳолат энергия самарадорлигини оширишда тўсиқлар яратади.

Умумий энергия истеъмоли нефть эквивалентида 29,4 млн тоннани ташкил этади, шундан 9,7 млн т.н.э маиший сектор ва аҳоли истеъмолига тўғри келади. Бу энергиянинг 8,0 млн т.н.э табиий газ ва 1,7 млн т.н.э электр энергиясини ўз ичига олади [4].

Хорижий мамлакатлар билан қиёсий таҳлиллар кўрсатмоқдаки, бутун дунёда жами энергия истеъмолининг 23% турар-жой секторига тўғри келса, Ўзбекистонда ушбу кўрсаткич қарийиб 40% ни ташкил этади [5.] Бир йилда 1 квадрат метрга сарфланадиган энергия миқдори Ўзбекистонда 390 кВт·соат, Европада эса ўртача 120-150 кВт·соат. Масалан, Грецияда 200 кВт·соат, Португалияда 120 кВт·соат энергия сарфланади. Бу кўрсаткичлар республикамиз биноларининг энергия самарадорлиги пастлигини кўрсатади [6].

Шу билан бирга, республикамизда энергия самарадорлигини ошириш имкониятлари юқори. Техник нуқтаи назардан, турар-жой ва маъмурий биноларда нефть эквивалентида 7,9 млн тонна энергияни тежаш мумкин. Биноларнинг амалдаги энергия истеъмолидаги йўқотишлар асосий ҳолатлар: биноларни қуриш ва реконструкцияда норматив ва технологик камчиликлар, паст самарали иситиш ва ҳавони маромлаш тизимлари, иссиқлик сақловчи материалларнинг самарасизлиги. Йўқотишнинг 60% иситиш ва ҳавони маромлаш тизимларида, 11% иссиқ сув таъминотида содир бўлади [7].

Шунингдек, қуёш энергияси ва гелиоколлекторлардан самарали фойдаланиш орқали ҳар бир хонадонда ойига 300 кВт·соат, йилига 4 000

ISSN 3030-3907

кВт·соат электр энергияси ишлаб чиқариш мумкин. 100 кв. м хонадонни иситиш учун икки контурли қозонда 537 куб метр табиий газ сарфланса, гелиоколлектордан фойдаланганда газ 242 куб метрга, электр энергияси 2 160 кВт·соатгача камайиши мумкин [8].

Шу билан кириш бўлимида республикада биноларда энергия истеъмоли ва самарадорлиги ҳолати, халқаро қиёслар ва энергия тежаш имкониятлари таҳлил қилинди. Бу маълумотлар мақоланинг кейинги бўлимлари – методлар, натижалар ва таҳлил учун асос бўлиб хизмат қилади.

2. МЕТОДЛАР

Тадқиқотда республикадаги биноларда энергия самарадорлигини ошириш ва энергия сарфини камайтириш бўйича комплекс таҳлил қуйидаги усуллар асосида олиб борилди:

Энергия аудитлари ва маълумотларни тўплаш

Биноларнинг энергия истеъмоли, иссиқ ва совуқ сув сарфи, электр энергияси ва табиий газдан фойдаланиш кўрсаткичлари таҳлил қилинди. Ўзбекистон Республикаси Энергетика вазирлиги ва Бино-иноватив ахборот базаси томонидан тақдим этилган статистик маълумотлар асосий манба сифатида ишлатилди.

Энергия аудитлари биноларда иситиш ва ҳавони маромлаш тизимлари самарадорлигини аниқлаш, иссиқ сув таъминоти ва энергия сарфини таҳлил қилиш, биноларнинг қурилиш материаллари ва изоляция сифатини баҳолаш, энергия йўқотишини аниқлаш ва энергия тежаш имкониятларини ҳисоблаш. вазифаларни ўз ичига олади.

Энергетика аудитлари натижалари республика бўйича биноларнинг энергия самарадорлигини баҳолашда асосий статистик ва техник маълумот сифатида қўлланди.

Маълумотларни солиштириш

Тадқиқотда Ўзбекистон ва хорижий мамлакатлар, хусусан Европа давлатлари энергия истеъмоли кўрсаткичлари билан қиёс қилинди. Бир йилда 1 квадрат метрга сарфланадиган энергия миқдори Ўзбекистонда 390 кВт·соат, Европада 120-150 кВт·соат бўлиб, бу биноларнинг энергия самарадорлиги пастлигини кўрсатди.

Хорижий тажрибалардан қуйидагилар тадқиқотда эътиборга олинди:

- Грецияда 1 кв.м учун энергия истеъмоли 200 кВт·соат;
- Португалияда 120 кВт·соат;
- Ривожланган Европа давлатларида 70-80 кВт·соат энергия сарфланади.

Бу маълумотлар республикада биноларнинг энергия самарадорлигини халқаро стандартлар билан солиштириш имконини берди.

Энергия тежаш потенциали ва ҳисоб-китоб усуллари

ISSN 3030-3907

Тадқиқотда энергия тежаш имкониятлари нефть эквивалентида ҳисобланди. Республикада турар-жой ва маъмурий биноларда энергия самарадорлигини ошириш ҳисобига жами 7,9 млн тонна нефть эквивалентида энергия тежаш мумкинлиги аниқланди.

Энергия йўқотилишини таҳлил қилишда биноларнинг иситиш ва ҳавони маромлаш тизимларида 60% энергия йўқотилиши, иссиқ сув таъминотида 11% энергия йўқотилиши, энергия сарфини ойлик ва йиллик ҳисоб-китоблар орқали таҳлил қилиш усуллари қўлланилди:

Қуёш фотоэлектр станциялари ва гелиоколлекторлар

Ҳар бир хонадонда қуёш фотоэлектр станциялари ва гелиоколлекторлардан фойдаланиш орқали электр энергияси ва иссиқ сув сарфини камайтириш ҳисобланди. Ҳисоб-китоблар қуйидагича амалга оширилди:

- ҳар бир хонадонда 2 кВтлик замонавий қуёш фотоэлектр станцияси ўрнатилганда ойига 300 кВт·соат, йилига 4 000 кВт·соат электр энергияси ишлаб чиқариш мумкин;
- 100 кв.м хонадонни иситиш учун икки контурли қозонда 537 куб метр табиий газ сарфланади;
- гелиоколлектордан фойдаланганда табиий газ 242 куб метрга ва электр энергияси 2 160 кВт·соатгача камаяди.

Иссиқлик манбаи корхоналари таҳлили

Иссиқлик манбаи корхоналари, қозонхоналар ва иситиш тизимларининг техник ҳолати таҳлил қилинди. Тадқиқотда 794 та қозонхонадан 338 та узоқ йиллардан фаолият кўрсатмайди, бу эса энергия самарадорлигига салбий таъсир кўрсатади.

Ҳисоб-китоблар асосида табиий газдан ноқонуний ва самарасиз фойдаланиш миқдори ойлик 63,6 млн куб метр ва йиллик 318 млн куб метрни ташкил этиши аниқланди. Бу кўрсаткичлар биноларда энергия самарадорлигини ошириш имкониятларини баҳолашда асос бўлди.

Маълумотларни таҳлил қилиш усуллари

Тадқиқотда қуйидаги таҳлил усуллари қўлланилди:

1. Статистик таҳлил – бинолар ва уй-жой фондлари бўйича маълумотлар, энергия истеъмоли ва йўқотишлар.
2. Солиштириш таҳлили – республика ва хорижий давлатлар энергия сарфи қиёси.
3. Техник таҳлил – бинолар, иситиш тизимлари, қозонхоналар ва қуёш энергия тизимлари ҳолати.
4. Ҳисоб-китоб таҳлили – нефть эквивалентида энергия истеъмоли ва тежам, қуёш энергияси ва гелиоколлекторлар самарадорлиги.

ISSN 3030-3907

Бу усуллар республикада биноларда энергия самарадорлигини ошириш ва энергия сарфини камайтириш чораларини таҳлил қилишда асос бўлди.

3. НАТИЖАЛАР

Республикада биноларда энергия истеъмоли

Таҳлиллар кўрсатмоқдаки, Ўзбекистонда умумий энергия истеъмоли нефть эквивалентида 29,4 млн тоннани ташкил этади, шундан маиший сектор ва аҳоли истеъмоли 9,7 млн т.н.э. ёки 8,0 млн т.н.э. табиий газ ва 1,7 млн т.н.э. электр энергиясига тенг.

Ўзбекистон уй-жой фонди жами 507,5 млн кв. метрни ташкил этади. Умумий уй-жой бинолари сони 34 584 та бўлиб, шундан 32 854 та 2000 йилгача қурилган бинолар ва 1 730 та 2000 йилдан кейин қурилган биноларни ташкил этади.

Тадқиқотлар кўрсатмоқдаки, биноларнинг 59,6% таъмирга муҳтож ва 1,3% авария ҳолатида. Ҳисоб-китоблардан кўриниб турибдики, биноларда энергия йўқотишларига асосий сабаблар: биноларни қуришда ва реконструкция қилишда норматив ва технологик камчиликлар, иситиш ва ҳавони маромлаш тизимларининг паст самарадорлиги ҳамда иссиқлик сақловчи материалларнинг самарасизлиги.

Хорижий давлатлар билан қиёс

Бутун дунёда жами энергия истеъмолининг 23% турар-жой секторига тўғри келса, Ўзбекистонда ушбу кўрсаткич қарийиб 40% ни ташкил этади. Бир йилда 1 квадрат метрга сарфланадиган энергия миқдори республикада 390 кВт·соат, Европа давлатларида эса 120-150 кВт·соат. Масалан, Грецияда 200 кВт·соат, Португалияда 120 кВт·соат энергия сарфланади. Бу кўрсаткичлар биноларнинг халқаро стандартларга нисбатан энергия самарадорлиги пастлигини кўрсатади.

Ривожланган Европа давлатларида бинолар энергия самарадор ҳисобланиши учун йиллик 1 кв.м сарфи 70-80 кВт·соатдан кам бўлиши лозим. Ўзбекистон биноларида эса бу кўрсаткич бир неча баробар юқори бўлиб, энергия тежаш имкониятларини кўрсатади.

Республикада энергия тежаш имкониятлари

Тадқиқот натижаларига кўра, республикадаги турар-жой ва маъмурий биноларда техник нуқтаи назардан энергия самарадорлигини ошириш ҳисобига нефть эквивалентида жами 7,9 млн тонна энергияни тежаш мумкинлиги аниқланди.

Шу жумладан, маъмурий бинолар бўйича 2 млн тонна; турар-жой бинолари бўйича 5,9 млн тонна нефть эквиваленти. Энергия йўқотишининг

ISSN 3030-3907

асосий қисмини иситиш ва ҳавони маромлаш тизимлари ташкил қилади (60%), иссиқ сув таъминотида эса 11% энергия йўқолади.

Қуёш фотоэлектр станциялари ва гелиоколлекторлар самарадорлиги

Ҳисоб-китоблар кўрсатмоқдаки, ҳар бир хонадонда ўртача 2 кВтлик қуёш фотоэлектр станцияси ўрнатилса, ойига 300 кВт·соат, йилига 4 000 кВт·соат электр энергияси ишлаб чиқариш мумкин.

100 кв.м хонадонни иситиш учун икки контурли иситиш қозонида 537 куб метр табиий газ сарфланади; электр иситиш қурилмаси билан 4 800 кВт·соат энергия талаб этилади; гелиоколлектордан фойдаланганда газ 242 куб метрга, электр энергияси 2 160 кВт·соатгача камаяди.

Бу кўрсаткичлар қуёш энергиясидан фойдаланиш орқали энергия истеъмоли сезиларли даражада камайиши мумкинлигини кўрсатади.

Иссиқлик манбаи корхоналари таҳлили

Республикадаги 794 та қозонхонадан 338 таси узоқ йиллардан фаолият кўрсатмайди. Шунинг оқибатида бинолар учун энергия таъминоти самарасиз бўлиб, табиий газ ва электр энергияси юқори миқдорда сарфланади.

Ҳисоб-китоблардан кўриниб турибдики, кўп қаватли уйларда ностандарт газ жихозлари ва комфоркали газ плиталаридан фойдаланиш натижасида ойлик 63,6 млн куб метр ва йиллик 315 млн куб метр табиий газ белгиланган меъёрдан ортиқча сарфланади. Бу биноларда энергия самарадорлигини оширишда муҳим омил ҳисобланади.

4. ТАҲЛИЛ ВА МУҲОҚАМА

Республикадаги биноларда энергия йўқотишлари ва сабаблари

Таҳлиллар кўрсатмоқдаки, республикадаги биноларда энергия йўқотишларининг асосий сабаблари биноларни қуриш ва реконструкция қилишда норматив ва технологик камчиликлар, қурилишда қўлланиладиган иссиқлик сақловчи материалларнинг паст самарадорлиги, иситиш ва ҳавони маромлаш тизимларининг паст самарадорлиги, олдинги йилларда қурилган биноларнинг техник кўрсаткичлари ҳозирги замон энергия самарадорлиги талабларига жавоб бермаслигини қайд этиш мумкин.

Шу сабабли бинолардаги энергия истеъмоли юқори бўлиб, нефть эквивалентида жами 7,9 млн тонна энергияни тежаш имконияти мавжуд.

Қуёш энергиясидан фойдаланиш ва энергия тежаш имкониятлари

Таҳлилга кўра, қуёш фотоэлектр станциялари ва гелиоколлекторлардан фойдаланиш орқали биноларда энергия сарфи сезиларли даражада камайиши мумкин. 100 кв.м хонадонни гелиоколлектор билан иситиш табиий газ ва электр энергиясини ҳар ой 242 куб метр ва 2 160 кВт·соатгача камайтиради.

Бу кўрсаткичлар биноларда энергия самарадорлигини оширишда замонавий технологияларни жорий қилишнинг самарадорлигини кўрсатади.

ISSN 3030-3907

Шунингдек, ҳар бир хонадонда 2 кВтлик қуёш фотоэлектр станцияси орқали ойлик 300 кВт·соат, йилига 4 000 кВт·соат электр энергияси ишлаб чиқариш мумкинлиги аниқланди.

Иссиқлик манбаи корхоналари ва энергия самарадорлигини ошириш чоралари

Республикадаги 794 та қозонхонадан 338 таси узоқ йиллардан фаолият кўрсатмайди, бу эса бинолар учун энергия таъминоти самарасиз бўлишининг асосий сабаби ҳисобланади[3].

Энергия самарадорлигини ошириш мақсадида қуйидагилар амалга оширилиши тавсия этилади:

- қозонхоналарда сув таъминотида қуёш сув иситгичларини ўрнатиш;
- янги биноларда замонавий қуёш фотоэлектр станциялари ва иссиқ сув таъминоти тизимларини жорий этиш;
- иссиқлик насослари орқали биноларни иситиш ва совутиш тизимини яратиш;
- биноларнинг изоляция ва иситиш тизимларини замонавий стандартларга мувофиқ реконструкция қилиш.

Бу чоралар натижасида энергия ресурсларини 45% гача тежаш ва ижтимоий объектларда энергия сарфини 3 баробар камайтириш имконияти мавжуд.

Халқаро тажриба ва миллий қиёс

Хорижий давлатлар билан солиштирганда, Ўзбекистонда биноларда энергия сарфи юқори бўлиб, Европа стандартларига нисбатан 2-3 баробар кўп. Масалан, Европа давлатларида 1 кв.м учун энергия истеъмоли 70-150 кВт·соат бўлиб, республикада эса 390 кВт·соатга тенг.

Бу ҳолат биноларда энергия самарадорлигини оширишда халқаро стандартлар ва тажрибалардан фойдаланишнинг зарурлигини кўрсатади. Япония ва Европа давлатларида қуёш энергиясини жорий қилиш, биноларни энергия самарадорлиги даражаси бўйича сертификатлаш ва энергия аудитлари орқали самарали натижаларга эришилган. Ўзбекистонда ҳам шу методологияни қўллаш самарали бўлади.

Иқтисодий ва экологик самаралар

Энергия самарадорлигини ошириш натижасида энергия ресурсларини камайтириш орқали иқтисодий тежамкорлик, иссиқлик манбаи корхоналарида газ ва электр энергияси истеъмолини қисқартириш, атмосферага чиқариладиган парник газлари миқдорини камайтириш, аҳоли хонадонлари ва ижтимоий сектор биноларида энергия таъминоти сифати ва барқарорлигини ошириш каби самаралар кузатилиши мумкин.

ISSN 3030-3907

Ҳисоб-китоблар кўрсатмоқдаки, қуёш энергия тизимлари орқали аҳоли хонадонларида энергия сарфи 40-45% гача камайтирилиши мумкин, ижтимоий объектларда иссиқлик насослари орқали энергия сарфи 3 баробар камайиши мумкин.

ХУЛОСА

Асосий натижалар

Тадқиқот натижалари кўрсатмоқдаки, Ўзбекистонда биноларда энергия истеъмоли юқори ва энергия йўқотишлари сезиларли даражада. Республикадаги уй-жой ва маъмурий биноларнинг умумий энергия истеъмоли нефть эквивалентида 29,4 млн тоннани ташкил этади, шундан 9,7 млн тонна маиший сектор ва аҳоли истеъмолига тўғри келади.

Биноларнинг энергия йўқотишлари асосан иситиш ва ҳавони маромлаш тизимларида (60%), иссиқ сув таъминотида (11%) содир бўлади. Республикадаги биноларда энергия самарадорлигини ошириш ҳисобига нефть эквивалентида жами 7,9 млн тонна энергияни тежаш мумкин, шу жумладан турар-жой биноларида 5,9 млн тонна, маъмурий биноларда 2 млн тонна.

Энергия самарадорлигини ошириш чоралари

Тадқиқот кўрсатмоқдаки, энергия сарфини камайтириш ва биноларда энергия самарадорлигини ошириш учун қуйидаги чоралар самарали ҳисобланади:

- янги қуриладиган биноларда замонавий қуёш фотоэлектр станцияларини ва гелиоколлекторларни ўрнатиш;
- иссиқлик насослари орқали биноларни иситиш ва совутиш тизимини жорий қилиш;
- қозонхоналарда сув таъминотида қуёш сув иситгичларини жорий этиш ва дастлабки сув ҳароратини 30-60 градусгача ошириш;
- биноларнинг изоляция ва иситиш тизимларини замонавий стандартларга мувофиқ реконструкция қилиш;
- биноларда энергия аудитларини ва энергия паспорти тизимини жорий этиш.

Бу чоралар орқали энергия ресурсларини 45% гача тежаш ва ижтимоий объектларда энергия сарфини 3 баробар камайтириш мумкин.

Халқаро тажриба ва қиёс

Хорижий тажрибалардан кўринадики, Европа ва Японияда биноларда энергия самарадорлигини ошириш учун қуёш энергиясини жорий этиш, биноларни энергия самарадорлиги даражаси бўйича сертификатлаш ва энергия аудитлари самарали қўлланилмоқда. Ўзбекистонда ҳам шу

ISSN 3030-3907

тажрибалардан фойдаланиш биноларнинг энергия сарфини сезиларли даражада камайтиради.

Иқтисодий ва экологик самара

Энергия самарадорлигини ошириш натижасида республикада қуйидаги самаралар кузатилиши мумкин:

- энергия ресурслари истеъмолини камайтириш орқали иқтисодий тежамкорлик;
- иссиқлик манбаи корхоналарида газ ва электр энергияси сарфини қисқартириш;
- атмосферага чиқариладиган парник газлари миқдорини камайтириш;
- аҳоли хонадонлари ва ижтимоий объектларда энергия таъминоти сифати ва барқарорлигини яхшилаш.

Келгусидаги имкониятлар

Ўзбекистонда биноларда энергия самарадорлигини янада ошириш учун бинолар ва иншоотларнинг энергия самарадорлиги даражаси бўйича миллий стандартларни янада такомиллаштириш, қуёш энергияси ва бошқа барқарор энергия манбаларини кенг жорий этиш, биноларни реконструкция қилишда халқаро тажриба ва технологияларни қўллаш, энергия аудитлари ва энергия паспорти тизимини жорий қилиш орқали биноларда энергия истеъмолини мониторинг қилиш мақсадга мувофиқ.

Шу чоралар республикадаги биноларда энергия самарадорлигини ошириш, энергия сарфини камайтириш ва экологик барқарорликка эришишда муҳим аҳамиятга эга.

АДАБИЁТЛАР

1. Ўзбекистон Республикаси Энергетика вазирлиги. Энергия истеъмоли статистикаси. Ташкент, 2022.
2. Ўзбекистон Республикаси Бино-иноватив ахборот базаси. Ташкент, 2023.
3. Энергетика вазирлиги ҳисоботлари. Ташкент, 2022.
4. International Energy Agency. Energy Efficiency 2022. Paris, 2022.
5. Eurostat. Energy consumption in households. Luxembourg, 2021.
6. Global Alliance for Buildings and Construction. Global Status Report 2021. Paris, 2021.
7. Ўзбекистон Республикаси Энергетика вазирлиги ҳисоботлари. Ташкент, 2022.
8. IRENA. Solar Heating and Cooling: Technology Brief. Abu Dhabi, 2021.
9. Ўзбекистон Республикаси Газ қўмитаси ҳисоботлари. Ташкент, 2022.

ISSN 3030-3907