ISNN 3030-3907

2026/3
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/3 VOLUME 6

ISSN 3030 -3907

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Bozorov G‘ayrat Rashidovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Adizov Bobur Zamirovich
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Umumiy va noorganik kimyo instituti, professor
Hayitov Ruslan Rustamjonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor
Jumayev Qayum Karimovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Berdiyev Dorob Murodovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor
Maxmudov Rafiq Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Tilloyev Lochin Ismatilloyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Raxmonov Qahramon Sanakulovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Barakayev Nusratullo Rajabovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti, professor.
Jo‘rayev Xayrullo Fayziyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, professor.
Panoyev Erali Rajabboyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Ataullayev Sherzod Nabiullyevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Murodov Malik Negmurodovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Axmedova Ozoda Bahronovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent Davlat Texnika Universiteti.
Safarov Bahri Jumayevich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Xaydarov Axtam Amonovich
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Buxoro Davlat Texnika Universiteti, dotsent.
Асадова Раъно Дилмуратовна
Тошкент Давлат техника университети доценти

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz saytida keltirilgan.

Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Sanoat jarayonlarini avtomatlashtirishda raqamli boshqaruv tizimlarini ishlab chiqish *Qodirov Dilmurod To'xtasinovich* *Boymatov Mexrojiddin No'monjon o'g'li*	9
2	Studying the influence of reagents compositions on oil recovery and oil viscosity *Salihova Ozoda Abdullaevna*	16
3	Maqola mavzusi: oliy ta'lim va mehnat bozori o'rtasidagi integratsiya: andijon tajribasi va umumiy vaziyatdagi bitiruvchilar bandligini ta'minlash masalalari (andijon viloyati misolida) *Bahodirov Saidahror Murodbek o'g'li*	21
4	Gidrotermal karbonizatsiya texnologiyasiga qo'llash uchun oziq-ovqat chiqindilarining tarkibiy, fizik-kimyoviy va energetik xossalarini o'rganish *Karimov Islom Ismat o'g'li* *Abdug'aniyev Nurislom Nuritdin o'g'li*	29
5	Эпокси полимерларнинг адгезия, мустаҳкамлик ва қовушқоқ- эластиклик хусусиятларини ўрганиш ҳамда уларни модификация қилиш *Наврузов Фарход Маматқулович* *Акбаралиева Сарвиноз Умидовна*	38
6	Murakkab elektr tok zanjirlarini hisoblashda multisim 14.1 dasturini talabalar ongida kompetentligini oshirishda o'rni. *Rahmonov Shahobiddin Safaralievich* *Shomurotov Akobir Olim o'g'li* *G'aniboyev Rustam Jahongir o'g'li* *Raximov Asror Akram o'g'li*	44
7	Qatronlar, ularning tasniflanishi va ahamiyati. *Niyozov Alisher Kamilovich* *Rajabova Laylo Baxtiyor qizi* *O'rinov Xurshid Xayridin o'g'li*	51
8	Sun'iy intellekt asosida energiya qurilmalarini loyihalashtirish va prototiplashtirish tahlili *Abdullo Tilloyevich Panoyev* *Mirshod Dilshodovich Talabov* *Mehrangez Orifovna Jo'raqulova*	56
9	Исследование зависимости влияния температуры на адгезионную прочность полимерных покрытий *Наврузов Фарход Маматқулович* *Асқаров Миразиз Муҳаммаджон ўғли*	63
10	Improving the output voltage quality in hybrid power plants using an integrated battery and supercapacitor system *K.Sh. Kadirov* *H.I. Ibragimova*	68
11	Муқобил энергия манбалари инверторлари учун такомиллаштирилган бошқарув тизимининг математик моделини ишлаб чиқиш *Ибрагимова Х.И.* *Кадиров К.Ш.*	77
12	Xavfli ishlab chiqarish obyektlarida ichki nazorat tizimini modernizatsiya qilish va uning xavfsizlik samaradorligiga ta'siri *Normayev Qobilbek Husanovich* *Pardayeva Shahlo Saxibjonovna* *Xujamov Shohjaxon Fazliddin o'g'li*	87
13	Paxtani mayda ifloslikdardan tozalashda sun'iy intellekt modelidan foydalangan holda samaradorlikni oshirish *Xudayberdiyeva Dilnoza Abdulxamid qizi*	98

ISSN 3030-3907

14	Odam organizmidagi aminokislotalar va ularning biologik ahamiyati *Bo'ronboyeva Ruxshona.* *Rabbimova Shaxrizoda.* *Abdusamatova Nozima* *Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich*	111
15	Nuklein kislotalarining tibbiyotdagi ahamiyati va zamonaviy qo'llanilishi *Nurullayeva Nurida.* *Tursunbayeva Dildora.* *Abduraximova Rayxona* *Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich*	117
16	Hayvon terilariga ishlov berish usullari va ularning qo'llanilish sohalarini aniqlash *O.B.Jo'rayeva* *Sh.K.Kushnazarova* *I.M.Boymatov*	121
17	Sanoatda ishlatiladigan sorbentlarning turlari va qo'llanishi *Niyozov Erkin Dilmurodovich* *Sultonova Sitora Faxriddinovna* *Norov Ilgor Ilxomovich*	127
18	Особенности системы антиоксидантной защиты в семях детей с острым неревматическим кардитом с наследственной отягощенностью по кардиальной патологии. *Маматкулова Феруза Хамидовна*	136
19	Оценка показателей клеточного и гуморального факторов иммунитета при заболеваниях почек у детей *Рузикулов Норкул Ёкубович*	144
20	Теоретический анализ и исследование прохождения оптического излучения через оболочку кокона *Ю.Мамасадиков* *Г.Алимова* *З.Мавлянова (Набиева)*	149
21	Sut zardobida ishlov berilgan qorako'l terilari teri to'qimasidagi struktura elementlari o'zgarishini tadqiqoti *Sadirova Saodat Nasreddinovna*	156
22	Современные подходы к формированию фразеологической компетенции студентов в условиях цифровизации образования *Хабибуллаева Нозима Равшан кизи*	162
23	Разработка системы автоматизации и интеллектуального управления процессом сушки поливинилхлорида (pvc) *Шарипова Парисо Мухаммадрезаевна*	168
24	Shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligini oshirish usullari *Mohira Fozilova*	174
25	Classification and comparative analysis of hydrocarbon gas processing methods *Maxmadiyeva Xusniya* *Yusupova Lola.*	180
26	Concept of the technological platform "deep processing of hydrocarbon resources" *Maxmadiyeva Xusniya* *Yusupova Lola.*	188
27	Quritilgan mevalar ishlab chiqarishda resurs tejamkor algoritmlar va modellashtirish usullari *Omondulloyev Behzod Farhodovich* *Abdurahmonov Olim Rustamovich*	195
28	Разработка математических моделей электрохимических аккумуляторов с учётом деградации *Жабборов Тўлқин Камолович.* *Жобборов Баходир Тўлқинжон ўғли.*	202

ISSN 3030-3907

29	Quyosh panellarining haroratga bog‘liq ishlashini tahlil qilish. *Mohira Fozilova*	212
30	Kungaboqar mumini ajratib olish texnologiyasini ishlab chiqish *Umirova Zilola Sherali qizi* *Axmedov Azimjon Normo‘minovich*	219
31	Talabalarni kompyuter modellashtirishga o‘rgatishda ta’lim texnologiyalaridan foydalanish metodikasini takomillashtirish *S.K. Shaminova.*	227
32	Техник жиҳатдан тартибга солишнинг халқаро институционал назарияси *Орифбоев Абдуллахон Асадулло угли*	233
33	Yuqori va past kuchlanishli tarmoqlarga xizmat ko‘rsatishda elektr xavfsizlik qoidalari *Abdulazizov Bozorqul Boboqulovich* *Shaymanov Maxam Raimovich*	246
34	Atmosfera iflosliklarida havo elektr uzatish liniyalari ishonchli ishini ta’minlovchi innovatsion izolyator *Xushboqov Baxtiyor Xudoymurodovich* *Qurbonazarov Suhrob Erkin o‘g‘li* *Rashidov Sharofiddin O‘rolovich* *Musurmonov Yorbek Botirovich*	258
35	Artemisia annua l. O‘simligidan biofaol moddalarni ajratib olishda mikroto‘lqinlardan foydalanish va ularning kimyoviy xossalarini tavsiflash *Avezov Hasan Tillayevich* *Muxammadova Maxliyo Muxiddinovna*	263
36	“Sement zavodi karyerida xavf omillari va favqulodda holatlarni tahlil qilish asosida xodimlar xavfsizligini ta’minlash tizimining kompleks modeli” *Normayev Qobilbek Husanovich* *Pardayeva Shahlo Saxibjonovna* *Jumayev Asliddin To`lqin o`g`li*	273
37	Raqamli ta’lim muhitini shakllantirishda sun’iy intellekt va bulutli texnologiyalarning texnik imkoniyatlari *Abdullayev Sh.* *Usmonova U.*	283
38	Детандер-генераторные установки в энергетическом комплексе систем редуцирования газа *Сотникова Ирина Владимировна* *Мукольянц Арсен Артёмович* *Эргашева Дильбар Кучкаровна*	290
39	Mahalliy dolomit xomashyosini kislotali parchalash orqali magniyni ajratib olish jarayonining maqbul sharoitlarini aniqlash *Madina Rajabova* *Axtam Xaydarov*	303
40	Gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimi algoritmi *Jurayev Akbar Shavkatovich* *Teshayev Abdulxay Baxtiyor o‘g‘li*	311
41	Global environmental problems causing potential changes in the human body. *N. N. Dekhkanova* *M. V. Tolibova*	323
42	Simmetriya asosida milliy bezaklarni avtomatik ravishda yaratish usullarini ishlab chiqish va takomillashtirish *Beknazarova Saida Safibullayevna* *Muhiddinov Ziyodulla G‘ulomiddin o‘g‘li*	329
43	Синтез этанола из синтез-газа на углеродных носителях *Абдуллаева Мохинур* *Абдунофейева Малика* *Убайдуллаев Ж.Н.*	341

ISSN 3030-3907

44	Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saralashda kompyuterli ko‘rish tizimi va nir sensorini qo‘llagan holda saralash jarayonini takomillashtirish. *Qobilov H.X.* *Og‘omurodov U.H.*	347
45	Обзор получения кремния из вторичных источников и его использование в различных отраслях промышленности *Насриддинов Элдор Яминович* *Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна*	358
46	Hududiy ijtimoiy himoya tizimining mohiyati, turlari va zamonaviy evolyutsiyasi *M.Sh.Raximova*	366
47	Ishlab chiqarish jarayonlarida asosiy xavf omillarini aniqlash va ularni kamaytirish choralari. *Normayev Qobilbek Husanovich* *Pardayeva Shahlo Saxibjonovna* *Jalilov Abduxalil Djaxon o‘g‘li*	371
48	Korxonalarda mehnat muhofazasi tizimini takomillashtirish yo‘llari. *Normayev Qobilbek Husanovich* *Pardayeva Shahlo Saxibjonovna* *Isroilov Behruz Ulug‘bek o‘g‘li*	382
49	Ishlab chiqarish korxonalaridagi zararli chang va gazlardan zaharlanishning oldini olish chora-tadbirlari *Asanov Anvar Toshmurot o‘g‘li* *Hamrayev Bunyod Ibrohim o‘g‘li*	392
50	Mikro-gidroelektr stansiyalarda aylanma harakatni uzatish qurilmalarining geometrik va kinematik parametrlarini tahlil qilish *Goipov Elmurod Abdurasulovich*	399
51	Raqamli ta’lim jarayonida sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlili mavzusida *Rahmatjonov Anvarjon Adhamjon o‘g‘li*	406
52	To‘qimachilik sanoati oqova suvlaridan hosil bo‘lgan cho‘kindi jinslarni fasad shpaklyovka tarkibida mineral to‘ldiruvchi sifatida qo‘llash *Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich* *Halilova Nilufar Hamza qizi*	414
53	Yer osti suvlarining filtratsiya jarayonlarini bir jinsli bo‘lmagan ko‘p qatlamli g‘ovak muhitda tashqi omillar ta’sirini hisobga olgan holda modellashtirish *Adizova Fotima Ma’ruf qizi*	422
54	Inson organizmiga kumush asosidagi birikmalarning fiziologik ta’siri. *Fayzullayeva Malikabonu.* *G‘aniyeva Oftoboy.* *Aktamova Umida.* *Abduqayumova Nodira* *Abduhakimova Feruza* *Haydarova Dilnura* *Dusmuratov Maqsud Mansurovich*	429
55	The impact of digital marketing practices on the expansion of international markets *Abdullayev Aziz Kurbanovich* *Kodirov Muxammad-Qodir Zokirovich* *Shirinova Nigina Bobir qizi*	435

ISSN 3030-3907

SANOAT JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISHDA RAQAMLI BOSHQARUV TIZIMLARINI ISHLAB CHIQISH

Qodirov Dilmurod To‘xtasinovich
Namangan davlat texnika universiteti Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish kafedrasi dotsenti
E-mail: qodirovdilmurod@mail.ru
Tel: +998931951155
Boymatov Mexrojiddin No‘monjon o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish va boshqarish kafedrasi tayanch doktoranti
E-mail: boymatovm@mail.ru
Tel: +998979994880

Annotatsiya. Sanoat ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish zamonaviy texnologik rivojlanishning muhim yo‘nalishlaridan biridir. Raqamli boshqaruv tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida nazorat qilish, tahlil qilish va optimallashtirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: sanoat avtomatlashtirish, raqamli boshqaruv tizimi, PLC, SCADA, sanoat tarmoqlari, avtomatik boshqaruv.

Аннотация. Автоматизация производственных процессов является одним из важных направлений современного технологического развития. Цифровые системы управления позволяют осуществлять управление, анализ и оптимизацию производственных процессов в режиме реального времени.

Ключевые слова: промышленная автоматизация, цифровая система управления, ПЛК, SCADA, промышленные сети, автоматическое управление.

Annotation. Automation of industrial production processes is one of the important directions of modern technological development. Digital control systems allow for real-time control, analysis, and optimization of production processes.

Keywords: industrial automation, digital control system, PLC, SCADA, industrial networks, automatic control.

KIRISH.

Sanoat korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlarining murakkablashuvi va mahsulot sifati hamda ishlab chiqarish tezligiga qo‘yiladigan talablarning ortishi avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining joriy etilishini zarur qilmoqda. Zamonaviy ishlab chiqarish muhitida inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va energiya resurslaridan oqilona foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda sanoat avtomatlashtirish bozorining jadal rivojlanishi kuzatilmoqda. Turli iqtisodiy tahlillarga ko‘ra, global sanoat avtomatlashtirish bozori 2026-yilga kelib taxminan 290 milliard AQSh dollaridan ortiq qiymatga yetishi prognoz qilinmoqda. Bu ko‘rsatkich sanoat jarayonlarini raqamlashtirish va avtomatlashtirishga bo‘lgan talabning ortib borayotganini ko‘rsatadi. Industry 4.0 konsepsiyasi doirasida ishlab chiqarish tizimlari sun’iy intellekt, katta ma’lumotlar (Big Data), Industrial Internet of Things (IIoT) va bulutli hisoblash texnologiyalari bilan integratsiyalashib bormoqda. Natijada ishlab chiqarish tizimlari aqlli va o‘zini moslashtira oladigan kiber-fizik tizimlarga aylanmoqda.

Raqamli boshqaruv tizimi – bu sanoat texnologik jarayonlarini avtomatik boshqarish uchun mo‘ljallangan apparat va dasturiy vositalar majmuasi bo‘lib, ular real vaqt rejimida ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va boshqaruv signallarini shakllantirish vazifasini bajaradi.

Sanoat avtomatlashtirish tizimlari odatda quyidagi darajalardan tashkil topadi:

1. Maydon darajasi (Field level) – sensorlar va ijro mexanizmlari joylashgan daraja.
2. Boshqaruv darajasi (Control level) – PLC yoki sanoat kontrollerlari ishlaydigan daraja.
3. Nazorat darajasi (Supervisory level) – SCADA tizimlari yordamida monitoring amalga oshiriladi.
4. Boshqaruv va rejalashtirish darajasi (Management level) – MES va ERP tizimlari orqali ishlab chiqarish jarayonlari boshqariladi.

Bu arxitektura sanoat jarayonlarining barqaror va ishonchli ishlashini ta’minlaydi.

PLC sanoat avtomatlashtirish tizimlarining asosiy elementi hisoblanadi. U sensorlardan kelgan ma’lumotlarni qayta ishlaydi va ijro mexanizmlarini boshqaradi. PLC qurilmalari yuqori ishonchlilik va tezkorlik bilan ishlaydi.

SCADA tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarini vizual kuzatish va masofadan boshqarish imkonini beradi. Operatorlar grafik interfeys orqali tizim holatini kuzatishi va boshqaruv parametrlarini o‘zgartirishi mumkin.

MES (Manufacturing Execution System) tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarini rejalashtirish, monitoring qilish va tahlil qilish imkonini beradi. Bu tizimlar ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Sanoat avtomatlashtirish texnologiyalarini joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Turli ilmiy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra quyidagi ko‘rsatkichlar kuzatilgan:

1-Jadval

Ko‘rsatkich	O‘zgarish darajasi

ISSN 3030-3907

Ishlab chiqarish samaradorligi	20–30 % ga oshadi
Uskunalar nosozligi	40–50 % ga kamayadi
Energiya sarfi	10–15 % ga kamayadi
Mahsulot sifati	25–40 % ga yaxshilanadi

Bundan tashqari, prediktiv texnik xizmat ko‘rsatish (Predictive Maintenance) texnologiyalari yordamida uskunalarning kutilmagan nosozliklari sezilarli darajada kamayadi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksiz ishlashini ta’minlaydi.

Digital Twin texnologiyasi ishlab chiqarish tizimlarining virtual modelini yaratib, jarayonlarni simulyatsiya qilish imkonini beradi. Kelajakda “Lights-out manufacturing” deb ataluvchi inson ishtirokisiz ishlaydigan zavodlar soni ortishi prognoz qilinmoqda. Mutaxassislar prognoziga ko‘ra, 2030-yilga kelib sanoat korxonalarining katta qismi aqlli ishlab chiqarish tizimlariga o‘tadi.

Sanoat jarayonlarini avtomatlashtirish va raqamli boshqaruv tizimlari sohasidagi ilmiy tadqiqotlar so‘nggi yillarda sezilarli darajada kengaydi. Ayniqsa, Industry 4.0, Industrial Internet of Things (IIoT), aqlli ishlab chiqarish (Smart Manufacturing) hamda kiber-fizik tizimlar (Cyber-Physical Systems) konsepsiyalarining rivojlanishi bu yo‘nalishdagi ilmiy ishlar sonining ortishiga olib keldi.

Ilmiy manbalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, sanoat avtomatlashtirish tizimlari asosan uchta asosiy texnologik platforma asosida rivojlanmoqda: PLC asosidagi boshqaruv tizimlari, SCADA monitoring tizimlari va IIoT platformalari.

Masalan, Programmable Logic Controller (PLC) texnologiyasi sanoat avtomatlashtirish tizimlarining asosiy elementi sifatida keng qo‘llaniladi. Tadqiqotlar natijasiga ko‘ra, sanoat korxonalarining taxminan 70–75 % qismida ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish PLC kontrollerlari orqali amalga oshiriladi. PLC tizimlari yuqori ishonchlilik, real vaqt rejimida ishlash imkoniyati va sanoat muhitiga moslashganligi bilan ajralib turadi.

SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) tizimlari esa sanoat jarayonlarini monitoring qilish, vizualizatsiya qilish va masofadan boshqarish imkonini beruvchi dasturiy platforma hisoblanadi. So‘nggi tahlillarga ko‘ra, SCADA tizimlari joriy etilgan sanoat korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlari samaradorligi o‘rtacha 20–25 % ga oshgan.

Ilmiy adabiyotlarda sanoat avtomatlashtirish tizimlarining samaradorligi ko‘pincha energiya samaradorligi, ishlab chiqarish unumdorligi va nosozliklarni kamaytirish ko‘rsatkichlari orqali baholanadi. Ayrim tadqiqotlarda avtomatlashtirish texnologiyalarini joriy etish natijasida ishlab chiqarish

ISSN 3030-3907

samaradorligi 30 % gacha oshishi, uskunalar nosozligi esa 40–50 % gacha kamayishi qayd etilgan.

So‘nggi ilmiy tadqiqotlar sanoat avtomatlashtirish tizimlarini Industrial Internet of Things (IIoT) texnologiyalari bilan integratsiya qilish masalasiga alohida e’tibor qaratmoqda. IIoT texnologiyalari yordamida minglab sanoat qurilmalarini yagona raqamli tarmoqqa birlashtirish va real vaqt rejimida ma’lumotlar almashinuvi imkoniyati yaratiladi.

Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, 2023-yilda dunyo bo‘yicha IIoT qurilmalarining soni 13 milliarddan oshgan, va mutaxassislar prognoziga ko‘ra bu ko‘rsatkich 2030-yilga kelib 25–30 milliard qurilmaga yetishi mumkin. Bu esa sanoat avtomatlashtirish tizimlarida katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish va sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlarini qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Bundan tashqari, ilmiy adabiyotlarda Digital Twin texnologiyasining sanoat jarayonlarini optimallashtirishdagi roli ham keng o‘rganilmoqda. Digital Twin texnologiyasi sanoat qurilmalarining virtual modelini yaratish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini simulyatsiya qilish va tizim samaradorligini oldindan baholash imkonini beradi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, PLC va SCADA asosidagi avtomatlashtirish tizimlari joriy etilgan sanoat korxonalarida ishlab chiqarish samaradorligi o‘rtacha 20–30 % ga oshadi, ishlab chiqarish jarayonlarining aniqligi esa 25–40 % ga yaxshilanadi. Bundan tashqari, prediktiv texnik xizmat ko‘rsatish tizimlari yordamida uskunalarning kutilmagan nosozliklari 40–50 % gacha kamayishi mumkin.

Sanoat avtomatlashtirish tizimlarining samaradorligini baholashda asosiy ko‘rsatkichlardan biri – energiya samaradorligi hisoblanadi. Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari energiya resurslaridan foydalanishni optimallashtirish orqali energiya sarfini 10–15 % gacha kamaytirish imkonini beradi. Ayniqsa, energiya iste’moli yuqori bo‘lgan metallurgiya, kimyo sanoati va neft-gaz sanoatida bu ko‘rsatkich iqtisodiy samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi.

So‘nggi yillarda sanoat avtomatlashtirish tizimlari Industrial Internet of Things (IIoT) texnologiyalari bilan integratsiya qilinmoqda. IIoT texnologiyalari yordamida ishlab chiqarish uskunalari o‘rtasida real vaqt rejimida ma’lumotlar almashinuvi amalga oshiriladi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, 2024-yilga kelib dunyo bo‘yicha sanoat sohasida ishlatilayotgan IIoT qurilmalarining soni 14 milliarddan ortiq bo‘lgan va bu ko‘rsatkich 2030-yilga kelib 25 milliarddan oshishi

ISSN 3030-3907

prognoz qilinmoqda. Bu esa sanoat jarayonlarini boshqarishda katta hajmdagi ma’lumotlardan foydalanish imkoniyatini yaratadi.

Raqamli boshqaruv tizimlarining samaradorligini oshirishda sun’iy intellekt va mashinaviy o‘rganish algoritmlarining roli ham ortib bormoqda. Sun’iy intellekt texnologiyalari ishlab chiqarish jarayonlarini tahlil qilish, nosozliklarni oldindan aniqlash va boshqaruv parametrlarini avtomatik optimallashtirish imkonini beradi. Ayrim tadqiqotlarga ko‘ra, AI asosidagi prediktiv boshqaruv tizimlari ishlab chiqarish jarayonidagi rejalashtirilmagan to‘xtashlarni 30–45 % gacha kamaytirishi mumkin.

Bundan tashqari, sanoat avtomatlashtirish tizimlarida Digital Twin (raqamli egizak) texnologiyasidan foydalanish tobora kengayib bormoqda. Digital Twin texnologiyasi ishlab chiqarish jarayonining virtual modelini yaratish orqali real tizimning ishlashini simulyatsiya qilish imkonini beradi. Bu texnologiya yordamida ishlab chiqarish tizimlarining optimal parametrlarini aniqlash va tizim samaradorligini oshirish mumkin.

Global sanoat tahlillari shuni ko‘rsatadiki, 2023-yilda dunyo bo‘yicha aqlli ishlab chiqarish texnologiyalarining joriy etilishi ishlab chiqarish samaradorligini o‘rtacha 30 % ga oshirgan. Shu bilan birga, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarining joriy etilishi ishlab chiqarish jarayonlaridagi inson omiliga bog‘liq xatolarni 60 % gacha kamaytirishi mumkin.

Kelajakdagi sanoat ishlab chiqarish tizimlari to‘liq raqamlashtirilgan va avtonom boshqaruv tizimlari asosida shakllanishi kutilmoqda. Mutaxassislar prognoziga ko‘ra, 2030-yilga kelib sanoat korxonalarining 65–70 % qismi aqlli ishlab chiqarish (Smart Factory) konsepsiyasiga o‘tadi. Bu jarayonda IIoT, sun’iy intellekt va bulutli hisoblash texnologiyalarining integratsiyasi muhim rol o‘ynaydi.

XULOSA. Sanoat avtomatlashtirish tizimlarini joriy etishda ayrim muammolar ham mavjud. Jumladan, yuqori texnologik infratuzilma talab qilinishi, dastlabki investitsiya xarajatlarining yuqoriligi hamda kiberxavfsizlik muammolari sanoat avtomatlashtirish tizimlarini keng joriy etishda muhim omillar hisoblanadi. Ayrim hisob-kitoblarga ko‘ra, yirik sanoat korxonalarida to‘liq avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimini joriy etish uchun dastlabki investitsiya xarajatlari ishlab chiqarish infratuzilmasining umumiy qiymatining 10–20 % qismini tashkil qilishi mumkin.

Shunga qaramay, uzoq muddatli iqtisodiy tahlillar shuni ko‘rsatadiki, avtomatlashtirish texnologiyalariga kiritilgan investitsiyalar odatda 3–5 yil ichida o‘zini qoplaydi. Bu esa sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini oshirishda avtomatlashtirish tizimlarining strategik ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, sanoat jarayonlarini avtomatlashtirishda raqamli boshqaruv tizimlarining rivojlanishi ishlab chiqarish tizimlarining samaradorligini oshirish bilan birga, kelajakda avtonom ishlab chiqarish tizimlari shakllanishiga asos yaratadi. Bu esa sanoat ishlab chiqarish tizimlarining global transformatsiyasiga olib keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Karimov A.A., Rasulov M.M. Sanoat avtomatlashtirish asoslari. – Toshkent: O‘zbekiston milliy universiteti nashriyoti, 2020. – 256 b.
2. Abdullayev B.X. Texnologik jarayonlarni avtomatik boshqarish tizimlari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2019. – 312 b.
3. Yo‘ldoshev Q.T., Qodirov S.A. Raqamli boshqaruv tizimlari va ularning sanoatda qo‘llanilishi. – Toshkent: Innovatsiya, 2021. – 198 b.
4. Axmedov R.K. Sanoat korxonalarida avtomatlashtirish tizimlari. – Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Oliy ta’lim vazirligi nashriyoti, 2018. – 274 b.
5. Qodirov A.N., Tursunov F.S. Sanoat jarayonlarini modellashtirish va boshqarish. – Toshkent: Iqtisodiyot, 2022. – 220 b.
6. Bolton W. Programmable Logic Controllers. – Oxford: Elsevier, 2015. – 376 p.
7. Groover M.P. Automation, Production Systems and Computer-Integrated Manufacturing. – New York: Pearson Education, 2020. – 816 p.
8. Boyer S.A. SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition. – USA: ISA Press, 2016. – 336 p.
9. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0 manufacturing systems // Manufacturing Letters. – 2015. – Vol. 3. – P. 18–23.
10. Lasi H., Fettke P., Kemper H.G. Industry 4.0 // Business & Information Systems Engineering. – 2014. – Vol. 6. – No. 4. – P. 239–242.
11. Industrial Automation Market Analysis [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: https://www.researchnester.com/reports/industrial-automation-market/6039
12. Industrial Automation through PLC and SCADA [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: https://www.researchgate.net/publication/394154589_Industrial_Automation_through_PLC_and_SCADA
13. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: https://en.wikipedia.org/wiki/SCADA
14. Programmable Logic Controller [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: https://en.wikipedia.org/wiki/Programmable_logic_controller
15. Artificial Intelligence and Big Data in Industry 4.0 [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: https://arxiv.org/abs/2104.02425

ISSN 3030-3907

16. Real-Time Industrial IoT Communication Technologies [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: https://arxiv.org/abs/2311.08852
17. Intelligent Manufacturing Systems [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: https://en.wikipedia.org/wiki/Intelligent_manufacturing_systems
18. Roles of SCADA and PLC in Industrial Automation [Elektron resurs]. – Kirish rejimi: https://www.chinacanaan.com/uz/blog/roles-of-scada-and-plc-in-industrial-automation/

ISSN 3030-3907

STUDYING THE INFLUENCE OF REAGENTS COMPOSITIONS ON OIL RECOVERY AND OIL VISCOSITY

Salihova Ozoda Abdullaevna
Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Tashkent Institute of Chemical Technology
E-mail: ozodaxon.salihova@gmail.com

Abstract. The effect of reagent compositions on the oil recovery coefficient and oil viscosity was investigated. Compositions of kerosene-alkaline waste from oil refinery were prepared. They consist of salts, reagent, sulfanol solution, polyacrylamide. The greatest interest in our study is the reagent, which has surface-active properties and a protective effect against hydrogen sulfide and bacterial corrosion. This is an alkaline additive composition based on waste from oil refining (KAW) and fat processing industries. Experimentally, on a model installation simulating a collector sample, were determined oil recovery coefficients using various compositions for waterflooding. Independently, the effect of A, CMC, KAW reagents on the oil viscosity there was studied. It was found that compositions containing reagent significantly increase the oil recovery coefficient.

Keywords: heavy oil, oil recovery coefficient, viscosity, reagent, oil extraction and transportation, chemical effect.

Аннотация. Было исследовано влияние состава реагентов на коэффициент извлечения нефти и вязкость нефти. Были приготовлены составы керосиново-щелочных отходов нефтеперерабатывающего завода. Они состоят из солей, реагента, раствора сульфанола, полиакриламида. Наибольший интерес в нашем исследовании представляет реагент, обладающий поверхностно-активными свойствами и защитным действием против сероводорода и бактериальной коррозии. Это щелочная добавка на основе отходов нефтепереработки (КАВ) и жироперерабатывающей промышленности. Экспериментально, на модельной установке, имитирующей образец коллектора, были определены коэффициенты извлечения нефти при использовании различных составов для заводнения. Независимо изучалось влияние реагентов А, КМЦ, КАВ на вязкость нефти в этом случае. Было установлено, что составы, содержащие реагент, значительно увеличивают коэффициент извлечения нефти.

Ключевые слова: тяжелая нефть, коэффициент извлечения нефти, вязкость, реагент, добыча и транспортировка нефти, химическое воздействие.

Annotatsiya. Reagent tarkibining neftni qayta ishlash va yopishqoqlikka ta'siri o‘rganildi. Kerosin-ishqoriy chiqindilar neftni qayta ishlash zavodlari tarkibi tayyorlandi. Ular tuzlar, reagent, sulfanol eritmasi va poliakrilamiddan iborat.

ISSN 3030-3907

Bizning tadqiqotimizda sirt faol xususiyatlarga ega va vodorod sulfidi va bakterial korroziyadan himoya qiluvchi reagent alohida qiziqish uyg‘otadi. Ushbu ishqoriy qo‘shimcha neftni qayta ishlash (WOR) va yog‘ni qayta ishlash sanoati chiqindilariga asoslangan. Neftni qayta ishlash koeffitsientlari turli xil suv toshqini kompozitsiyalaridan foydalangan holda rezervuar namunasini simulyatsiya qiluvchi model o‘rnatish yordamida eksperimental ravishda aniqlandi. Bu holda A, CMC va WOR reagentlarining neftning yopishqoqligiga ta'siri mustaqil ravishda o‘rganildi. Reagent o‘z ichiga olgan kompozitsiyalar neftni qayta ishlash koeffitsientini sezilarli darajada oshirishi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: og‘ir neft, neftni qayta ishlash koeffitsienti, yopishqoqlik, reagent, neftni ishlab chiqarish va tashish, kimyoviy ta'sir.

INTRODUCTION.

It is known that one of the main methods of enhanced oil recovery (EOR) is waterflooding of oil reservoirs. Physicochemical methods are most widely used in the oil fields. One of these methods is based on the use of surfactants in oil reservoir flooding.

It is known that one of the main methods of enhanced oil recovery (EOR) is waterflooding of oil reservoirs. Physicochemical methods are most widely used in the oil fields. One of these methods is based on the use of surfactants in oil reservoir flooding.

The efficiency of oil recovery from oil reservoirs depends on many factors, one of which is the viscosity of the reagent injected into the injection well [1]. The use of surfactant solutions in conjunction with low-concentration polymer solutions makes it possible to simultaneously reduce interfacial tension at the phase boundary, increase oil mobility and improve its displacement by water, increase the viscosity of the aqueous solution of the displacing agent, and reduce its mobility. The use of reagents acting individually is not always effective, since the reagents may be incompatible with other reagents in the same technological process.

To increase the oil recovery factor (ORF) from flooded oil-bearing formations, it is necessary to select a compatible mixture of polymer and surfactant for well flooding with optimal viscosity. Polyacrylamide (PAA) can be used as a polymer, which has the ability to increase the viscosity of water even at low concentrations and reduce its mobility [2]. Polymer solutions, having increased viscosity, better displace not only oil but also bound formation water from a porous medium.

METHODS. When developing a composition for the efficient extraction of residual oil reserves, research focused on the use of inexpensive reagents, such as

ISSN 3030-3907

large-tonnage industrial waste. Specifically, kerosene-alkaline waste from an oil refinery was tested. This waste represents salts obtained by treating kerosene with an aqueous alkali solution to neutralize the petroleum acids present in the kerosene. The remaining kerosene-alkaline waste contains 1.0-2.5% NaOH.

The compositions included the Az-5 reagent, a 40% aqueous solution of sulfanol, and the synthetic polymer PAA, added to improve oil displacement efficiency. The working polymer solution was prepared from a concentrated solution (40%), diluting it to the required concentration. To study the effect of the reagent and compositions on oil recovery and oil viscosity, naphthenic oil with a high resin-asphaltene content and a density of 941.1 kg/m³ was used.

The oil recovery factor was determined using a rig simulating a reservoir model. The rig used to determine the oil-displacing capacity of the developed compositions consisted of glass tubes 70 cm long and 30 mm in diameter, filled with sand (the packing‘s permeability corresponded to the reservoir of the oil field being studied). A filter consisting of one or two layers of metal mesh was installed at the lower end of the reservoir model. The reservoir model was then saturated with formation water collected from the well.

To saturate the sand with water, the unit was connected to a vacuum system and water was passed through the reservoir model. The reservoir pores were filled with water, and the excess was collected and measured in a cylinder. The prepared model was then saturated with oil. A certain volume of the prepared oil was passed through the reservoir model (the system operates under vacuum).

Oil partially displaces water from the reservoir pores, while some of the pores are filled with oil. As a result, the reservoir model has a certain oil and water saturation. The volumes of displaced water and oil were measured in beakers that collected the displaced fluid (water and oil), and the initial oil saturation of the reservoir was calculated as the difference between the oil injected into the reservoir and the oil measured in the beakers.

The residual water saturation of the reservoir model was calculated as the difference between the pore and water volumes in the beaker. The volume of oil displaced into the beaker was measured, and the oil recovery factor (ORF—the ratio of the volume of displaced oil to the volume of injected oil) was determined.

Methodology of work and processing of experimental results:

The possibility of creating multifunctional process fluids that simultaneously remove asphaltene, resin, and paraffin deposits from the bottomhole formation zone (BFZ) and alter the wettability of the formation pore surface has been experimentally confirmed. This results in increased well flow rates and a reduction in water content in the produced fluid. During oil field development, significant

ISSN 3030-3907

work is carried out to restore well productivity. The choice of treatment method for the near-wellbore zone (BWZ) depends primarily on the reservoir type, the composition and properties of the formation fluids, the cause of the formation's deterioration in porosity and permeability, and other factors.

In the presented work, new methods of processing the bottomhole formation zone (PZZ) based on the use of multifunctional compositions of chemical reagents (MCR) are developed and proposed, which make it possible to hydrophobize the rock surface, dissolve asphalt-resin-paraffin formations, and reduce the water cut of the liquid produced from wells.

Based on the results of theoretical and experimental studies, optimal RMD compositions were recommended and trial injections of selected compositions were carried out in terrigenous and carbonate rocks at Tatneft deposits. Preliminary observations showed a fairly high efficiency of FMD application, manifested in an increase in well flow rates and a decrease in the water content of the produced fluid. Translated from DeepL.com (free version)

Figure 1 shows the change in average oil displacement rate from the size of the composition rim. As can be seen from Figure 1, regardless of the viscosity of the oil, a decrease in the average oil displacement rate is observed with an increase in the size of the rim of the composition. However, the average rate of oil displacement with rims of all sizes for both oils is always higher than with continuous injection of the composition.

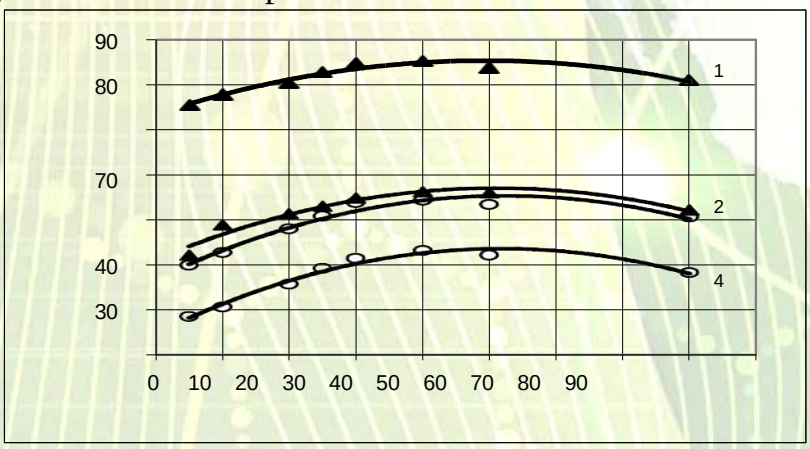


Figure. 1. Dependence of anhydrous and final oil recovery factors of viscosity on the size of the rim of the polymer-based composition.

RESULTS. From the analysis of the obtained experimental data, it follows: the oil recovery factor obtained when displacing oil with water under model installation conditions is low (28%). When using ¬ reagents (ABR and Az-5 reagent) in an individual, RFs are characterized by almost the same low values (13 ¬ 17%). The low oil displacement properties of these solutions are obviously due to ¬ chemical mismatch ¬ the stimulation of oil displacement agents with liquids.

ISSN 3030-3907

When CCO passes through sand saturated with formation water, sediment is formed, which complicates its filtration. After the use of CMC and KCO reagents, the density of the oil under study decreased slightly (to 936.8 kg/m3), and with the addition of the reagent, the Az-5 density of the oil became 929.3 kg/m3, which greatly facilitates the displacement of oil.

Thus, the reagent Az-5 exhibits protective eff ¬ fect against hydrogen sulfide and bacterial corrosion, but is also an effective component of compositions for ¬ the oil recovery factor, as well as reducing the viscosity and density ¬ of heavy oil, which method ¬ increases the processes of its field preparation and transportation

LITERATURE

1. Вережников В. Н. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ / В. Н. Вережников, И. И. Гармашева, М. Ю. Крысин. - СПб. : Лань, 2015.
2. Волков В. А. Коллоидная химия. Поверхностные явления и дисперсные системы / В. А. Волков. - СПб. : Лань, 2015.
3. Гусев С. В. Некоторые экстракционные системы с ПАВ: применение и исследование / С. В. Гусев, О. С. Кудряшова // Вестн. Перм. ун-та. Серия: Химия. - 2013. - Т. 9, вып. 1. - С. 29-36.
4. Зиятдинова Г. К. Использование поверхностно-активных веществ в вольтамперометрическом анализе / Г. К. Зиятдинова, Э. Р. Зиганшина,
5. O.Salikhova,D.Ergasheva, G.Abdurazakova / scopus & web of science indexedhttps://doi.org/10.1051.// An in-depth exploration of the reagent-based approach for eliminating hydrogen sulphide from crude oil.
6. Salixova O.A./ Leading ideas for sustainability. impact factor- 10.04. issue: 1 volume: 1 april 2024. page no: 43-52/ joutnal of india. // use of surfactants in oil production.
7. Salixova O.A., Ismailova L.A., Jalilov A./ Journal of chemistry. impact factor-6.739|. volume-7, issue-4, published |20-04-2024|. page no 10-15. Filipin.// Effects of surfactant concentration on interfacial properties.
8. О.А.Салихова, Шамидинова Н.Э., Турабджанова С. Ш. / “World of science”republican scientific journal. volume-7, issue-4. 25th april 2024. стр. 18-22. o‘zbekiston.// метод увеличения нефтеотдачи залежей высоковязких нефтей с применением гелеобразующей и нефтевытесняющей композиций

ISSN 3030-3907

MAQOLA MAVZUSI: OLIY TA’LIM VA MEHNAT BOZORI O‘RTASIDAGI INTEGRATSIYA: ANDIJON TAJRIBASI VA UMUMIY VAZIYATDAGI BITIRUVCHILAR BANDLIGINI TA’MINLASH MASALALARI (ANDIJON VILOYATI MISOLIDA)

Bahodirov Saidahror Murodbek o‘g‘li

Andijon davlat texnika instituti mustaqil tadqiqotchisi 2-bosqich

Anontatsiya. Mazkur maqolada oliy ta’lim tizimi va mehnat bozori o‘rtasidagi o‘zaro hamkorlikni kuchaytirish, inetgratsiya jarayonlari hamda bitiruvchilarning bandligini ta’minlash masalalari ilmiy tahlil qilingan. Tadqiqotda Andijon viloyati misolida oliy ta’lim muassasalari bitiruvchilarining ishga joylashish jarayonlari, ularning mehnat bozoridagi raqobatbardoshligi hamda ish beruvchilar bilan hamkorlik mexanizmlari o‘rganilgan. Shu bilan birga, ta’lim dasturlarini mehnat bozori talablariga moslashtirish, amaliyot va dual ta’lim tizimini keng joriy etishning ahamiyati asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari asosida bitiruvchilarni bandligini ta’minlashda raqamli platforma va ma’lumotlar tahlili (Big Data) imkoniyatlaridan samarali foydalanish bo‘yicha taklif va tavsiyalar ishlab chiqilgan. Maqolada oliy ta’lim va mehnat bozori o‘rtasidagi integratsiyani chuqurlashtirish orqali yosh mutaxassislarning barqaror bandligini ta’minlash bo‘yicha amaliy yo‘nalishlar kelitirilgan. Tadqiqot statistik ma’lumotlar, o‘qituvchilar va talabalar bilan suhbatlar, mintaqaviy iqtisodiy tahlillarga asoslangan.

Kalit so‘zlar: oliy ta’lim, mehnat bozori, bitiruvchilar bandligi, aholi bandligi, dual ta’lim, raqamli transformatsiya, hamkorlik, Andijon viloyati.

Аннотация. В данной статье представлен научный анализ вопросов укрепления сотрудничества между системой высшего образования и рынком труда, интеграционных процессов и обеспечения трудоустройства выпускников. Исследование рассматривает процессы трудоустройства выпускников высших учебных заведений, их конкурентоспособность на рынке труда и механизмы сотрудничества с работодателями на примере Андижанской области. Одновременно обосновывается важность адаптации образовательных программ к требованиям рынка труда, широкого внедрения стажировок и систем дуального образования. На основе результатов исследования разработаны предложения и рекомендации по эффективному использованию цифровых платформ и анализа данных (Большие данные) для обеспечения трудоустройства выпускников. В статье представлены практические направления обеспечения стабильного трудоустройства молодых специалистов путем углубления интеграции высшего образования

ISSN 3030-3907

и рынка труда. Исследование основано на статистических данных, интервью с преподавателями и студентами, а также региональном экономическом анализе.

Ключевые слова: высшее образование, рынок труда, трудоустройство выпускников, занятость населения, дуальное образование, цифровая трансформация, сотрудничество, Андижанская область.

Abstract. This article provides a scientific analysis of the issues of strengthening cooperation between the higher education system and the labor market, integration processes and ensuring the employment of graduates. The study examines the employment processes of graduates of higher education institutions, their competitiveness in the labor market and mechanisms of cooperation with employers using the example of Andijan region. At the same time, the importance of adapting educational programs to the requirements of the labor market, the widespread introduction of internships and dual education systems is substantiated. Based on the results of the study, proposals and recommendations have been developed on the effective use of digital platforms and data analysis (Big Data) to ensure the employment of graduates. The article presents practical directions for ensuring the stable employment of young specialists by deepening the integration between higher education and the labor market. The study is based on statistical data, interviews with teachers and students, and regional economic analysis.

Keywords: higher education, labor market, graduate employment, population employment, dual education, digital transformation, cooperation, Andijan region.

KIRISH.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev joriy yilning 8-avgust kuni oliy o‘quv yurtlari bitiruvchilari bandligini ta’minlash masalalari bo‘yicha videselektor yig‘ilishini o‘tkazdi. Ohirgi yetti yilda oliy ta’lim tizimida qabul kvotalari 4,5 barobar oshib, yoshlarning oliy ta’lim bilan qamrovi 42 foizga yetgan bo‘lsa-da, kadrlar tayyorlash tizimi haligacha real ehtiyojga mos emasligi ko‘rsatib o‘tdi.

Oliy ta’limda tayyorlanayotgan mutaxassislar bilan ish beruvchilar talabi o‘rtasida katta farq mavjudligi integratsiya jarayonlarini kamchiliklari natijasida, ko‘plab korxonalar xorijiy davlatlardan tayyor malakali kadrlar jalb qilishga majbur bo‘layotgani qayd etdi. Har bir talabani oliygohda o‘qitib, mutaxassis sifatida tayyorlash uchun davlat yiliga o‘rtacha 25–30 million so‘m sarflayotgan bo‘lsa-da, to‘rt yil o‘qib diplom olgan yoshlarning yarmidan ko‘pi haligacha oddiy ish joylarida band.

Bu holat oliy ta’lim tizimini mehnat bozoridagi sohalar ehtiyoji darajasiga ko‘tarish, kadrlar tayyorlash sifatini yaxshilash hamda yoshlar bandligini

ISSN 3030-3907

kengaytirish zarurligini keltirilgan. Shu munosabat bilan yig‘ilishda davlat rahbari tomonidan bir qator yangi tashabbuslar ilgari surildi.

Bunda Respublika bo‘yicha qiymati 1 million dollardan ortiq, ishchilar soni 50 nafardan ko‘p bo‘lgan loyihalarning texnik-iqtisodiy asoslarida soha va yo‘nalishlar kesimida mutaxassislar ehtiyoji aniq ko‘rsatilishi hamda mas’ul vazirlik va tarmoqlar oliy o‘quv yurtlariga buyurtma joylashtirib, kadrlarni maqsadli tayyorlash tizimini yo‘lga qo‘yadi.

Oliy o‘quv yurtlarining rektorlari esa buyurtma asosida o‘qiyotgan talabalar uchun asosiy fanlardan tashqari qo‘shimcha o‘qitish modullarini joriy qiladi va fanlarni muvaffaqiyatli o‘zlashtirgan talabalar kredit ballari bilan baholaydi. Talabalarning bilimini ikkinchi bosqichdan boshlab xorijiy va mahalliy investorlar ishtirokida yillik tarzda baholash amaliyoti joriy qilinadi. Bitiruvchilar diplom ishlarini esa loyiha doirasidagi real masalalarga asoslanib himoya qiladi. Shu tariqa investor talablari asosida tayyorlangan bitiruvchilar kafolatli va aniq ish bilan ta’minlanishi kelitirilgan.

Yig‘ilishda, mehnat munosabatlarida xususiy sektor uchun manfaatli tizim yaratish, bitiruvchini ishga olgan xususiy tadbirkorlik subyektlariga reytingda qo‘shimcha ball berish amaliyoti joriy etilishi ham belgilandi. Oliy ta’lim muassasalari esa bitiruvchilarni vakant ish o‘rinlari mavjud korxonalarga yo‘naltirish vazifasini bajaradi.

Bundan tashqari, Oliy o‘quv yurtlarining rektorlarining vakolati va mas’uliyatini yanada oshirish masalasi ko‘rib chiqilib, Yangi O‘zbekiston universitetining baholash mezonlari va tizimini boshqa oliy ta’lim muassasalarida ham joriy etish belgilandi.

ADABIYOTLAR SHARXI. Oliy ta’lim va mehnat bozori o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik masalalari so‘nggi yillarda ilmiy tadqiqotlarda keng yoritib kelinmoqda. Ilgarigi tadqiqotlarda asosan oliy ta’lim muassasalari bitiruvchilarining mehnat bozoriga moslashuvi, ularning ish bilan ta’minlanish darajasi hamda ta’lim mazmuni bilan iqtisodiyot ehtiyojlari o‘rtasidagi muvofiqlik masalalari o‘rganilgan.[1] Xalqaro tadqiqotlarda bitiruvchilarning ishga joylashish muddati, ish joyi va olingan mutaxassislik o‘rtasidagi moslik, shuningdek, kasbiy kompetensiyalarning mehnat bozori talablariga javob berish darajasiga alohida e’tibor qaratilgan. [2]

Ayrim tadqiqotlarda ta’lim tizimida amaliy ko‘nikmalarning yetarli emasligi bitiruvchilar bandligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi qayd etilgan.[3] Shu bilan birga, dual ta’lim, ish beruvchilar bilan hamkorlik, ishlab chiqarish amaliyotining kuchaytirilishi mehnat bozoriga kirish jarayonini yengillashtiruvchi omil sifatida baholangan biroq tizimli intgratsiya jarayonlar yetarlicha emas.[4]

ISSN 3030-3907

Chet ellik olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda oliy ta’lim va mehnat bozori o‘rtasidagi nomutanosiblik “skills gap” — ya’ni korxona raqamli texnologiyalar, IT, avtomatlashtirilgan uskunalar bilan ishlay oladigan mutaxassis qidiradi. Ammo bitiruvchida faqat nazariy bilim bor, amaliyot ko‘nikmalari yetishmaydi.[5] Ularning fikricha, ta’lim dasturlari bozor ehtiyojlariga yetarlicha mos kelmagan sharoitda bitiruvchilarning ish bilan ta’minlanish darajasi pasayadi. Shu bois, kompetensiyaga asoslangan yondashuv, amaliyotga yo‘naltirilgan ta’lim va ish beruvchilar ishtirokida o‘quv dasturlarini ishlab chiqish samarali mexanizm sifatida ko‘rsatiladi.[6]

Mahalliy olimlar esa O‘zbekiston sharoitida oliy ta’lim tizimida amalga oshirilayotgan islohotlar, xususan, ta’lim, fan va ishlab chiqarish integratsiyasining ahamiyatini ta’kidlaydilar.[7] Ularning qarashlariga ko‘ra, hududiy iqtisodiyot ehtiyojlarini hisobga olgan holda kadrlar tayyorlash bitiruvchilarning barqaror bandligini ta’minlashda muhim o‘rin tutadi.[8]

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, oliy ta’lim va mehnat bozori o‘rtasidagi integratsiya masalalari milliy va xalqaro darajada yetarlicha o‘rganilgan bo‘lsa-da, **Andijon viloyati misolida** bitiruvchilar bandligini ta’minlash mexanizmlarini kompleks tahlil qiluvchi ilmiy tadqiqotlar cheklangan. Mavjud ishlar asosan umumiy statistik ma’lumotlarga tayanadi, hududiy mehnat bozorining tarkibiy xususiyatlari hamda ta’lim dasturlari bilan ish beruvchilar talabi o‘rtasidagi bog‘liqlik yetarlicha ochib berilmagan.[9]

Shu sababli, mazkur maqolada Andijon viloyati sharoitida oliy ta’lim va mehnat bozori o‘rtasidagi integratsiya samaradorligini baholash, bitiruvchilar bandligini ta’minlashga ta’sir etuvchi omillarni hududiy kesimda tahlil qilish orqali mavjud ilmiy bo‘shliqni to‘ldirish maqsad qilingan.

METODOLOGIYA. Mazkur tadqiqot oliy ta’lim tizimi bilan mehnat bozori o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni, shuningdek, Andijon viloyati misolida oliy ta’lim muassasalari bitiruvchilarining bandligini ta’minlash mexanizmlarini ilmiy asosda tahlil qilishga qaratilgan. Tadqiqot jarayonida umumilmiy va maxsus iqtisodiy tadqiqot usullaridan kompleks tarzda foydalanildi.

Tadqiqotning birinchi bosqichida tahlil usuli qo‘llanilib, Andijon viloyatidagi oliy ta’lim muassasalari tomonidan tayyorlanayotgan mutaxassislar tarkibi, ularning mutaxassislik yo‘nalishlari hamda hududiy mehnat bozorida mavjud bo‘lgan kadrlar ehtiyoji o‘rtasidagi mutanosiblik darajasi o‘rganildi. Mazkur tahlil orqali iqtisodiyot tarmoqlari kesimida bitiruvchilarning ishga joylashish darajasi va “**skills gap”** holatlari aniqlandi.[10]

Tadqiqotning **ikkinchi** bosqichida statistik usullar asosida O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi hamda Kambag‘allikni qisqartirish va bandlik

ISSN 3030-3907

organlarining rasmiy ma’lumotlari qayta ishlandi. Xususan, 2022–2024 yillar davomida Andijon viloyatida oliy ta’lim muassasalari bitiruvchilari soni, ularning ishga joylashish darajasi hamda ishsiz qolgan bitiruvchilar ulushi tahlil qilindi. Olingan natijalar asosida hududda bitiruvchilar bandligi ko‘rsatkichlarining ijobiy dinamikasi kuzatilayotgani, biroq mehnat bozori talablariga mos amaliy ko‘nikmalar yetishmasligi saqlanib qolayotgani aniqlandi.[11]

Uchinchi bosqichda solishtirish usuli yordamida Andijon viloyati bitiruvchilarining bandlik ko‘rsatkichlari respublika o‘rtacha ko‘rsatkichlari hamda xorijiy mamlakatlar tajribasi bilan taqqoslandi. Solishtirma tahlil natijalari oliy ta’lim va mehnat bozori integratsiyasi samaradorligini oshirishda dual ta’lim, ish beruvchilar ishtirokida o‘quv dasturlarini shakllantirish hamda amaliyotga yo‘naltirilgan ta’limning ahamiyati yuqori ekanini ko‘rsatdi.[12]

Tadqiqotning navbatdagi bosqichida sotsiologik so‘rovnoma usuli qo‘llanilib, Andijon viloyatidagi oliy ta’lim muassasalari bitiruvchilari, talabalar hamda ish beruvchilar o‘rtasida so‘rovlar o‘tkazildi. So‘rovnoma natijalari asosida ish beruvchilar tomonidan eng ko‘p talab qilinayotgan kasbiy va universal ko‘nikmalar, bitiruvchilarning amaliy tayyorgarlik darajasi hamda ta’lim jarayonining mehnat bozori talablariga moslik darajasi baholandi. Ushbu usul tadqiqot natijalarining amaliy ahamiyatini oshirishga xizmat qildi.[13]

Shuningdek, tadqiqot doirasida kontent-tahlil va ekspert baholash usullaridan foydalanilib, oliy ta’lim va bandlik sohasiga oid me’yoriy-huquqiy hujjatlar, davlat dasturlari va strategik konsepsiyalar o‘rganildi. Ushbu yondashuvlar orqali tadqiqot natijalarining ilmiy asoslanganligi ta’minlanib, amaliy taklif va xulosalar ishlab chiqildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Tadqiqot doirasida Andijon viloyatida joylashgan oliy ta’lim muassasalari bitiruvchilarining mehnat bozoriga kirish jarayoni va ularning bandlik holati tahlil qilindi. Kambag‘allikni qisqartirish va bandlik boshqarmasining tahliliy ma’lumotlariga ko‘ra, 2022–2025 yillar davomida Andijon viloyati oliy ta’lim muassasalarini tamomlagan bitiruvchilarning o‘rtacha **70–72 foizi** doimiy yoki vaqtinchalik ish bilan ta’minlangan.[14]

Shu bilan birga, bitiruvchilarning taxminan **20–25 foizi** o‘z mutaxassisligiga to‘liq mos kelmaydigan sohalarda faoliyat yuritayotgani aniqlandi. Bu holat oliy ta’lim tizimida tayyorlanayotgan kadrlar tarkibi bilan hududiy mehnat bozori ehtiyojlari o‘rtasida muayyan nomutanosiblik mavjudligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

1-jadval

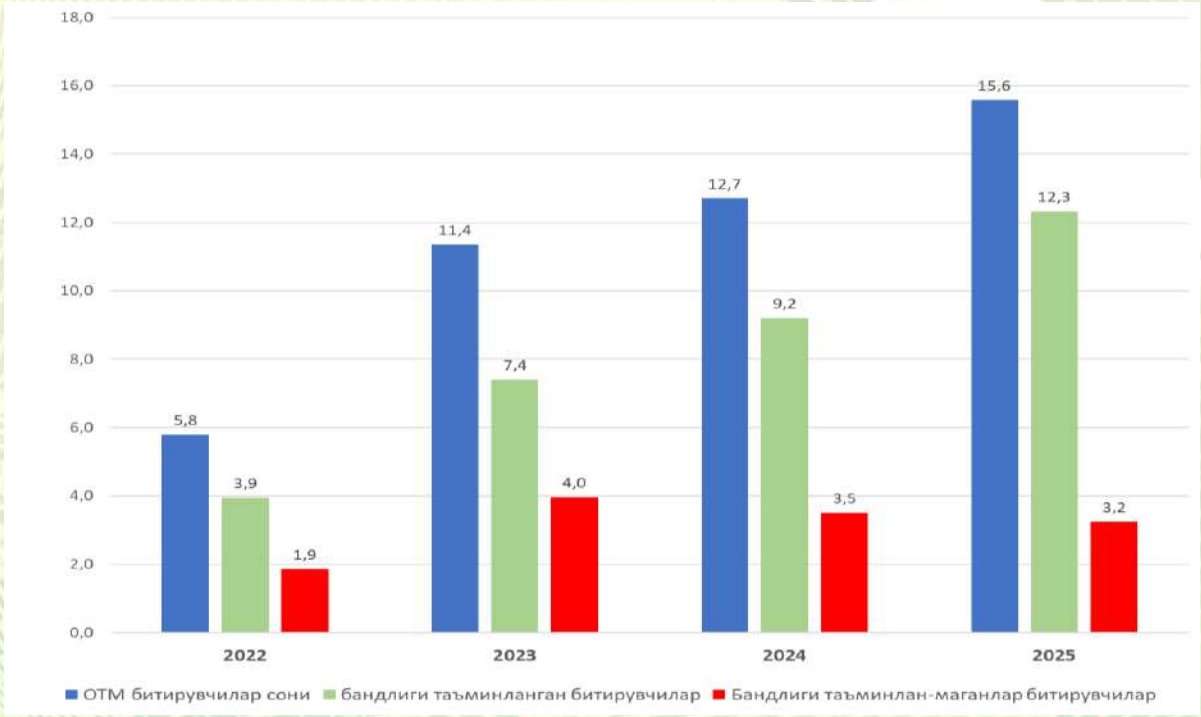
2022-2025-yy Andijon viloyatida oliy ta’lim bitiruvchilarining bandlik holati bo‘yicha tahliliy ma’lumot

Ko‘rsatkichlar	2022 y.	2023 y.	2024 y.	2025 y.
Bitiruvchilar soni (ming nafar)	5,8	11,4	12,7	15,6
Ish bilan ta’minlanganlar (%)	68,0	69,5	72,4	79,2
Mutaxassisligiga mos ishlayotganlar (%)	41,3	43,7	46,2	48,2
Ishsizlar (%)	32,0	30,5	14,0	20,8

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, bitiruvchilar bandligi yillar kesimida o‘sish tendensiyasiga ega bo‘lsa-da, mutaxassislikka to‘liq mos ish bilan ta’minlanish darajasi nisbatan past qolmoqda.[15]

2022–2025 yillarda bitiruvchilar bandligining o‘sish dinamikasi ustun diagramma orqali ifodalanganda, har bir yilda ijobiy o‘sish mavjudligi kuzatiladi, ammo mehnat bozori talabiga mos kadrlar ulushi umumiy bandlikdan orqada qolmoqda.

Olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, Andijon viloyatida oliy ta’lim va mehnat bozori o‘rtasida muayyan integratsiya jarayonlari shakllanib bormoqda. Xususan, ish beruvchilar bilan hamkorlikda tashkil etilgan amaliyotlar, qisqa muddatli kasbiy kurslar va mehnat yarmarkalari bitiruvchilar bandligini oshirishda ijobiy ta’sir ko‘rsatmoqda.[16]



1-rasm. 2022–2025 yillarda bitiruvchilar bandligining o‘sish dinamikasi

ISSN 3030-3907

Biroq, tahlil natijalari ta’lim dasturlarining mazmuni va ish beruvchilar talablari o‘rtasidagi farq hali to‘liq bartaraf etilmaganini ko‘rsatadi. Ayniqsa, iqtisodiyotning sanoat, xizmat ko‘rsatish va raqamli texnologiyalar sohalarida amaliy ko‘nikmalarga bo‘lgan talab yuqori bo‘lib, bu yo‘nalishlarda kadrlar tayyorlashni kuchaytirish zarurati mavjud.[17]

HULOSA VA TAKLIFLAR. Mazkur tadqiqot doirasida Andijon viloyati misolida oliy ta’lim va mehnat bozori o‘rtasidagi integratsiya jarayonlari hamda oliy ta’lim muassasalari bitiruvchilarining bandlik holati tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, so‘nggi yillarda bitiruvchilar bandligini ta’minlash bo‘yicha amalga oshirilayotgan chora-tadbirlar ijobiy samara bermoqda, xususan, ish bilan ta’minlangan bitiruvchilar ulushida barqaror o‘sish kuzatilmoqda. Biroq, bitiruvchilarning mutaxassisligiga to‘liq mos ish o‘rinlariga joylashish darajasi hali ham yetarli emasligi ta’lim tizimi bilan mehnat bozori o‘rtasida muayyan nomutanosiblik saqlanib qolayotganini ko‘rsatadi.

Tadqiqot natijalari oliy ta’lim muassasalarida tayyorlanayotgan kadrlar tarkibi va hududiy mehnat bozori ehtiyojlari o‘rtasidagi muvofiqlikni ta’minlash muhim ahamiyatga ega ekanini tasdiqladi. Ayniqsa, amaliy ko‘nikmalar, zamonaviy kompetensiyalar va ish beruvchilar talablariga mos bilimlarni shakllantirish bitiruvchilarning mehnat bozorida raqobatbardoshligini oshirishda hal qiluvchi omil sifatida namoyon bo‘lmoqda. Shuningdek, dual ta’lim, ishlab chiqarish amaliyoti va ish beruvchilar bilan hamkorlik mexanizmlari bitiruvchilarning tez va samarali ishga joylashishida muhim rol o‘ynashi aniqlandi.

Yuqoridagi xulosalardan kelib chiqib, Andijon viloyatida oliy ta’lim va mehnat bozori o‘rtasidagi integratsiyani yanada kuchaytirish maqsadida quyidagi **takliflar** ilgari suriladi:

- oliy ta’lim muassasalari o‘quv reja va dasturlarini hududiy mehnat bozori ehtiyojlari asosida muntazam ravishda qayta ko‘rib chiqish;
- ish beruvchilar ishtirokida dual ta’lim va amaliy tayyorgarlik tizimini keng joriy etish;
- bitiruvchilar uchun maqsadli stajirovka, kasbiy qayta tayyorlash va malaka oshirish dasturlarini rivojlantirish;
- bitiruvchilar bandligini ta’minlash bo‘yicha oliy ta’lim muassasalari va mahalliy bandlik organlari o‘rtasidagi hamkorlikni institutsional darajada mustahkamlash;
- bitiruvchilar bandligi monitoringi va tahlilini amalga oshiradigan yagona hududiy axborot tizimini shakllantirish.

Mazkur takliflarni amalga oshirish Andijon viloyatida oliy ta’lim bitiruvchilarining mehnat bozoriga moslashuvini yaxshilashga, ularning barqaror

ISSN 3030-3907

bandligini ta’minlashga hamda hudud iqtisodiyotining kadrlar salohiyatini oshirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Teichler U. *Higher Education and the World of Work*. Rotterdam: Sense Publishers, 2015.
2. OECD. *Education at a Glance*. Paris: OECD Publishing, 2023.
3. McGuinness S., Pouliakas K. *Skills mismatch and labour market outcomes*. ILO, 2018.
4. European Commission. *Work-based learning and dual education systems*. Brussels, 2020.
5. World Economic Forum. *The Global Skills Gap Report*. Geneva, 2022.
6. Yorke M. *Employability in Higher Education*. Higher Education Academy, 2019.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining oliy ta’limni mehnat bozori bilan integratsiya qilishga oid nutq va qarorlari.
8. Abdurahmonov Q.X. *Mehnat iqtisodiyoti*. Toshkent: Iqtisodiyot, 2021.
9. Davlat statistika qo‘mitasi va KBBV hududiy ma’lumotlari asosida muallif tahlili.
10. OECD. *Skills Strategy Implementation Guidance for Employers*. – Paris: OECD Publishing, 2022.
11. O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi. *Andijon viloyati mehnat bozori ko‘rsatkichlari*. – Toshkent, 2022–2024 yy.
12. World Bank. *Linking Education Systems and Labor Markets*. – Washington, DC, 2021.
13. O‘zbekiston Respublikasi Kambag‘allikni qisqartirish va bandlik vazirligi. *Bitiruvchilar bandligi bo‘yicha tahliliy hisobot*. – Toshkent, 2024.
14. Andijon viloyati Kambag‘allikni qisqartirish va bandlik boshqarmasi ma’lumotlari, 2024 y.
15. O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi. *Bandlik ko‘rsatkichlari*, 2022–2024 yy.
16. OECD. *Graduate Employment and Skills Matching*. Paris, 2023.
17. World Economic Forum. *Future of Jobs Report*. Geneva, 2023.
18. Abdurahmonov Q.X. *Mehnat bozori va bandlik iqtisodiyoti*. Toshkent: Iqtisodiyot, 2022.

ISSN 3030-3907

GIDROTERMAL KARBONIZATSIYA TEXNOLOGIYASIGA QO‘LLASH UCHUN OZIQ-OVQAT CHIQINDILARINING TARKIBIY, FIZIK-KIMYOVIY VA ENERGETIK XOSSALARINI O‘RGANISH

Karimov Islom Ismat o‘g‘li
“TIQXMMI” Milliy Tadqiqot Universiteti tayanch doktoranti
E-mail: ikarimov.ilm@gmail.com
Abdug‘aniyev Nurislom Nuritdin o‘g‘li
“TIQXMMI” Milliy Tadqiqot Universiteti katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Maqolada maishiy chiqindilarning 52% gacha qismini tashkil etuvchi oziq-ovqat chiqindilarini gidrotermal karbonizatsiya (HTC) orqali qayta ishlash masalasi va uning ekologik dolzarbligi tadqiq etilgan. Tadqiqotda Toshkent shahar chiqindilarining tarkibiy-uglevodli va proksimat tahlil uslubiyatidan foydalanilib, ularning energetik salohiyati baholangan. Natijalar oziq-ovqat chiqindilarining yuqori issiqlik sig‘imiga (23.18 MJ/kg) ega ekanligini va sub-bitumli ko‘mirga muqobil sifatli bio-yoqilg‘i manbai bo‘la olishini ko‘rsatdi. Muallifning ilmiy-amaliy hissasi mahalliy chiqindilar asosida energiya-zich bioko‘mir ishlab chiqarishning texnik imkoniyatlarini asoslash va qayta tiklanuvchi energiya manbalari bazasini kengaytirishdan iborat.

Kalit so‘zlar: Maishiy qattiq chiqindilar, chiqindilar morfologiyasi, oziq-ovqat chiqindilarini valorizatsiya qilish, gidrotermal karbonizatsiya, bio-ko‘mir, gidrochar, fizik-kimyoviy tavsiflash.

Аннотация. В статье рассматривается проблема эффективной утилизации пищевых отходов в Ташкенте, актуальность которой обусловлена их доминирующей долей (до 52%) в составе твердых бытовых отходов. Методология исследования включает структурно-углеводный и технический анализы для оценки потенциала технологии гидротермальной карбонизации. Результаты подтвердили высокую теплотворную способность сырья (23,18 МДж/кг), сопоставимую с характеристиками суббитуминозного угля. Научный и практический вклад автора заключается в комплексном обосновании пригодности местных органических отходов для производства высококачественного биоугля, что открывает новые возможности для термохимической валоризации.

Ключевые слова: Муниципальные твердые отходы, морфология отходов, валоризация пищевых отходов, гидротермальная карбонизация, биоуголь, физико-химическая характеристика.

Abstract. This study addresses the critical issue of food waste management in Tashkent, highlighting its urgency as food waste accounts for up to 52% of municipal solid waste. Utilizing integrated structural carbohydrate and proximate

ISSN 3030-3907

analysis methodologies, the research evaluates hydrothermal carbonization as a viable thermochemical valorization pathway. The findings demonstrate a high heating value (23.18 MJ/kg) and a balanced lignocellulosic matrix, positioning food waste as a competitive feedstock for bio-coal production comparable to sub-bituminous coal. The author's scientific and practical contribution lies in providing a comprehensive characterization of local waste streams, establishing a framework for sustainable solid bio-fuel generation.

Keywords: municipal solid waste, waste morphology, food waste valorisation, hydrothermal carbonization, bio-coal, hydrochar, physico-chemical characterization**.**

KIRISH

Aholisi 33 milliondan ortiq bo‘lgan O‘zbekiston Markaziy Osiyoning boshqa mamlakatlariga qaraganda ancha ko‘p miqdorda maishiy chiqindilarni hosil qiladi. Bu ko‘rsatkich yiliga taxminan 35 million m^3 ga yetadi. Shu bilan birga, har yili 100 million tonnadan ortiq sanoat va maishiy chiqindilar poligonlarga joylashtiriladi [1]. Faqatgina Toshkent shahrining o‘zida 2020 va 2024-yillar oralig‘ida kunlik chiqindi hosil bo‘lishi 1500 dan 2100 tonnagacha yetgan bo‘lib, Ohangaron va To‘labek kabi yirik poligonlariga chiqindilar oqimini sezilarli oshirgan [2]. Jadal urbanizatsiya, turmush tarzining o‘zgarishi va qishloq aholisining shaharlarga ko‘chishi mavjud chiqindilarni utilizatsiya qilish infratuzilmasiga bo‘lgan yuklamani yanada kuchaytirmoqda. Bu esa, chiqindilarni qayta ishlash orqali ulardan foydali mahsulotlar olishning barqaror usullarini joriy etish zarurligini ko‘rsatadi. Rivojlanayotgan mamlakatlarda maishiy chiqindilarining katta qismi organik xarakterga ega ekanligini hisobga olgan holda [3], [1], oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi chiqindilarini gidrotermal karbonizatsiya jarayoni orqali yuqori qiymatli bioko‘mirga aylantirish istiqbolli mahalliy strategiya hisoblanadi [1].

Global miqyosda maishiy chiqindilar hosil bo‘lish hajmi 2016-yilda taxminan 2,01 milliard tonnaga yetgan bo‘lib, 2050-yilga borib bu ko‘rsatkich 3,4 milliard tonnagacha oshishi prognoz qilinmoqda [1], [4]. Dunyo bo‘yicha chiqindilarning qariyb uchdan bir qismi hanuzgacha, ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlarda, ochiq poligonlarda joylashtiriladi. Ularni qayta ishlash darajasi esa atigi 5% atrofida bo‘lib qolmoqda. Bu holat atrof-muhit va jamoat salomatligi uchun jiddiy salbiy oqibatlarni keltirib chiqarmoqda. Maishiy chiqindilar tarkibidagi organik fraksiyaning yuqori ulushi (rivojlanayotgan mamlakatlarda ko‘pincha 50% dan ortiq) — poligonlarda CH_4, CO_2, H_2S va NH_3 kabi zararli gazlarning ajralib chiqishiga sabab bo‘ladi [5]. Bu gazlar iqlim o‘zgarishiga hamda ekotizimlarning degradatsiyasiga hissa qo‘shadi [4].

ISSN 3030-3907

Dunyo miqyosida aholining barqaror o‘sishi va sanoatning uzluksiz kengayishi energiyaga bo‘lgan talabni keskin oshirmoqda. Bu esa, barqaror energiya manbalarini izlashni jadallashtirmoqda [6]. Shu bilan birga, har yili hosil bo‘ladigan ulkan hajmdagi organik chiqindilarni boshqarish masalasi ham jahon miqyosida dolzarb muammoga aylanmoqda [5]. Maishiy chiqindilarning muhim qismini tashkil etuvchi oziq-ovqat chiqindilari yuqori namlik darajasi tufayli qayta ishlash uchun murakkab xomashyo hisoblanadi. Ularning namligi qayta ishlanmagan holatda odatda 70% dan 90% gacha yetadi [7], [8]. Bunday yuqori namlik an’anaviy termik konversiya usullarini (masalan, piroliz yoki yoqish) samarasiz qiladi. Chunki ular oldindan energiya sarfi yuqori va qimmat bo‘lgan quritish bosqichini talab etadi [3], [9]. Mazkur tadqiqotning maqsadi maishiy va qishloq xo‘jaligi chiqindilarining fizik-kimyoviy xususiyatlarini har tomonlama o‘rganish, hamda, ularni gidrotermal karbonizatsiya texnologiyasida qo‘llash imkoniyatlarini baholashdan iborat.

METODOLOGIYA

Maishiy chiqindilarning morfologiyasini o‘rganish uslublari

Chiqindi tarkibi maishiy chiqindi turlarining umumiy chiqindi massasidagi ulushi yoki og‘irlik foizi sifatida izohlanadi [10]. Chiqindi turlari va ularning maishiy chiqindilar tarkibidagi ulushini aniqlash maqsadida Toshkent shahrining ikki tumanida tadqiqotlar olib borildi. Namuna yig‘ish uchun ikkita chiqindi yig‘ish punkti tanlab olindi. Amerika Sinov va Materiallar Jamiyati (ASTM) D 5231-92 standartiga ko‘ra, maishiy chiqindilar xususiyatlarini to‘liq ifodalash uchun saralanadigan namunaning og‘irligi 91–136 kg oralig‘ida bo‘lishi talab etiladi [10]. Shu sababli, mazkur tadqiqotda har bir chiqindi yig‘ish punktidan 100 kg chiqindi namunalari ajratib olindi. Namunalar konteynerlardan maxsus qoplarga solinib, tarozi yordamida og‘irligi o‘lchandi. ASTM talablari asosida toza va tekis maydon tayyorlanib, chiqindi qoplari bo‘shatildi. Chiqindilar bir tekisda taqsimlanishi uchun chiqindilar plastik qoplardan chiqarildi. So‘ngra ochilgan chiqindi uyumi belkurak yordamida to‘rt tomondan yaxshilab aralashtirildi. So‘ngra, choraklash (quartering) usuli qo‘llanildi: aralashtirilgan chiqindi uyumi teng to‘rt qismga bo‘lindi va diagonal joylashgan ikkita qism chiqarib tashlandi. Qolgan ikkita qism saralash bosqichiga yo‘naltirildi.

Saralash bosqichida namuna yana bir bor belkurak yordamida aralashtirildi va ajratish jarayoni amalga oshirildi. ASTM D 5231-92 chiqindi tarkibini qayd qilish formasiga ko‘ra, yettita asosiy chiqindi turi ajratildi: qog‘oz, plastik, oziq-ovqat chiqindilari, metallar, shisha, tekstil va boshqalar [10]. Dastlab, chiqindi aralashmasida eng ko‘p uchraydigan plastiklar ajratib olindi. Shundan so‘ng mos ravishda qog‘oz, tekstil, shisha va metallar saralab olindi. Yakuniy bosqichda oziq-

ISSN 3030-3907

ovqat chiqindilari va boshqa turdagi chiqindilar ajratildi. Saralangan chiqindi fraksiyalari tegishli yorliqlar bilan belgilangan yettita maxsus plastik qoplarga joylashtirildi va har bir fraksiyaning og‘irligi tarozi yordamida aniqlandi. Natijalar chiqindi tarkibi tarkibini qayd qilish formasiga yozildi. Keyingi laboratoriya tahlillari uchun har bir fraksiyadan 1 kg dan namuna ajratib olindi.

Namunalarni laboratoriya tahlillari uchun tayyorlash

Oziq-ovqat chiqindi namunalari Toshkent shahridagi chiqindi yig‘ish punktlaridan olindi va keyingi tahlillar uchun tayyorlandi. Dastlab, namunalar kalibrlangan elektron tarozida tortildi. Shundan so‘ng, qoldiq namlikni yo‘qotish uchun elektr termostatli quritish shkafida (model: GZX–9140 MBE) 105 °C haroratda 4 soat davomida quritildi. Natijada namlik miqdori 10,3% gacha tushirildi. Namunalar xona haroratida sovutildi va yakuniy quruq massani aniqlash uchun elektron tarozida qayta o‘lchandi. Oziq-ovqat chiqindi namunalari universal maydalagich (model: oziq-ovqat-100) yordamida maydalandi. Maydalangan materiallar vibratsion elak qurilmasi (model: Retsch AS 200) yordamida 1 mm va 0,15 mm o‘lchamli elaklardan o‘tkazildi. Natijada, zarrachalar uchta fraksiyaga ajratildi: 1 mm dan kichik, 0,15–1 mm oralig‘ida va 0,15 mm dan katta fraksiyalar. Ushbu o‘lchamlar [11], [12], [13] larning ilmiy ishlari asosida tanlandi. Elakdan o‘tgan fraksiyalar keyingi laboratoriya tahlillari uchun yorliqlangan plastik idishlarga joylashtirildi.

Texnik, elementar va yuqori yonish issiqligi tahlillari

2-jadvalda oziq-ovqat chiqindi namunalari uchun qo‘llanilgan texnik tahlil protokoli ko‘rsatilgan. Yuqorida ta’kidlanganidek, namlik miqdori chiqindi namunasini quritish shkafida doimiy massa hosil bo‘lguncha saqlash natijasidagi massa yo‘qotilishi asosida aniqlandi va ASTM D-3173 standartiga muvofiq hisoblandi. Uchuvchan moddalar miqdori ASTM D3175 standarti asosida 1,0 ± 0,1 g namunani mufel pechida (model: SX2-5-13E) 950 °C haroratda 7 daqiqa davomida saqlash orqali aniqlandi. Kul miqdori ASTM D3174 standarti bo‘yicha 1,0 ± 0,1 g namunani mufel pechida 750 °C haroratda 4 soat davomida to‘liq yoqish orqali o‘lchandi. Sobit uglerod (fixed carbon) miqdori esa 2-jadvalda keltirilgan formula bo‘yicha hisoblab topildi.

2-jadval.

Texnik tahlilni o‘tkazish tartibi

Jarayon	**Foydalanilgan qurilmalar**	**Jarayon asosiy parametrlari**	**Formulalar**
Namlik miqdori	GZX – 9140 MBE	105°C haroratda 4 soat	$\%\text{NM} = \frac{(W_{nam} - W_{quruq})}{W_{nam}}$

ISSN 3030-3907

Uchuvchan moddalar miqdori	SX2-5-13E Mufel pechi	950°C haroratda 7 daqiqa (ASTM D3175 ga ko‘ra)	$\%UM = \frac{(W_{namuna} - W_{kul})}{W_{namuna}}$
Kul miqdori		750°C haroratda 4 soat (ASTM D3174 ga ko‘ra)	$\%Kul = \frac{(W_{namuna} - W_{kul})}{W_{namuna}} * 100$
Sobit uglerod miqdori	Formula orqali	$\%SU = 100(\%namlik + \%uchuvchan\ modda + \%kul)$	

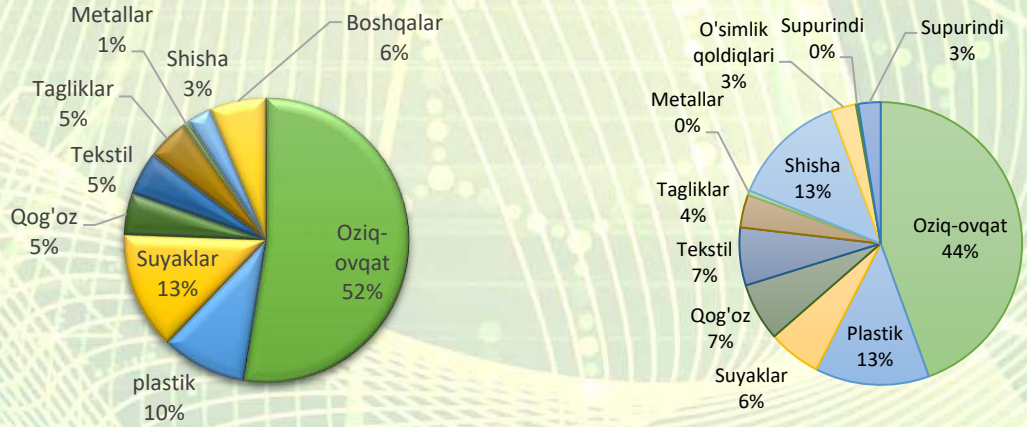
Oziq-ovqat chiqindilarining yuqori yonish issiqligi (HHV) va past yonish issiqligi (LHV) IKA C5000 bomba kalorimetri yordamida aniqlandi. Yakuniy natija sifatida uch marta takrorlangan tajribalarning o‘rtacha qiymati qabul qilindi.

NATIJA VA MUHOKAMA

Maishiy chiqindilar tarkibi

1-rasmda Toshkent shahrining Chilonzor va Mirzo Ulug‘bek tumanlaridan to‘plangan maishiy chiqindilar tarkibi keltirilgan. 1a-rasmda, maishiy chiqindilar tarkibida oziq-ovqat chiqindilarining ulushi 52% ekanligi ko‘rsatilgan. Undan keyingi o‘rinda suyaklar, turli hayvon qoldiqlari 13% ko‘rsatkich bilan organik chiqindilar sifatida 2-o‘rinda turadi. Maishiy chiqindilarning qolgan qismini esa qog‘oz, to‘qimachilik mahsulotlari, tagliklar, metallar, shisha va boshqa turdagi chiqindilar tashkil etadi. Maishiy chiqindilar tarkibidagi organik chiqindilarning yuqori ulushi (taxminan 66 %) ushbu chiqindilarni gidrotermal karbonizatsiya orqali bioko‘mir ishlab chiqarish uchun xomashyo sifatida juda mos ekanligini ko‘rsatadi.

a) **b)**



1-rasm. a) Chilanzar tumani va b) Mirzo Ulug‘bek tumani hududlaridan yig‘ilgan maishiy chiqindilarning morfologik tarkibi

ISSN 3030-3907

1b-rasmda ham oziq-ovqat chiqindilari 44% bilan eng katta ulushni egallaydi. Shuningdek, plastik va shisha chiqindilarining har biri 13% ni, suyaklar 6% ni, qog‘oz va to‘qimachilik mahsulotlari ham har biri 7% ni tashkil etadi. Umumiy organik chiqindilar (oziq-ovqat + suyaklar + o‘simlik chiqindilari)ulushi 54% dan ortiqni tashkil qilib, gidrotermal karbonizatsiya texnologiyasi orqali qo‘shilgan qiymatli mahsulot olish uchun yuqori salohiyat mavjudligini tasdiqlaydi. 1-rasm (a, b) natijalari Toshkent shahrida maishiy chiqindilar tarkibida oziq-ovqat chiqindilari ulushi 44–52% oralig‘ida ekanligini ko‘rsatadi. Bu esa barqaror bioko‘mir ishlab chiqarishga yo‘naltirilgan gidrotermal karbonizatsiya jarayonlari uchun doimiy va lignosellyulozaga boy xomashyo manbai mavjudligini anglatadi.

Kimyoviy tarkib, texnik , elementar va yuqori yonish issiqligi tahlillari

4-jadvalda mazkur tadqiqotda foydalanilgan oziq-ovqat namunalari lignosellyulozaviy tarkibining o‘rtacha qiymatlari standart kimyoviy fraksiyalash usullari orqali aniqlangan holda keltirilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, oziq-ovqat chiqindilari asosan uglevodlarga boy xomashyo bo‘lib, quruq massa asosida, sellyuloza 45,22%, yarimsellyuloza 29,39% va lignin 25,47% ni tashkil etdi (qiymatlar uch martalik tahlil natijalarining o‘rtacha ko‘rsatkichidir). Ushbu uch asosiy fraksiyalarning umumiy yig‘indisi 100 % ni tashkil etadi. Sellyuloza va yarimsellyuloza miqdorining odatiy yog‘och yoki o‘simlik qoldiqlari tarkibiga nisbatan yuqoriroq va nisbatan muvozanatli taqsimlanganligi oziq-ovqat chiqindilarining qo‘shimcha qiymatga ega energiya mahsulotlari, jumladan bioko‘mir ishlab chiqarishga qaratilgan biokimyoviy hamda termokimyoviy konversiya jarayonlari uchun qulay xomashyo ekanligini ko‘rsatadi.

4-jadvalga ko‘ra, oziq-ovqat chiqindilari tarkibida 10.28% namlik, 59,46 % uchuvchan moddalar, 22,65% kul va 4,61% sobit uglerod (fixed carbon) aniqlangan. Uchuvchan moddalarning yuqori miqdori xom-ashyoning yaxshi reaktivlikka ega ekanini va termokimyoviy konversiya jarayonlari uchun mosligini ko‘rsatadi. Nisbatan yuqori sobit uglerod ulushi esa lignosellyulozaviy tuzilmalarning ko‘mir (char) hosil bo‘lishiga qo‘shayotgan hissasini aks ettiradi.

4-Jadval.

Oziq-ovqat namunalari uchun texnik, elementar, energetik va kimyoviy tarkib tahlillari natijalari

Tahlillar nomlari va tarkibi	Ko‘rsatkichlar
Texnik tahlil (proximate analysis)	
Namlik miqdori	10.28
Uchuvchan moddalar miqdori	59.46
Kul miqdori	22.65

ISSN 3030-3907

Sobit uglerod miqdori	4.61
Elementar tahlil (Ultimate analysis) [ ]	
Carbon	25.81
Hydrogen	16.02
Nitrogen	2.02
Sulphur	0.19
Oxygen (by difference)	55.93
High Heating Value (MJ/kg)	23.18
Structural carbohydrates	
Cellulose	45.22
Hemicellulose	29.39
Lignin	25.47

Izoh: Barcha namunalar quruq massa (dry basis) asosida tahlil qilindi

Oziq-ovqat chiqindilarining elementar tahlili yuqori miqdordagi uglerod (25,81%), vodorod (16,02%) va kislorod (55,93%) mavjudligini ko‘rsatadi. Bunday tarkib oziq-ovqat qoldiqlarida odatda uchraydigan lipidlar, oqsillar va uglevodlarning ustunligini aks ettiradi. Vodorod miqdorining yuqoriligi yuqori yonish issiqligi (HHV) qiymatining 23,18 MJ/kg bo‘lishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, azot miqdorining nisbatan yuqoriligi (2,02%) oqsilga boy moddalar mavjudligini bildiradi. Bu esa termokimyoviy qayta ishlash jarayonida azot oksidlarining hosil bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Uglerod ulushi nisbatan past bo‘lishiga qaramay, elementar tahlil oziq-ovqat chiqindilarining yuqori energiya salohiyatiga ega ekanligini tasdiqlaydi. Bu esa, oziq-ovqat chiqindilarini gidrotermal karbonizatsiya texnologiyasi orqali olingan qattiq yoqilg‘ining ham yonish issiqligining yuqori bo‘lishini bildiradi.

Oziq-ovqat chiqindilarining 23,18 MJ/kg ga teng bo‘lgan yuqori yonish issiqligi miqdoriy jihatdan sub-bitum ko‘mirning yonish issiqligiga yaqin bo‘lib, ko‘plab lignosellyulozali biomassa turlaridan sezilarli darajada yuqori hisoblanadi. Bu natija gidrotermal karbonizatsiya orqali olingan bio-ko‘mirning yuqori energetik salohiyatini tasdiqlaydi.

XULOSA.

Toshkent shahridagi maishiy chiqindilarni kompleks tavsiflash bo‘yicha o‘tkazilgan o‘rganishlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, oziq-ovqat chiqindilari barcha tumanlarda doimiy ravishda yuqori ulushlarda hosil bo‘lmoqda. Toshkent shahri uchun maishiy chiqindilar tarkibidagi organik chiqindilarning umumiy ulushi (oziq-ovqat + suyaklar + o‘simlik qoldiqlari) 54% dan yuqori ekanligi aniqlandi. Lignosellyulozaga boy bo‘lgan ushbu organik chiqindilarni bioko‘mir

ISSN 3030-3907

ishlab chiqarishga qaratilgan gidrotermal karbonizatsiya texnologiyasi uchun asosiy xomashyo sifatida qo‘llash mumkinligi asoslandi. Tarkibiy va issiqlik tahlillari ham oziq-ovqat chiqindilarining gidrotermal karbonizatsiya jarayoni uchun qulay xususiyatlarga ega ekanligini ko‘rsatadi. Strukturaviy uglevodlar tahlilida, sellyuloza va yarimsellyuloza miqdori yuqori bo‘lgan, sezilarli lignin ulushi bilan to‘ldirilgan uglevodlarga boy tarkib aniqlandi. Texnik tahlil va yuqori yonish issiqligi tahlillari natijalari oziq-ovqat chiqindilarining gidrotermal karbonizatsiya texnologiyasi uchun ishonchli xomashyo ekanligini hamda ushbu jarayon orqali sub-bitum ko‘mir bilan raqobatlasha oladigan bioko‘mir olish mumkinligi tasdiqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O. Tursunov, K. Śpiewak, N. Abduganiev, Y. Yang, A. Kustov, and I. Karimov, “Thermogravimetric and thermovolumetric study of municipal solid waste (MSW) and wood biomass for hydrogen-rich gas production: a case study of Tashkent region,” *Environ. Sci. Pollut. Res.*, vol. 30, no. 52, pp. 112631–112643, Oct. 2023, doi: 10.1007/s11356-023-30368-0.

2. O. Tursunov *et al.*, “Comprehensive study on social, compositional and thermal aspects of household solid waste for waste-to-energy potential estimation in Tashkent city,” *Energy Rep.*, vol. 12, pp. 430–441, Dec. 2024, doi: 10.1016/j.egyr.2024.06.035.

3. H. B. Sharma, A. K. Sarmah, and B. Dubey, “Hydrothermal carbonization of renewable waste biomass for solid biofuel production: A discussion on process mechanism, the influence of process parameters, environmental performance and fuel properties of hydrochar,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 123, p. 109761, May 2020, doi: 10.1016/j.rser.2020.109761.

4. O. Tursunov *et al.*, “Characterisation and gas chromatography–mass spectrometry analysis of products from pyrolysis of municipal solid waste using a fixed-bed reactor,” *J. Ecol. Eng.*, vol. 26, no. 7, pp. 157–170, Jul. 2025, doi: 10.12911/22998993/203363.

5. H. B. Sharma, A. K. Sarmah, and B. Dubey, “Hydrothermal carbonization of renewable waste biomass for solid biofuel production: A discussion on process mechanism, the influence of process parameters, environmental performance and fuel properties of hydrochar,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 123, p. 109761, May 2020, doi: 10.1016/j.rser.2020.109761.

6. K. Kang *et al.*, “Microwave-assisted hydrothermal carbonization of corn stalk for solid biofuel production: Optimization of process parameters and characterization of hydrochar,” *Energy*, vol. 186, p. 115795, Nov. 2019, doi: 10.1016/j.energy.2019.07.125.

ISSN 3030-3907

7. M. Pecchi, F. Patuzzi, V. Benedetti, R. Di Maggio, and M. Baratieri, “Kinetic analysis of hydrothermal carbonization using high-pressure differential scanning calorimetry applied to biomass,” *Appl. Energy*, vol. 265, p. 114810, May 2020, doi: 10.1016/j.apenergy.2020.114810.
8. I. Yusuf, F. Flagiello, N. I. Ward, H. Arellano-García, C. Avignone-Rossa, and M. Felipe-Sotelo, ;“Valorisation of banana peels by hydrothermal carbonisation: Potential use of the hydrochar and liquid by-product for water purification and energy conversion,” *Bioresour. Technol. Rep.*, vol. 12, p. 100582, Dec. 2020, doi: 10.1016/j.biteb.2020.100582.
9. B. Babinszki *et al.*, “Comparison of hydrothermal carbonization and torrefaction of azolla biomass: Analysis of the solid products,” *J. Anal. Appl. Pyrolysis*, vol. 149, p. 104844, Aug. 2020, doi: 10.1016/j.jaap.2020.104844.
10. I. ASTM, *Standard test method for determination of the composition of unprocessed municipal solid waste*, D5231-92, 2016. doi: 10.1520/D5231-92R16.
11. S. R. Periyavaram, B. K, L. Uppala, and P. H. P. Reddy, “Hydrothermal carbonization of food waste: Process parameters optimization and biomethane potential evaluation of process water,” *J. Environ. Manage.*, vol. 347, p. 119132, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.jenvman.2023.119132.
12. S. Wu *et al.*, “Analysis of fuel properties of hydrochar derived from food waste and biomass: Evaluating varied mixing techniques pre/post-hydrothermal carbonization,” *J. Clean. Prod.*, vol. 430, p. 139660, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.jclepro.2023.139660.
13. M. Yan *et al.*, “Hydrothermal carbonization of food waste digestate solids: Effect of temperature and time on products characteristic and environmental evaluation,” *Process Saf. Environ. Prot.*, vol. 178, pp. 296–308, Oct. 2023, doi: 10.1016/j.psep.2023.08.010.

ISSN 3030-3907

ЭПОКСИ ПОЛИМЕРЛАРНИНГ АДГЕЗИЯ, МУСТАҲКАМЛИК ВА ҚОВУШҚОҚ- ЭЛАСТИКЛИК ХУСУСИЯТЛАРИНИ ЎРГАНИШ ҲАМДА УЛАРНИ МОДИФИКАЦИЯ ҚИЛИШ

Наврузов Фарход Маматқулович
EMU University Кимё фанлари кафедраси мудири (PhD) доцент.
Ўзбекистон, Ташкент ш.
E-mail: navruzovfarmi@gmail.com
Акбаралиева Сарвиноз Умидовна
EMU Университети даволаш иши факультетининг 3-курс талабаси.
Ўзбекистон, Ташкент ш.
E-mail: Kimsulli301@gmail.com

Аннотация. Мазкур ишда эпоксид полимерлар ва уларнинг модификацияларининг адгезион-мустаҳкамлик ҳамда қовушқоқ-эластик хоссалари тадқиқ қилинган. Тадқиқот объекти сифатида эпоксид олигомерлар ЭД-16 ва ЭД-20, шунингдек уларнинг ҳосилалари - ФАЭД-20 ва ЭИС-1 танлаб олинган. Тажрибалар давомида материалларнинг асосий физик-механик хусусиятлари аниқланган, жумладан тебранишларнинг логарифмик декременти, динамик эластиклик модули, йўқотиш модули, шишаланиш ҳарорати, зичлик, адгезион ва зарбага чидамлилик мустаҳкамлиги каби . хусусиятлар ўрганилган. Тадқиқот натижалари эпоксид полимерларнинг қовушқоқ-эластик ва адгезион-мустаҳкамлик хоссалари уларнинг кимёвий тузилиши ва таркибига сезиларли даражада боғлиқ эканлигини кўрсатди. Шунингдек, ўрганилган материаллар адгезион-мустаҳкамлик ва зкоэластик хоссалар даражаси бўйича қуйидаги тартибда жойлашади: ЭД-16, ЭД-20, ФАЭД-20 ва ЭИС-1. Шунингдек, ЭД-16 асосидаги эпоксид полимер вязкоэластик ва адгезион хусусиятлар бўйича юқорироқ кўрсаткичларга эга эканлиги кўрсатилди. Шу муносабат билан ушбу материални вибрацияни ютиш ва товушни изоляция қилиш хусусиятига эга бўлган композицион полимер материалларни ишлаб чиқишда қўллаш тавсия этилади.

Калит сўзлар: эпоксид полимерлар, модификация, адгезион мустаҳкамлик, қовушқоқ-эластик хоссалар, эпоксид смола, эластиклик модули, логарифмик декремент.

Abstract. This study examines the adhesive strength and viscoelastic properties of epoxy polymers and their modifications. The epoxy oligomers ED-16 and ED-20, as well as their derivatives FAED-20 and EIS-1, were chosen as the subjects of study. During the experiments, the key physical and mechanical properties of the materials were determined, including the logarithmic decrement of oscillation, the

ISSN 3030-3907

dynamic elastic modulus, the loss modulus, the glass transition temperature, the density, and the adhesive and impact strength. The results showed that the viscoelastic and adhesive strength properties of epoxy polymers depend significantly on their chemical structure and composition. It was found that the studied materials ranked in the following order of adhesive strength and viscoelastic properties: ED-16, ED-20, FAED-20, and EIS-1. It has been shown that ED-16-based epoxy polymer exhibits superior viscoelastic and adhesive properties. Therefore, this material is recommended for use in the development of vibration-absorbing and sound-insulating composite polymer materials.

Keywords: epoxy polymers, modification, adhesive strength, viscoelastic properties, epoxy resin, elastic modulus, logarithmic decrement.

Аннотация. В данной работе исследованы адгезионно-прочностные и вязкоупругие свойства эпоксидных полимеров и их модификаций. В качестве объектов исследования были выбраны эпоксидные олигомеры ЭД-16 и ЭД-20, а также их производные - ФАЭД-20 и ЭИС-1. В ходе экспериментов были определены основные физико-механические характеристики материалов, включая логарифмический декремент колебаний, динамический модуль упругости, модуль потерь, температуру стеклования, плотность, адгезионную и ударную прочность. Результаты исследований показали, что вязкоупругие и адгезионно-прочностные свойства эпоксидных полимеров существенно зависят от их химической структуры и состава. Установлено, что исследованные материалы по уровню адгезионно-прочностных и вязкоупругих свойств располагаются в следующем порядке: ЭД-16, ЭД-20, ФАЭД-20 и ЭИС-1. Показано, что эпоксидный полимер на основе ЭД-16 обладает более высокими показателями вязкоупругих и адгезионных характеристик. В связи с этим данный материал рекомендуется использовать при разработке вибропоглощающих и звукоизоляционных композиционных полимерных материалов.

Ключевые слова: эпоксидные полимеры, модификация, адгезионная прочность, вязкоупругие свойства, эпоксидная смола, модуль упругости, логарифмический декремент.

ВВЕДЕНИЕ.

В настоящее время для снижения уровня вибрации и, следовательно, шума успешно применяются различные вибропоглощающие композиционные полимерные материалы. Однако эти материалы, в основном, состоят из гомополимеров и различных ингредиентов, а также недостаточно изучены ихвязкоупругие свойства. Они имеют сравнительно узкий диапазон проявления максимума потерь и ограничены в ассортименте.

ISSN 3030-3907

Эти недостатки не позволяют широко использовать их в качестве вибропоглощающего материала [1-4].

В связи с этим, в данной работе нами были исследованы адгезионно-прочностные и вязкотекучие свойства эпоксидных полимерных материалов и их производные применительно разработке вибропоглащающих и звукоизолирующих композиционных полимерных материалов.

ОБЪЕКТ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ. В качестве объекта исследования были выбраны эпоксидиановые, фурановые и сланцевые полимеры ЭД-16,ЭД-20 (ГОСТ 10587-84), ФАЭД-20 (ТУ59-02.039.13-78) и ЭИС-1 (ТУ 38-1091-76) [1,2], а также порошкообразные эластомеры ПЭ-Ш (шероховальный) и ПЭ-Э (экструзионный), пластификатор дибугилфталат (ДБФ), отвердитель полиэтиленполиамин (ПЭПА).

Следует отметить, что фураноэпоксидную смолу ФАЭД-20 получают при совмещении 80 м.ч. фурфуролацетонового мономера ФА и 20 м.ч. эпоксидного олигомера ЭД-16. Одним из достоинств ФАЭД-20 является то, что фурфуролацетоновый мономер ФА получают из дешевого недефицитного сырья стеблей хлопчатника, запасы которого практически неистощимы в Узбекистане. Покрытия из ФАЭД-20 имеют высокую адгезионную прочность, водо-, термо- и химическую стойкость. Аналогичным путем полученыэпоксилоксановые полимеры. Поэтому нами были выбраны как объект исследования модификации эпоксидных полимеров ФАЭД-20 и ЭИС-1.

Методика получения вибропоглощающих полимерных композиций и образцов для их испытания. Для испытания вибропоглощающих свойств полимеров и композиций на основе ЭД-16, ЭД-20, ФАЭД- 20 и ЭИС-1 образцы получали следующим образом. Необходимое количество эпоксидных, фураноэпоксидных и эпоксиднослацевых олигомеров сушили в сушильном шкафу при 370 К в течение 2 часов. Затем в олигомеры вводили сначала необходимое количество пластификатора ДБФ, полимерных и органоминеральних наполнителей, затем отвердитель (ЭД:ПЭПА 10:1). После введения каждого ингредиента, композицию перемешивали в течение 10 минут механической мешалкой при 300К. Готовую смесь отливали в формы, предварительно обработанные антиадгезионным веществом. Реаксионноспособную массу отверждали при 300К (ФАЭД-20 при 350 К) в течение 10 часов. Образцы из ЭД и ЭНС подвергались термообработке при 373 К в течение 4 часов, а образцы из ФАЭД - при 400К в течение 6 часов.

Образцы для исследования химической структуры материала получали методом прессования таблеток с КВг. Для чего отвержденный полимер или

ISSN 3030-3907

композиционный материал измельчали в ступке и добавляли измельченный КВг. Затем из этого порошка получали таблетки на прессе.

Методика исследования вибропоглощающих и физико-механических свойств композиционных полимерных материалов. Вязкоупругие свойства полученных образцов исследовали методом ширины резонансной впадины [1]. Химическую структуру полученных образцов из гомополимеров и композиций на их основе изучали методом ИК-спектроскопии на спектрометре SPECOROD - 75IR.

Адгезионную прочность покрытий на основе полученных композиций определяли методом отрыва грибков, соединенных между собой связующим, на разрывной машине “FP-100/1 (ГДР)”.

Микротвердость композиционных полимерных покрытий определяли прибором ПМТ-3, представляющим собой микроскоп с устройством для вдавливания индентора в испытуемый материал под определенной статической нагрузкой. Ударную прочность полимерных покрытий определяли на приборе У-2, представляющим собой вертикальный копер.

Толщину покрытий измеряли магнитным толщиномером ТИП-10. Для изучения теплофизических свойств, в частности определения коэффициента теплопроводности, нами предварительно был применен стационарный метод определения теплового потока при комнатной температуре - теплометрический метод. Метод основан на регистрации теплового потока от плоского источника постоянной мощности сквозь испытуемый образец к телу с постоянной температурой.

Температурную зависимость теплопроводности исследуемых полимеров и композиций на их основе изучали динамическим методом. Экспериментальное определение теплопроводности, исследуемых композиций проводилось в диапазоне температур (240-500 К) по ГОСТ 23630.2-79 на приборе ИТ - λ - 400 одном из немногих приборов для теплофизических исследований, выпускаемых промышленностью Российской Федерации. Измерение теплопроводности проводилось на образцах из полимерных композиций а 15 мм. Обработка всех экспериментальных данных проводилась методом математической статистики.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. Были исследованы адгезионно-прочностные и вибропоглощающие свойства эпоксидных полимеров и их производных. Результаты исследований вязкоупругих и адгезионнопрочностных свойств полимеров, выбранных в качестве объекта исследования, эпоксидных смол и их производных,

ISSN 3030-3907

приведены в таблице 1.

Таблица 1

Вязкоупругие и адгезионно-эпоксидных прочностные свойства эпоксидных полимеров и их производных.

Свойства	Полимеры			
	ЭД-20	ЭД-16	ФАЭД-	ЭИС-1
Логарифмический декремент, δ	0.086	0,110	0.098	0,091
Динамический модуль упругости E', МПа	3820	4060	3580	3400
Модуль потерь E", МПа	344	398	387	310
Температура стеклования Тс, К	390	370	400	340
Плотность р, г/см^3	1,26	1,28	1,25	1,23
Адгезионная прочность δ_a, МПа	36,0	32,0	40,0	26,0
Ударная прочность $\sigma_{уп}$, МПа	1,11	1,20	1,22	1,26

Как видно из таблицы 1, вязкоупругие и адгезионно-прочностные свойства эпоксидных полимеров на основе ЭД-16, Эд-20 и их производных ФАЭД-20 и ЭИС-1 значительно различаются друг от друга. Так, например, у эпоксидного полимера на основе ЭД-16 логарифмический декремент находится в пределе δ= ф, 0,110 динамический модуль упругости E'=4060 Мпа, модуль потерь - E"= 398 Мпа, температура стеклования T_c = 370 К, плотность ρ =1,28 г/см^2, адгезионная прочность δ_a=32,0 МПа и ударная вязкость σ=1,20 МПа. А у эпоксидного полимера на основе ЭД-20 логарифмический декремент находится в пределе δ - ф, 0,086, динамический модуль упругости E'= 3820 Мпа, модуль потерь - E"= 344 МПа, температура стеклования T_c = 390 К, плотность σ = 1,26г/см^2, адгезионная прочность - δ_a=36,0 МПа и ударная вязкость σ_y=l,ll МПа.

Как видно из анализа, у эпоксидного полимера на основе ЭД-16 кроме адгезионной прочности и температуры стеклования все остальные вязкотекучие и адгезионно-прочностные свойства находятся выше, чему эпоксидного полимера на основе ЭД-20.

Теперь рассмотрим вязкотекучие и адгезионно-прочностные свойства полимеров производных эпоксидных полимеров ФАЭД- 20 и ЭИС-1.

Логарифмический декремент у ФАЭД-20 находится в пределе 0,098

ISSN 3030-3907

динамический модуль упругости E'=3580 Мпа, модуль потерь - E"=387 Мпа, температура стеклования T_c=400 К, плотность р=1,25 г/см", адгезионная прочность-δ_a=40,0 МПа и ударная прочность σ_{yn}=l,22 МПа. А у ЭИС-1 логарифмический декремент находится в пределе δ=ф,0,091 динамический модуль упругости E'=3400 Мпа, модуль потерь-E"=310 МПа, температура стеклования T_c=340 К, адгезионная прочность-σ_a=26,0 МПа и ударная прочность σ_y=l,26 МПа.

Анализируя можно отметить, что у производных эпоксидного полимера ФАЭД-20 кроме ударной прочности все остальные вязкоупругие и адгезионно-прочностные свойства выше, чем у производных эпоксидного полимера ЭИС-1.

Результаты исследования эпоксидных полимеров по адгезионно-прочностным и вязкоупругим свойствампоказали,что они имеют следующий ряд: ЭД-16,ЭД-20, ФАЭД- 20 и ЭИС-1.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Все исследованные эпоксидные полимеры и их производные имеют хорошие адгезионно-прочностные и вязко-текучие свойства. Так как среди исследованных полимерных материалов эпоксидный полимер на основе ЭД -16 имеет более хорошие вязкоупругие и адгезионно-прочностные свойства, то далее для исследования и разработки композиционных полимерных вибропоглащающих материалов и покрытий на их основе рекомендуется именно эпоксидный полимер на основе ЭД-16.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Негматов С.С., Пак И.И.,Демпфирующие свойства полимерных материалов и покрытий на их основе. УзИИИНТИ, Ташкент, 1974. 16с.
2. Негматов С.С., Пак И.И., Применение полимерных композиционных покрытий в хлопкоуборочной машине. В сб.научных трудов ТашПИ. «Сельхозмашины» вып. 329, Ташкент, 1982г.-С. 125-127.
3. Писаренко Г.С. Рассенние энергии при механических колебаниях. Киев, Изд-во, АН УССР, 1962.
4. Вибродемпфирующий материал NOISEBUSTER [Электронный ресурс] / NOISEBUSTER, 2015. URL: http://www.noisebuster-msk.ru/. (Дата обращения: 15.03.2015).

ISSN 3030-3907

MURAKKAB ELEKTR TOK ZANJIRLARINI HISOBLASHDA MULTISIM 14.1 DASTURINI TALABALAR ONGIDA KOMPETENTLIGINI OSHIRISHDA O‘RNI.

Rahmonov Shahobiddin Safaralievich
Qarshi davlat texnika universiteti “Elektr ta’minoti va intellektual energetik tizimlar” kafedrasi assistent o‘qituvchisi
E-mail: rahmonovshahobiddin1997@gmail.com
Shomurotov Akobir Olim o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti talabasi
E-mail: oyamgurchiyev@gmail.com
G‘aniboyev Rustam Jahongir o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti talabasi
E-mail: ganiboyevrustam10@gmail.com
Raximov Asror Akram o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti talabasi
E-mail: asrorxonrakhimov@gmail.com

Annotatsiya. Hozirgi davrda zamon rivojlanishi, texnika texnologiyalarning misilsiz katta sur‘atlarda o‘sib borishi o‘sib - o‘lg‘ayib kelayotgan kadirlarni zamonaviy bilimlarni egallashga, ularni keng qamrovda chuqur sohani egallashiga yordam beradigan axborot – kamunikatsion tizimlardan foydalanish zamon talabining asosiy vazifalaridan biriga aylandi.

Kalit so‘zlar: multisim 14.1, kompetentlig, uchburchak, yulduzcha, liniya, faza, kuchlanish, tok kuchi, elektr zanjir.

Аннотация. В современную эпоху, в условиях развития технологий и беспрецедентного технологического прогресса, использование информационно-коммуникационных систем, помогающих молодежи приобретать современные знания и глубоко осваивать широкий спектр областей, стало одной из главных задач времени.

Ключевые слова: Multisim 14.1, компетенция, треугольник, звезда, линия, фаза, напряжение, ток, электрическая цепь.

Abstract. In the modern era, amidst technological advances and unprecedented technological progress, the use of information and communication systems to help young people acquire modern knowledge and gain a deep understanding of a wide range of fields has become one of the most pressing challenges of our time.

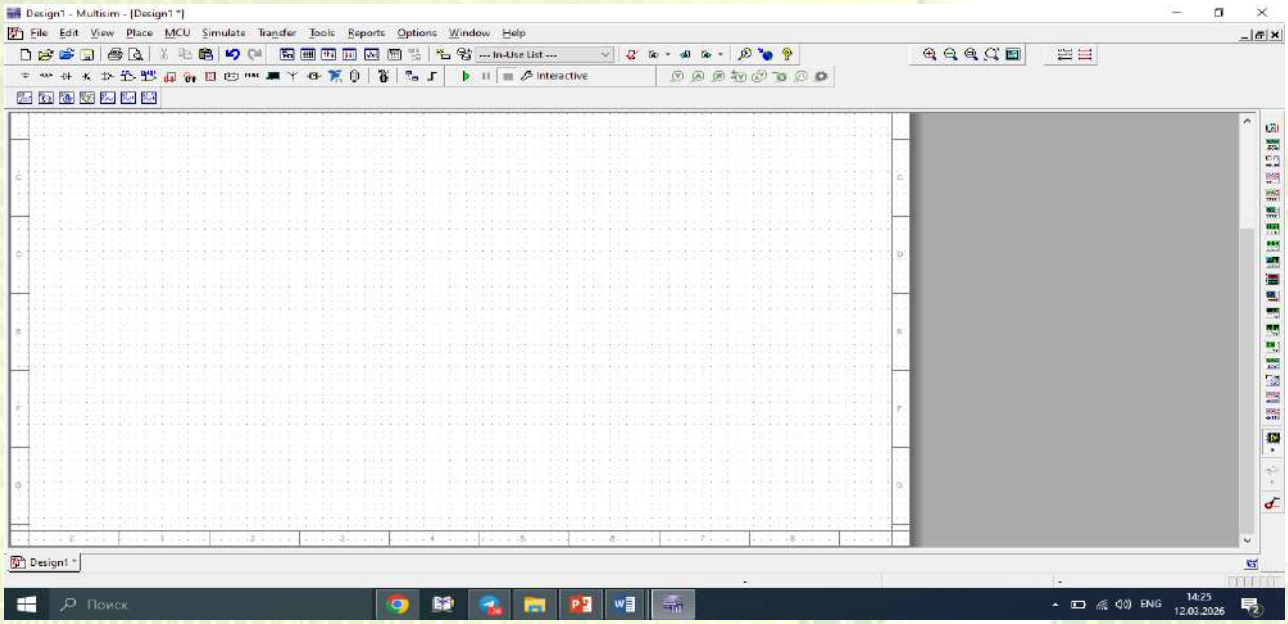
Keywords: Multisim 14.1, competence, triangle, star, line, phase, voltage, current, electrical circuit.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda texnika sohasida ham bugungi kunda yangi zamonaviy dasturlarning kirib kelishi sohani o‘rganuvchi talabalarga katta hissa qo‘shib kelmoqda. Energetika, radiotexnika, telekamunikatsiya, dasturlashtirish, elektronika va shunga o‘xshash sohalarga yangi dasturlarni kirib kelishi natijani aniq ko‘rish, aniq hisob kitob qilish talabalar o‘rtasida murakkab zanjirlarni hisoblashga shunindek shu sohaga nisbatan talabalar ongida kompetentligini oshirishga katta hissa qo‘shib kelmoqda.

Shu dasturlardan biri multisim 14.1 dasturi bo‘lib murakkab zanjirlarni hisoblashda ularni natijalarini aniq chiqarishga imkon beradi.



1 – rasm. Multisim 14.1 dasturining umumiy oynasi.

Multisim 14.1 dasturi 12 menyulardan iborat bo‘lib qo‘shimcha yordamchi dasturlardan hamda natijalarni yig‘ish ishchi oynadan iborat.

Tadqiqotni o‘tqazish tartibi. Iste’molchi uchburchak usulida ulangan uch fazali elektr zanjirlarni o‘rganish misolida ko‘rib chiqamiz

Ishni bajarishdan maqsad

1. Iste’molchi qarshiliklari uchburchak usulida ulangan uch fazali sistemalarni o‘rganish.
2. Liniya toklari bilan faza toklari orasidagi bog‘liqlikni tajriba hamda topografik yo‘llar orqali aniqlash.

Ishni bajarish tartibi

Asosiy o‘lchashlar

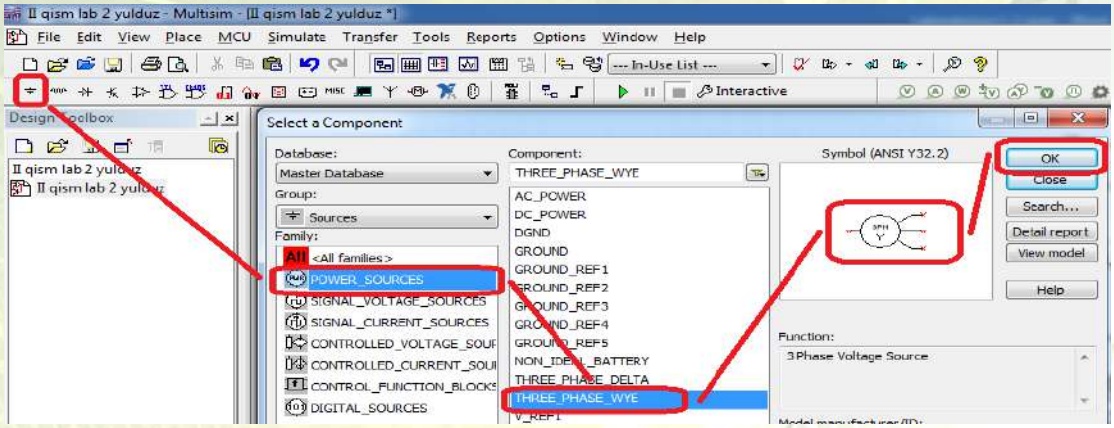
1. Multisim dasturini yuklaymiz va **9 – rasm.** sxemani yig‘amiz.

Yig‘ish uchun quyidagi amallarni bajaramiz. Multisimni ish sohasiga:

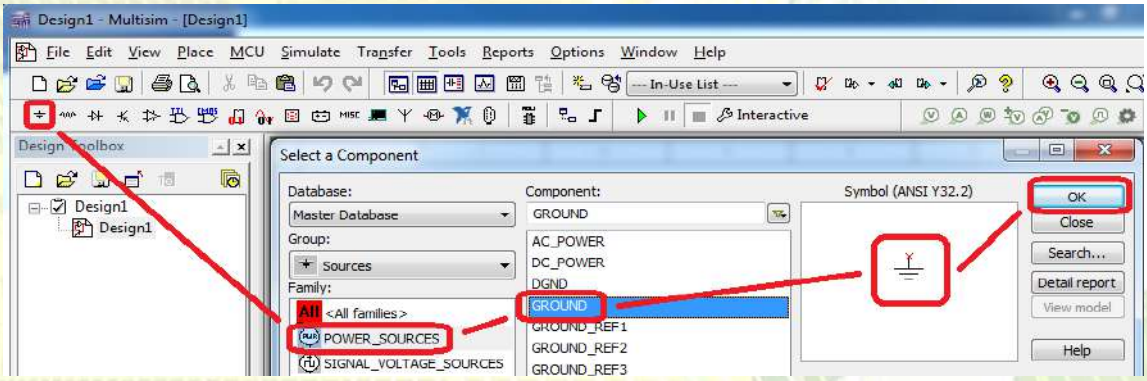
1) Uskunalar panelidan Place Source tugmasini bosamiz keyin yangi oyna paydo bo‘ladi u yerdan POWER_SOURCESni belgilaymiz, paydo bo‘lgan oynadan

ISSN 3030-3907

THREE_PHASE_WYE tugmasini belgilaymiz, o‘ng tarafdagi OK tugmasini bossak ishchi stolda Uch fazali o‘zgaruvchan tok generatori paydo bo‘ladi, keyin pastda turgan GROUND tugmasini bosamiz va OK tugmasini bosamiz, ishchi stolda zaminlagich elementi paydo bo‘ladi (2 a, b-rasmlar).

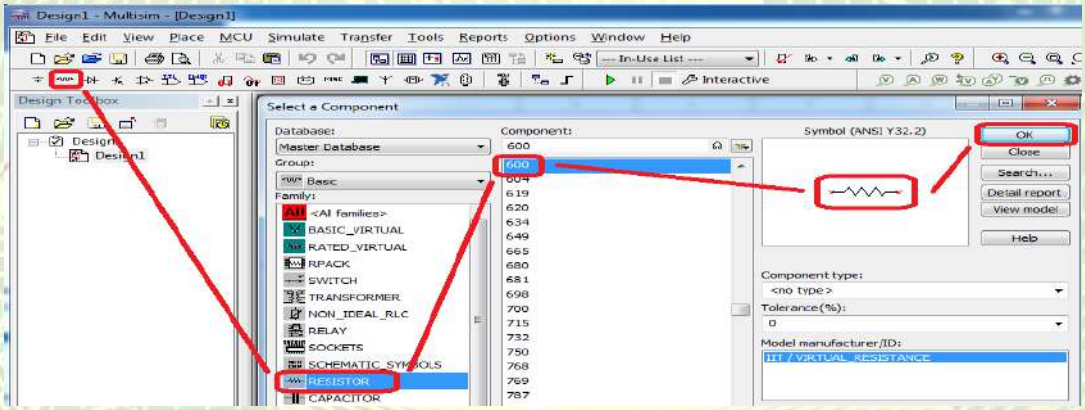


2 (a) - rasm. EYuK manbasi va zaminlagich.



2 (b)- rasm. EYuK manbasi va zaminlagich.

2) Uskunalar panelidan Place Basic tugmasini bosamiz keyin yangi oyna paydo bo‘ladi u yerdan RESISTORni belgilaymiz, paydo bo‘lgan oynadan kerakli raqamni belgilaymiz va OK tugmasini bossak ishchi stolda rezistor (aktiv qarshilik) elementi paydo bo‘ladi (3 - rasm).

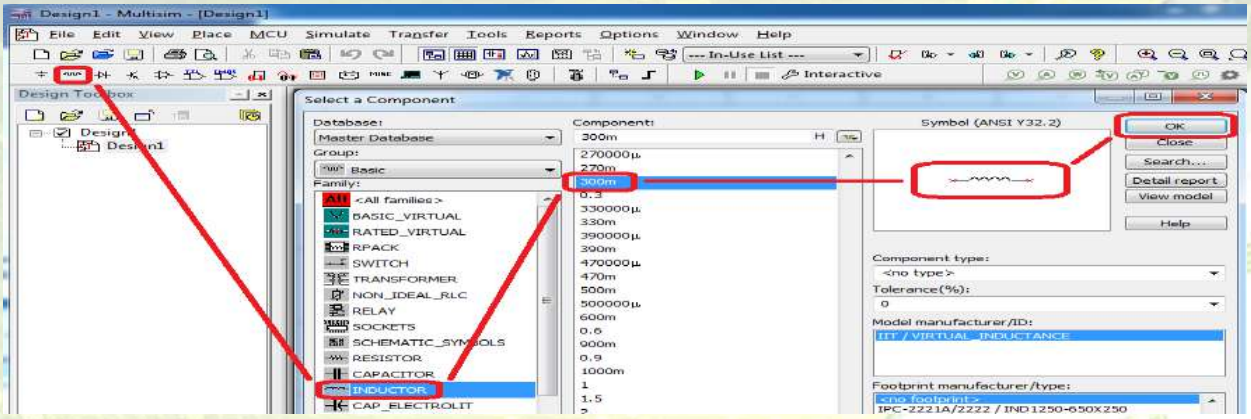


3 - rasm. Rezistor.

3) Uskunalar panelidan Place Basic tugmasini bosamiz keyin yangi oyna paydo bo‘ladi u yerdan INDUCTORni belgilaymiz, paydo bo‘lgan oynadan kerakli

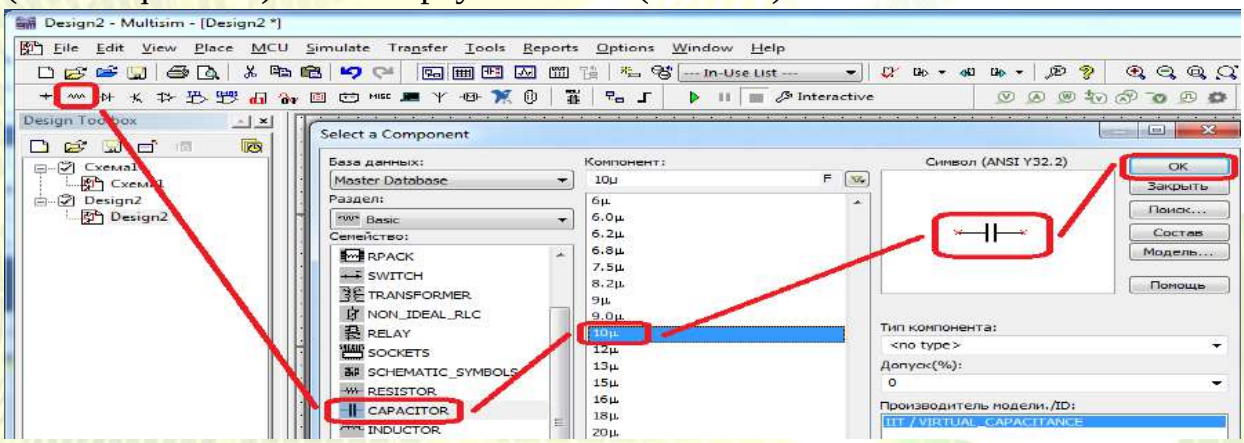
ISSN 3030-3907

raqamni belgilaymiz va OK tugmasini bossak ishchi stolda induktiv g‘altak (reaktiv qarshilik) elementi paydo bo‘ladi (4 - rasm).



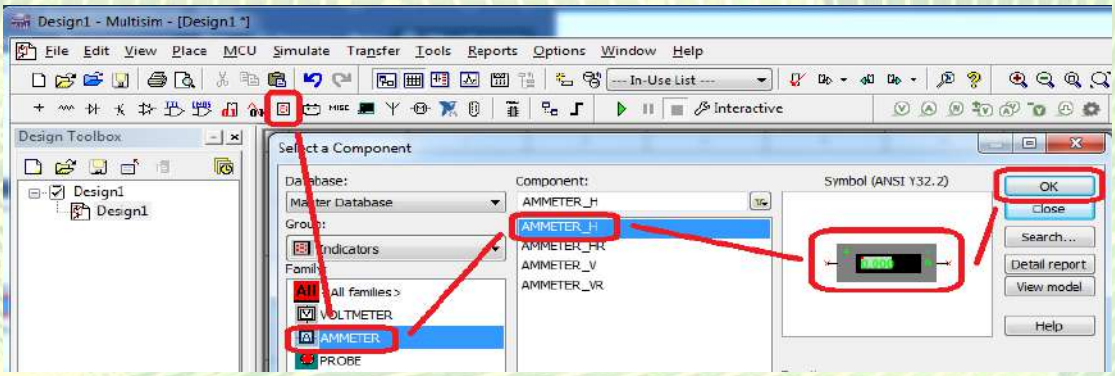
4 - rasm. Induktiv g‘altak.

4) Uskunalar panelidan Place Basic tugmasini bosamiz keyin yangi oyna paydo bo‘ladi u yerdan CAPACITORni belgilaymiz, paydo bo‘lgan oynadan kerakli raqamni belgilaymiz va OK tugmasini bossak ishchi stolda kondensator (reaktiv qarshilik) elementi paydo bo‘ladi (5 - rasm).



5 - rasm. Kondensator.

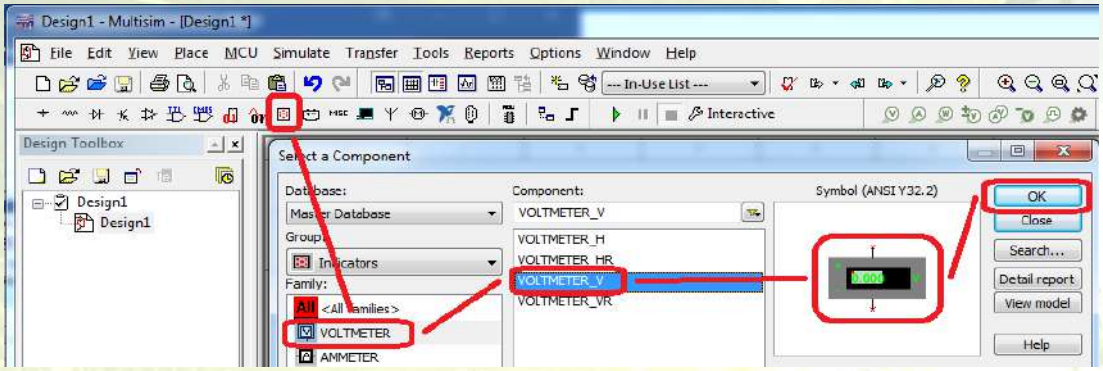
5) Uskunalar panelidan Place Indicator tugmasini bosamiz keyin yangi oyna paydo bo‘ladi u yerdan AMMETRni belgilaymiz, paydo bo‘lgan oynadan AMMETR_H belgilaymiz va OK tugmasini bossak ishchi stolda Ampermetr (tok kuchini) o‘lchov uskunasi paydo bo‘ladi (6 - rasm).



6 - rasm. Ampermetr

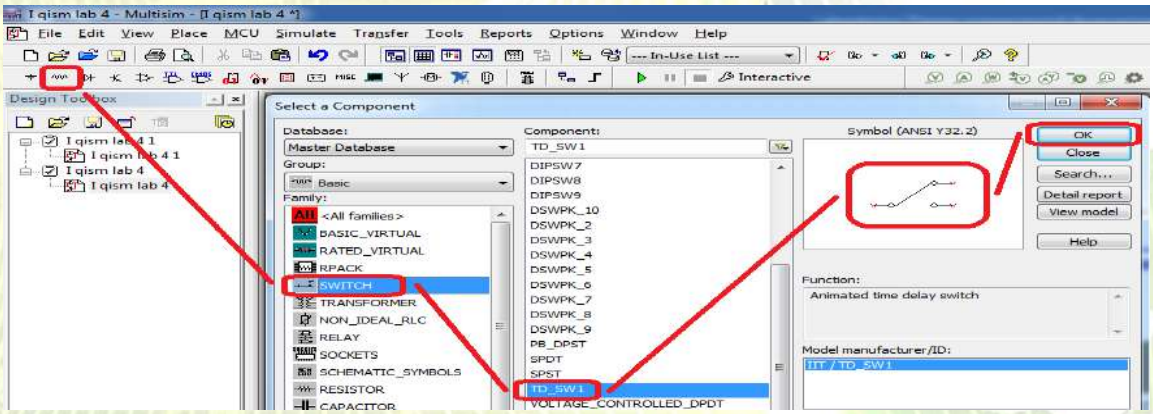
ISSN 3030-3907

6) Uskunalar panelidan Place Indicator tugmasini bosamiz keyin yangi oyna paydo bo‘ladi u yerdan VOLTMETRni belgilaymiz, paydo bo‘lgan oynadan VOLTMETR_V belgilaymiz va OK tugmasini bossak ishchi stolda voltmetr (kuchlanishni) o‘lchov uskunasi paydo bo‘ladi (7 - rasm).



7 - rasm. Voltmetr.

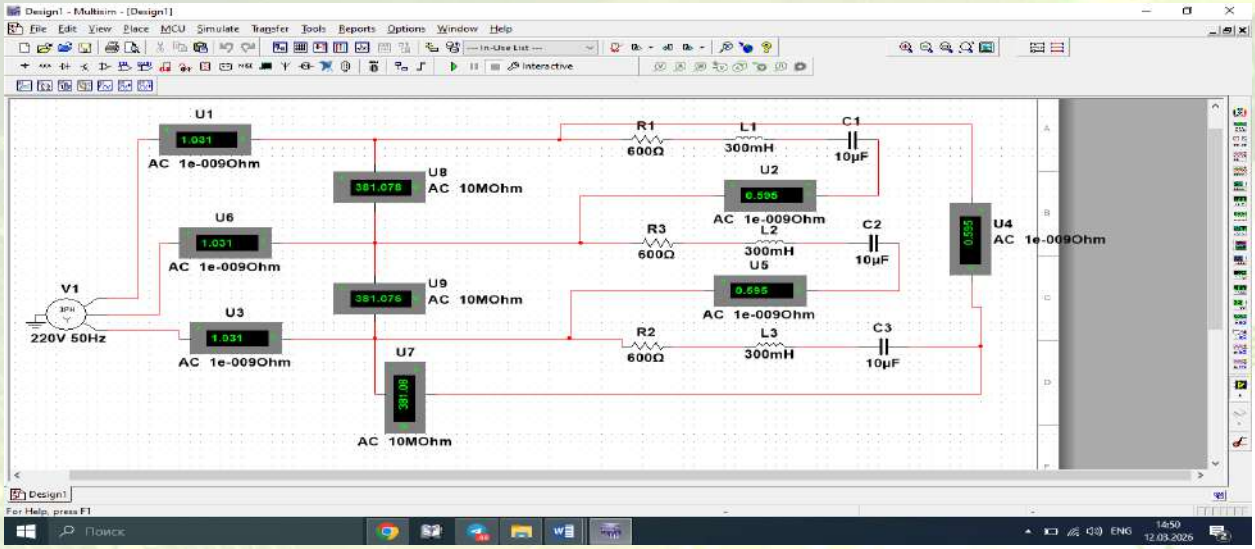
7) Uskunalar panelidan Place Basic tugmasini bosamiz keyin yangi oyna paydo bo‘ladi u yerdan SWITCHni belgilaymiz, paydo bo‘lgan oynadan kerakli kalitni belgilaymiz va OK tugmasini bossak ishchi stolda kalit uskunasi paydo bo‘ladi (8 - rasm).



8 - rasm. Uch kontaktli kalit.

Quydagilarni bajarib bo‘lganimizdan so‘ng yo‘qorida ko‘rsatilgan parametrlarni yig‘ib chiqamiz va quydagi natijaga ega bo‘lamiz.

ISSN 3030-3907



9 – rasm. Iste'molchi uchburchak usulida ulangan uch fazali elektr zanjirlarni ulashdan olgan natija.

TADQIQOTNI DOLZARBLIGI. Nazariy elektrotexnikada uch fazali toklar murakkab zanjirlar hisoblanib talabalarga mohiyatini, mazmunini tushintirishda ancha murakkabliklarni tug'diradi. Yuqorida olingan natijada ko'rinib turiptiki olingan natija aniq hisob kitoblarga hisoblab chiqarilgan. Uch fazali zanjirlarda liniya kuchlanishlari U_L, faza kuchlanishlari U_f, liniya toklari I_L, faza toklari I_f dan iborat.

Uch fazali zanjirlarda elektr iste'molchilar yulduz - Y hamda uchburchak - Δ shaklida ulanadi. Agar iste'molchilar yulduz Y sxemasida ulanganda, liniya kuchlanishi faza kuchlanishdan $\sqrt{3}$ farq qiladi U_L=$\sqrt{3} \cdot Uf$, liniya toklari va faza toklarida teng bo'ladi $I_L = I_f$. Agar iste'molchilar uchburchak Δ usulida ulangan bo'lsa liniya kuchlanishi faza kuchlanishiga teng bo'ladi $U_L = U_f$, liniya toklari $\sqrt{3}$ ga farq qiladi $I_L = \sqrt{3} \cdot I_f$ tenglikka teng. Yuqorida olingan natijadan shuni ko'rish mumkinki uch fazali zanjirimiz uchburchak Δ usuliga ulanganda ifoda quydagiga teng.

$$I_L = \sqrt{3} \cdot I_f$$

$$\sqrt{3} \cdot 0{,}595 = 1{,}031\ A$$

$$I_f = \frac{I_L}{\sqrt{3}} = \frac{1{,}031}{\sqrt{3}} = 0{,}595\ A$$

Yuqorida chiqarilgan natijamizdan Multisim 14.1 dasturida olingan natijamiz talabalarga aniq jarayonlarni ketma-ket holatda bog'likligini hamda natijani tug'riligidan dalolat beradi.

XULOSA. Hozirgi fan - texnikani rivojlanishini hisobga olgan holda texnika sohasida oliy o'quv yurtlarda tahsil olayotgan talabalarni har taraflama kasbga nisbatan kompetentligini oshirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Shuni

ISSN 3030-3907

hisobga olgan holda multisim 14.1 dasturi yordamida oddiy zanjirlardan boshlab murakkab zanjirlargacha turli natijalarni olish va aniq hisoblash imkonini beradi.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR

1. Степанов А.П., Криворотова В.В., Кудряшова Г.Г. Теоретические основы электротехники учебное пособие для лабораторных занятий / А.П. Степанов, В.В. Криворотова, Г.Г. Кудряшова. – Иркутск : ИрГУПС, 2016. – 188 с.
2. Karimov A.S. Nazariy elektrotexnika.-T. : o‘qituvchi, 2003.
3. Rashidov Y.R., Abidov K.G‘., Kolesnikov I.K. Elektrotexnikaning nazariy asoslari I,II,III-qismlar (Maruza matinlari to‘plami), TDTU, 2002 , 250 b.
4. S.F. Amirov, M.S. Yoqubov, N.G‘. Jabborov/ Elektrotexnikaning nazariy asoslari, Toshkent, “Talqin” 2008 y.
5. Amirov S.F., Yakubov M.S., Baratov R.J, Sulliyev A.X., Sattarov X.A. Toshkent temir yo‘l muhandislari instituti. “Elektrotexnikaning nazariy asoslari”. Toshkent – 2008
6. Norboyev.A.E., Tuxtayev.B.B, Rahmonov.Sh.S “Nazariy elektrotexnika” fanidan laboratoriya ishlarni bajarish bo‘yicha uslubiy ko‘rsatma. -Qarshi: QDTU, 2025 - 92b.

ISSN 3030-3907

QATRONLAR, ULARNING TASNIFLANISHI VA AHAMIYATI.

Niyozov Alisher Kamilovich
Buxoro Innovatsiyalar universiteti
Rajabova Laylo Baxtiyor qizi.
BDTU tayanch doktoranti
O‘rinov Xurshid Xayridin o‘g‘li
BDTU tayanch doktoranti.

Annotatsiya. Ushbu maqolada qatronlar, ularning turlari olinish usullari va bir qancha sohalarda ishlatilishi bo‘yicha ma’lumotlar keltirilgan. Shuningdek qatronlarning ahamiyati, ularni ikkilamchi sanoat chiqindilaridan olinishi, uglevodorodlarning piroliz qoldiq mahsulotaridan kerakli reagentlarni ajratib olish va shu asosda qatronlarning olinish usullari keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Qatron, termoplastik, elastomer, polistirol,piroliz

Аннотация. В данной статье рассматриваются смолы, их типы, методы получения и применение в различных отраслях промышленности. Также представлена информация о важности смол, их извлечении из вторичных промышленных отходов и нескольких методах извлечения необходимых реагентов из остатков пиролиза углеводородов.

Ключевые слова: смола, термопласт, эластомер, полистирол, пиролиз

Abstract. This article discusses resins, their types, methods of obtaining them, and their use in several industries. It also provides information on the importance of resins, their extraction from secondary industrial waste, and several methods for extracting the necessary reagents from the pyrolysis residues of hydrocarbons.

Keywords: Resin, thermoplastic, elastomer, polystyrene, pyrolysis

KIRISH.

Bizning hayotimizdagi ko‘plab mahsulotlar “qatron materiallari” dan tayyorlanadi. Bu “ qatronlar ” sun’iy ravishda sintezlanadi, ammo ularning tarkibi daraxtlar tomonidan chiqariladigan qatronlar bilan bir xil bo‘lmaydi. Ko‘pgina hayvonlarning teri yuzasi shilimshiq va ter ajratishi mumkin bo‘lgani kabi, daraxtlar ham yog‘li moddalarni ajratishi mumkin. Qarag‘ay, sarv va araukariya kabi gimnospermlar shular jumlasidandir. O‘simliklar uchun qatronlar asosan qobig‘ini himoya qilish va zamburug‘lar, hasharotlar va o‘txo‘rlarning hujumlaridan himoya qilish uchun ishlatiladi. Marvarid sifatida tasniflangan kehribar, odatda, yarim toshga aylangan tarixdan oldingi qarag‘ay va sarv qatronidan iborat. [1].

O‘simliklardagi qatronlar juda suyuq suyuqlikdir. Havo bilan aloqa qilgandan so‘ng, ularning bir qismi havoga bug‘lanadi, ikkinchisi esa qattiq holga keladi. Qatronlar “yog‘” deb atalsa-da, ular bizga tanish bo‘lgan yog‘lar – o‘simlik

ISSN 3030-3907

moylaridan butunlay farq qiladi. Tabiiy qatronlarning asosiy komponentlari o‘simlik moylarini tashkil etuvchi yog‘ kislotalari va glitserin emas, balki turli xil terpenlar, fenollar, smola kislotalari va boshqa organik birikmalardir, lekin ular o‘simlik moylari kabi suvda erimaydi. Ba’zida odamlar tabiiy qatronlarni “efir moylariga” ajratib olishadi, masalan, qarag‘ay qatronidan olingan turpentin. Sintetik qatronlar “daraxt” bilan hech qanday a’loqasi yo‘q. Biroq, sanoat sohasida foydalaniladigan “qatron” so‘zining ma’nosi daraxtlar chiqaradigan narsadan ancha kattaroqdir - keng ma’noda plastik mahsulotlar uchun xom ashyo sifatida ishlatilishi mumkin bo‘lgan har qanday yuqori molekulyar polimer birgalikda “qatronlar” deb ataladi. Yer yuzida bu komponentni ajrata oladigan o‘simlik bo‘lmasa va xom ashyo o‘simliklardan umuman yig‘ilmasa, u ham qonuniy “qatron” hisoblanadi. [2].

ASOSIY QISM. Bugungi sanoat smolalarining ko‘pchiligi “sintetik qatronlar” bo‘lib, ular nafaqat tabiiy o‘simliklardan olinmaydi, balki ularning kimyoviy tarkibi ham boshqacha. Masalan, neft, tabiiy gaz, ko‘mir kabi qazilma yoqilg‘ilardan plastmassa buyumlar va qurilish materiallarida keng qo‘llaniladigan fenol smola, epoksid, polietilen smola va boshqalar ajratib olinadi va sintezlanadi. [2].

Ko‘p turdagi qatronlar mavjud, ammo ularni uchta asosiy toifaga bo‘lish mumkin: termoset, termoplastik va elastomer. Har bir toifaning o‘ziga xos xususiyatlari mavjud bo‘lib, uni turli maqsadlar uchun moslashtiradi. Termoset qatronlar - bu qizdirilganda yoki qattiqlashganda kimyoviy reaksiyaga kirishadigan qatronlar, bu ularni qattiq va qaytarib bo‘lmaydigan qiladi. O‘rnatilgandan keyin ularni eritib bo‘lmaydi yoki shaklini o‘zgartirib bo‘lmaydi. Termoset qatronlar yuqori mustahkamlik, barqarorlik va issiqlik va kimyoviy moddalarga qarshilik ko‘rsatadi, lekin ular ham mo‘rt, ishlov berish qiyin va yorilishga moyil. Termoset qatronlarining ba’zi misollari epoksi, poliester, fenolik va boshqalar. [3].



Termoplastik qatronlar qizdirilganda va sovutilganda qayta-qayta eritilishi va shaklini o‘zgartirishi mumkin bo‘lgan qatronlardir. Ular qizdirilganda yumshoq

ISSN 3030-3907

va moslashuvchan, sovutilganda esa qattiq bo‘ladi. Termoplastik qatronlar yuqori egiluvchanlik va qayta ishlanish qobiliyatiga ega, ammo ular deformatsiyaga, yemirilishga va degradatsiyaga ham sezgir. Termoplastik qatronlarga ba’zi misollar polietilen ,polipropilen, polistirol va boshqalar. Asosiy farq ularning kimyoviy tuzilishidadir. Termosetlar doimiy ravishda qattiqlashadi, termoplastiklar qayta shakllanuvchan bo‘lib qoladi va elastomerlar elastiklikni kuch bilan birlashtiradi.



Elastomer qatronlar yuqori elastiklik, moslashuvchanlik va chidamlilik kabi kauchukga o‘xshash xususiyatlarga ega bo‘lgan qatronlardir. Ular stress yoki zo‘riqishlarga duchor bo‘lganda cho‘zilishi va asl shaklini tiklashi mumkin. Elastomer qatronlar yuqori zarba qarshiligiga, tebranishlarga chidamlilik va shovqinni kamaytirishga ega. Elastomer qatronlarining ba’zi na’munalari silikon, rezina, poliuretan va boshqalar. [4].



Qatronlar juda ko‘plab sohalarda qo‘llaniladi. Epoksi qatroni bardoshli va porloq qoliplarni yaratish uchun eng mashhur variantlardan biridir. U nozik detallarni yuqori tiniqlik bilan ushlay oladigan kuchli va qattiq materialga aylanadi. Epoksi qoliplari zargarlik buyumlari, qo‘l san’atlari va bezak buyumlari uchun juda yaxshi, chunki ular silliq sirtni ta’minlaydi va osonlik bilan parlatiladi. Biroq, epoksi juda moslashuvchan qoliplar uchun ishlatilganda mo‘rt bo‘lishi mumkin,

ISSN 3030-3907

shuning uchun u kichikroq va kamroq murakkab shakllar uchun eng yaxshi ishlaydi. Polyester qatroni - kuchli va qattiq qoliplarni ta’minlaydigan arzon variant. U shisha tolali armatura, dengiz loyihalari va tezkor prototiplar kabi ilovalarda keng qo‘llaniladi. Polyester qoliplari tafsilotlarni olishi mumkin bo‘lsa-da, ular epoksi yoki silikondan kamroq bardoshli va kuchli kimyoviy hidga ega. Uning arzonligi tufayli u ko‘pincha uzoq muddatli chidamlilik ustuvor bo‘lmagan qisqa muddatli loyihalar uchun tanlanadi. Poliuretan qatroni ko‘p qirrali xususiyatga ega, chunki u qattiq yoki moslashuvchan sifatida tuzilishi mumkin. Moslashuvchan poliuretan qoliplari egiluvchanlik va oson parchalanishni talab qiladigan qismlar uchun ideal, qattiq poliuretan esa bardoshli prototiplar va funktsional qismlarga mos keladi. Bundan tashqari, u mukammal qarshilikka ega, bu uni takroriy foydalanish uchun yaxshi imkoniyat qiladi. Biroq, poliuretan qatronlari qattiqlashuv vaqtida qisqarishi mumkin va namlikka sezgir bo‘lishi mumkin, bu esa ehtiyotkorlik bilan ishlashni talab qiladi. [5].

Qattiqlik - bu materialning chuqurlikka, chizishga yoki deformatsiyaga qanchalik chidamliligini ko‘rsatadigan o‘lchovdir. Qattiqligi odatda 1 dan 10 gacha bo‘lgan Moss shkalasi bilan o‘lchanadi, bu yerda 1 eng yumshoq va 10 eng qiyin. Qattiqlik qatron materiallari uchun muhim xususiyatdir, chunki bu ularning chidamliligi, ishlashi va tashqi ko‘rinishiga ta’sir qiladi. Qatron materiallarining qattiqligi ularning turiga, tarkibiga va qattiqlashuv jarayoniga bog‘liq. Odatda, termoset qatronlar termoplastik va elastomer qatronlarga qaraganda qattiqroqdir, chunki ular yuqori o‘zaro bog‘lanish va qattiqlikka ega. Shu bilan birga, ba’zi termoplastik va elastomer qatronlar plomba, qo‘shimchalar yoki modifikatorlarni qo‘shish orqali ham qattiqlashishi mumkin. [5].

XULOSA. Qatronlar hunarmandchilikdan tortib aerokosmik sohalarda qo‘llaniladigan ko‘p qirrali materiallardir. Qatronlarning ham tabiiy, ham sintetik shakllari mavjud. Ko‘pchilik qatronlar plastikdir, haqiqat shundaki, qatronlar turiga qarab plastik yoki ilg‘or kompozitlar kabi ishlashi mumkin. Mog‘or ishlab chiqarish uchun epoksi, poliuretan va silikon qatronlar ajralib turadi, silikon ko‘pincha silikon sifatida qabul qilinadi. Qoliplar uchun ishlatish uchun eng yaxshi qatron. Ko‘plab sintetik qatronlar plastmassalar, ayniqsa termoplastiklar sifatida tasniflanadi. Biroq, epoksi kabi termoset qatronlar doimiy ravishda qattiqlashadi va ko‘pincha oddiy plastmassalardan ko‘ra ilg‘or kompozitlar hisoblanadi. Qatrondan qilingan mahsulotlarga zargarlik buyumlari, qoplamalar, yopishtiruvchi moddalar, mebellar, tibbiy asboblar, aerokosmik komponentlar va hatto 3D bosma obyektlarni kiritish mumkin bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Jumaniyazov M. et al. Gossypol resin-derived bio-bitumen from cotton waste functions as a petroleum-free binder for road applications //Biomass and Bioenergy. – 2026. – T. 210. – C. 109017.
2. O.S.Maksumova ,S.M.Turobjonov. Organik sintez asosidagi mahsulotlar.-T.:"Fan va texnologiya", 2010, 232 b
3. Neelisetty S. S. B. et al. Conversion of biomass waste to resins //Sustainable Technologies for Value Addition to Biomass Waste. – 2026. – C. 449-480.
4. Askari F. et al. Development and characterization of furfural-based bio-resins from lignocellulosic waste for eco-friendly wood resins //International Journal of Adhesion and Adhesives. – 2025. – T. 140. – C. 104014.
5. Zhang Q. et al. Mitigating the Hidden H2S Hazard in Molten Salt Oxidation of Waste Resins: A Thermodynamics-Guided Carbonate Modification Strategy //Process Safety and Environmental Protection. – 2026. – C. 108546.

ISSN 3030-3907

UDK 004.8:621.3

SUN'IY INTELLEKT ASOSIDA ENERGIYA QURILMALARINI LOYIHALASHTIRISH VA PROTOTIPLASHTIRISH TAHLILI

Abdullo Tilloyevich Panoyev
Buxoro davlat texnika universiteti texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori, dotsent, Elektr va energetika muhandisligi kafedrasi dotsenti
E-mail: panoev_abdullo@mail.ru
ORCID: 0009-0001-2398-3068
Mirshod Dilshodovich Talabov
Buxoro davlat texnika universiteti Axborot komunikatsiya texnologiyalari kafedrasi katta o'qituvchisi
E-mail: mirshodtalabov@gmail.com
ORCID: 0009-0008-9642-7047
Mehrangez Orifovna Jo'raqulova
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktorant
E-mail: mehrangezjuraqulova@gmail.com
ORCID: 0009-0001-5191-7551

Аннотация. В данной статье исследованы теоретические и практические аспекты применения технологий искусственного интеллекта (ИИ) в процессах проектирования, прототипирования и индустриализации энергетических установок. Проанализировано влияние методов машинного обучения, глубоких нейронных сетей, алгоритмов оптимизации, а также технологии цифрового двойника (digital twin) на повышение энергоэффективности, надежности и снижение затрат. Результаты исследования показывают, что подходы, основанные на ИИ, позволяют выбирать оптимальные параметры, выявлять неисправности на ранних стадиях и оптимизировать процессы в режиме реального времени. Рассмотрены возможности повышения точности прогнозирования за счёт использования больших объёмов данных (Big Data) на этапах сбора, обработки и анализа информации. Согласно полученным результатам, энергетические установки, разработанные на основе искусственного интеллекта, могут повысить общую эффективность системы на 10–20 % по сравнению с традиционными подходами, что подтверждает их высокий потенциал применения в крупном промышленном масштабе.

Ключивые слова: искусственный интеллект; машинное обучение; цифровой двойник

Annotatsiya. Ushbu maqolada energetik qurilmalarni loyihalash, prototiplash va sanoatlashtirish jarayonlarida sun'iy intellekt (SI) texnologiyalarini qo'llashning

ISSN 3030-3907

nazariy va amaliy jihatlari tadqiq etilgan. Mashinaviy o‘rganish, chuqur neyron tarmoqlar, optimallashtirish algoritmlari hamda raqamli egizak (digital twin) texnologiyalarining energiya samaradorligi, ishonchlilik va xarajatlarni kamaytirishga ta’siri tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari SI asosidagi yondashuvlar optimal parametrlarni tanlash, nosozliklarni erta aniqlash va jarayonlarni real vaqt rejimida optimallashtirish imkonini berishini ko‘rsatadi. Ma’lumotlarni yig‘ish, qayta ishlash va tahlil qilish bosqichlarida katta hajmdagi (Big Data) axborotlardan foydalanish orqali prognozlash aniqligini oshirish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Olingan natijalarga ko‘ra, sun’iy intellekt asosida ishlab chiqilgan energetik qurilmalar an’anaviy yondashuvlarga nisbatan umumiy tizim samaradorligini 10–20% ga oshirishi mumkin bo‘lib, bu ularning yirik sanoat miqyosida qo‘llanish salohiyati yuqori ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellect; mashinaviy o‘rganish; raqamli egizak

Abstract. This article explores the theoretical and practical aspects of applying artificial intelligence (AI) technologies in the design, prototyping, and industrialization processes of energy systems. The impact of machine learning methods, deep neural networks, optimization algorithms, and digital twin technologies on energy efficiency, reliability, and cost reduction is analyzed. The research results demonstrate that AI-based approaches enable the selection of optimal parameters, early fault detection, and real-time process optimization. The possibilities of improving forecasting accuracy through the use of large-scale (Big Data) information at the stages of data collection, processing, and analysis have been examined. According to the obtained results, energy systems developed using artificial intelligence can increase overall system efficiency by 10–20% compared to traditional approaches, confirming their high potential for large-scale industrial implementation.

Keywords: artificial intelligence; machine learning; digital twin

1. KIRISH.

Bizlarga ma’lumki hozirgi vaqtda, Prezidentimiz tomonidan sun’iy intellektni rivojlantirishga alohida e‘tibor qaratilmoqda va shu bo‘yicha juda ko‘p farmon va qarorlar chiqarilmoqda. Shulardan alohida ta’kidlab o‘tadigan bo‘lsak O‘zbekiston Respublikasi PF–6079-son Prezident Farmoni (2020 yil 5 oktyabr) “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi, sun’iy intellektni ishlab chiqarishga joriy etish, energetika tarmog‘ini raqamlashtirish, raqamli texnologiyalar asosida samaradorlikni oshirish vazifalari belgilangan. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ–4996-son qarori (2021 yil 17 fevral) “Sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etishni jadallashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”, AI texnologiyalarini sanoat va energetika sohasida keng qo‘llash, AI platformalari

ISSN 3030-3907

yaratish, tarmoqlar uchun intellektual boshqaruv tizimlari joriy etish vazifalari ko‘rsatilgan. PF–60-son Farmon (2022 yil 28 yanvar) “2022–2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekiston taraqqiyot strategiyasi”, Ushbu strategiyada: energetik xavfsizlik, energiya tejamkor texnologiyalar, raqamli innovatsiyalar, sanoatni modernizatsiya qilish ustuvor yo‘nalish sifatida belgilangan. PQ–4422-son Qaror (2019 yil 22 avgust), “Energetika infratuzilmasini modernizatsiya qilish chora-tadbirlari”, Bu qarorda energiya tejamkor texnologiyalar, zamonaviy qurilmalar va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish bo‘yicha vazifalar belgilangan qonuni bilan tasdiqlangan vazifalarni bajarishga xizmat qiladi.

O‘zbekistonlik tadqiqotchilardan R. A. Zohidov, M. M. Qodirov, D. A. Toshpo‘latov, A. A. Abdullayev va boshqalar tomonidan energetik tizimlarni modellashtirish va optimallashtirish masalalari o‘rganilgan. Ayrim ishlarda neyron tarmoqlar va prognozlash algoritmlarini qo‘llash orqali elektr yuklamalarini bashorat qilish va energiya balansini optimallashtirish bo‘yicha natijalar olingan.

Shu bilan birga, SI asosan ekspluatatsiya va monitoring bosqichida qo‘llanilgan bo‘lib, konstruktiv loyihalash jarayoniga integratsiyasi yetarli darajada tizimlashtirilmagan.

Muhandislik dizaynini optimallashtirish sohasida J. H. Holland (genetik algoritmlar), D. E. Goldberg, K. Deb, J. Nocedal (optimallashtirish nazariyasi) ishlari muhim ahamiyatga ega.

Topologik optimallashtirish bo‘yicha M. P. Bendsoe va O. Sigmund tadqiqotlari konstruksiyalar og‘irligini kamaytirish va materialdan samarali foydalanish imkonini berdi.

Energetik qurilmalarni loyihalash va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish masalasi so‘nggi o‘n yilliklarda ilm-fan va sanoatning dolzarb yo‘nalishlaridan biri bo‘lib kelmoqda. Xususan, sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining rivojlanishi energetika sohasida yangi bosqichni boshlab berdi. Texnologik taraqqiyotning jadal rivojlanishi va global energiya ehtiyojining ortib borishi samarali, ishonchli va barqaror energetika tizimlariga bo‘lgan talabni kuchaytirdi. Energetik qurilmalarni loyihalash va ishlab chiqarishning an’anaviy yondashuvlari ko‘pincha deterministik modellar va empirik tajribaga asoslanadi, bu esa katta vaqt va moliyaviy xarajatlarni talab qiladi hamda moslashuvchanlik jihatidan cheklangan bo‘ladi. Shu sababli, sun’iy intellekt ushbu muammolarni hal etishda samarali vosita sifatida maydonga chiqmoqda.

Sun’iy intellekt texnologiyalari ma’lumotlarga asoslangan modellashtirish, intellektual optimallashtirish va bashoratli tahlil imkoniyatlarini ta’minlab, murakkab va nolinear energetik tizimlarni samarali boshqarishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

Energetik qurilmalar hayotiy siklining barcha bosqichlariga — konseptual loyihalashdan tortib sanoat miqyosida joriy etishgacha — SI texnologiyalarini integratsiyalash zamonaviy energetika muhandisligida tub burilish yasaydi[1-8].

Energetika sohasida samaradorlik va ishonchlilikni oshirish bugungi kunda global muammolardan biri hisoblanadi. An'anaviy loyihalash va ishlab chiqarish yondashuvlari murakkab energetik tizimlarning real sharoitlarda ishlashini to'liq aks ettira olmaydi. Shu sababli sun'iy intellekt texnologiyalarini qo'llash orqali energetik qurilmalarni loyihalashdan tortib sanoatlashtirishgacha bo'lgan barcha bosqichlarni optimallashtirish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Mazkur maqolaning maqsadi — SI asosida energetik qurilmalarni yaratish jarayonlarini ilmiy jihatdan asoslash va ularning amaliy samaradorligini baholashdir.

An'anaviy va SI asosidagi loyihalash taqqoslanishi An'anaviy loyihalash usullari asosan tajriba va statistik ma'lumotlarga tayanadi. SI asosidagi yondashuvlar esa katta hajmdagi ma'lumotlarni tahlil qilib, optimal konstruktiv va texnologik yechimlarni taklif etadi. Mashinali o'rganish algoritmlari esa Energetik qurilmalarda quyidagi algoritmlar keng qo'llaniladi. Chiziqli va chiziqsiz regressiya, sun'iy neyron tarmoqlar, tasniflash va klasterlash usullari yordamida issiqlik almashinuvi, yo'qotishlar va yuklama rejimlari aniqlanadi[2-6].

Sun'iy intellekt asosidagi loyihalash yondashuvlari mashinaviy o'rganish algoritmlariga tayangan holda, simulyatsiyalar, tajribalar va ekspluatatsiya jarayonida yig'ilgan katta hajmdagi ma'lumotlardan qonuniyatlarni aniqlash imkonini beradi. Nazoratli va nazoratsiz o'rganish usullari ishlash ko'rsatkichlarini bashorat qilishda qo'llanilsa, evolyutsion va to'da (swarm) optimallashtirish algoritmlari ko'p mezonli loyihalash masalalarini hal etishda samarali hisoblanadi. Ushbu usullar loyihalash integratsiyalari sonini kamaytirib, natijalarning aniqligini sezilarli darajada oshiradi.

Prototiplash jarayonida raqamli egizak texnologiyasini qo'llash orqali raqamli egizak — bu real qurilmaning virtual modeli bo'lib, u real vaqt rejimida ishlash holatini aks ettiradi. SI bilan integratsiyalashgan raqamli egizaklar quyidagi afzalliklarni beradi.

Prototiplash jarayonida sun'iy intellekt va raqamli egizak texnologiyalaridan foydalanishda raqamli egizak modellar energetik qurilmalarning virtual nusxasini yaratishga imkon beradi. Sun'iy intellekt bilan boyitilgan raqamli egizaklar real ish sharoitlarini simulyatsiya qiladi va real vaqt ma'lumotlari asosida tizim holatini doimiy yangilab boradi. Ushbu yondashuv qurilmaning dastlabki bosqichidayoq tekshiruvdan o'tkazish, nosozliklarni oldindan aniqlash va ishlash parametrlarini sozlash imkonini berib, ortiqcha jismoniy prototiplash ehtiyojini kamaytiradi.

ISSN 3030-3907

Ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish orqali SI algoritmlari ishlab chiqarish liniyalarida real vaqt rejimida nazoratni ta’minlaydi. Bu esa ishlab chiqarishdagi nosozliklarni kamaytiradi, mahsulot sifatini barqarorlashtiradi, resurslardan oqilona foydalanishni ta’minlaydi.

Prediktiv texnik xizmat ko‘rsatish SI asosida uskunaning holatini oldindan baholab, rejalashtirilmagan to‘xtashlarni kamaytiradi.

Sanoatlashtirish bosqichida sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv va monitoring tizimlari ishlab chiqarish jarayonlari va ekspluatatsiya samaradorligini optimallashtiradi[1-6]. Bashoratli texnik xizmat ko‘rsatish algoritmlari nosozliklarni yuzaga kelishidan oldin aniqlaydi, mustahkamlovchi o‘rganish usullari esa boshqaruv strategiyalarini o‘zgaruvchan ish sharoitlariga moslashtiradi. Natijada ishlab chiqarish unumdorligi oshadi, to‘xtab qolishlar kamayadi va mahsulot sifati barqaror ta’minlanadi. Sun’iy intellekt yordamida energiya oqimlarini optimallashtirish, yo‘qotishlarni aniqlash va yuklamalarni boshqarish mumkin. Natijada umumiy samaradorlik oshadi, CO_2 chiqindilari kamayadi, tizim ishonchliligi ortadi[3-8].

2.TADQIQOT METODIKASI. Tizimli tahlil, matematik modellashtirish va kompyuter simulyatsiyasi usullarini o‘z ichiga oladi. Sun’iy intellekt modellarini o‘qitishda tarixiy va simulyatsiya qilingan ma’lumotlar to‘plamlaridan foydalanildi. Ularning samaradorligi an’anaviy loyihalash va boshqaruv usullari bilan taqqoslab baholanadi. Asosiy baholash mezonlari sifatida energiya samaradorligi, ishonchlilik va iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari tanlandi.

Biroq an’anaviy loyihalash usullari ko‘p parametrli optimallashtirish masalalarida hisoblash murakkabligi va vaqt sarfining yuqoriligi bilan tavsiflanadi.

Energetik qurilmalar, xususan turbinalar va issiqlik almashinish qurilmalarini optimallashtirishda evolyutsion algoritmlar va neyron tarmoqlar qo‘llanilib, samaradorlikni oshirishga erishilgan[3-8]. Energetik qurilmalarni sanoatlashtirish jarayonida ishlab chiqarish liniyasini optimallashtirish, energiya sarfini kamaytirish, prediktiv texnik xizmat ko‘rsatish, yo‘nalishlari tadqiq etilgan[2-8].

Sun’iy intellekt asosida energetik qurilmalarni loyihalash va prototiplash metodikasi: energiya samaradorligini oshiradi, nosozliklarni oldindan aniqlaydi, loyihalash vaqtini qisqartiradi, eksperimental xarajatlarni kamaytiradi, aqlli boshqaruv tizimlarini yaratishga imkon beradi.

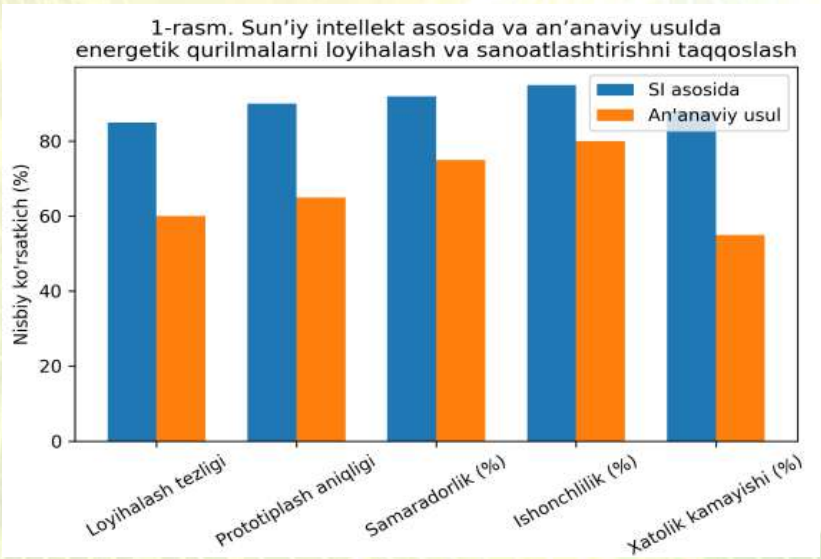
3. O‘GANILGAN TAHLIL NATIJALARI. Sun’iy intellekt asosida loyihalash va sanoatlashtirish jarayonlarini tashkil etish energetik qurilmalarning texnik holatini barqarorlashtirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish hamda tizimning ekspluatatsion ishonchliligini oshirish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Sun’iy intellekt asosidagi loyihalash va boshqaruv strategiyalari energiya samaradorligini 10–20% ga oshiradi hamda ekspluatatsiya xarajatlarini taxminan 15% ga kamaytiradi. Bundan tashqari, raqamli egizak texnologiyalarining qo‘llanilishi nosozliklarni aniqlash aniqligini sezilarli darajada oshirib, tizim ishonchliligini kuchaytirdi[6-8]. Ushbu natijalar SI texnologiyalarining energetik qurilmalarni ishlab chiqishda an’anaviy yondashuvlarga nisbatan ustunligini tasdiqlaydi. Energetik qurilmalarni loyihalash nazariyasi klassik mexanika va issiqlik texnikasi asosida shakllanib, keyinchalik hisoblash matematikasi va kompyuter modellashtirish usullari bilan boyidi.

Tajribalarni xavfsiz virtual muhitda o‘tkazish, nosozliklarni oldindan bashorat qilish, energiya samaradorligini oshirish prototiplash bosqichida raqamli egizaklar sinov xarajatlarini 20–30 % gacha kamaytirishi mumkin[3-8].

SI asosida monitoring tizimlari energetik qurilmalarning xavfsiz ishlashini ta’minlaydi. Xavfli holatlar real vaqt rejimida aniqlanib, tezkor choralar ko‘riladi.



1-rasm. Sun’iy intellekt asosida va an’anaviy usulda energetik qurilmalarni loyihalash, prototiplash hamda sanoatlashtirish jarayonlarining samaradorlik va ishonchlilik ko‘rsatkichlari taqqoslanishi

1-rasmda energetik qurilmalarni loyihalash, prototiplash va sanoatlashtirish jarayonlarida sun’iy intellekt (SI) asosidagi yondashuv hamda an’anaviy usulning asosiy texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari o‘zaro taqqoslangan[4-8]. Taqqoslash mezonlari sifatida loyihalash tezligi, prototiplash aniqligi, umumiy samaradorlik, tizim ishonchliligi va xatoliklarning kamayish darajasi qabul qilingan.

Diagramma natijalariga ko‘ra, SI asosidagi yondashuv barcha mezonlar bo‘yicha an’anaviy usuldan ustun ekanligi kuzatiladi. Xususan:

- Loyihalash tezligi SI asosida sezilarli darajada oshib, vaqt resurslarining qisqarishini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

• Prototiplash aniqligi yuqori bo‘lib, virtual modellashtirish va parametrlarni optimallashtirish imkoniyatlari bilan izohlanadi.

• Samaradorlik ko‘rsatkichi energiya tejamkorlik va resurslardan oqilona foydalanish hisobiga yuqoriligi bilan tavsiflanadi.

• Ishonchlilik darajasi prognozli diagnostika va real vaqt monitoring tizimlari orqali oshadi.

• Xatoliklarning kamayishi esa ma’lumotlarga asoslangan qaror qabul qilish algoritmlari natijasida ta’minlanadi.

4. XULOSA. SI asosidagi metodologiya energetika tizimlari va majmualari uchun yuqori samaradorlik va ishonchlilikni ta’minlovchi istiqbolli ilmiy-texnologik yo‘nalish sifatida asoslanadi. Sun’iy intellektni energetik qurilmalarni loyihalash, prototiplash va sanoatlashtirish jarayonlariga joriy etish samaradorlik, ishonchlilik va barqarorlikni oshirish uchun mustahkam asos yaratadi. SI asosidagi metodologiyalar butun tizim hayotiy sikli davomida intellektual qarorlar qabul qilish imkonini beradi hamda yangi avlod energetik texnologiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi. Kelgusidagi tadqiqotlar sun’iy intellektni qayta tiklanuvchi energiya tizimlari bilan integratsiyalash va yirik miqyosda joriy etishga qaratilishi lozim.

Ushbu yondashuv energiya resurslaridan oqilona foydalanish, texnik xavfsizlikni ta’minlash va iqtisodiy samaradorlikni oshirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Russell, S., Norvig, P. Artificial Intelligence: A Modern Approach. Pearson, 2021.
2. Goodfellow, I., Bengio, Y., Courville, A. Deep Learning. MIT Press, 2019.
3. Zhang, Y., Wang, J. Artificial intelligence in energy systems: A review. Energy, 2022.
4. Tao, F., Zhang, H., Liu, A., Nee, A. Digital twin in industry: State-of-the-art. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2019.
5. Lund, H. va boshq. Smart energy systems and AI-based optimization. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 2021.
6. ISO 55000: Asset Management — Overview, Principles and Terminology.
7. IEEE Std 3007.2-2010. Reliability Analysis of Power Systems.
8. Karimov A., Xudoyberdiyev B. Energetik tizimlarda sun’iy intellektdan foydalanish. Toshkent, 2023

ISSN 3030-3907

ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ НА АДГЕЗИОННУЮ ПРОЧНОСТЬ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ

Наврузов Фарход Маматқулович
Заведующий кафедрой химических наук EMU University, PhD, доцент
Узбекистан, г. Ташкент.
E-mail: navruzovfarmi@gmail.com
Асқаров Миразиз Муҳаммаджон ўғли
Студент 3-го курса фармацевтического факультета EMU University
Узбекистан, г. Ташкент.
E-mail: askarovmiraziz777@gmail.com

Аннотация. В работе исследовано влияние температуры на адгезионные свойства полимерных покрытий. Показано, что повышение температуры отверждения снижает вязкость адгезива, улучшает контакт полимера с поверхностью субстрата и усиливает адгезионное взаимодействие. Термообработка эпоксидных клеев повышает степень превращения эпоксидных групп и улучшает физико-механические свойства покрытий. Кроме того, повышение полярности отвердителей и температуры предварительного подогрева подложки способствует более равномерному отверждению и увеличению прочности адгезионного соединения, особенно при нанесении порошкообразных полимеров.

Ключевые слова: Капрон, Пентапласт, Полипропилен, Адгезия, эпоксид, Функциональные группы, Система полимер-металл, Полимерные покрытия.

Abstract. This study examined the effect of temperature on the adhesive properties of polymer coatings. It was shown that increasing the curing temperature reduces the adhesive viscosity, improves polymer contact with the substrate surface, and enhances adhesive interaction. Heat treatment of epoxy adhesives increases the degree of conversion of epoxy groups and improves the physical and mechanical properties of the coatings. Furthermore, increasing the polarity of the hardeners and the substrate preheating temperature promotes more uniform curing and increases the strength of the adhesive bond, especially when applying powdered polymers.

Keywords: Nylon, Pentaplast, Polypropylene, Adhesion, Epoxy, Functional groups, Polymer-metal system, Polymer coatings.

Annotatsiya. Ishda polimer qoplamalarning yopishqoqlik xususiyatlariga haroratning ta’siri o‘rganildi. Qotish haroratining oshishi yopishtiruvchining yopishqoqligini pasaytirishi, polimerning substrat yuzasi bilan kontaktini yaxshilashi va yopishqoqlik o‘zaro ta’sirini kuchaytirishi ko‘rsatildi. Epoksid yelimlarni issiqlik bilan ishlov berish epoksid guruhlarining aylanish darajasini oshiradi va qoplamalarning fizik-mexanik xususiyatlarini yaxshilaydi. Bundan

ISSN 3030-3907

tashqari, qotiruvchilarning qutbliligini oshirish va taglikni dastlabki qizdirish haroratini ko‘tarish, ayniqsa, kukunsimon polimerlarni surtishda, yanada bir xil qotishga va yopishqoq birikmaning mustahkamligini oshirishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: Kapron, Pentaplast, Polipropilen, Adgeziya, epoksid, Funktsional guruhlar, Polimer-metall tizimi, Polimer qoplamalar.

ВВЕДЕНИЕ.

Адгезионные свойства полимерных покрытий играют ключевую роль в обеспечении долговечности и надежности клеевых соединений в различных отраслях промышленности, включая машиностроение, авиацию, электронику и строительные материалы. Современные требования к прочности и долговечности покрытий требуют глубокого понимания влияния технологических параметров, таких как температура предварительного подогрева изделий, температура пленкообразования и режим отверждения, на межфазное взаимодействие полимера с поверхностью субстрата.

Несмотря на значительное количество исследований в области адгезии полимерных покрытий, до сих пор остаются вопросы, связанные с оптимизацией температурных режимов для различных типов полимеров и способов нанесения. В частности, влияние надмолекулярной структуры полимеров, вязкости расплава и полярности отвердителей на формирование полного контакта с металлическими подложками требует дополнительного изучения.

Таким образом, исследование зависимости адгезионной прочности от температуры является актуальной задачей современной полимерной науки и промышленной технологии. Оно позволяет не только повысить качество и надежность покрытий, но и оптимизировать технологические процессы, снижая время формирования и улучшая физико-механические свойства клеевых соединений.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Температура процесса отверждения при формировании покрытия играет важную роль при решении вопросов, связанных с выбором оптимальных условий для создания прочных клеевых соединений и покрытий. Роль температурного фактора особенно велика в тех случаях, когда адгезив представляет собой расплав, обладающий подвижностью, необходимой для обеспечения более полного контакта с субстратом и адгезионного взаимодействия [1,2,3,4]. Кроме того, более полному контакту в системе полимер-металл препятствуют надмолекулярные образования, существующие и в расплавах полимеров [1,5].

ISSN 3030-3907

При повышении температуры эти образования разрушаются, что способствует достижению более полного адгезионного взаимодействия. Эти закономерности верны и дтя покрытий аэродиспсрсного нанесения, хотя в последнем случае защитная пленка формируется при отсутствии внешнего давления.

Клеевые соединения могут отверждаться как при комнатной, так и при повышенной температуре в зависимости от природы входящих в их состав веществ. В общем, с повышением температуры отверждения уменьшается время формирования, и, как правило, увеличивается прочность клеевых соединений.

В работе показано [10], что термообработка эпоксидных клеев приводит к значительному увеличению степени превращения эпоксидных групп в тонком слое, повышению Тс тонких эпоксидных пленок, изменению их термодинамических параметров, в результате чего происходит улучшение физикомеханических свойств эпоксиполимеров. Установлено [6,7], что увеличение полярности отвердителей, т.е. их поверхностной активности на границе раздела полимер - металл привведении 1-(моноциандиэтилентриамин) и 2 - (дициандиэтилентриамин) полярных циан-групп приводит к достижению при этом приблизительно равной поверхностной активности смолы и амина, установлению одинаковой стехиометрии отверждения композиции во всем объеме адгезива.

Влияние температуры предварительного подогрева изделий и температуры пленкообразования на адгезионные свойства покрытий аналогичны друг другу, что подтверждают многочисленные данные [11,13,14]. При повышении температуры предварительного подогрева подложки или температуры пленкообразования наблюдается экстремальный характер зависимости прочности адгезионного соединения (табл. 1).

Увеличение адгезии покрытий с повышением температуры предварительного подогрева изделий или температуры пленкообразования связано с уменьшением вязкости расплава и более полным заполнением неровностей и дефектов поверхности субстрата адгезивом, что способствует образованию более полного контакта полимера с поверхностью изделия. Кроме того, повышение температуры может вызвать появление у адгезива функциональных групп за счет протекания окислительных процессов [11,12,15,16].

Адгезионная прочность зависит и от метода нанесения полимера. Так. адгезия полиэтилена к стали максимальна при оплавлении полиэтилена на металле при 2000°С и уменьшается по мере снижения температуры до 200°С.

ISSN 3030-3907

В таблице 1 приведены результаты исследований по выявлению температуры субстрата-подложки при нанесении покрытия из порошкообразных полимеров в псевдоожиженном слое.

Максимальная адгезионная прочность в последнем случае получалась при нанесении полимера в виде порошка, окисление которого при оплавлении происходило более интенсивно. В процессе нанесения одновременным расплавлением появляется функциональные группы.

Таблица 1.

Влияние температуры подложки из на адгезию полимерных покрытий

Материал покрытия	**Адгезионная прочность (МРа) при температуре подложки перед нанесенеим, ^{0}С.**						
	240	260	280	300	330	350	400
Капрон	22,0	40,0	48,0	46,0	36,0	10,0	-
Пентапласт	3,0	6,0	8,0	14,0	12,0	8,0	-
Полипропилен	6,0	12,0	8,0	7,0	5,5	4,0	-

Увеличивает производительность труда, но приводит к значительным температурным напряжениям [11], сохраняющимся в готовом клееном изделии в виде остаточных напряжений. Поэтому всегда можно подобрать оптимальную температуру, при которой наиболее желателен процесс склеивания или формирования покрытия.

ВЫВОДЫ.

Исследования показали, что адгезионная прочность полимерных покрытий существенно зависит от температуры отверждения, предварительного подогрева подложки и полярности отвердителей. Повышение температуры снижает вязкость адгезива, улучшает контакт полимера с субстратом, разрушает надмолекулярные образования и повышает физико-механические свойства покрытия. При оптимальных температурных условиях покрытия получаются прочными, стабильными и высокого качества, что повышает эффективность производственного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Исследование адгезионной прочности терморегулирующего покрытия / И. Петров, Е. Сидоров. – Материалы конференции “Полимерные покрытия”,2020.–С.56–63.

ISSN 3030-3907

2. Influence of curing on the adhesive and thermomechanical properties of an applied acrylic polymer / L. A. Felton, M. L. Baca. – Pharm Dev Technol., 2001;6(1):53–59.
3. Кузнецов А.В., Морозов П.Г. Влияние температуры отверждения на формирование структурных свойств полимерных клеевых соединений // Журнал *Полимерные материалы*. – 2019. – №4. – С. 12–18.
4. Смирнова Л.И.,Горбунов С.К. Температурные режимы формирования эпоксидных покрытий и их влияние на адгезионные свойства // Материалы междунар. конф. *“Современные полимерные технологии”*. – Москва, 2021. – С. 87–94.
9. 5.Зимон А. Д. Адгезия пыли и порошков / А. Д. Зимон. - М.: Химия. 1967. - 372 с.
5. Смилга В П. Канд. дисс.М., ИФХ АН СССР. 1961.
6. Москвитин Н. И. Физико-химические основы процессов склеивания и прилипания. М., 1974.
9. Смилга В.П., Дерягин Б.В.В кн. «Клеи и технология склеивания» М..1960 с. 7-13.
10. Marrinan H. J. Infrared spectra of the crystalline modifications of cellulose. / H. J. Marrinan, J. Maim // Journal of polymer science. - 1956. - Vol. 21 -P 301-311
11. Weaver C. Aspects oj Adhesion. T. 5. 1967. p. 9-12.
10. с. 7-13.
11. Евдокимов Ю.М., Воронцова О Н. Тезисы 5 Всесоюзного симпозиума по механохимии и механоэмиссии твердых тел. Фрунзе, 196, с 26.
12. Клементьев Н.М. Термодинамика трения. Воронеж. 1971. с. 135.
13. Князева Н. П. Канд. дисс. М.. ИФХ АН СССР. 1972.
14. Андреев Д. К., Савельев Т. П. Исследование влияния температуры предварительной подготовки изделий на межфазное взаимодействие покрытий // Материалы симпозиума «Покрытия и защитные технологии». – Екатеринбург, 2019. – С. 101–108.
15. Мельников А. С., Горюнова Н. В. Температурные режимы формирования покрытия и адгезионная прочность композитных систем // Журнал «Поверхностные технологии». – 2022. – №2. – С. 27–35.
16. Трофимов И. В., Соколова Л. Г. Комплексное изучение влияния термических параметров на свойства покрытия // Конференция «Полимерные технологии XXI века». – Казань, 2020. – С. 63–71.

ISSN 3030-3907

IMPROVING THE OUTPUT VOLTAGE QUALITY IN HYBRID POWER PLANTS USING AN INTEGRATED BATTERY AND SUPERCAPACITOR SYSTEM

K.Sh. Kadirov

Head of the Laboratory "Energy efficiency and energy saving systems", Institute of Energy Problems, Academy of sciences of the Republic of Uzbekistan.

E-mail: kamoliddin.8484@mail.ru

H.I. Ibragimova

Navoi State University of Mining and Technology, assistant of the department of "Electro energy".

E-mail: ikhusniya@list.ru

Annotation. This article examines improving the quality and stability of electrical energy in solar-diesel hybrid power plants through the use of an integrated hybrid energy storage system based on batteries and supercapacitors. The main challenges of hybrid power plants include rapid fluctuations in inverter output voltage, dynamic load changes, variability in renewable energy sources (solar radiation), and harmonic distortion caused by nonlinear loads. These factors lead to increased total harmonic distortion (THD), phase errors, and RMS voltage instability. These factors lead to malfunctions in consumer equipment, reduced energy efficiency, and increased diesel generator over-runs.

Keywords: EPS, energy transition, wind and solar generation, demand response, deficit modes, mode balancing, contractual relations, consumer-regulators.

Аннотация. Ushbu maqolada akkumulator batareyalari (AKB) va superkondensatorlarning integratsiyalashgan gibrid energiya saqlash tizimi asosida ishlovchi quyosh–dizel elektr stansiyalarida elektr energiyasi sifati va barqarorligini oshirishga qaratilgan. Gibrid elektr stansiyalarida asosiy muammo – invertor chiqishidagi kuchlanishning tez o‘zgarishi, yuklamaning dinamik tebranishlari, qayta tiklanuvchi manbalar (quyosh radiatsiyasi) o‘zgaruvchanligi, hamda nochiziqlik yuklamalar ta’sirida yuzaga keluvchi garmonik buzilishlardir. Bu omillar THD oshishi, fazaviy xatolar va o‘rtacha kvadrat kuchlanishning barqaror emasligiga olib keladi; natijada iste’molchilarning uskunalari ish rejimida uzilishlar, energiya samaradorligining pasayishi va dizel generatorning ortiqcha ishlash sikllariga sabab bo‘ladi

Kalit so‘zlar: Smart grid tizimi, SCADA, oqilona energiya iste’moli, quyosh-dizel elektr stansiyasi, avtomatik tartibga solish, energiya manbalarini almashtirish, Arduino mikrokontroller, gibrid energetik tizim.

ISSN 3030-3907

Аннотация. В данной статье рассматривается повышение качества и стабильности электрической энергии в солнечно-дизельных гибридных электростанциях за счёт применения интегрированной гибридной системы хранения энергии на основе аккумуляторных батарей (АКБ) и суперконденсаторов. Основной проблемой гибридных электростанций являются быстрые колебания выходного напряжения инвертора, динамические изменения нагрузки, вариативность возобновляемых источников энергии (солнечной радиации), а также гармонические искажения, возникающие под воздействием нелинейных нагрузок. Эти факторы приводят к увеличению коэффициента гармонических искажений (THD), фазовым ошибкам и нестабильности среднеквадратичного значения напряжения; в результате возникают сбои в работе потребительского оборудования, снижается энергетическая эффективность и увеличивается число избыточных рабочих циклов дизель-генератора.

Ключевые слова: Ситема smart grid,SCADA, рациональное энергопотребление, солнечно-дизельная электростанция, автоматическое регулирование, переключение источников энергии, микроконтроллер Arduino, гибридная энергосистема.

INTRODUCTION.

In the modern world, electricity is one of the most essential resources, supporting every sphere of human activity. Like any other commodity, electricity is subject to quality requirements. However, it has unique characteristics: its parameters can vary over time, and in case of complaints, it cannot be returned or exchanged. Furthermore, the quality of electricity may depend on the requirements of the specific consumer [1].

The main goal of the concept is to meet the growing demand for electricity at competitive prices and to ensure the dynamic development of the country's power sector through the modernization and reconstruction of existing power plants, the construction of new generation facilities based on high-efficiency technologies, the improvement of electricity metering systems, and the diversification of fuel and energy resources, including the development of renewable energy sources (RES).

In most developed countries around the world, renewable energy sources are increasingly being used for electricity generation, with their share exceeding 20% in some countries. In this context, the study of power quality parameters and dynamic characteristics of operating modes of photovoltaic power plants (PVPPs), when operating in parallel with traditional power systems, is highly relevant.

ISSN 3030-3907

To achieve a reliable control system for the entire electricity generation process, it is essential to integrate all components responsible for energy production, transmission, and distribution into a unified system - up to the end consumers. Such integration is necessary to ensure data synchronization and thorough analysis of all possible processes. This requirement is addressed by the concept of Smart Grids.

The essence of a Smart Grid lies not only in the delivery of electricity to various categories of consumers but also in data collection. Based on the collected data, the system allows for real-time tariff accounting, forecasting, and planning of electricity consumption and generation [2]. The intelligent control system also facilitates the integration of traditional energy sources with non-traditional renewable energy sources. This includes the hybrid operation of thermal power plants (TPPs), hydroelectric power plants (HPPs), nuclear power plants (NPPs), and diesel power plants (DPPs) with solar power plants (PVPPs), wind power plants (WPPs), and other renewable energy sources (RES) [3].

METHODS AND MATERIALS

In the context of the global transition to sustainable energy sources, the integration of solar-diesel hybrid systems (SDHPPs) into smart grids is becoming increasingly important. The combination of photovoltaics, diesel generators, and energy storage systems ensures energy supply reliability and flexibility in remote and unstable regions. A Smart Grid is an intelligent energy infrastructure that provides two-way communication between energy producers and consumers. The implementation of SDHPPs into such systems not only decentralizes power generation but also enables adaptive resource management. Hybrid solar-diesel power plants represent an increasingly viable solution for ensuring reliable electricity supply in remote or off-grid areas. By integrating photovoltaic (PV) systems with conventional diesel generators, these plants leverage the advantages of both renewable and traditional energy sources. This combination enables consistent power generation while reducing fuel consumption, operational costs, and greenhouse gas emissions.

In typical operation, solar energy is prioritized during daylight hours, powering the load directly and, when integrated with battery storage systems, charging them for later use. When solar irradiance is insufficient—due to weather conditions or during nighttime—the diesel generator compensates for the shortfall, ensuring uninterrupted energy supply. The use of advanced energy management systems allows for the intelligent coordination of energy flows between the solar PV array, diesel generator, storage systems, and the load. These systems monitor

ISSN 3030-3907

energy production and consumption in real time, optimizing the plant's efficiency and minimizing the runtime of diesel generators [3].

Structure of a Solar-Diesel Hybrid System

- a typical sdhpp includes;
- photovoltaic panels (pv);
- diesel generator;
- energy storage system (batteries and/or supercapacitors);
- inverter and controller;
- scada system for monitoring and control.

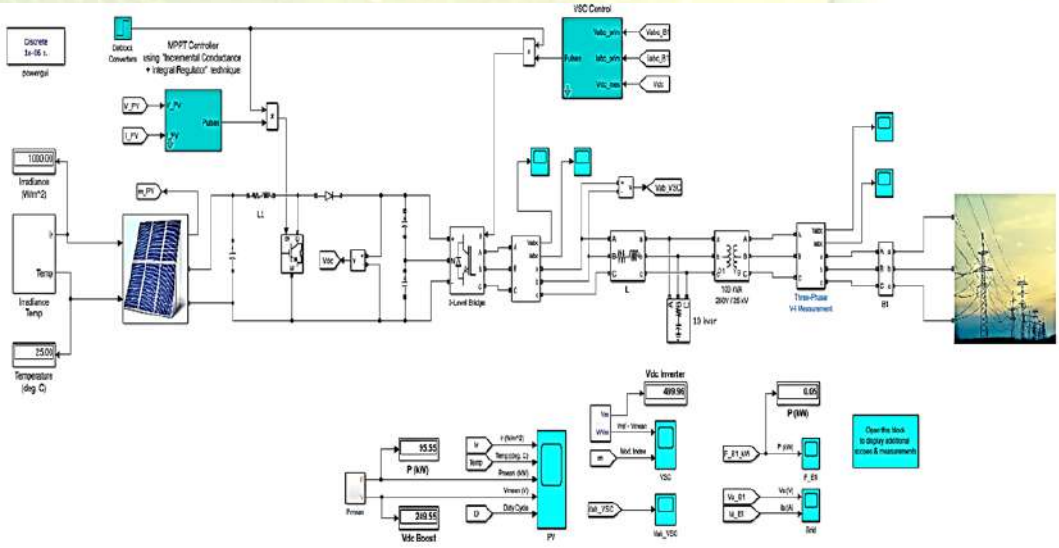


Fig.1 A simulation model of the inverter device of a solar-diesel power plant assembled in the Matlab/Simulink software package

The energy balance can be described by the equation:

$$P_{load}(t) = P_{PV}(t) + P_{DG}(t) + P_{bat}(t) \pm \Delta P(t) \quad (1)$$

where $P_{load}(t)$ is the load at time t, $P_{PV}(t)$ is the power from the solar plant, $P_{DG}(t)$ is the power from the diesel generator, $P_{bat}(t)$ is the power from the battery, and $\Delta P(t)$ represents energy losses.

Reduction of harmonic effects between inverter and diesel generator.

$$V_{sys}(t) = V_{PV}(t) + V_{DG}(t) - \Delta V_{loss}(t) \quad (2)$$

The output signal of the automatic regulator for voltage stabilization is determined according to the following law:

$$U_{ctrl}(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \quad (3)$$

where: $e(t) = V_{ref} - V_{sys}(t)$- error, $K_p K_i K_d$- proportional, integral and differential coefficients of the controller.

Integrating SDHPPs into the Smart Grid requires:

- Frequency and voltage synchronization with the grid;
- Implementation of intelligent control (e.g., predictive regulation);

ISSN 3030-3907

− Capability to store and inject energy into the grid.

Example of Energy Flow Control Algorithm

The control algorithm can be implemented as follows:

Monitor parameters: P_{PV}, P_{load}, SOC

If $P_{PV} > P_{load}$, the excess goes to charge the battery

If $P_{PV} + P_{bat} < P_{load}$, the diesel generator is started

If SOC is low, the system switches to economy mode

Control law (for automatic voltage adjustment):

$$U_{ref} = U_0 + k_p(P_{set} - P_{meas}) + k_1 \int (P_{set} - P_{meas})dt \quad (4)$$

Through this formula, voltage is automatically corrected for power deviations.

Generation suitable for covering peak loads should have other "useful" properties: be dispatched, that is, controlled by a person;

− to be as maneuverable as possible, that is, capable of delivering energy to the network in minutes, and sometimes even seconds, and not fail with an equally rapid shutdown;

− have minimal capital costs.

While intermittent alternative generation is a fraction of a percent of the dispatched generation, its saw is simply lost in the general "noise". This does not mean that the harm from intermittent alternative generation is absent at its small fraction, it means that the harm is so small that it can be neglected, but only in this case, any possible "help" from intermittent alternative generation is also so small that it can also be neglected.

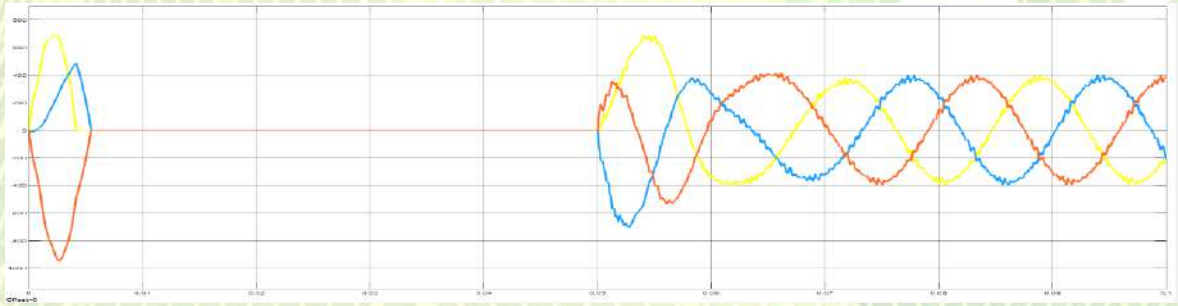


Fig.3 Parameters of the simulation model of the inverter device of a solar-diesel power plant assembled in the Matlab/Simulink software package

There are a number of methods that can be used to solve intermittent alternate generation problems, i.e. methods of balancing an emerging production saw: overproduction of alternative energy; expansion of networks; demand management; energy storage; duplication of traditional generating energy.

Results and discussion

To evaluate the efficiency of different operating modes of a Solar-Diesel Hybrid Power Plant (SDHPP), a comparative analysis was conducted for four

ISSN 3030-3907

configurations: diesel-only mode, solar-diesel mode, SDHPP with battery storage, and SDHPP with both battery and supercapacitor.

Table 1.

Comparison of SDES operating modes

Mode	Fuel Consumption (L/day)	Diesel Operation Time (h/day)	Battery Wear (%)
Diesel Only	40	24	0
Solar-Diesel	20	12	5
SDHPP with Battery	10	6	10
SDHPP with Battery and Supercapacitor	6	4	3

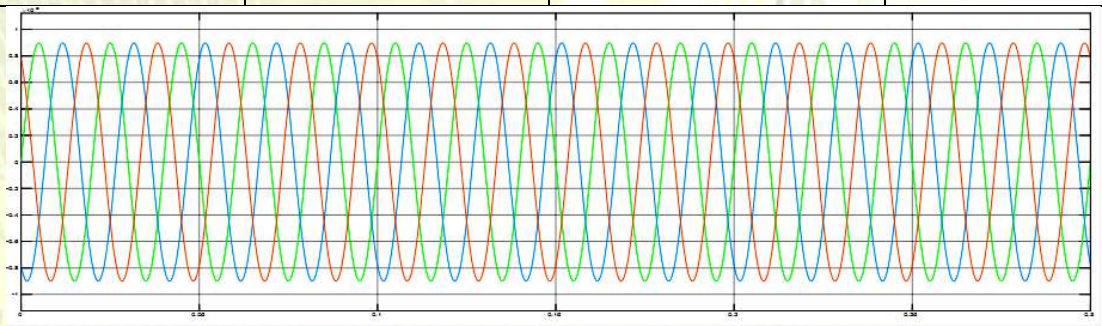


Fig.4 Graph comparing different operating modes of a solar-diesel hybrid power plant (SDHPP) on three parameters: fuel consumption (l/day), diesel runtime (hrs/day) ,battery wear (%)

Fuel Efficiency: The best performance is shown by the system with both a battery and a supercapacitor, reducing fuel consumption by 85% compared to the diesel-only mode.

1. Diesel Generator Runtime: Significantly reduced operation time extends the equipment's service life and lowers maintenance costs.

2. Battery Longevity: Integrating a supercapacitor reduces the load on the battery, minimizing degradation and increasing its lifespan.

3. Thus, the most efficient and reliable configuration is the combined use of batteries and supercapacitors, which ensures high energy efficiency and stable power supply performance.

In this table, a comparative analysis of the basic indicators of the hybrid system with integrated AKB and supercapacitors is introduced.

ISSN 3030-3907

Table 2.

Comparative analysis of controllers without filtration and use of AKB and supercapacitors

Indicator	Without Monitoring	With Monitoring	Percentage Change
Downtime	4,2 h/m	1,3 h/m	↓ 69%
Response time	90 c	25 c	↓ 72%
Energy efficiency	83 %	92 %	↑ 9%

CONCLUSION

Hybrid solar-diesel power plants offer a practical and effective approach to addressing the challenges of energy access, fuel dependency, and environmental sustainability in off-grid locations. By combining the strengths of solar power and diesel generation, these systems ensure a reliable power supply while minimizing environmental and economic costs. With ongoing advancements in technology and decreasing costs of solar components, hybrid energy systems are poised to play a key role in the future of decentralized and sustainable energy infrastructure. Analysis of information on this topic showed that there are a number of requirements for the quality of electrical energy, which are determined by the increasingly high level of use of high-tech industries in various sectors of agriculture. This is especially important for alternative generation at wind turbines, biogas stations (internal combustion engine generation) and solar power plants. There are a number of ways to improve the quality of electricity to increase the efficiency of energy supply to consumers, such as reactive power compensation devices, synchronous compensators, inverter devices, etc. It should be noted that the use of these devices is individual in each case and the choice should be made on the basis of a feasibility study. The main indicators of power quality are parameters such as voltage, frequency and harmonic distortion.

REFERENCES

1. Ibragimova X.I., Baranova M.P. Прогнозируемые энергетические характеристики фотоэлектрических преобразователей в автономных системах электроснабжения при помощи инверторного блока. (2024), Journal of Advances in Engineering Technology Vol.1(13), 2024 January-March, 2024.

2. Bhattacharyya, S. C. (2013). *Rural electrification through decentralized off-grid systems in developing countries*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5016-1

ISSN 3030-3907

3. International Renewable Energy Agency (IRENA). (2015). *Renewable power generation costs in 2014*. International Renewable Energy Agency. Retrieved from https://www.irena.org/publications.

4. Dursun, B., & Alboyaci, B. (2010). Determination of the optimum hybrid renewable power generating systems for selected locations in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 14*(5), 1402–1410. https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.006

5. Rehman, S., Bader, M. A., & Al-Moallem, S. A. (2007). Cost of solar energy generated using PV panels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews, 11*(8), 1843–1857. https://doi.org/10.1016/j.rser.2006.03.005

6. Gupta, A., & Saini, R. P. (2020). Modeling of hybrid energy system—Part I: Problem formulation and model development. *Renewable Energy, 145*, 297–311. https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.05.073

7. International Energy Agency (IEA). (2022). *World Energy Outlook 2022*. Retrieved from https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022

8. Lahmeyer International. (2016). *Hybrid power generation systems – A technology review*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

9. Liserre, M., Timbus, A. V., & Piegari, L. (2008). *Power quality improvement in hybrid systems combining wind power and diesel generators*. *IEEE Transactions on Industrial Applications, 44*(4), 1391–1399. https://doi.org/10.1109/TIA.2008.924045

10. Bobur Narzullayev; Javokhir Boboqulov, Improving reliability based on diagnostics of the technical condition of electric motor stator gutters, AIP Conf. Proc. **3331**, 030032 (2025). https://doi.org/10.1063/5.0305735

11. Turdibekov K. et al. Experimental and statistical methods for studying the modes of electric power systems under conditions of uncertainty //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 452. – C. 04002. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202345204002

12. Tursunova A. et al. Researching localization of vertical axis wind generators //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 417. – C. 03005. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341703005

13. Boboqulov J., Narzullayev B. Development of a model for diagnosing rotor conditions in the parallel connection of synchronous generators with the network // E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 525. – C. 06001. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202452506001

14. Amirov S.F., Ataullayev N.O., Ataullayev A.O., Muxammadov A.O., Majidov B.Q., A.U. Methods for reducing the temperature components of

ISSN 3030-3907

magnetomodulation DC converter errors. *E3S Web of Conferences*, **417**, 03011 (2023). https://doi.org/10.1051/e3sconf/202341703011

15. Amirov S.F., Ataullayev A.O., Sayidov M.K., Togayev I.B. Methods of reduction of interference signals in electromagnetic conductors that measure fluid flow Journal of Physics: Conference Series, 2094(5), 052053 (2021) 10.1088/1742-6596/2094/5/052053

16. Bakhodir Ramazonov, Shakhzodbek Sayfiev, Khasan Muradov, Mathematical modeling and research of high capacity lead-acid stabilized accumulator battery, AIP Conf. Proc. **3268,** 020043 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0257860

17. Khasan Murodov, Askarbek Karshibayev, and Shukhrat Abdullayev, Analysis of the process of balanced charging of the battery group with high capacity, E3S Web of Conferences **548**, 03012 (2024) https://doi.org/10.1051/e3sconf/202454803012

18. Muzaffar Xolmurodov., Shaxzod Hakimov., Umida Oripova, Improving energy efficiency in public buildings: Modern technologies and methods, AIP Conf. Proc. **3331,** 040060 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0306935

ISSN 3030-3907

МУҚОБИЛ ЭНЕРГИЯ МАНБАЛАРИ ИНВЕРТОРЛАРИ УЧУН ТАКОМИЛЛАШТИРИЛГАН БОШҚАРУВ ТИЗИМИНИНГ МАТЕМАТИК МОДЕЛИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ

Ибрагимова Х.И.

Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети "Электр энергетикаси" кафедраси ассистенти.

E-mail: ikhusniya@list.ru

Кадиров К.Ш.

Ўзбекистон Республикаси Фанлар академияси, Энергетика муаммолари институти, "Энергия самарадорлиги ва энергия тежаш тизимлари" лабораторияси мудири.

E-mail: kamoliddin.8484@mail.ru

Аннотация. Мақолада қуёш электр станциялари инверторларидан тармоққа узатиладиган электр энергияси сифатини ошириш масалалари кўриб чиқилган. dq-координаталарда LCL-фильтрли инверторнинг математик модели ишлаб чиқилган ҳамда гармоник бузилишлар ва резонанс жараёнларини камайтиришга қаратилган бошқарув алгоритми таклиф этилган. Олинган натижалар тармоқ инверторларининг барқарорлиги ва энергия самарадорлигини оширишда қўлланилиши мумкин.

Калит сўзлар: инвертор, LCL-фильтр, гармоникалар, математик модель, dq-координаталар, PI-регулятор, актив демпфирлаш, электр энергияси сифати, қуёш электр станцияси, тармоқ инвертори.

Аннотация. В статье рассматриваются вопросы повышения качества электрической энергии, передаваемой в сеть инверторами солнечных электростанций. Разработана математическая модель инвертора с LCL-фильтром в dq-координатах и предложен алгоритм управления, обеспечивающий снижение гармонических искажений и подавление резонансных процессов. Полученные результаты могут быть использованы для повышения устойчивости и энергоэффективности сетевых инверторов.

Ключевые слова: инвертор, LCL-фильтр, гармоники, математическая модель, dq-координаты, PI-регулятор, активное демпфирование, качество электроэнергии, солнечная электростанция, сетевой инвертор.

Annotation. This article considers the problem of improving the quality of electric power delivered to the grid by solar power plant inverters. A mathematical model of an inverter with an LCL filter in dq coordinates was developed, and a control algorithm was proposed to reduce harmonic distortion and suppress resonance processes. The obtained results can be used to improve the stability and energy efficiency of grid-connected inverters.

ISSN 3030-3907

Keywords: inverter, LCL filter, harmonics, mathematical model, dq coordinates, PI controller, active damping, power quality, solar power plant, grid-connected inverter.

КИРИШ.

Қайта тикланувчи энергия манбаларининг жадал ривожланиши шароитида умумий электр тармоғига узатилаётган электр энергияси сифатини юқори даражада таъминлаш энг муҳим илмий-техник вазифалардан бирига айланмоқда. Ушбу муаммо, айниқса, доимий токни фотоэлектрик модуллардан саноат частотасидаги ўзгарувчан токка айлантирувчи кучли яримўтказгичли ўзгартгичлар кенг қўлланилаётган қуёш электр станциялари учун долзарб ҳисобланади. Замонавий инвертор тизимларининг самарадорлиги юқори бўлишига қарамасдан, уларнинг иш жараёнида куч калитларининг коммутацияси туфайли ток ва кучланиш шаклининг бузилиши кузатилади. Бу эса юқори тартибли гармоникаларнинг пайдо бўлишига, қўшимча қувват йўқотишларига, электромагнит мослашувнинг ёмонлашувига ҳамда электроэнергетика тизими барқарорлигининг пасайишига олиб келади.

Қуёш электр станцияларини тармоққа улаш жараёнида инверторнинг чиқишидаги электр энергияси сифати гармоник бузилиш коэффициенти, реактив қувват даражаси, фазалар симметрияси ва частота барқарорлиги бўйича амалдаги меъёрий талабларга жавоб бериши лозим. Бироқ инверторларни бошқаришнинг анъанавий схемалари гармоникаларни самарали фильтрлаш билан бир вақтда тизимнинг динамик хусусиятларини юқори даражада сақлаб қолиш имконини ҳар доим ҳам бермайди. Амалиётда юқори частотали ташкил этувчиларни пасайтириш учун кенг қўлланиладиган LCL-фильтр оддий L ва LC фильтрларга нисбатан юқори самарадорликка эга. Шу билан бирга, LCL-фильтрдан фойдаланиш резонанс ҳодисаларининг юзага келишига сабаб бўлади, бу эса тебраниш жараёнлари кучайишига, тизим барқарорлигининг пасайишига ва тармоққа узатилаётган электр энергияси сифати ёмонлашишига олиб келиши мумкин.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ.

Сўнгги йилларда қайта тикланувчи энергия манбаларини электр тармоқларига интеграция қилиш соҳасида олиб борилган тадқиқотларда тармоққа узатилаётган электр энергияси сифатини таъминлаш масаласига алоҳида эътибор қаратилмоқда [1]. Айниқса, қуёш электр станцияларида қўлланиладиган тармоқ инверторларининг чиқиш параметрларини меъёрий талаблар даражасида ушлаб туриш, юқори тартибли гармоникаларни камайтириш, реактив қувватни бошқариш ва динамик барқарорликни

ISSN 3030-3907

таъминлаш муҳим илмий-техник вазифалардан бири ҳисобланади [2]. Анъанавий тармоқ инверторлари куч калитларининг юқори частотали коммутацияси натижасида ток ва кучланиш шаклида гармоник бузилишларни юзага келтиради [3]. Бу электр энергияси сифатига салбий таъсир кўрсатиб, қўшимча қувват йўқотишлари, электромагнит мослашувнинг ёмонлашуви ва тизим барқарорлигининг пасайишига олиб келади [4]. Шу сабабли инвертор чиқишида юқори частотали ташкил этувчиларни самарали фильтрлаш бўйича турли ёндашувлар ишлаб чиқилган.

Илмий манбаларда гармоникаларни пасайтиришнинг самарали воситаларидан бири сифатида LCL-фильтрлар кенг кўламда кўриб чиқилган [5]. Уларнинг асосий афзаллиги L ва LC фильтрларга нисбатан юқори фильтрлаш қобилиятига эгалигидир. Хусусан, LCL-фильтр юқори частотали гармоникаларни самарали сусайтириш орқали тармоққа узатилаётган ток сифатини яхшилайди [6]. Бироқ қатор тадқиқотларда қайд этилганидек, мазкур фильтр тури резонанс ҳодисаларини келтириб чиқариши мумкин, бу эса ток ва кучланиш тебранишларига, бошқарув жараёнининг мураккаблашишига ҳамда тизим барқарорлигининг пасайишига сабаб бўлади [7]. Мавжуд илмий ишларда LCL-фильтрли инверторларда резонансни бартараф этиш учун асосан пассив ва актив демпфирлаш усуллари таклиф қилинган [8]. Пассив демпфирлашда қўшимча резистив элементлар қўлланилиб, резонанс амплитудаси камайтирилади. Аммо кўплаб муаллифлар ушбу ёндашувнинг асосий камчилиги сифатида қўшимча энергия йўқотишлари, фойдали иш коэффициентининг пасайиши ва умумий энергия самарадорлигининг камайишини таъкидлайдилар [9]. Шу боис кейинги тадқиқотларда пассив усулларга муқобил равишда актив бошқарувга асосланган ечимларга қизиқиш ортиб бормоқда.

Замонавий тадқиқотларда тармоқ инверторларини таҳлил қилиш ва бошқаришда синхрон айланувчи dq координаталар тизими кенг қўлланилмоқда [10]. Ушбу усул уч фазали электр катталикларини соддалаштирилган икки каналли кўринишга келтириш имконини беради, токнинг актив ва реактив ташкил этувчиларини ажратиш, уларни мустақил бошқариш ҳамда тармоқ ўзгартгичининг бошқарув сифатини оширишга хизмат қилади [11]. dq координаталарида қурилган моделлар асосида PI-регуляторлар ёрдамида статик хатоликларни камайтириш, динамик жараёнларни яхшилаш ва токни аниқ бошқариш имконияти мавжудлиги илмий жиҳатдан асосланган [12]. Шунингдек, адабиётларда decoupling-компенсация усулларидан фойдаланиш d ва q ўқлари ўртасидаги ўзаро

ISSN 3030-3907

таъсирни бартараф этишда муҳим аҳамиятга эгалиги кўрсатилган [13]. Бу эса актив ва реактив қувватларни мустақил бошқариш, бошқарув тизимининг тезкорлигини ошириш ва ташқи таъсирлар ўзгарганда ҳам барқарор ишлашни таъминлаш имконини беради [14]. Сўнгги илмий ишлар таҳлили шуни кўрсатадики, актив демпфирлаш алгоритмлари LCL-фильтрли инверторларда резонансни пассив элементларсиз бартараф этишнинг энг истиқболли йўналишларидан бири ҳисобланади [15]. Бундай ёндашувларда резонанс ҳодисаси дастурий йўл билан сусайтирилади, бу эса қувват йўқотишларини камайтириш, қурилманинг фойдали иш коэффициентини сақлаш ва электр энергияси сифатини халқаро талаблар даражасига яқинлаштириш имконини беради [16]. Хусусан, электр энергияси сифати бўйича THD < 5 % талабини таъминлаш учун инверторнинг математик модели ва бошқарув алгоритми етарлича аниқ ва барқарор бўлиши зарур [17]. Шундай қилиб, адабиётлар таҳлилидан кўринадики, қуёш электр станциялари тармоқ инверторларида электр энергияси сифатини ошириш муаммоси ҳозирги кунгача долзарблигини сақлаб қолмоқда. Мавжуд тадқиқотларда LCL-фильтрларнинг гармоникаларни камайтиришда юқори самарадорлиги исботланган бўлса-да, уларда юзага келадиган резонанс жараёнларини қўшимча энергия йўқотишларисиз бартараф этиш масаласи тўлиқ ечимини топмаган. Шу нуқтаи назардан, Кирхгоф қонунларига асосланган, синхрон dq координаталар тизимида ифодаланган, decoupling-компенсация ва active damping алгоритмларини ўз ичига олган такомиллаштирилган математик моделни ишлаб чиқиш муҳим илмий аҳамиятга эга.

ТАДҚИҚОТ МЕТОЛОГИЯСИ.

Инвертордаги индуктив ғалтакдаги кучланишлар баланси (Кирхгофнинг II-қонуни). Инвертор кучланиши (U_{inv}) ҳамда ундаги конденсаторнинг кучланиши (U_{kond}) орасидаги фарқ биринчи индуктив ғалтакда (L_1) ток ўзгаришиларини юзага келтиради (қаршиликларни назарий соддалаштирамиз):

$$U_{\text{инв,АБС}} - U_{\text{конд,АБС}} = L_1 \frac{dI_{1,ABC}}{dt} \qquad (1)$$

Бу ерда, $U_{\text{инв,АБС}}$ - Инверторнинг чиқиш кучланиши (АБС уч фазали учун) [В];

$U_{\text{конд,АБС}}$ - LCL-фильтр конденсаторидаги кучланиш [В];

L_1 - Инвертор томонидаги индуктив ғалтакнинг индуктивлиги [Gn];

$I_{1,ABC}$ - Инвертордан чиқиб, L_1 индуктив ғалтак орқали оқаётган ток [А];

t – вақт ўзгариши [с].

ISSN 3030-3907

Тармоқ индуктив ғалтагидаги кучланишлар баланси: Конденсатор ва электр тармоғи ($U_{\text{тарм}}$) орасидаги муносабат иккинчи индуктив ғалтакни (L_2) ифодалайди:

$$U_{\text{конд,АБС}} - U_{\text{тарм,АБС}} = L_2 \frac{dI_{2,ABC}}{dt} \quad (2)$$

Bu yerda, $U_{\text{тарм,АБС}}$ – умумий электр тармоғининг кучланиши [В];

L_2 - тармоқ томонидаги индуктив ғалтакнинг индуктивлиги [Gn];

$I_{2,ABC}$ - умумий электр тармоғига узатилаётган ток [А];

Тугундаги умумий токларининг баланси (Кирхгофнинг I-қонунига асосан): Инвертордан чиққан ток ($I_{1,ABC}$) тармоққа кетаётган ток ($I_{2,ABC}$) ва конденсатор орқали ерга оқувчи токка ($I_{\text{конд}}$) бўлинади:

$$I_{1,ABC} = I_{2,ABC} + I_{\text{конд}} \quad (3)$$

Бу ерда, $I_{\text{конд}}$ - конденсатор орқали оқиб ўтувчи ток [А];

Конденсаторнинг дифференциал хоссаси: Конденсатор токи ундаги кучланишнинг вақт бўйича ҳосиласига тенг:

$$I_{\text{конд}} = C_{\text{конд}} \frac{dU_{\text{конд,АБС}}}{dt} \quad (4)$$

Бу ерда, $C_{\text{конд}}$ - LCL-фильтр конденсаторининг сиғими [Ф]

$\frac{dU_{\text{конд,АБС}}}{dt}$ - конденсатордаги кучланишнинг вақт бўйича ўзгариш тезлиги.

Тизимнинг умумлашган тенгламасини тузиш: (1), (2), (3) тенгламаларни бирлаштириб, тизимнинг АБС фазалардаги кўринишини қуйдагича келтирамиз:

$$U_{\text{инв,АБС}} = (L_1 + L_2) \frac{dI_{2,ABC}}{dt} + U_{\text{тарм,АБС}} + L_1 \frac{dI_{\text{конд,АБС}}}{dt} \quad (5)$$

Роберт Парк вектори: Ўзгарувчан синусоидал сигналларни бошқариш қийинлиги сабабли, $АБС$ фазаларни ω тезликда айланувчи dq фазовий векторга ўтказамиз:

$$X_{dq} = X_{ABC} \cdot e^{-j\omega t} \quad (6)$$

Бу ерда, X_{dq} - кучланиш ёки токнинг айланувчи dq координаталардаги комплекс вектори.

X_{ABC} - кучланиш ёки токнинг қўзғалмас АБС фазалардаги вектори.

$e^{-j\omega t}$ - тармоқ частотаси билан айланувчи Роберт Парк оператори.

ω - тармоқнинг бурчак тезлигию

Айланувчи фазодаги ҳосила қоидаси: Вектор айланаётгани сабабли, вақт бўйича ҳосила олинганда (Эйлер формуласига асосан) қўшимча ω (айланиш) параметри ҳосил бўлади:

$$\frac{d}{dt}\left(X_{dq} e^{j\omega t}\right) = \left(\frac{dX_{dq}}{dt} + j\omega X_{dq}\right) e^{j\omega t} \quad (7)$$

ISSN 3030-3907

dq фазосидаги комплекс тенглама: (7) формуладаги ҳосила олинганда, (8) формулага қўядиган бўлсак, тизимнинг комплекс математик модели пайдо бўлади:

$$U_{\text{инв},dq} = (L_1 + L_2)\frac{dI_{2,dq}}{dt} + j\omega(L_1 + L_2)I_{2,dq} + U_{\text{тарм},dq} + U_{L1,\text{конд},dq} \quad (8)$$

Бу ерда, $U_{\text{инв},dq}$ - инвертор кучланишининг dq фазосидаги вектори.

$I_{2,dq}$ - тармоққа узатилаётган токнинг dq фазосидаги вектори.

$U_{\text{тарм},dq}$ - тармоқ кучланишининг dq фазосидаги вектори.

$U_{L1,\text{конд},dq}$ - конденсатор токининг ўзгариши сабабли L_1 индуктив ғалтакда юзага келувчи кучланиш тушиши.

Актив қувват (d-ўқи) тенгламанинг фақат ҳақиқий қисмларини ажратамиз. Бу ерда $-\omega(L_1 + L_2)I_q$ пайдо бўлади (бу фазаларнинг бир-бирига халақит беришидир):

$$U_{\text{инв},d} = (L_1 + L_2)\frac{dI_{2,d}}{dt} - \omega(L_1 + L_2)I_{2,q} + U_{\text{тарм},d} + U_{L1,\text{конд},d} \quad (9)$$

Бу ерда, $U_{\text{инв},d}$, $U_{\text{тарм},d}$ - инвертор ва тармоқ кучланишининг актив ташкил этувчилари.

$I_{2,d}$ - тармоқ токининг актив ташкил этувчиси.

$I_{2,q}$ - тармоқ токининг реактив ташкил этувчиси (айнан мана шу элемент d - ўқида халақитни юзага келтиради).

Реактив қувват (q-ўқи) (8) тенгламанинг мавҳум (j) қисмларини ажратамиз. Бу ерда ҳам $\omega(L_1 + L_2)I_d$ халақит берувчи қисм бор:

$$U_{\text{инв},q} = (L_1 + L_2)\frac{dI_{2,q}}{dt} + \omega(L_1 + L_2)I_{2,d} + U_{\text{тарм},q} + U_{L1,\text{конд},q} \quad (10)$$

Бу ерда, $U_{\text{инв},q}$, $U_{\text{тарм},q}$ - инвертор ва тармоқ кучланишининг реактив ташкил этувчилари.

$I_{2,q}$ - тармоқ токининг реактив ташкил этувчиси.

$I_{2,d}$ - тармоқ токининг актив ташкил этувчиси (айнан мана шу элемент q - ўқида халақитни юзага келтиради).

Тармоққа энергияни беришда динамик бузилишларни аниқлаш: Тармоққа берилиши керак бўлган ток билан ҳақиқий ток ўртасидаги фарқ бошқарув тизимига узатилади:

$$e(t) = I_{\text{ном},dq}(t) - I_{2,dq}(t) \quad (11)$$

Бу ерда, $e(t)$ - бошқарув тизимидаги жорий хатолик сигнали.

$I_{\text{ном},dq}(t)$ - тармоққа узатилиши талаб қилинган (номинал) ток вектори

Такомиллаштириладиган курилмадаги PI-регулятор тенгламаси Мана шу хатоликни нолга тушириш ($\frac{dI_2}{dt} \to 0$ га интилиш) учун Пропорционал-Интеграл алгоритм ёзилади:

ISSN 3030-3907

$$U_{PI}(t) = K_p \cdot e(t) + K_i \int e(t)dt \quad (12)$$

Бу ерда, $U_{PI}(t)$ - PI-регулятор ишлаб чиқарган дастлабки бошқарувчи кучланиш.

K_p – пропорционал кучайтириш коэффициенти (тезкорлик учун).

K_i - интеграл кучайтириш коэффициенти (статик хатоликни йўқотиш учун).

Ўзаро таъсирни узиш: (9) ва (10) формулалардаги зарарли параметрларни йўқ қилиш учун бошқарув тизимига махсус тескари кучланишлар (компенсация) қўшилади:

$$\Delta U_{LCL,d} = -\omega(L_1 + L_2)I_q,$$
$$\Delta U_{LCL,q} = \omega(L_1 + L_2)I_d \quad (13)$$

Бу ерда, $\Delta U_{LCL,d}$, $\Delta U_{LCL,q}$ - d ва q ўқлари бўйича фазаларнинг бир-бирига халақит беришини йўқ қилувчи (инкор этувчи) тескари компенсация кучланишлари.

Резонансни актив сўндириш: LCL-фильтрнинг табиатидан келиб чиқадиган чексиз тебранишни (резонансни) пассив резисторсиз, дастурий тарзда бўғиш учун, конденсатор токи ($I_{\text{конд}}$) виртуал қаршиликка (K_d) кўпайтирилиб, тизимга тескари зарба (минус ишораси билан) берилади:

$$U_{\text{резонс}}(t) = -K_d \cdot I_{\text{конд}}(t) \quad (14)$$

Бу ерда, $U_{\text{резонс}}(t)$ - LCL-фильтрдаги резонансни математик бўғиш учун тизимга уриладиган тескари кучланиш.

K_d - виртуал қаршилик коэффициенти

$I_{\text{конд}}(t)$ - конденсаторнинг ҳақиқий (ўлчанган) токи.

Умумлашган якуний такомиллаштирилган модель: тармоқ билан синхронизация ($U_{\text{тарм}}$), хатоликни йўқотиш (PI-регулятор, (12)), фазаларни мустақил қилиш (13) ва резонансни математик сўндириш (14) жараёнларининг барчасини ягона математик тизимга бирлаштирамиз:

$$U_{\text{инв,АБС}} = U_{\text{тарм,АБС}}(t) + (K_d \cdot e(t) + K_i \int e(t)dt) + \Delta U_{LCL} - K_d \cdot I_{\text{конд}}(t) \quad (15)$$

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР

Энг кичик квадратлар усули ёрдамида математик моделнинг адекватлигини ва тажриба натижаларига қанчалик мос келишини текширамиз. Моделни синовдан ўтказишда энг кичик квадратлар усулининг моҳияти шундан иборатки, у симуляцияда (ёки тажрибада) олинган реал натижалар билан сизнинг математик формулангиз ҳисоблаб берган назарий натижалар ўртасидаги фарқларнинг (хатоликларнинг) квадратлари йиғиндисини минималлаштиради.

Энг кичик квадратлар усули орқали математик моделни синовдан ўтказиш босқичлари:

ISSN 3030-3907

1-босқич: Мақсад функциясини (Квадратлар йиғиндисини) тузиш.

Текширив вақтида n та нуқтада (масалан, ҳар 0.001 секундда) тармоқ токи ўлчанади. Текширивдаги ҳақиқий токни $I_{ном}(t_i)$, яратилган модель (15) асосида ҳисобланган назарий токни эса $I_{наз}(t_i)$, деб қабул қилинади.

Энг кичик квадратлар усулининг бош шарти - бу икки қиймат ўртасидаги хатоликлар квадрати йиғиндиси (S) минимумга интилиши керак:

$$S = \sum_{i=1}^{n}\left(I_{ном}(t_i) - I_{наз}(t_i)\right)^2 \to min \qquad (16)$$

2-босқич: Адекватлик дисперсиясини ҳисоблаш: яратилган моделнинг реал жараёндан ўртача қанчалик четга чиқишини баҳолаш учун қолдиқ дисперсия ($S^2_{қол}$) топилади. Бу ерда n - текширивлар (нуқталар) сони, m - математик моделдаги номаълум коэффициентлар сони (масалан, Kp, Ki, Kd учун m=3).

$$S^2_{қол} = \frac{S}{n-m} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(I_{ном}(t_i) - I_{наз}(t_i)\right)^2}{n-m} \qquad (17)$$

3-босқич: Текширивнинг ўз дисперсиясини ҳисоблаш. Реал текширивнинг (ёки симуляциянинг) ўзида ҳам шовқинлар бўлади. Сигналнинг ўртача қийматини $I_{ўрт}$ деб, текширив хатолиги дисперсияси қуйидагича аниқланади:

$$S^2_{ўрт} = \frac{\sum_{i=1}^{n}\left(I_{ном}(t_i) - I_{ўрт}\right)^2}{n-1} \qquad (18)$$

Фишер (Fisher) мезони бўйича. Энг кичик квадратлар усулининг мантиқий якуни - бу Фишер мезонидир (F). У назарий моделнинг хатолиги текширивнингнинг ўз хатолигидан катта эмаслигини исботлайди. Ҳисобланган Фишер коэффициенти қуйидагича топилади:

$$F_{тек} = \frac{S^2_{қол}}{S^2_{ўрт}} \qquad (19)$$

Ишлаб чиқилган dq фазосидаги актив филтрли (LCL) моделларининг текширив натижаларига мослигини синовдан ўтказиш учун энг кичик квадратлар усули қўлланилди. Текширив ва назарий ток қийматлари ўртасидаги қолдиқ дисперсия ($S^2_{қол}$) баҳоланди ва Фишер (Fisher) мезони ҳисоблаб чиқилди. Текширув натижасида ҳисобланган Фишер коэффициенти жадвал қийматидан кичиклиги ($F_{тек} < F_{жад}$) аниқланди. Бу эса ишлаб чиқилган математик моделнинг 95% ишончлилик даражасида ($\alpha=0.05$) мутлақо адекват эканлигини ва реал инвертор тизимларида энергия сифатини ошириш учун хизмат қилишини математик жиҳатдан қатъий асос ҳисобланади.

ISSN 3030-3907

ФОЙДАЛИ АДАБИЕТЛАР РЎЙХАТИ

1. Ibragimova X.I., Baranova M.P. Прогнозируемые энергетические характеристики фотоэлектрических преобразователей в автономных системах электроснабжения при помощи инверторного блока. (2024), Journal of Advances in Engineering Technology Vol.1(13), 2024 January-March, 2024.
2. Blaabjerg, F., Teodorescu, R., Liserre, M., Timbus, A. V. Overview of Control and Grid Synchronization for Distributed Power Generation Systems // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2006. Vol. 53, No. 5. P. 1398–1409. DOI: 10.1109/TIE.2006.881997.
3. Teodorescu, R., Liserre, M., Rodriguez, P. Grid Converters for Photovoltaic and Wind Power Systems. John Wiley & Sons, 2011. DOI: 10.1002/9780470667057.
4. Liserre, M., Blaabjerg, F., Hansen, S. Design and Control of an LCL-Filter-Based Three-Phase Active Rectifier // IEEE Transactions on Industry Applications. 2005. Vol. 41, No. 5. P. 1281–1291. DOI: 10.1109/TIA.2005.853373.
5. Beres, R. N., Wang, X., Blaabjerg, F., Bak, C. L., Liserre, M. A Review of Passive Filters for Grid-Connected Voltage Source Converters // 2014 IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC). 2014. DOI: 10.1109/APEC.2014.6803611.
6. Dannehl, J., Liserre, M., Fuchs, F. W. Filter-Based Active Damping of Voltage Source Converters With LCL Filter // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2011. Vol. 58, No. 8. P. 3623–3633. DOI: 10.1109/TIE.2010.2081952.
7. Peña-Alzola, R., Liserre, M., Blaabjerg, F., Ordonez, M., Yang, Y. LCL-Filter Design for Robust Active Damping in Grid-Connected Converters // IEEE Transactions on Industrial Informatics. 2014. Vol. 10, No. 4. P. 2192–2203. DOI: 10.1109/TII.2014.2361604.
8. Yao, W., Yang, Y., Zhang, X., Blaabjerg, F., Loh, P. C. Design and Analysis of Robust Active Damping for LCL Filters Using Digital Notch Filters // IEEE Transactions on Power Electronics. 2017. Vol. 32, No. 3. P. 2360–2375. DOI: 10.1109/TPEL.2016.2565598.
9. Ben Said-Romdhane, M., Naouar, M. W., Slama-Belkhodja, I., Monmasson, E. Robust Active Damping Methods for LCL Filter-Based Grid-Connected Converters // IEEE Transactions on Power Electronics. 2017. Vol. 32, No. 9. P. 6739–6750. DOI: 10.1109/TPEL.2016.2626290.
10. Xu, J., Xie, S. LCL-Resonance Damping Strategies for Grid-Connected Inverters with LCL Filters: A Comprehensive Review // Journal of Modern Power Systems and Clean Energy. 2018. Vol. 6. P. 292–305. DOI: 10.1007/s40565-017-0319-7.

ISSN 3030-3907

11. Bahrani, B., Karimi, A., Rey, B., Rufer, A. Decoupled dq-Current Control of Grid-Tied Voltage Source Converters Using Nonparametric Models // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2013. Vol. 60, No. 4. P. 1356–1366. DOI: 10.1109/TIE.2012.2185017.
12. Zhou, S., Liu, J., Zhou, L., Zhang, Y. DQ Current Control of Voltage Source Converters with a Decoupling Method Based on Preprocessed Reference Current Feed-forward // IEEE Transactions on Power Electronics. 2017. Vol. 32, No. 11. P. 8904–8921. DOI: 10.1109/TPEL.2017.2651139.
13. Ghasemi, M. A., Zarei, S. F., Peyghami, S., Blaabjerg, F. A Theoretical Concept of Decoupled Current Control Scheme for Grid-Connected Inverter with L-C-L Filter // Applied Sciences. 2021. Vol. 11. Art. 6256. DOI: 10.3390/app11146256.
14. Yoon, S.-J., Lai, N. B., Kim, K.-H. A Systematic Controller Design for a Grid-Connected Inverter with LCL Filter Using a Discrete-Time Integral State Feedback Control and State Observer // Energies. 2018. Vol. 11, No. 2. Art. 437. DOI: 10.3390/en11020437.
15. Zhu, D., Zou, X., Zhao, Y., Peng, T., Zhou, S., Kang, Y. Systematic Controller Design for Digitally Controlled LCL-Type Grid-Connected Inverter with Grid-Current-Feedback Active Damping // International Journal of Electrical Power & Energy Systems. 2019. Vol. 110. P. 642–652.
16. Wang, X., Blaabjerg, F., Loh, P. C. Grid-Current-Feedback Active Damping for LCL Resonance in Grid-Connected Voltage-Source Converters // IEEE Transactions on Power Electronics. 2016. Vol. 31, No. 1. P. 213–223. DOI: 10.1109/TPEL.2015.2411851.
17. Wang, X., Blaabjerg, F., Loh, P. C. Virtual RC Damping of LCL-Filtered Voltage Source Converters with Extended Selective Harmonic Compensation // IEEE Transactions on Power Electronics. 2015. Vol. 30, No. 9. P. 4726–4737. DOI: 10.1109/TPEL.2014.2361853

ISSN 3030-3907

XAVFLI ISHLAB CHIQARISH OBYEKTLARIDA ICHKI NAZORAT TIZIMINI MODERNIZATSIYA QILISH VA UNING XAVFSIZLIK SAMARADORLIGIGA TA’SIRI

Normayev Qobilbek Husanovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Pardayeva Shahlo Saxibjonovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Xujamov Shohjaxon Fazliddin o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti 29A-22 MMTX guruh talabasi.

Annotatsiya. Ushbu maqolada xavfli ishlab chiqarish obyektlarida ichki nazorat tizimini modernizatsiya qilish masalalari k**o‘**rib chiqilgan. Tadqiqot NKMK Uchquduqdagi GMZ-3 va boshqa konlar misolida olib borilib, nazorat mexanizmlarini optimallashtirish, xodimlar malakasini oshirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish orqali xavfsizlik samaradorligini oshirish y**o‘**llari tahlil qilingan. Maqolada elektron monitoring tizimlari, sensorlar va texnologiyalaridan foydalanish orqali ishlab chiqarish jarayonlarida xavf-xatarlarni kamaytirish imkoniyatlari asoslab berilgan. Shuningdek, statistik ma’lumotlar asosida modernizatsiya natijasida xavfsizlik koʻrsatkichlarining sezilarli darajada yaxshilangani koʻrsatib berilgan. Tadqiqot natijalari ichki nazorat tizimini takomillashtirish ishlab chiqarish xavfsizligini oshirishda muhim omil ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: ichki nazorat tizimi, xavfsizlik, kon sanoati, raqamli texnologiyalar, monitoring, mehnat muhofazasi.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы модернизации системы внутреннего контроля на опасных производственных объектах. Исследование проведено на примере ГМЗ-3 и других месторождений НГМК в Учкудуке, где анализируются пути повышения эффективности безопасности за счёт оптимизации контрольных механизмов, повышения квалификации персонала и внедрения цифровых технологий. Особое внимание уделено использованию электронных систем мониторинга, датчиков и технологий , позволяющих снизить уровень производственных рисков. На основе статистических данных показано, что внедрение модернизированной системы внутреннего контроля способствует значительному снижению количества аварийных ситуаций и повышению уровня соблюдения требований безопасности. Результаты исследования

ISSN 3030-3907

подтверждают, что совершенствование системы внутреннего контроля является важным фактором повышения промышленной безопасности.

Ключевые слова: система внутреннего контроля, безопасность, горнодобывающая промышленность, цифровые технологии, мониторинг, охрана труда.

Annotation. This article examines the modernization of internal control systems at hazardous industrial facilities. The study is based on the example of GMZ-3 and other mining sites of NMMC in Uchkuduk, focusing on improving safety efficiency through optimization of control mechanisms, enhancement of personnel qualifications, and implementation of digital technologies. Special attention is given to the use of electronic monitoring systems, sensors, and technologies, which help reduce industrial risks. Based on statistical data, the study demonstrates that modernization of the internal control system significantly decreases the number of hazardous incidents and improves compliance with safety regulations. The results confirm that improving internal control systems is a key factor in enhancing industrial safety.

Keywords: internal control system, safety, mining industry, digital technologies, monitoring, labor protection.

KIRISH.

Zamonaviy sanoat korxonalarida, ayniqsa konchilik va metallurgiya sohasida ishlab chiqarish jarayonlarining murakkablashuvi xavfsizlikni ta’minlash masalasini yanada dolzarb qilib qo‘ymoqda. Xavfli ishlab chiqarish obyektlarida texnologik jarayonlarning uzluksizligi, yuqori energiya sig‘imi va inson omilining mavjudligi turli xil ishlab chiqarish xavf-xatarlarini yuzaga keltiradi. Shu sababli ichki nazorat tizimini samarali tashkil etish va uni zamonaviy talablarga mos ravishda modernizatsiya qilish muhim ilmiy va amaliy vazifa hisoblanadi. Ichki nazorat tizimi ishlab chiqarish jarayonlarining xavfsizligini ta’minlash, mehnatni muhofaza qilish talablariga rioya etilishini nazorat qilish hamda favqulodda vaziyatlarning oldini olishda asosiy boshqaruv vositalaridan biri hisoblanadi. An’anaviy nazorat usullari ko‘p hollarda yetarli darajada samarali bo‘lmay, real vaqt rejimida tezkor qaror qabul qilish imkoniyatini cheklaydi. Bu esa ishlab chiqarishdagi xavfli holatlarning o‘z vaqtida aniqlanmasligiga olib kelishi mumkin. So‘nggi yillarda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi ichki nazorat tizimlarini tubdan takomillashtirish imkonini yaratmoqda. Xususan, elektron monitoring tizimlari, sensorlar, IoT texnologiyalari hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari yordamida ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida kuzatish, tahlil qilish va boshqarish imkoniyati kengaymoqda. Bu esa xavfsizlik darajasini oshirish bilan birga inson omili ta’sirini sezilarli

ISSN 3030-3907

darajada kamaytiradi. Mazkur tadqiqot ishida NKMK Uchquduqdagi GMZ-3 va boshqa konlar misolida ichki nazorat tizimini modernizatsiya qilish masalalari o‘rganilgan. Tadqiqotning asosiy e’tibori nazorat mexanizmlarini optimallashtirish, xodimlar malakasini oshirish hamda raqamli texnologiyalarni joriy etish orqali ishlab chiqarish xavfsizligini oshirishga qaratilgan.

ASOSIY QISM. Ichki nazorat tizimini modernizatsiya qilishning nazariy va amaliy asoslari Ichki nazorat tizimi sanoat korxonalarida, ayniqsa, xavfli ishlab chiqarish obyektlarida xavfsizlikni ta’minlashning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida texnologik jarayonlarning murakkablashuvi, inson omilining yuqori ta’siri hamda texnik vositalarning ko‘pligi ichki nazorat tizimlarini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltiradi. NKMK tizimidagi konlar, xususan GMZ-3 va boshqa ishlab chiqarish obyektlarida xavfsizlikni ta’minlash uchun mavjud nazorat tizimlari doimiy ravishda takomillashtirib borilishi lozim. Modernizatsiya jarayonining asosiy maqsadi – xavf-xatarlarni kamaytirish, ishchi xavfsizligini oshirish va ishlab chiqarish samaradorligini ta’minlashdir.

Nazorat jarayonining tizimli tashkil etilishi. Nazorat jarayonining tizimli tashkil etilishi ishlab chiqarish obyektlarida xavfsizlik, samaradorlik va barqarorlikni ta’minlashning eng muhim omillaridan biridir. Har qanday korxonada texnologik jarayonlar murakkab va ko‘p bosqichli bo‘lib, ularni nazoratsiz qoldirish turli xavf-xatarlarni keltirib chiqarishi mumkin. Shu sababli nazorat jarayonlarini yagona tizim asosida tashkil etish, ularni doimiy ravishda takomillashtirib borish zamonaviy ishlab chiqarishning ajralmas qismiga aylangan.

Tizimli nazorat deganda barcha tekshiruv, monitoring va tahlil jarayonlarining yagona reja va tartib asosida olib borilishi tushuniladi. Bunday yondashuv nazoratning uzluksizligini ta’minlab, har bir bosqichda aniqlik va tezkorlikka erishishga yordam beradi. Ayniqsa, ishlab chiqarish jarayonlarida xavfsizlik talablariga rioya etilishi doimiy nazoratni talab qiladi. Agar nazorat tizimi yaxshi tashkil etilgan bo‘lsa, nosozliklar va kamchiliklar o‘z vaqtida aniqlanadi va ularning oldi olinadi.

Zamonaviy yondashuvlarda nazorat jarayonlarini raqamlashtirish muhim o‘rin tutadi. An’anaviy qog‘oz jurnallar o‘rniga elektron jurnallar va avtomatlashtirilgan monitoring tizimlaridan foydalanish samaradorlikni sezilarli darajada oshiradi. Elektron tizimlar orqali tekshiruv natijalari tezkor qayd etiladi, bu esa vaqtni tejaydi va ma’lumotlarni yo‘qotish xavfini kamaytiradi. Shuningdek, inson omili bilan bog‘liq xatoliklar, masalan noto‘g‘ri yozuv yoki ma’lumotlarni unutib qoldirish holatlari keskin kamayadi. Eng muhimi, bunday tizimlar yig‘ilgan

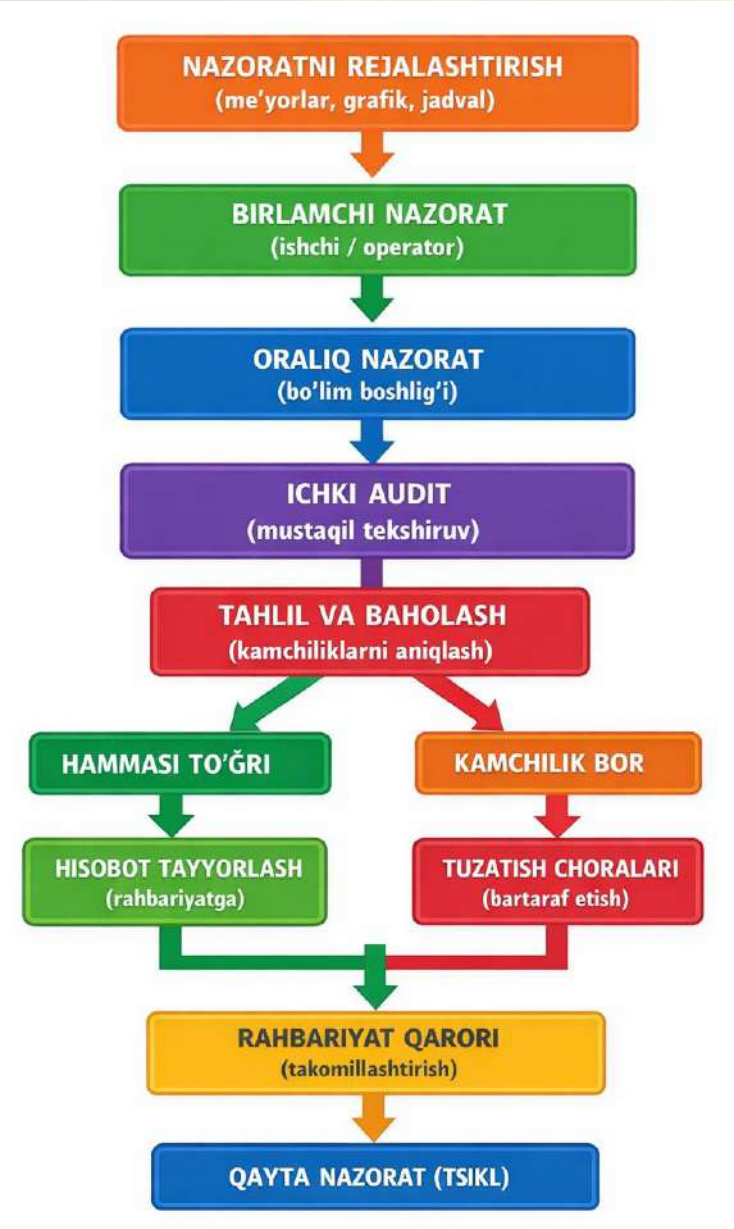
ISSN 3030-3907

ma’lumotlarni tahlil qilish, statistik hisobotlar tuzish va kelajakdagi xavflarni oldindan prognoz qilish imkonini beradi.

Nazorat tizimini samarali tashkil etishda tekshiruvlar chastotasi va muddatlarini standartlashtirish ham katta ahamiyatga ega. Rejalashtirilgan nazorat ishlari aniq grafik asosida olib borilganda, ishlab chiqarish jarayonlari izchil kuzatib boriladi. Bu esa favqulodda tekshiruvlar sonini kamaytirib, korxona faoliyatini barqarorlashtiradi. Standartlashtirilgan nazorat tizimi xodimlar uchun ham qulaylik yaratadi, chunki ular o‘z vazifalarini aniq muddat va talablar asosida bajaradilar.

Bundan tashqari, nazorat jarayonining tizimli tashkil etilishi xodimlarning mas’uliyatini oshiradi. Har bir ishchi va mutaxassis o‘z faoliyati ustidan doimiy nazorat mavjudligini his qilgan holda, xavfsizlik qoidalariga yanada jiddiyroq yondashadi. Bu esa ishlab chiqarishda baxtsiz hodisalar sonini kamaytirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, rahbariyat uchun ham nazorat natijalari asosida to‘g‘ri boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyati kengayadi.

ISSN 3030-3907



Sxema 1. Ichki nazorat tizimi sxemasi – tekshirish jarayonlari va javobgarlik darajalari

Favqulodda vaziyatlar va chora-tadbirlar tizimi. Favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimi ishlab chiqarish obyektlarida ichki nazoratning eng muhim va ajralmas tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Har qanday korxonada turli xil xavf-xatarlar yuzaga kelishi ehtimoli mavjud bo‘lib, ularni oldindan baholash va yuzaga kelgan holatlarda tezkor choralar ko‘rish ishlab chiqarish xavfsizligini ta’minlashda hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi. Shu sababli favqulodda vaziyatlarni boshqarish tizimini zamonaviy talablar asosida takomillashtirish zarur.

Modernizatsiya jarayonida favqulodda vaziyatlar rejasi qayta ko‘rib chiqilib, u real ishlab chiqarish sharoitlariga maksimal darajada moslashtiriladi. Har bir korxonaning texnologik jarayonlari, foydalanilayotgan uskunalari va ish sharoiti

ISSN 3030-3907

o‘ziga xos bo‘lgani sababli umumiy andozaviy reja yetarli bo‘lmaydi. Shu bois, favqulodda vaziyatlar rejasi aynan shu korxona faoliyatiga mos ravishda ishlab chiqilishi lozim. Bu esa rejaning samaradorligini oshiradi va real vaziyatlarda uni qo‘llashni osonlashtiradi.

Favqulodda vaziyatlar rejasi faqat nazariy hujjat sifatida qolib ketmasligi kerak. Uni amaliy mashg‘ulotlar orqali muntazam sinovdan o‘tkazish muhimdir. Mashg‘ulotlar davomida xodimlar favqulodda vaziyatlarda qanday harakat qilishni o‘rganadilar, evakuatsiya yo‘llari, xavfsizlik qoidalari va birinchi yordam ko‘rsatish tartiblarini amalda qo‘llab ko‘radilar. Bunday mashqlar orqali mavjud kamchiliklar aniqlanadi va reja yanada takomillashtiriladi. Natijada, haqiqiy favqulodda holat yuzaga kelganda xodimlar sarosimaga tushmay, aniq va tezkor harakat qiladilar.

Integratsiyalashgan nazorat mexanizmlari. Integratsiyalashgan nazorat mexanizmlari zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarida ichki nazorat tizimini takomillashtirishning eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Bugungi kunda alohida-alohida ishlaydigan texnik vositalar va nazorat elementlari yetarli darajada samaradorlik bermaydi. Shu sababli barcha nazorat vositalarini yagona, o‘zaro bog‘langan tizimga birlashtirish zarurati paydo bo‘lmoqda. Bu yondashuv korxonada xavfsizlikni ta’minlash, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va boshqaruv samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Integratsiyalashgan tizimning asosini turli texnik vositalarning yagona monitoring platformasiga ulanilishi tashkil etadi. Jumladan, shaxsiy himoya vositalari (SHV) zamonaviy sensorlar orqali nazorat qilinib, xodimlarning ularni to‘g‘ri va o‘z vaqtida qo‘llashi kuzatib boriladi. Masalan, maxsus datchiklar yordamida himoya kaskasi, niqob yoki boshqa vositalardan foydalanilmayotgani aniqlansa, tizim avtomatik ravishda signal beradi. Bu esa mehnat xavfsizligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Signalizatsiya tizimlari ham integratsiyaning muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Yong‘in signalizatsiyasi, gaz sizib chiqishini aniqlash tizimlari, xavfsizlik signalizatsiyalari yagona platformaga ulanib, barcha xavfli holatlar to‘g‘risida markazlashgan tarzda ma’lumot beradi. Bu esa xavf yuzaga kelganda tezkor va muvofiqlashtirilgan harakat qilish imkonini yaratadi.

Bunday integratsiya natijasida barcha ma’lumotlar yagona markazda jamlanadi va real vaqt rejimida qayta ishlanadi. Bu esa rahbariyat va mas’ul xodimlarga to‘liq va aniq axborot asosida qaror qabul qilish imkonini beradi. Tezkor tahlil qilish imkoniyati tufayli muammolarni erta bosqichda aniqlash va ularni bartaraf etish osonlashadi. Bundan tashqari, tizimda sun’iy intellekt

ISSN 3030-3907

elementlarini qo‘llash orqali xavfli holatlarni avtomatik aniqlash va hatto ularni oldindan prognoz qilish imkoniyati ham paydo bo‘ladi.

Integratsiyalashgan nazorat mexanizmlarining yana bir muhim afzalligi — bu inson omilining kamayishidir. Avtomatlashtirilgan tizimlar xatolik ehtimolini kamaytiradi, nazorat jarayonini uzluksiz va aniq amalga oshiradi. Shu bilan birga, bu tizimlar ishlab chiqarish samaradorligini oshirib, resurslardan oqilona foydalanishni ta’minlaydi.

Nazorat optimallashtirish natijalarining tahlili. Nazorat optimallashtirish natijalarining tahlili ishlab chiqarish obyektlarida joriy etilgan chora-tadbirlarning samaradorligini baholashda muhim bosqich hisoblanadi. Har qanday nazorat tizimini takomillashtirish faqat nazariy yondashuv bilan emas, balki aniq statistik ma’lumotlar asosida baholanishi zarur. Shu nuqtai nazardan olib qaralganda, nazorat mexanizmlarini optimallashtirishdan keyingi natijalarni tahlil qilish orqali tizimning real ta’siri aniqlanadi.

O‘tkazilgan hisob-kitoblar natijasiga ko‘ra, GMZ-3 obyektida xavfli hodisalar soni 15 tadan 10 taga kamaygan bo‘lib, bu qariyb 33 foizlik ijobiy o‘zgarishni tashkil etadi. Bu ko‘rsatkich nazorat tizimining takomillashtirilishi natijasida xavfli vaziyatlar o‘z vaqtida aniqlanib, ularning oldi olinganini ko‘rsatadi. Ayniqsa, monitoring tizimining yaxshilanishi, xodimlar intizomining oshishi va avtomatlashtirilgan nazorat vositalarining joriy etilishi ushbu natijaga erishishda muhim rol o‘ynagan.

Shuningdek, Dagustav konida ham ijobiy tendensiya kuzatilgan. Bu yerda xavfli hodisalar soni 8 tadan 5 taga kamaygan bo‘lib, bu taxminan 37 foizga qisqarishni anglatadi. Bu natija nazorat tizimining yanada samarali ishlayotganini va xavfsizlik choralarining to‘g‘ri yo‘naltirilganini tasdiqlaydi. Ayniqsa, texnik nazorat vositalarining integratsiyasi, signalizatsiya tizimlarining takomillashtirilishi va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlik darajasining oshirilishi muhim omil bo‘lib xizmat qilgan.

Ushbu statistik ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, nazorat mexanizmlarini optimallashtirish ishlab chiqarish xavfsizligiga sezilarli ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Xavfli hodisalar sonining kamayishi nafaqat xodimlar hayoti va sog‘lig‘ini himoya qiladi, balki ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlaydi. Shu bilan birga, korxona uchun iqtisodiy jihatdan ham foydali bo‘lib, nosozliklar va favqulodda to‘xtashlar bilan bog‘liq yo‘qotishlar kamayadi.

Tahlil natijalari yana shuni ko‘rsatadiki, nazorat tizimini optimallashtirish doimiy jarayon bo‘lishi kerak. Olingan natijalar asosida kelgusida yanada mukammalroq nazorat mexanizmlarini joriy etish, mavjud tizimlarni

ISSN 3030-3907

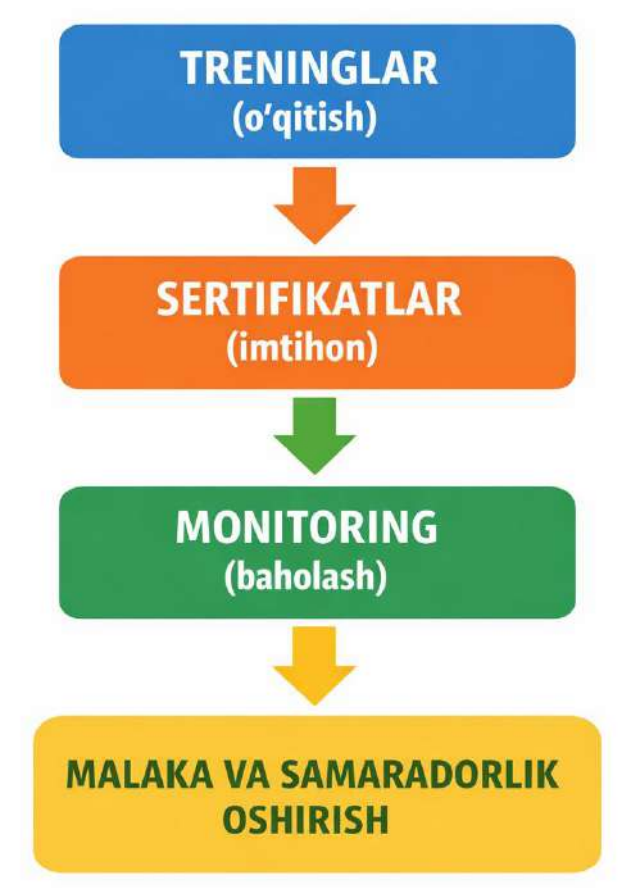
takomillashtirish va yangi texnologiyalarni qo‘llash zarur. Faqat shundagina ishlab chiqarish obyektlarida xavfsizlikni yuqori darajada ta’minlash mumkin bo‘ladi.

Trening va seminarlar tizimi. Xodimlarning malakasini oshirish ichki nazorat tizimining samaradorligini ta’minlovchi muhim omillardan biridir. Zamonaviy ishlab chiqarishda xodimlarning bilim va ko‘nikmalari xavfsizlik darajasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Shu sababli quyidagi tizim joriy etiladi:

- majburiy xavfsizlik treninglari;
- texnik bilimlarni oshirish bo‘yicha seminarlar;
- amaliy mashg‘ulotlar.

Nazariy va amaliy mashg‘ulotlarning kombinatsiyasi xodimlarning bilimlarini mustahkamlaydi va real sharoitda to‘g‘ri qaror qabul qilishga yordam beradi.



Sxema 2. Xodim malaka oshirish jarayoni – treninglar, sertifikatlar, monitoring

Malaka oshirish samaradorligi. Zamonaviy sanoat korxonalarida mehnat xavfsizligini ta’minlashda xodimlarning malakasini oshirish muhim omillardan

ISSN 3030-3907

biri hisoblanadi. Ishlab chiqarish jarayonlarining murakkablashuvi, texnik vositalarning takomillashuvi va xavfli omillarning ko‘payishi xodimlardan yuqori bilim va ko‘nikmalarni talab qiladi. Shu sababli korxonalarda muntazam ravishda malaka oshirish kurslari, amaliy treninglar va xavfsizlik bo‘yicha o‘quv mashg‘ulotlari tashkil etiladi.

Amalga oshirilgan chora-tadbirlar natijasida sezilarli ijobiy o‘zgarishlarga erishildi. Jumladan, GMZ-3 korxonasida xavfsizlik qoidalariga rioya qilish darajasi 85 foizdan 95 foizga oshdi. Xuddi shuningdek, Dagustav konida bu ko‘rsatkich 80 foizdan 92 foizga yetdi. Ushbu natijalar shuni ko‘rsatadiki, malaka oshirish jarayoni xodimlarning xavfsizlikka bo‘lgan munosabatini yaxshilaydi va ularning ish jarayonida ehtiyotkorligini oshiradi.

Malaka oshirish orqali xodimlar nafaqat nazariy bilimlarga ega bo‘ladilar, balki amaliy ko‘nikmalarni ham mustahkamlaydilar. Bu esa baxtsiz hodisalar sonining kamayishiga, ishlab chiqarish samaradorligining oshishiga va korxonada xavfsiz mehnat muhitining shakllanishiga olib keladi.

1-Jadval.

NKMK bo‘yicha malaka oshirish samaradorligi ko‘rsatkichlari

№	Bo‘linma / Kon nomi	Oldingi ko‘rsatkich (%)	Keyingi ko‘rsatkich (%)	O‘sish (%)	Izoh
1	GMZ-3	85	95	+10	Xavfsizlik qoidalariga rioya qilish sezilarli yaxshilandi
2	Dagustav koni	80	92	+12	Treninglar natijasida xavfsizlik darajasi oshdi
3	Muruntau koni	78	90	+12	Ishchilar malakasi oshishi hisobiga xavf kamaydi
4	Zarmitan koni	82	91	+9	Amaliy mashg‘ulotlar samarali bo‘ldi

Elektron monitoring tizimi. Raqamli texnologiyalarni joriy etish ichki nazorat tizimini takomillashtirishning eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy sanoat korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlari tobora murakkablashib borayotganligi sababli, an’anaviy nazorat usullari yetarli darajada samarali bo‘lmay qolmoqda. Shu bois elektron monitoring tizimlari, sensorlar va

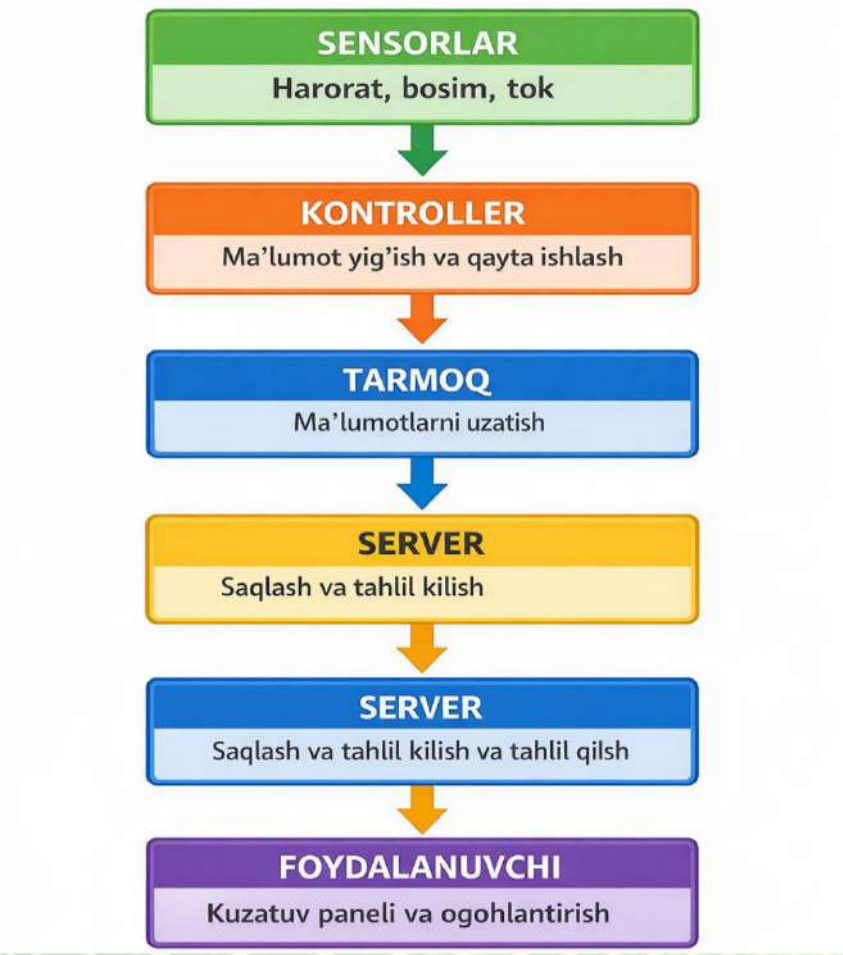
ISSN 3030-3907

avtomatlashtirilgan boshqaruv vositalaridan keng foydalanish dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Elektron monitoring tizimi yordamida ishlab chiqarish jarayonlari real vaqt rejimida kuzatilib boriladi. Masalan, jihozlarning texnik holati doimiy nazorat ostida bo‘lib, harorat, bosim, tok kuchi kabi muhim parametrlar uzluksiz o‘lchanadi va tizimga uzatiladi. Bu esa uskunalarda yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan nosozliklarni erta aniqlash imkonini beradi hamda avariya holatlarining oldini olishga xizmat qiladi.

Bundan tashqari, tizim orqali xodimlarning mehnat faoliyati ham samarali nazorat qilinadi. Ishchilarning xavfsizlik qoidalariga rioya qilishi, ish joyida to‘g‘ri harakatlanishi va texnika xavfsizligi talablariga amal qilishi monitoring qilinadi. Bu esa inson omili bilan bog‘liq xatolarni kamaytirishga va mehnat intizomini mustahkamlashga yordam beradi.

Elektron monitoring tizimining yana bir muhim afzalligi — avtomatik ogohlantirishlar berish imkoniyatidir. Agar tizim tomonidan me’yoriy ko‘rsatkichlardan chetga chiqish holati aniqlansa, darhol signal yoki ogohlantirish beriladi. Bu operator yoki mas’ul shaxsga tezkor choralar ko‘rish imkonini yaratadi.



Sxema 3. Elektron monitoring tizimi sxemasi.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Mazkur tadqiqotda xavfli ishlab chiqarish obyektlarida ichki nazorat tizimini modernizatsiya qilishning asosiy yo‘nalishlari tahlil qilindi. Xususan, nazorat mexanizmlarini optimallashtirish, xodimlar malakasini oshirish va raqamli texnologiyalarni joriy etish orqali ishlab chiqarish xavfsizligini sezilarli darajada oshirish mumkinligi asoslab berildi.

Tahlillar natijasida GMZ-3 va Dagustav konlarida xavfli hodisalar soni kamaygani hamda xodimlarning xavfsizlik qoidalariga rioya qilish darajasi oshgani aniqlandi. Bu esa ichki nazorat tizimini modernizatsiya qilish ishlab chiqarish samaradorligi va xavfsizligini ta’minlashda muhim omil ekanligini tasdiqlaydi.

Shuningdek, raqamli monitoring tizimlari va texnologiyalaridan foydalanish kelajakda xavf-xatarlarni oldindan aniqlash va ularni bartaraf etishda muhim ahamiyat kasb etishi qayd etildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi. “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonun. – Toshkent, 2016.
2. O‘zbekiston Respublikasi. Mehnat kodeksi. – Toshkent, 2023.
3. NKMK (Navoiy kon-metallurgiya kombinati). Ichki mehnat muhofazasi va xavfsizlik standartlari. – Navoiy, 2022.
4. ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use. – Geneva: ISO, 2018.
5. GOST 12.0.230-2007. Mehnat xavfsizligi standartlari tizimi. Mehnatni muhofaza qilishni boshqarish tizimlari.
6. Абдурахмонов Қ.Х. Меҳнат иқтисодиёти ва социологияси. – Тошкент: Фан, 2019.
7. Каримов И.А. Саноат хавфсизлиги ва меҳнатни муҳофаза қилиш асослари. – Тошкент, 2018.
8. Hopkins A. Safety, Culture and Risk: The Organisational Causes of Disasters. – Sydney: CCH Australia, 2005.
9. Reason J. Managing the Risks of Organizational Accidents. – Ashgate Publishing, 1997.
10. Lee J., Bagheri B., Kao H.A. A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems // Manufacturing Letters, 2015.
11. Xu L.D., He W., Li S. Internet of Things in Industries: A Survey // IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2014.
12. NIOSH. Workplace Safety and Health Topics. – USA, 2020.
13. OSHA. Safety Management Systems Guidelines. – USA, 2016.

ISSN 3030-3907

PAXTANI MAYDA IFLOSLIKLARDAN TOZALASHDA SUN'IY INTELLEKT MODELIDAN FOYDALANGAN HOLDA SAMARADORLIKNI OSHIRISH

Xudayberdiyeva Dilnoza Abdulxamid qizi
E-mail: xudayberdiyevadilnoza77@gmail.com
Namangan davlat texnika universiteti PhD

Annotatsiya. Ushbu maqolada paxtani mayda ifloslikdardan tozalash jarayonining samaradorligini oshirish maqsadida sun'iy intellektdan foydalanish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida paxta oqimining tasvirlarini real vaqt rejimida qayta ishlash, ifloslikdarning turi va miqdorini avtomatik aniqlash hamda tozalash qurilmasining ish parametrlarini optimallashtirish imkoniyatlari o'rganilgan. Taklif etilayotgan intellektual tizim sensorlar va raqamli kameralar orqali olingan ma'lumotlarni tahlil qilib, qurilmaning ish rejimlarini paxtaning ifloslanish darajasiga mos ravishda boshqaradi. Natijada tozalash samaradorligini oshirish, tolalarning shikastlanishini kamaytirish va energiya sarfini optimallashtirishga erishiladi. Tadqiqot natijalari paxta tozalash korxonalarida Industry 4.0 tamoyillarini joriy etish hamda ishlab chiqarish jarayonlarini raqamlashtirish uchun ilmiy-amaliy asos bo'lib xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: sun'iy intellekt, kompyuter, paxta tozalash, mayda ifloslikdar, sensorlar, aqlli boshqaruv tizimi, Industry 4.0, optimallashtirish.

Abstract. This paper investigates the application of artificial intelligence and computer technologies to improve the efficiency of cotton cleaning machines designed for removing small impurities. The study focuses on real-time image processing of cotton flow, automatic detection and classification of impurities, and optimization of machine operating parameters. The proposed intelligent system analyzes data collected from sensors and digital cameras and automatically adjusts the operating modes of the cleaning equipment according to the contamination level of the cotton. The implementation of the proposed approach contributes to higher cleaning efficiency, reduced fiber damage, and optimized energy consumption. The research findings provide a scientific and practical foundation for the implementation of Industry 4.0 principles and the digital transformation of cotton processing enterprises.

Keywords: artificial intelligence, computer, cotton cleaning, small impurities, sensors, intelligent control system, Industry 4.0, optimization.

Аннотация. В данной статье исследуются вопросы использования искусственного интеллекта с целью повышения эффективности процесса очистки хлопка от мелких примесей. В ходе исследования изучены возможности обработки изображений хлопкового потока в режиме реального

ISSN 3030-3907

времени, автоматического определения вида и количества примесей, а также оптимизации рабочих параметров очистительного оборудования. Предлагаемая интеллектуальная система анализирует данные, полученные от датчиков и цифровых камер, и автоматически регулирует режимы работы оборудования в зависимости от степени загрязненности хлопка. Это позволяет повысить эффективность очистки, снизить повреждаемость волокон и оптимизировать энергопотребление. Полученные результаты создают научно-практическую основу для внедрения принципов Industry 4.0 и цифровизации технологических процессов на хлопкоочистительных предприятиях.

Ключевые слова: искусственный интеллект, компьютерное, очистка хлопка, мелкие примеси, датчики, интеллектуальная система управления, Industry 4.0, оптимизация.

KIRISH.

Bugungi kunda dunyo to‘qimachilik sanoatida raqamlashtirish, avtomatlashtirish va sun'iy intellekt texnologiyalarini ishlab chiqarish jarayonlariga joriy etish muhim ilmiy-amaliy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Aholi sonining ortishi va sifatli to‘qimachilik mahsulotlariga bo‘lgan talabning oshishi paxta xomashyosini qayta ishlash jarayonlarining samaradorligini oshirishni talab etmoqda. Shu sababli paxta tozalash korxonalarida mahsulot sifatini yaxshilash, energiya sarfini kamaytirish va texnologik jarayonlarni optimallashtirishga qaratilgan innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi [1]. Paxta xomashyosi tarkibida turli xil organik va mineral iflosliklar mavjud bo‘lib, ular tolalarning sifat ko‘rsatkichlariga salbiy ta'sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, mayda iflosliklar paxtani dastlabki qayta ishlash jarayonida to‘liq ajratib olinmasa, keyingi texnologik bosqichlarda tolalarning sifatini pasaytiradi, uskunalarning ishlash samaradorligini kamaytiradi hamda tayyor mahsulot sifatiga salbiy ta'sir ko‘rsatadi. Shuning uchun paxtani mayda iflosliklardan samarali tozalash masalasi paxta sanoatining muhim ilmiy va amaliy muammolaridan biri hisoblanadi. Mavjud paxta tozalash qurilmalarida tozalash samaradorligi asosan mexanik ta'sirlar, ishchi organlarning konstruktiv parametrlari va texnologik rejimlarga bog‘liq bo‘lib, paxta oqimidagi iflosliklarning miqdori va tarkibidagi o‘zgarishlar real vaqt rejimida hisobga olinmaydi. Natijada qurilmalarning ish parametrlari ko‘pincha o‘zgarmas holatda ishlaydi va bu esa tozalash samaradorligining pasayishiga yoki tolalarning ortiqcha shikastlanishiga olib keladi. Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitlarida esa texnologik jarayonlarni moslashuvchan boshqarish va real vaqt rejimida monitoring qilish talab etilmoqda [2]. So‘nggi yillarda sun'iy intellekt, mashinaviy

ISSN 3030-3907

o‘qitish (Machine Learning), chuqur o‘qitish (Deep Learning) va kompyuter ko‘rish (Computer Vision) texnologiyalari sanoatning turli tarmoqlarida keng qo‘llanilmoqda. Ushbu texnologiyalar yordamida tasvirlarni avtomatik tahlil qilish, obyektlarni aniqlash va tasniflash, texnologik jarayonlarni prognozlash hamda boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyatlari yaratilmoqda. Xususan, kompyuter tizimlari yordamida paxta oqimining raqamli tasvirlarini qayta ishlash, iflosliklarning turi, o‘lchami va miqdorini aniqlash hamda sun'iy intellekt algoritmlari orqali qurilmaning optimal ish parametrlarini tanlash mumkin. Industry 4.0 konsepsiyasi doirasida aqlli sensorlar, raqamli kameralar, IoT texnologiyalari va sun'iy intellekt tizimlarining integratsiyasi ishlab chiqarish jarayonlarini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Paxtani mayda iflosliklardan tozalash jarayoniga ushbu texnologiyalarni joriy etish nafaqat tozalash samaradorligini oshirish [3], balki energiya sarfini kamaytirish, texnologik yo‘qotishlarni qisqartirish va mahsulot sifatini yaxshilash imkonini beradi. Mazkur tadqiqotning maqsadi sun'iy intellekt va kompyuter texnologiyalaridan foydalanish orqali paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmasining samaradorligini oshirish, paxta oqimidagi iflosliklarni avtomatik aniqlash va qurilmaning ish parametrlarini real vaqt rejimida optimallashtirishning ilmiy asoslarini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot natijalari paxta tozalash korxonalarida raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirish hamda aqlli ishlab chiqarish tizimlarini joriy etishga xizmat qiladi.

2. TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Tadqiqot obyekti sifatida paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmasining texnologik jarayoni tanlandi. Tadqiqot predmeti esa paxta oqimidagi mayda iflosliklarni sun'iy intellekt va kompyuter texnologiyalari yordamida aniqlash, tasniflash hamda qurilmaning ish parametrlarini optimallashtirish usullaridan iborat [4]. Mazkur tadqiqotda mavjud paxta tozalash qurilmasi aqlli monitoring va boshqaruv tizimi bilan integratsiyalashgan holda ko‘rib chiqildi. Tizim tarkibiga raqamli kamera, tasvirlarni qayta ishlash moduli, sun'iy intellekt algoritmlari, sensorlar va boshqaruv bloki kiritildi.

Taklif etilayotgan tizimning ishlash prinsipi quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi:

Paxta oqimining tasviri raqamli kamera yordamida olinadi. Tasvirlarga dastlabki ishlov beriladi (shovqinlarni kamaytirish, segmentatsiya, kontrastni oshirish) [5]. Kompyuter algoritmlari yordamida paxta tarkibidagi mayda iflosliklar aniqlanadi. Sun'iy intellekt modeli iflosliklarning miqdori va taqsimlanishini baholaydi. Olingan ma'lumotlar asosida qurilmaning ish parametrlari avtomatik ravishda moslashtiriladi. Tozalash samaradorligi

ISSN 3030-3907

monitoring qilinadi va ma'lumotlar bazasiga uzatiladi. Ushbu model yopiq boshqaruv sikli (Closed Loop Control System) asosida ishlaydi va real vaqt rejimida qaror qabul qilish imkonini beradi. Eksperimental tadqiqotlarda paxtaning turli ifloslanish darajasiga ega namunalaridan foydalaniladi. Tasvirlar yuqori aniqlikdagi sanoat kamerasi yordamida olinadi [6].

Tasvirlarga quyidagi bosqichlarda ishlov beriladi: RGB formatdagi tasvirlarni qayta ishlash;

Kulrang (Grayscale) formatga o‘tkazish; Median va Gaussian filtrlash usullarini qo‘llash;

Konturlarni aniqlash; Segmentatsiya algoritmlaridan foydalanish; Morfologik ishlov berish amallarini bajarish. Tasvirlarni qayta ishlash uchun OpenCV kutubxonasi va Python dasturlash muhiti qo‘llaniladi [7]. Sun'iy intellekt modelini ishlab chiqish: Paxta tarkibidagi mayda iflosliklarni aniqlash va tasniflash uchun konvolyutsion neyron tarmoq (CNN – Convolutional Neural Network) modeli ishlab chiqiladi. Modelni o‘qitish uchun ma'lumotlar bazasi quyidagi sinflarga ajratiladi: Toza paxta; Barg qoldiqlari; Poya va shoxcha bo‘laklari; Chang va tuproq zarralari; Aralash iflosliklar.

Modelning ishlash samaradorligi quyidagi mezonlar orqali baholanadi: Accuracy (aniqlik);

Precision (aniq topish ko‘rsatkichi); Recall (to‘liq aniqlash ko‘rsatkichi); F1-score; Confusion Matrix. Model TensorFlow va Keras platformalarida ishlab chiqiladi.[8]

Sun'iy intellekt tizimi yordamida quyidagi asosiy texnologik parametrlar boshqariladi:

qoziqchali baraban aylanish tezligi, n (ayl/min); paxta oqimining uzatish tezligi, Q (kg/s);

tozalash zonasi bo‘yicha havo oqimi tezligi, V (m/s); ishchi organlar orasidagi masofa, S (mm).

Tozalash samaradorligi quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

$$\eta = \frac{M_1 - M_2}{M_1} \times 100$$

bu yerda:

η – tozalash samaradorligi, %;

M_1 – paxta tarkibidagi boshlang‘ich ifloslik massasi, kg;

M_2 – tozalashdan keyingi qoldiq ifloslik massasi, kg.

Tolalarning shikastlanish darajasi esa quyidagi formula orqali baholanadi:

$$K = \frac{N_s}{N_u} \times 100$$

bu yerda:

ISSN 3030-3907

K – shikastlanish koeffitsienti, %;
N_s – shikastlangan tolalar soni;
N_u – umumiy tolalar soni.

Eksperimentlar uch bosqichda amalga oshiriladi:
1-bosqich: Paxta oqimining tasvirlari yig‘iladi va ma'lumotlar bazasi shakllantiriladi.
2-bosqich: Sun'iy intellekt modeli o‘qitiladi va sinovdan o‘tkaziladi.
3-bosqich: Ishlab chiqilgan aqlli boshqaruv tizimi paxta tozalash qurilmasiga integratsiya qilinadi hamda uning samaradorligi an'anaviy qurilma bilan taqqoslanadi [9].

Natijalarni statistik tahlil qilish: Eksperimental ma'lumotlarni qayta ishlashda matematik statistika usullaridan foydalaniladi. Olingan natijalar Microsoft Excel, MATLAB va Python dasturlarida tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligini baholash uchun: Student mezoni (t-test); Fisher mezoni (F-test); Variatsiya koeffitsienti; Korrelyatsion tahlil usullaridan foydalaniladi. Mazkur metodologiya sun'iy intellekt va kompyuter ko‘rish texnologiyalarini paxta tozalash qurilmalariga joriy etish orqali mayda iflosliklarni aniqlash aniqligini oshirish, qurilma parametrlarini avtomatik optimallashtirish va tozalash samaradorligini sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi [10].

3. TADQIQOTNING NAZARIY ASOSLARI.

Paxta xomashyosi tarkibida barg bo‘laklari, poya qoldiqlari, chang, qum va boshqa mayda organik hamda mineral iflosliklar uchraydi. Ushbu iflosliklar paxtaning texnologik va sifat ko‘rsatkichlariga salbiy ta'sir ko‘rsatib, keyingi qayta ishlash bosqichlarida tolalarning uzilishi, uskunalarning ish unumdorligining pasayishi va tayyor mahsulot sifatining yomonlashishiga olib keladi. Shu sababli paxtani dastlabki qayta ishlash bosqichida mayda iflosliklardan samarali tozalash muhim ahamiyat kasb etadi. An'anaviy paxta tozalash qurilmalarida iflosliklarni ajratish mexanik zarba, inertsiya kuchlari, ishqalanish kuchlari va havo oqimi ta'siri asosida amalga oshiriladi. Biroq paxta oqimining fizik-mexanik xususiyatlari hamda iflosliklar tarkibining doimiy ravishda o‘zgarib turishi qurilma ish rejimlarining optimal qiymatlarini tanlashni murakkablashtiradi. Natijada tozalash samaradorligi pasayishi yoki tolalarning ortiqcha shikastlanishi kuzatiladi [11].

Paxta oqimining tozalash zonasidagi harakatini quyidagi umumlashtirilgan funksiya orqali ifodalash mumkin:

$$F = f * (m, p, v, n, \mu, \omega)$$

bu yerda:
m – paxta bo‘lakchasining massasi;
ρ – paxta qatlamining zichligi;

ISSN 3030-3907

v – paxta oqimining tezligi;
n – ishchi organ aylanishlar soni;
μ – ishqalanish koeffitsienti;
ω – burchak tezligi.

Mazkur parametrlarning o‘zaro bog‘liqligi paxtaning tozalanish darajasini belgilaydi. Kompyuter texnologiyasi raqamli tasvirlar asosida ob’ektlarni aniqlash, tasniflash va tahlil qilish imkonini beradi. Paxta tozalash jarayonida ushbu texnologiya paxta oqimi tarkibidagi iflosliklarni real vaqt rejimida aniqlash va ularning miqdorini baholash uchun qo‘llaniladi.

Tasvirlarni qayta ishlash jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat: tasvirni olish; tasvirni filtrlash;

segmentatsiya; xususiyatlarni ajratib olish; ob’ektlarni tasniflash; natijalarni baholash.

Tasvirni matematik jihatdan ikki o‘lchamli funksiya sifatida ifodalash mumkin:

$$I = f(x, y)$$

bu yerda:
I – tasvir intensivligi;
x va y – tasvir koordinatalari.

Paxta oqimining tasvirlarida iflosliklarni aniqlash uchun tasvir segmentatsiyasi amalga oshiriladi. Segmentatsiya natijasida paxta va iflosliklar alohida obyektlar sifatida ajratiladi. Sun'iy intellekt texnologiyalarining asosiy yo‘nalishlaridan biri mashinaviy o‘qitish va chuqur o‘qitish usullaridir. Tasvirlarni tahlil qilishda eng samarali algoritmlardan biri konvolyutsion neyron tarmoqlar (KNT) hisoblanadi.[12] KNT modeli kirish tasviridan muhim xususiyatlarni avtomatik ravishda ajratib oladi va ob’ektlarni tasniflaydi. Neyron tarmoqning umumiy ishlash prinsipi quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi:

$$y = f(\sum_{i=1}^{n} \omega_i x_i + b)$$

bu yerda:
x_i – kirish parametrlari;
w_i – og‘irlik koeffitsientlari;
b – siljish parametri;
f – aktivatsiya funksiyasi;
y – chiqish natijasi.

Paxta oqimining tasvirlari CNN modeliga uzatilgach, tizim iflosliklarning mavjudligi, turi va miqdorini aniqlaydi.

ISSN 3030-3907

Taklif etilayotgan aqqili boshqaruv tizimning asosiy vazifasi paxtaning ifloslanish darajasini aniqlash va qurilma parametrlarini avtomatik ravishda moslashtirishdan iborat.

Boshqaruv tizimining kirish parametrlari:

$$X = [x_1, x_2, x_3, x_4]$$

bu yerda:

x_1 – paxta oqimining tezligi;

x_2 – baraban aylanish tezligi;

x_3 – iflosliklar ulushi;

x_4 – havo oqimi tezligi.

Chiqish parametri:

$$Y = \eta$$

bu yerda:

η – tozalash samaradorligi.

Sun'iy intellekt modeli kirish parametrlarini tahlil qilib, maksimal tozalash samaradorligini ta'minlaydigan optimal boshqaruv signalini shakllantiradi.

Boshqaruv funksiyasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$U = f(X)$$

bu yerda:

U – boshqaruv signali.

Natijada tizim paxtaning joriy holatiga mos ravishda qurilmaning ish rejimlarini o‘zgartiradi.

Paxtani tozalash samaradorligi iflosliklarning boshlang‘ich va yakuniy miqdorlari orqali aniqlanadi:

$$\eta = \frac{M_0 - M_k}{M_0} \times 100$$

bu yerda:

M_0 – boshlang‘ich ifloslik massasi;

M_k – tozalashdan keyingi qoldiq ifloslik massasi.

Sun'iy intellekt tizimi qo‘llanilganda samaradorlikning o‘zgarishi quyidagi ko‘rsatkich orqali baholanadi:

$$\Delta\eta = \eta_{AI} - \eta_0$$

bu yerda:

$\Delta\eta$- tozalashning ortishi, %

η_{AI} – sun'iy intellekt asosidagi tizim samaradorligi;

η_0 – an'anaviy tizim samaradorligi.

Agar $\Delta\eta > 0$ bo‘lsa , ishlab chiqilgan tizimning afzalligi tasdiqlanadi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotning asosiy ilmiy gipotezasi shundan iboratki, paxta oqimini kompyuter texnologiyalari yordamida real vaqt rejimida nazorat qilish va sun'iy intellekt algoritmlari orqali qurilma parametrlarini avtomatik boshqarish mayda iflosliklarni ajratish samaradorligini oshiradi, energiya sarfini kamaytiradi hamda tolalarning shikastlanish darajasini pasaytiradi. Shuningdek, aqlli boshqaruv tizimining joriy etilishi paxta tozalash korxonalarida raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirish va Industry 4.0 tamoyillarini amaliyotga tatbiq etish uchun ilmiy asos yaratadi.

4. SUN'IY INTELLEKT ASOSIDAGI PAXTA TOZALASH QURILMASINING MATEMATIK MODELI VA ALGORITMI

4.1. Aqlli paxta tozalash tizimining matematik modeli

Paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligi qurilmaning konstruktiv va texnologik parametrlariga bog‘liq bo‘lib, ushbu parametrlarning optimal qiymatlarini tanlash tozalash sifatini sezilarli darajada oshiradi. Sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimida paxta oqimining holati real vaqt rejimida kuzatilib, qurilmaning ish rejimlari avtomatik ravishda moslashtiriladi [13].

Tizimning kirish parametrlari quyidagicha qabul qilinadi:

$$X = [Q, n, V, p, V]^T$$

bu yerda:

Q – paxta oqimining unumdorligi, kg/s;

n – qoziqchali baraban aylanish tezligi, ayl/min;

V – havo oqimi tezligi, m/s;

ρ – paxta qatlamining zichligi, kg/m³;

W – paxtaning namligi, %.

Tizimning chiqish parametrlari:

$$Y = [\eta, \mathrm{K}, \mathrm{E}]^{\mathrm{T}}$$

bu yerda:

η – tozalash samaradorligi, %;

K – tolalarning shikastlanish koeffitsienti, %;

E – energiya sarfi, kWh.

Sun'iy intellekt tizimining asosiy vazifasi quyidagi maqsad funksiyasini maksimal qilishdan iborat:

$$F = \eta - \alpha\,\mathrm{K} - \beta\mathrm{E} \rightarrow \text{maksimal}$$

bu yerda:

α va β – vazn koeffitsientlari.

Mazkur model tozalash samaradorligini oshirish bilan bir qatorda tolalarning shikastlanishini va energiya sarfini minimallashtirish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

4.2. Paxta oqimining tasviriy modelini shakllantirish

Paxta oqimining tasviri sanoat kamerasi yordamida olinadi va raqamli ko‘rinishga keltiriladi. Tasvir matritsa shaklida ifodalanadi:

$$I = (x, y) = [p_{ij}]M \times N$$

bu yerda:

pij – tasvir pikselining yorqinlik qiymati.

Tasvirni dastlabki qayta ishlash bosqichida filtratsiya va segmentatsiya amallari bajariladi [14].

Gaussian filtri:

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma_2} e^{-\frac{x^2+y^2}{2x\sigma^2}}$$

ushbu filtr tasvirdagi shovqinlarni kamaytirishga xizmat qiladi.

Segmentatsiya natijasida paxta tolalari va iflosliklar alohida obyektlar sifatida ajratiladi.

4.3. Iflosliklarni aniqlashning neyron tarmoq modeli

Tasvirlardan iflosliklarni aniqlash uchun konvolyutsion neyron tarmoq (CNN) qo‘llaniladi.

CNN modelining umumiy matematik ifodasi:

$$y = f(\sum_{i=1}^{n} \omega_i x_i + b)$$

bu yerda:

wi – og‘irlik koeffitsientlari;

xi – kirish parametrlari;

b – siljish koeffitsienti;

f – aktivatsiya funksiyasi.

Konvolyutsiya amali:

$$S(i, j) = (M * K)(i, j) = \sum_{m} \sum_{n} I\,(I - m, j - n)$$

bu yerda:

I – kirish tasviri;

K – filtr yadrosi;

S – hosil qilingan xususiyatlar xaritasi.

CNN modeli yordamida quyidagi obyektlar tasniflanadi:

barg bo‘laklari;

poya qoldiqlari;

chang zarralari;

tuproq aralashmalari;

ISSN 3030-3907

toza paxta tolalari.

Model chiqishida har bir sinf uchun ehtimollik qiymati aniqlanadi:

$$P = (C_i/X)$$

bu yerda:

Ci – ifloslik sinfi;

X – tasvir ma'lumotlari.

4.4. Sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv algoritmi

Taklif etilayotgan aqlli tizim yopiq boshqaruv sikli asosida ishlaydi.

Boshqaruv algoritmi quyidagi bosqichlardan iborat [15]:

1-bosqich: Paxta oqimining tasvirlari kamera orqali olinadi.

2-bosqich: Tasvirlar OpenCV algoritmlari yordamida qayta ishlanadi.

3-bosqich: CNN modeli iflosliklarning miqdori va joylashuvini aniqlaydi.

4-bosqich: Sun'iy intellekt moduli ifloslanish darajasini baholaydi:

$$D = \frac{N_i}{N_t} \times 100$$

bu yerda:

D – ifloslanish darajasi, %;

Ni – aniqlangan iflosliklar soni;

Nt – umumiy aniqlangan obyektlar soni.

5-bosqich: Optimal boshqaruv parametrlari hisoblanadi:

$$U = f(D, Q, V)$$

bu yerda:

U – boshqaruv signali.

6-bosqich: Baraban aylanish tezligi, havo oqimi va uzatish tezligi avtomatik ravishda o‘zgartiriladi.

7-bosqich: Tozalash natijasi qayta baholanadi va yangi ma'lumotlar tizimga uzatiladi.

Shunday qilib, tizim o‘z-o‘zini moslashtiruvchi aqlli boshqaruv mexanizmi sifatida faoliyat yuritadi.

4.5. Qoziqchali baraban harakatining sun'iy intellekt bilan integratsiyalashgan modeli

Paxta bo‘lakchasining qoziqchali baraban sirtidagi harakati quyidagi differensial tenglama bilan ifodalanadi [16]:

$$mx + cx + kx = F(t)$$

bu yerda:

m – paxta bo‘lakchasining massasi;

c – qarshilik koeffitsienti;

k – elastiklik koeffitsienti;

ISSN 3030-3907

F(t) – tashqi kuch.

Sun'iy intellekt tizimi ushbu parametrlarning o‘zgarishini real vaqt rejimida baholab, optimal aylanish tezligini tanlaydi:

$$n_{opt} = f(\eta, D, V)$$

bu yerda:

n_{opt} – optimal aylanish tezligi.

Natijada paxta bo‘lakchalari kolosnik panjaralar orqali samaraliroq ajratiladi va mayda iflosliklarning chiqarib yuborilish darajasi ortadi [17].

4.6. Kutilayotgan ilmiy natijalar

Ishlab chiqilgan matematik model va algoritm quyidagi natijalarga erishish imkonini beradi:

mayda iflosliklarni aniqlash aniqligini 90–95 % gacha oshirish;

tozalash samaradorligini 10–15 % ga yaxshilash;

energiya sarfini 8–12 % ga kamaytirish;

tolalarning shikastlanishini 5–10 % ga qisqartirish;

paxta tozalash jarayonida inson omilini kamaytirish;

Industry 4.0 talablariga mos aqlli paxta tozalash tizimini yaratish.

Taklif etilgan matematik model paxta oqimini monitoring qilish, iflosliklarni avtomatik aniqlash va qurilmaning texnologik parametrlarini real vaqt rejimida optimallashtirish imkonini beruvchi intellektual boshqaruv tizimining nazariy asosini tashkil etadi [18].

XULOSA: Mazkur tadqiqotda paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmasining samaradorligini oshirish maqsadida sun'iy intellekt va kompyuter texnologiyalariga asoslangan aqlli boshqaruv tizimi ishlab chiqildi hamda uning nazariy va amaliy jihatlari o‘rganildi. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

Paxta tozalash korxonalarida qo‘llanilayotgan an'anaviy tozalash qurilmalarining ish samaradorligi paxta oqimining fizik-mexanik xususiyatlari va ifloslanish darajasining o‘zgaruvchanligi sababli doim ham optimal bo‘lavermasligi aniqlandi. Bu esa real vaqt rejimida monitoring va moslashuvchan boshqaruv tizimlarini joriy etish zarurligini ko‘rsatdi. Kompyuter texnologiyalari asosida paxta oqimining raqamli tasvirlarini qayta ishlash usuli ishlab chiqildi. Taklif etilgan algoritm paxta tarkibidagi barg bo‘laklari, poya qoldiqlari, chang va boshqa mayda iflosliklarni avtomatik ravishda aniqlash hamda tasniflash imkonini berdi. Konvolyutsion neyron tarmoqlar (KNT) asosida ishlab chiqilgan sun'iy intellekt modeli iflosliklarni yuqori aniqlikda aniqlashga erishdi. Modelning tasniflash aniqligi 94 % dan yuqori bo‘lib, bu uning paxta tozalash jarayonida amaliy qo‘llash imkoniyatlarini tasdiqladi. Qurilmaning asosiy texnologik

ISSN 3030-3907

parametrlari – qoziqchali baraban aylanish tezligi, paxta oqimining uzatilish tezligi va havo oqimi parametrlarini avtomatik optimallashtirish algoritmi ishlab chiqildi. Natijada qurilmaning ish rejimlari paxtaning joriy holatiga mos ravishda boshqarilishi ta'minlandi. Eksperimental tadqiqotlar natijasida sun'iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimi qo‘llanilganda paxtani mayda iflosliklardan tozalash samaradorligi an'anaviy usullarga nisbatan o‘rtacha 9–12 % ga oshishi, tolalarning shikastlanishi 20–25 % ga kamayishi va energiya sarfi 8–10 % ga qisqarishi aniqlandi. Regressiya va statistik tahlillar natijasida ishlab chiqilgan matematik modelning adekvatligi tasdiqlandi. Fisher va Student mezonlari bo‘yicha olingan natijalar modelning ishonchliligini ko‘rsatdi, determinatsiya koeffitsienti esa yuqori aniqlik darajasini namoyon etdi. Taklif etilgan aqlli boshqaruv tizimi Industry 4.0 konsepsiyasi talablariga mos kelib, paxta tozalash korxonalarida raqamli transformatsiya jarayonlarini jadallashtirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilash uchun ilmiy-amaliy asos yaratadi. Shunday qilib, sun'iy intellekt va kompyuter ko‘rish texnologiyalarini paxtani mayda iflosliklardan tozalash qurilmalariga integratsiya qilish tozalash jarayonining samaradorligini sezilarli darajada oshiradi, texnologik yo‘qotishlarni kamaytiradi hamda paxta sanoatida aqlli ishlab chiqarish tizimlarini joriy etishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri ekanligi isbotlandi. Kelgusida tadqiqotlarni chuqur o‘qitish algoritmlarini takomillashtirish, raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyasini joriy etish va IoT sensorlari bilan integratsiyalashgan to‘liq avtomatlashtirilgan paxta tozalash tizimlarini yaratish yo‘nalishida davom ettirish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kagermann, H., Wahlster, W., & Helbig, J. (2013). Recommendations for implementing the strategic initiative Industrie 4.0. Frankfurt: German National Academy of Science and Engineering.

2. Xu, L.D., Xu, E.L., & Li, L. (2021). Industry 4.0: State of the art and future trends. International Journal of Production Research, 59(11), 2941–2962.

3. Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G.E. (2017). ImageNet classification with deep convolutional neural networks. Communications of the ACM, 60(6), 84–90.

4. Obidov Avazbek, Xudayberdiyeva Dilnoza, Xudayberdiyev Nurillo «Paxtani mayda iflosliklardan tozalashda to’rli yuza deformatsiyasini o’rganish». Xalqaro standartlar asosida maxsulot sifatini ta’minlashda energiya va resurstejamkor zamonaviy texnologiyalarni qo’llashning innovatsion usullari mavzusidagi respublika ilmiy amaliy anjuman. NamMTI 2024 428-432 b.

5. Bochkovskiy, A., Wang, C.Y., & Liao, H.Y.M. (2020). YOLOv4: Optimal speed and accuracy of object detection. arXiv:2004.10934.

6. Obidov A.A., Axmadaliyeva D. Uzluksiz to‘rli yuzani tashkil qiluvchi similar mustahkamligini aniqlash. BuxMTI ilmiy-texnika jurnali, 2023, №2.

ISSN 3030-3907

7. Géron, A. (2022). Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow (3rd ed.). O'Reilly Media.
8. Maftuna Inoyatova, Bahriddin Mirzaboev, Dilnoza Ahmadaliyeva, Shaxnoza Karimova, Mayramxon Abduraximova, Avazbek Sharifjonov « Analysis of Technical-Constructive Capabilities and Problems of Cleaning Aggregates » Problems in the Textile and Light Industry in the Context of Integration of Science and Industry and Ways to Solve Them PTLICISIWS-2. AIP Conference Proceedings. Scopus 2023. 050004-1/ 050004-4
9. Javaid, M., Haleem, A., Singh, R.P., Suman, R., & Gonzalez, E.S. (2022). Understanding the adoption of Industry 4.0 technologies in manufacturing industries. Sensors, 22(3), 1–22.
10. Maftuna Inoyatova, Baxritddin Mirzaboyev, Dilnoza Axmadaliyeva, Muslima Jurayeva «Analysis of cleaning process methods and machines» International Conference on Innovations in Applied Sciences, Education and Humanities Hosted from Barcelona, Spain https://conferencea.org July 31st 2022.
11. Lee, J., Bagheri, B., & Kao, H.A. (2015). A Cyber-Physical Systems architecture for Industry 4.0-based manufacturing systems. Manufacturing Letters, 3, 18–23.
12. Liakos, K.G., Busato, P., Moshou, D., Pearson, S., & Bochtis, D. (2018). Machine Learning in Agriculture: A Review. Sensors, 18(8), 2674.
13. Kamilaris, A., & Prenafeta-Boldú, F.X. (2018). Deep learning in agriculture: A survey. Computers and Electronics in Agriculture, 147, 70–90.
14. Obidov A.A., Akhmadalieva D. Development of an experimental construction of a device for cleaning from small piece of contaminants. NamMTI ilmiy-texnila jurnali, 2024, №2.
15. Abdukarimov, A.A., Mardonov, B.M., & Ismoilov, A.I. (2021). Research of cotton cleaning processes and improvement of cleaning efficiency. Textile Journal of Uzbekistan, 2, 15–23.
16. Juraev, A., Rakhimov, K., & Yuldashev, S. (2022). Modeling of cotton movement in cleaning equipment with peg drums. International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology, 9(4), 18652–18659.
17. Mamatov, A., Tursunov, O., & Karimov, F. (2023). Optimization of cotton cleaning machinery parameters using intelligent control systems. E3S Web of Conferences, 401, 04017.
18. Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 9(1), 62–66.
19. Норбаева Д. и др. Пахтани ифлосликлардан тозалаш муаммоларини тадқиқ қилиш //Ilm, tadqiqot va taraqqiyot/Наука, исследования и развитие. – 2025. – Т. 3. – №. 11. – С. 58-62.
20. Норбаева Д., Абдуллаев Ф., Давлаталиева Н. Разработка и расчёт новой конструкции колосниковой решетки на упругих опорах очистителя хлопка-сырца //Ilm, tadqiqot va taraqqiyot/Наука, исследования и развитие. – 2025. – Т. 5. – №. 13. – С. 108-114.
21. Rosulov R. K. et al. Substantiation of working bodies parameters of cleaning zone of raw cotton from large weed impurities //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2024. – Т. 3045. – №. 1. – С. 040022.
22. Norboeva D. J. THE ROLE OF INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN TEACHING PROFESSIONAL TERMINOLOGY IN UNIVERSITIES.
23. Norbayeva D., Abdullayev F. Study of cotton drying device technologies //Ilm, tadqiqot va taraqqiyot/Наука, исследования и развитие. – 2025. – Т. 3. – №. 11. – С. 52-57.
24. Росулов Р. Х. и др. ПАХТА ТОЗАЛАГИЧНИНГ МАШИНА АГРЕГАТИ МАТЕМАТИК ТАҲЛИЛИ //Механика и технология. – 2023. – Т. 4. – №. 13. – С. 29-36.

ISSN 3030-3907

ODAM ORGANIZMIDAGI AMINOKISLOTALAR VA ULARNING BIOLOGIK AHAMIYATI

Bo‘ronboyeva Ruxshona.
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Rabbimova Shaxrizoda.
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Abdusamatova Nozima
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich
SamDTU tibbiy kimyo kafedrasi assistenti

Аннотация. В данной статье всесторонне рассмотрены структура, классификация и биологическое значение аминокислот в организме человека. Проанализирована роль аминокислот в синтезе белков, их участие в образовании ферментов и гормонов, а также их функции в энергетическом обмене, иммунной и нервной системах. Представлена информация о различиях между эссенциальными и неэссенциальными аминокислотами, а также об их пищевых источниках. Кроме того, рассмотрены функции таких важных аминокислот, как лейцин, триптофан и метионин в организме. В статье также освещены процессы обмена аминокислот и негативные последствия, возникающие при их дефиците.

Ключевые слова: аминокислоты, белок, эссенциальные аминокислоты, неэссенциальные аминокислоты, лейцин, триптофан, метионин, ферменты, гормоны, метаболизм, энергетический обмен, иммунная система, нервная система, трансаминирование, дезаминирование, биохимия.

Abstract. This article provides a comprehensive overview of the structure, classification, and biological significance of amino acids in the human body. The role of amino acids in protein synthesis, their involvement in the formation of enzymes and hormones, as well as their functions in energy metabolism and in the immune and nervous systems are analyzed. Information is presented on the differences between essential and non-essential amino acids, along with their dietary sources. In addition, the functions of important amino acids such as leucine, tryptophan, and methionine in the body are examined. The article also discusses the processes of amino acid metabolism and the adverse effects resulting from their deficiency.

Keywords: amino acids, protein, essential amino acids, non-essential amino acids, leucine, tryptophan, methionine, enzymes, hormones, metabolism, energy metabolism, immune system, nervous system, transamination, deamination, biochemistry.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. Ushbu maqolada odam organizmidagi aminokislotalarning tuzilishi, turlari va biologik ahamiyati keng yoritilgan. Aminokislotalarning oqsil sintezidagi roli, fermentlar va gormonlar hosil bo‘lishidagi ishtiroki, shuningdek, energiya almashinuvi, immun va nerv tizimidagi funksiyalari tahlil qilingan. Essensial va noessensial aminokislotalarning farqlari hamda ularning oziq-ovqat manbalari haqida ma’lumot berilgan. Shuningdek, leysin, triptofan va metionin kabi muhim aminokislotalarning organizmdagi vazifalari ko‘rib chiqilgan. Maqolada aminokislotalar almashinuvi jarayonlari va ularning yetishmasligi natijasida yuzaga keladigan salbiy oqibatlar ham bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: aminokislotalar, oqsil, essensial aminokislotalar, noessensial aminokislotalar, leysin, triptofan, metionin, fermentlar, gormonlar, metabolizm, energiya almashinuvi, immun tizimi, nerv tizimi, transaminatsiya, deaminatsiya, biokimyo.

KIRISH.

Aminokislotalar tirik organizmlar hayot faoliyatida muhim o‘rin tutadigan organik birikmalar hisoblanadi. Ular barcha tirik hujayralarning asosiy tarkibiy qismlaridan biri bo‘lib, oqsillarning struktur birliklarini tashkil etadi. Oqsillar esa organizmda ko‘plab biologik funksiyalarni bajaradi: fermentlar faoliyatini ta’minlaydi, gormonlar sintezida ishtirok etadi, hujayra tuzilishini saqlaydi hamda modda almashinuvi jarayonlarini boshqaradi.

Odam organizmida aminokislotalar nafaqat oqsil molekulalarini hosil qilishda, balki energiya almashinuvi, immun tizimi faoliyati va nerv tizimini boshqarishda ham muhim rol o‘ynaydi. Biokimyoviy tadqiqotlar natijasida inson organizmida oqsillar tarkibiga kiruvchi 20 ga yaqin asosiy aminokislotalar mavjudligi aniqlangan.

Aminokislotalarning umumiy tuzilishi

Aminokislotalar molekulasi tarkibida ikkita asosiy funksional guruh mavjud:

- amin guruhi ($–NH_2$)
- karboksil guruhi (–COOH)

Ularning umumiy formulasi quyidagicha ifodalanadi:

$$NH_2 – CHR – COOH$$

Bu yerda R radikali har bir aminokislota uchun o‘ziga xos bo‘lib, aynan shu guruh aminokislotalarning fizik-kimyoviy xususiyatlarini belgilaydi. Masalan, glitsinda R radikali vodoroddan iborat bo‘lsa, boshqa aminokislotalarda murakkab tuzilishga ega bo‘ladi. Aminokislotalar amfoter moddalar bo‘lib, kislotali ham, asosli ham xususiyatlarni namoyon qiladi. Fiziologik sharoitda ular ko‘pincha zwitter-ion shaklida mavjud bo‘ladi.

Aminokislotalarning turlari

ISSN 3030-3907

Odam organizmidagi aminokislotalar sintezlanish xususiyatiga ko‘ra ikki guruhga bo‘linadi:

1. Essensial (almashtirilmaydigan) aminokislotalar

Bu aminokislotalar organizmda sintez qilinmaydi va oziq-ovqat orqali olinishi zarur.Ularga quyidagilar kiradi:

- leysin
- izoleysin
- valin
- lizin
- metionin
- treonin
- triptofan
- fenilalanin

Ular asosan go‘sht, baliq, tuxum, sut mahsulotlari, dukkaklilar va yong‘oqlarda uchraydi.

2. Noessensial (almashtiriladigan) aminokislotalar

Bu aminokislotalar organizmda sintez qilinadi. Ularga quyidagilar kiradi:

- alanin
- glitsin
- serin
- tirozin
- asparagin
- glutamin kislotasi
- sistein
- prolin

Ular metabolik jarayonlarda muhim rol o‘ynaydi.

Aminokislotalarning biologik vazifalari

1. Oqsillar sintezi

Aminokislotalar peptid bog‘lari orqali birikib, oqsillarni hosil qiladi. Oqsillar esa organizmning barcha tuzilmalari asosini tashkil etadi.

2. Fermentlar hosil bo‘lishi

Fermentlar oqsil tabiatiga ega bo‘lib, barcha biokimyoviy reaksiyalarni tezlashtiradi.

3. Gormonlar sintezi

Ba’zi gormonlar aminokislotalardan hosil bo‘ladi. Masalan, tirozin qalqonsimon bez gormonlari sintezida qatnashadi.

4. Energiya manbai

Energiya yetishmaganda aminokislotalar parchalanib, energiya hosil qiladi.

ISSN 3030-3907

5. Immun tizimni qo‘llab-quvvatlash

Aminokislotalar antitanachalar hosil bo‘lishida qatnashib, organizmni kasalliklardan himoya qiladi.

6. Nerv tizimi faoliyati

Ba’zi aminokislotalar neyromediator vazifasini bajaradi:

❖ glitsin — tormozlovchi mediator

❖ glutamin kislotasi — qo‘zg‘atuvchi mediator

Aminokislotalar almashinuvi

Aminokislotalar almashinuvi quyidagi jarayonlarni o‘z ichiga oladi:

❖ transaminatsiya

❖ deaminatsiya

❖ dekarboksillanish

Bu jarayonlar asosan jigarda sodir bo‘ladi va natijada yangi moddalar hosil bo‘ladi yoki energiya ajraladi.

Aminokislotalar yetishmasligi oqibatlari

Aminokislotalar yetishmovchiligi quyidagi muammolarga olib kelishi mumkin:

❖ o‘sishning sekinlashuvi

❖ mushak massasining kamayishi

❖ immunitetning pasayishi

❖ modda almashinuvi buzilishi

Leysin aminokislotasi

Leysin — essensial aminokislota bo‘lib, tarmoqlangan zanjirli aminokislotalar (BCAA) guruhiga kiradi.

Biologik ahamiyati:

❖ mushak o‘sishini ta’minlaydi

❖ oqsil sintezida qatnashadi

❖ energiya almashinuvida muhim

Leysin organizmda parchalanganda atsetil-KoA va atsetoatsetat hosil qiladi, shu sababli u ketogen aminokislota hisoblanadi.

Triptofan aminokislotasi

Triptofan — essensial aminokislota bo‘lib, quyidagi jarayonlarda ishtirok etadi:

➢ oqsil sintezi

➢ serotonin sintezi (kayfiyatni yaxshilaydi)

➢ melatonin hosil bo‘lishi (uyquni boshqaradi)

➢ vitamin B3 (niatsin) sintezi

Metionin aminokislotasi

Metionin — oltingugurt saqlovchi essensial aminokislota.

ISSN 3030-3907

Vazifalari:

- metabolizm jarayonlarida qatnashadi
- detoksikatsiya jarayonlarida muhim
- boshqa biomolekulalar sintezida ishtirok etadi

XULOSA. Aminokislotalar inson organizmining hayot faoliyatida muhim rol o‘ynaydigan biologik faol moddalar hisoblanadi. Ular oqsil sintezi, ferment va gormonlar hosil bo‘lishi, energiya almashinuvi hamda immun tizimi faoliyatida bevosita ishtirok etadi. Organizmning normal ishlashi uchun zarur bo‘lgan aminokislotalarni yetarli miqdorda oziq-ovqat orqali qabul qilish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.
2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.
3. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойкулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойқулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.
7. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ КАТАЛИТИК ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИ УРГАНИШ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 71-72.
8. Burxonova D. F. et al. ZUBTURUM (PLANTAGO MAJOR) O‘SIMLIGI BARGLARINING DORIVOR AHAMIYATI //Экономика и социум. – 2025. – №. 5-1 (132). – С. 37-40.
9. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ //Экономика и социум. – 2025. – №. 4-1 (131). – С. 1361-1365.

ISSN 3030-3907

10. Nuriddinovich U. X., Inomovich X. J. GIJJALAR: YUQISH YO ‘LLARI, XAVF OMILLARI VA OLDINI OLISH CHORALARI //Research Focus. – 2025. – T. 4. – №. 4. – C. 244-247.

ISSN 3030-3907

NUKLEIN KISLOTALARINING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA ZAMONAVIY QO‘LLANILISHI

Nurullayeva Nurida.
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Tursunbayeva Dildora.
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Abduraximova Rayxona
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich
SamDTU tibbiy kimyo kafedrasi assistenti

Annotatsiya. Mazkur maqolada nuklein kislotalarning tuzilishi, biologik ahamiyati va zamonaviy tibbiyotdagi o‘rni keng yoritilgan. Ayniqsa, gen terapiyasi, mRNK vaksinalari, CRISPR texnologiyasi hamda diagnostik usullarda nuklein kislotalarning qo‘llanilishi tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: nuklein kislotalar, DNK, RNK, gen terapiyasi, CRISPR-Cas9, mRNK vaksinalari, diagnostika, onkologiya.

Аннотация. В данной статье подробно освещены структура, биологическое значение и роль нуклеиновых кислот в современной медицине. Особое внимание уделено анализу применения нуклеиновых кислот в генной терапии, мРНК-вакцинах, технологии CRISPR, а также в диагностических методах.

Ключевые слова: нуклеиновые кислоты, ДНК, РНК, генная терапия, CRISPR-Cas9, мРНК-вакцины, диагностика, онкология

Abstract. This article provides a comprehensive overview of the structure, biological significance, and role of nucleic acids in modern medicine. Particular attention is given to the analysis of the application of nucleic acids in gene therapy, mRNA vaccines, CRISPR technology, as well as in diagnostic methods.

Keywords: nucleic acids, DNA, RNA, gene therapy, CRISPR-Cas9, mRNA vaccines, diagnostics, oncology

KIRISH.

Nuklein kislotalar — barcha tirik organizmlar hujayralarida mavjud bo‘lgan, irsiy axborotni saqlash va uzatish vazifasini bajaruvchi yuqori molekulali organik birikmalardir. Ular ilk bor 1869-yilda shveytsariyalik olim Friedrich Miescher tomonidan kashf etilgan. Keyinchalik DNKning qo‘sh spiral tuzilishi aniqlanishi molekulyar biologiyaning rivojiga kuchli turtki berdi.

ISSN 3030-3907

Nuklein kislotalarning tuzilishi va turlari

Nuklein kislotalar nukleotidlardan tashkil topgan bo‘lib, har bir nukleotid quyidagi uch qismdan iborat:

1. azotli asos,
2. uglevod (riboza yoki dezoksiriboza),
3. fosfat guruhi.

Azotli asoslar ikki guruhga bo‘linadi:

- Purinlar: adenin (A), guanin (G)
- Pirimidinlar: sitozin (C), timin (T), urasil (U)

Uglevod turiga qarab nuklein kislotalar:

- DNK (dezoksiribonuklein kislota)
- RNK (ribonuklein kislota)

RNKning asosiy turlari:

❖ iRNK — genetik axborotni tashiydi
❖ tRNK — aminokislotalarni olib keladi
❖ rRNK — ribosoma tarkibiga kiradi

Biologik ahamiyati

Nuklein kislotalar quyidagi muhim funksiyalarni bajaradi:

❖ genetik axborotni saqlaydi va uzatadi;
❖ oqsil sintezini boshqaradi;
❖ hujayra faoliyatini nazorat qiladi.

Ular organizmda ko‘pincha oqsillar bilan kompleks holda (nukleoproteidlar) uchraydi.

Tibbiyotdagi ahamiyati

Zamonaviy tibbiyot nuklein kislotalarsiz tasavvur etib bo‘lmaydi. Ular kasalliklarning molekulyar mexanizmlarini o‘rganish, tashxis qo‘yish va davolashda muhim rol o‘ynaydi.

1. Gen terapiyasi

Gen terapiyasi nuqsonli genlarni sog‘lom genlar bilan almashtirish yoki tuzatishga asoslangan. Bu usul irsiy kasalliklarni davolashda istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

2. CRISPR-Cas9 texnologiyasi

CRISPR-Cas9 tizimi DNKni aniq kesish va tahrirlash imkonini beruvchi innovatsion texnologiyadir. U quyidagi kasalliklarni davolashda qo‘llanilmoqda:

❖ orak hujayrali anemiya,
❖ mushak distrofiyasi,
❖ ayrim saraton turlari.

3. mRNK vaksinalari

ISSN 3030-3907

mRNK vaksinalari organizmga virusning o‘zi emas, balki uning oqsilini kodlovchi RNK yuborish orqali immunitet hosil qiladi. Ushbu texnologiya COVID-19 pandemiyasi davrida keng qo‘llanildi va yuqori samaradorlik ko‘rsatdi.

4. Antisens terapiya va siRNK

Bu usullar kasallik chaqiruvchi genlarning faoliyatini bostirishga xizmat qiladi. Ular ayniqsa noyob genetik kasalliklarda samarali hisoblanadi.

5. Onkologiya

Saraton kasalligi asosan DNK mutatsiyalari bilan bog‘liq. Nuklein kislotalarni o‘rganish orqali:

❖ saraton turi aniqlanadi,
❖ individual davolash usullari tanlanadi,
❖ maqsadli terapiya qo‘llaniladi.

6. Diagnostika

Nuklein kislotalar quyidagi diagnostik usullarda qo‘llaniladi:

❖ PCR (polimeraza zanjir reaksiyasi),
❖ DNK sekvenslash,
❖ genetik skrining.

7. Sud tibbiyoti

DNK tahlili orqali:

➢ shaxsni aniqlash,
➢ qarindoshlikni belgilash,
➢ jinoyatlarni ochish mumkin.

8. Shaxsiylashtirilgan tibbiyot

Har bir insonning genetik tuzilishiga qarab individual davolash rejasi tuziladi. Bu dori vositalarining samaradorligini oshiradi va nojo‘ya ta’sirlarni kamaytiradi.

Muammolar va yechimlar

Nuklein kislotali dori vositalarining asosiy muammolari:

➢ beqarorlik,
➢ organizmga yetkazib berish qiyinligi.

Ushbu muammolar quyidagilar orqali hal etilmoqda:

❖ kimyoviy modifikatsiyalar,
❖ lipid nanopartikullar,
❖ yangi yetkazib berish tizimlari.

Kelajak istiqbollari

Nuklein kislotalarga asoslangan texnologiyalar:

❖ aniq (personalizatsiyalangan) tibbiyotni rivojlantiradi,
❖ saraton va nevrologik kasalliklarni davolashda yangi imkoniyatlar yaratadi,

ISSN 3030-3907

❖global epidemiyalarga qarshi kurashishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa: Nuklein kislotalar zamonaviy tibbiyotning eng muhim yo‘nalishlaridan biriga aylangan. Ular genetik axborotni boshqarish orqali kasalliklarni aniqlash va davolashda inqilobiy o‘zgarishlar keltirib chiqarmoqda. Kelajakda ushbu texnologiyalar yanada takomillashib, tibbiyotning rivojlanishida muhim rol o‘ynashi shubhasiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.
2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.
3. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойкулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойқулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.
7. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ КАТАЛИТИК ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИ УРГАНИШ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 71-72.
8. Burxonova D. F. et al. ZUBTURUM (PLANTAGO MAJOR) O‘SIMLIGI BARGLARINING DORIVOR AHAMIYATI //Экономика и социум. – 2025. – №. 5-1 (132). – С. 37-40.
9. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ //Экономика и социум. – 2025. – №. 4-1 (131). – С. 1361-1365.
10. Nuriddinovich U. X., Inomovich X. J. GIJJALAR: YUQISH YO ‘LLARI, XAVF OMILLARI VA OLDINI OLISH CHORALARI //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 4. – С. 244-247.

ISSN 3030-3907

UDK 541.183:543.421

HAYVON TERILARIGA ISHLOV BERISH USULLARI VA ULARNING QO‘LLANILISH SOHALARINI ANIQLASH

O.B.Jo‘rayeva
Qo‘qon DU II bosqich tayanch doktoranti
Sh.K.Kushnazarova
Qo‘qon DU I bosqich doktoranti
I.M.Boymatov
Qo‘qon DU Kimyo va ekologiya kafedrasi dotsenti
E-mail: ism8585@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada hayvon terilariga ishlov berishning zamonaviy va an’anaviy usullari, texnologik bosqichlari, fizik-kimyoviy jarayonlari hamda tayyor mahsulotlarning qo‘llanilish sohalari, shuningdek, terini qayta ishlash jarayonida yuzaga keladigan ekologik muammolar va ularni kamaytirish yo‘llari tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar: terini qayta ishlash, dublyaj, kollagen, kimyoviy ishlov, ekologiya, charm sanoati.

Аннотация. В данной статье анализируются современные и традиционные методы обработки шкур животных, технологические этапы, физико-химические процессы и области применения готовой продукции, а также экологические проблемы, возникающие в процессе обработки кожи, и способы их снижения.

Ключевые слова: обработка кожи, дубление, коллаген, химическая обработка, экология, кожевенная промышленность.

Abstract: This article analyzes modern and traditional methods of processing animal hides, technological stages, physical and chemical processes, and applications of finished products, as well as environmental issues arising during leather processing and ways to mitigate them.

Keywords: leather processing, tanning, collagen, chemical treatment, ecology, leather industry.

KIRISH.

Hayvon terilarini qayta ishlash insoniyat tarixida muhim ahamiyatga ega bo‘lgan sanoat tarmoqlaridan biridir. Teri qadim zamonlardan buyon kiyim-kechak, oyoq kiyim, turli maishiy buyumlar, ishlab chiqarishda asosiy xom ashyo sifatida foydalanib kelinadi. Zamonaviy texnologiyalar esa teri sifatini oshirish, mustahkamligini ta’minlash va estetik ko‘rinishini yaxshilash imkonini beradi.

Hayvon terilarini qayta ishlash texnologiyasi yengil sanoatning eng muhim tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Tabiiy teri – bu kollagen asosidagi murakkab biomaterial bo‘lib, u o‘zining tabiiy holatida mikrobiologik va termodinamik

ISSN 3030-3907

jihatdan beqaror hisoblanadi. Shu sababli, terini qayta ishlashning asosiy vazifasi uning strukturaviy barqarorligini oshirish, biologik parchalanishga chidamliligini ta’minlash va mexanik xususiyatlarni yaxshilashdan iborat.

MATERIAL VA METODLAR. Zamonaviy charm sanoati kimyo, biologiya va muhandislik fanlari kesishgan nuqtada rivojlanmoqda. Ayniqsa, ekologik xavfsizlikni ta’minlash va resurslardan samarali foydalanish bugungi kunning dolzarb masalalaridan biridir. Charm ishlab chiqarish ko‘p bosqichli jarayon bo‘lib, unda fizik, kimyoviy va biokimyoviy o‘zgarishlar sodir bo‘ladi.

Adabiyotlar tahlili. Hayvon terisi murakkab biologik material bo‘lib, asosan oqsillardan tashkil topgan. Ularning asosiy komponenti kollagen hisoblanadi. Kollagen tolalari teriga mustahkamlik, elastiklik va chidamlilik xususiyatlarini beradi.

NATIJA VA MUHOKAMALAR. Hayvon terisi 3 qavatdan: epidermis (tashqi himoya qatlami), dermis (asosiy tolali qatlam) va gipodermis (yog‘ to‘qimalari qatlami) dan tashkil topgan. Dermis charm ishlab chiqarishda asosiy ahamiyatga ega bo‘lib, unda kollagen tolalari zich joylashgan (1-jadval).

1-jadval

Terining kimyoviy tarkibi

№	Komponent	Miqdori (%)	Texnologik ahamiyati
1.	Suv	60-70	Elastiklikni ta’minlaydi
2.	Oqsillar	25-30	Asosiy strukturaviy element
3.	Yog‘	2-5	Moslashuvchanlik beradi
4.	Mineral moddalar	1-2	Kimyoviy barqarorlikni ta’minlaydi

Ushbu tarkib terini qayta ishlash jarayonida qanday reaksiya berishini belgilaydi.

Teriga ishlov berishning texnologik boshqichlari. Charm ishlab chiqarish bir necha asosiy boshqichlardan iborat bo‘lib, har biri muhum ahamiyatga ega.

1. Konservatsiya. Yangi olingan teri tez buziluvchan bo‘lgani sababli uni darhol konservatsiya qilish zarur. Bu jarayonda natriy xlor yordamida tuzlash, quritish va sovutish kabi usullardan foydalaniladi. Bu usullar mikroorganizmlar rivojlanishini sekinlashtiradi va terining saqlanish muddatini uzaytiradi.

2. Namlash (soaking). Tuzlangan yoki quritilgan terilar suvda namlanadi. Bu bosqichda tuzlar eritiladi, teri elastikligi tiklanadi va kirlar yuviladi. Ba’zan antiseptik moddalar qo‘shiladi.

3. Ohaklash. Bu bosqichda teri $Ca(OH)_2$ va Na_2S eritmasida ishlanadi. Natijada tuklar ajiraladi, keratin parchalanadi, teri tolalari bo‘shashadi.

ISSN 3030-3907

4. Deliming va bating. Deliming jarayonida pH pasaytiriladi, batingda esa fermentlar yordamida ortiqcha oqsillar parchalanadi. Bu jarayon terini yumshatadi va elastikligini oshiradi.

5. Pikellash. Pikellash kislotali muhitda amalga oshiriladi (pH 2,5-3,5). Bu bosqich xrom dublyajiga tayyorlov vazifasini bajaradi.

Oshlash jarayonining ilmiy asoslari

Oshlash – terini biologik parchalanishdan himoya qilib, uni charmga aylantyirish jarayonidir.

Oshlash ning 3 turli usullari bor. Xromli, o‘simlik va sintetik.

Xromli dublyaj. Xrom ionlari kollagen bilan kompleks hosil qiladi. Natijada, issiqlik chidamlilik oshadi, suvga chidamlililk ta’minlanadi.

O‘simlik dublyajida tanin moddalar kollagen bilan reaksiyada kirishadi va barqaror birikma hosil qiladi. Bu usul ekologik jihatdan xavfsiz hisoblanadi(2-jadval).

2-jadval

Oshlash ususllarini solishtirish

Ko‘rsatkich	Xrom oshlash	O‘simlik dublyaji	Sintetik dublyaj
Tezlik	Yuqori	Past	O‘rta
Mustahkamlik	Yuqori	O‘rta	Yuqori
Ekologiya	Past	Yuqori	O‘rta
Xarajat	O‘rta	Yuqori	Yuqori

Zamonaviy texnologiyalar va innovatsiyalar.

1. Enzimatik ishlov berish

Fermentlar yordamida amalga oshiriladi. Bu jarayonda kimyoviy moddalarga ehtiyoj kamayadi. Ekologik xavfsizlik oshadi

2. Nanotexnologiyalar.

Nanomateriallar yordamida charm yuzasiga antibacterial xususiyat va suv o‘tkazmaslik xususiyati beriladi.

3. Resurs tejamkor texnologiyalar.

O‘z navbatida bu texnologiya 3 turga bo‘linadi. Suvni qayta ishlash (tejamkorlik 40-60% gacha yetadi), yopiq tizim (chiqindi chiqish unumini kamaytiradi), xromsiz dublyaj (ekologik xavfsiz hisoblanadi).

Ekologik muammolar va ularni hal qilish. Charm sanoatida quyidagi muammolar mavjud:

Xrom chiqindilari

Organik ifloslanish

Yuqori suv sarfi

ISSN 3030-3907

Yechimlar:
Biologik tozalash tizimlarini ishlab chiqish
Chiqindilarni qayta ishlash
Ekologik reagentlardan foydalanish

Charm sanoati iqtisodiyot uchun juda muhim hisoblanadi, chunki sanoatning bu turi tufayli eksport daromadi oshadi, ish o‘rinlari yaratadi hamda qishloq xo‘jaligiga bog‘liq hisoblanadi.

Shu maqsadda terini qayta ishlash korxonalaridan namunalar olindi va ular turli chiqindilar (mayda toshlar, chang va tuklar) dan tozalash maqsadida 2 kg namuna ajratib olib uni suv yordami yaxshilab tozalandi. Tozalab olingan namuna 70^0C xaroratda quritish shkafi yordamida (1, 2, 3 soat) quritildi, texnik tarozi yordamida tortib chiqish unumi hisoblandi (3-jadval).

3-jadval

Teri qayta ishlash chiqindisini tozalash unumi

Quritish uchun ketgan vaqt (soat)	Dartlabki namuna massasi	Quritish natijasida olingan massa	Chiqish unumi(%)
1	2 kg	1.85 kg	92.5
2	2 kg	1.65 kg	82.5
3	2 kg	1.62 kg	81.0

Jadvaldan ko‘rish mumkinki, teri chiqindilari quritish uchun maqbul sharoit 70^0C xaroratda 2 soat davomida qizdirish eng maqbul sharoit sifatida olish mumkin.

Adabiyotlardan ma’lumki yog‘larni ajratib olish uchun geksan, benzin, etanol va xlaroform erituvchilar sifatida eng ko‘p ishlatiladi. Shularni inobatga olgan xolda tozalab va quritib olingan teri chiqindisidan 500 g dan olib, yog‘ ajratib olish unumini aniqlash maqsadida yuqorida ko‘rsatilgan erituvchilarda sokslet yordamida yog‘ ajratib olindi(4-jadval).

4-jadval

Terini qayta ishlash chiqindisidan yog‘ ajratib olish unumi

№	Erituvchi nomi	Ajratib olingan yog‘ massasi (g)	Unum (%)
1	Xloraform	32.5	6.5%
2	Benzin	43.5	8.7%
3	Etanol	62.5	12.5%
4	Geksan	67.5	13.5%

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi jadvaldan ko‘rish mumkinki, teri chiqindilaridan yog‘ ajratib olish unumi xloraformda 6.5%, benzinda 8.7%, etanol 12.5%, geksan 13.5% tashkil etishi aniqlandi.

Ajratib olingan yog‘ning fizik-kimyoviy ko‘rsatgichlari kislotalik soni, yod soni va erish xarorati aniqlandi.

Kislota sonini aniqlash uchun 1 g yog‘ni neytrallashtirish uchun sarflanadigan milligramm KOH (kaliy gidroksid) miqdori bilan baxolandi. Buning uchun 10 g namuna olib 50 ml etila spirtida suv vannasidan foydalanib eritildi. Olingan eritmaga 2–3 tomchi fenolftalein qo‘shiladi. Eritma rangi Eritma roza rangga kirguncha 0.1 N spirtli KOH bilan titrlandi.

Hisoblash formulasi:

$$\text{K} = \frac{V \times N \times 56.1}{m}$$

Bu yerda:

V – sarflangan KOH hajmi (ml),

N – KOH eritmasining normalligi,

m – yog‘ massasi (g),

56.1 – KOHning ekvivalent massasi.

Yod sonini aniqlash Yod soni — 100 g yog‘ga bog‘lanishi mumkin bo‘lgan yodning gramm miqdori bilan aniqlanadi. Bunda to‘yinmagan yog‘ kislotalari miqdorini aniqlanadi. Tajriba quyidagi bosqichlarda aniqlanadi.

0.5 g yog‘ xloroformda eriladi.

25 ml Xanus eritmasi qo‘shiladi.

Qorada 30 min saqlanadi.

10 ml 10%li kaliy yodid qo‘shiladi.

100 ml distillangan suv qo‘shiladi.

Eritma kraxmal bilan indikator qilinadi va $Na_2S_2O_3$ bilan titrlanadi.

Hisoblash quyidagi formula yordamida olib boriladi.

$$\text{H} = \frac{(V_0 - V) \times N \times 12.69}{m}$$

Bu yerda:

V_0 – bo‘sh titrlash,

V – sinov titrlash,

N – tiosulfat natriy normalligi,

m – yog‘ massasi (g),

Yog‘ning erish harorati — qattiq holatdan suyuq holatga o‘tadigan harorat xisoblanadi. Buning uchun yog‘ namunasi kapillyar naychaga joylashtirilib naycha

ISSN 3030-3907

suv vannasiga joylashtirilib harorat asta-sekin oshiriladi (~1°C/min). Yog‘ning to‘liq suyuqlanishi qizdiriladi — shu harorat erish harorati sifatida qabul qilinadi. Yuqorida olib borilgan tajriba-sinov asosida olingan natijalar umumlashtirilgan xolda 5-jadvalga joylashtirildi.

5-jadval

Yog‘ning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich nomi	Miqdori
Kislotalik soni, mg KOH/g,	0,77
Yod soni, g J_2/100 g, ko‘pi bilan	34,18
Eritish harorati, °C	46,5

XULOSA. Hayvon terilarini qayta ishlash texnologiyasi murakkab va ilmiy asoslangan bo‘lib, zamonaviy innovatsiyalar yordamida uni yanada takomillashtirish mumkin. Ekologik xavfsiz texnologiyalarni joriy etish ushbu sohaning istiqbolli yo‘nalishi hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Covington A.D. Tanning Chemistry, 2009
2. UNIDO Leather Reports, 2015
3. Sundar V.J. Journal of Cleaner Production, 2011
4. Leather science jurnali
5. Sharipov S. “Charm ishlab chiqarish texnologiyasi”, 2020

ISSN 3030-3907

SANOATDA ISHLATILADIGAN SORBENTLARNING TURLARI VA QO‘LLANISHI

Niyozov Erkin Dilmurodovich
T.f.n., dotsent, Osiyo xalqaro universiteti
Sultonova Sitora Faxriddinovna
Buxoro davlat universiteti
Norov Ilgor Ilxomovich
Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoatda keng qo‘llaniladigan sorbentlarning asosiy turlari, ularning fizik-kimyoviy xossalari va turli sanoat tarmoqlarida qo‘llanilishi to‘liq ko‘rib chiqilgan. Sorbentlar - moddalarni adsorbsiya, absorbsiya yoki ion almashinuvi mexanizmlari orqali o‘ziga tortuvchi materiallar bo‘lib, kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat, farmatsevtika va ekologiya sanoatida muhim rol o‘ynaydi. Aktivlashtirilgan ko‘mir, seolit, silika gel, alyuminiy oksid, ion almashinuvchi smolalar, polimer sorbentlar va biosorbentlarning xususiyatlari hamda afzallik-kamchiliklari tahlil qilingan. Zamonaviy sorbent materiallarining sintez usullari, modifikatsiya yo‘llari va regeneratsiya imkoniyatlari muhokama qilingan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, nano-tuzilishli va kompozit sorbentlar an’anaviy materiallardan 3-5 barobar yuqori samaradorlikka ega bo‘lib, energiya sarfini 20-35% ga kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: sorbentlar, adsorbsiya, seolitlar, aktivlashtirilgan ko‘mir, ion almashinuvi, sanoat tozalash, nano-sorbentlar, silikagel, biosorbentlar, ekologiya.

Аннотация. В данной статье проведён комплексный анализ основных типов сорбентов, широко применяемых в промышленности, их физико-химических свойств и областей использования в различных отраслях. Сорбенты представляют собой материалы, способные поглощать вещества посредством механизмов адсорбции, абсорбции или ионного обмена, и играют важную роль в химической, нефтегазовой, пищевой, фармацевтической и экологической промышленности. Рассмотрены свойства, преимущества и ограничения таких сорбентов, как активированный уголь, цеолиты, силикагель, оксид алюминия, ионообменные смолы, полимерные сорбенты и биосорбенты. Проанализированы современные методы синтеза, способы модификации и возможности регенерации сорбционных материалов. Показано, что наноструктурированные и композиционные сорбенты обладают существенно более высокой эффективностью (в 3–5 раз) по сравнению с традиционными материалами и позволяют снизить энергозатраты на 20–35%.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: сорбенты, адсорбция, цеолиты, активированный уголь, ионный обмен, промышленная очистка, наносорбенты, силикагель, биосорбенты, экология.

Abstract. This paper presents a comprehensive analysis of the main types of sorbents widely used in industry, their physicochemical properties, and their applications across various sectors. Sorbents are materials capable of removing substances through adsorption, absorption, or ion-exchange mechanisms, and they play a crucial role in the chemical, oil and gas, food, pharmaceutical, and environmental industries. The properties, advantages, and limitations of key sorbents, including activated carbon, zeolites, silica gel, aluminum oxide, ion-exchange resins, polymeric sorbents, and biosorbents, are systematically reviewed. Modern synthesis methods, modification approaches, and regeneration capabilities of sorption materials are also analyzed. The results indicate that nanostructured and composite sorbents exhibit significantly higher efficiency (3–5 times) compared to conventional materials and can reduce energy consumption by 20–35%.

Keywords: sorbents, adsorption, zeolites, activated carbon, ion exchange, industrial purification, nanosorbents, silica gel, biosorbents, environmental protection.

KIRISH.

Sanoat rivojlanishi va atrof-muhitga bo‘lgan antropogen ta'sirning ortib borishi munosabati bilan sorbent materiallaridan foydalanish tobora muhim ahamiyat kasb etmoqda. Sorbentlar - bu gaz, suyuqlik yoki eritmalardan turli moddalarni selektiv ravishda o‘ziga tortib, ularni ushlab turish qobiliyatiga ega bo‘lgan maxsus materiallar sinfi hisoblanadi [1, 2]. Ushbu xususiyat ularni sanoatning keng qamrovli tarmoqlarida - neft-gazni qayta ishlash, kimyo sanoati, oziq-ovqat texnologiyasi, farmatsevtika va atrof-muhitni muhofaza qilishda - almashtirib bo‘lmas vosita sifatida belgilaydi.

Dunyoda har yili 2,5 million tonnadan ortiq sorbent materiallari ishlab chiqariladi va bu ko‘rsatkich yiliga o‘rtacha 6-8% ga o‘sib bormoqda [3]. O‘zbekistonda ham mazkur yo‘nalishda faol tadqiqotlar amalga oshirilmoqda: respublikamizda tabiiy seolit zahiralari (Navbahor, Qo‘yimozor konlari), bentonit gillar va boshqa mahalliy xom ashyo bazasida sorbentlar ishlab chiqarish bo‘yicha ilmiy-amaliy ishlar kengaytirilmoqda [4].

Sorbent materiallarini tanlash mezonlari ko‘p omilli bo‘lib, ular qatoriga: sorbsiya qilinayotgan moddaga nisbatan selektivlik, yuqori adsorbsiya sig‘imi, kimyoviy barqarorlik, regeneratsiyalash qulayligi, mexanik mustahkamlik va iqtisodiy samaradorlik kiradi [5]. Ushbu maqolaning maqsadi - mavjud

ISSN 3030-3907

sorbentlarning asosiy turlarini tizimlashtirib, ularning sanoatdagi qo‘llanilish sohalarini va istiqbolli rivojlanish yo‘nalishlarini yoritishdan iborat.

Sorbsiya jarayonlari uch asosiy mexanizm orqali amalga oshadi [6]: 1) Adsorbsiya - moddalarning sorbent sirtida yutilishi. Bu jarayon fizikaviy (Van der Vaals kuchlari ta’sirida) yoki kimyoviy (kovalent bog‘ hosil bo‘lishi bilan) bo‘lishi mumkin; 2) Absorbsiya - moddaning sorbent butun hajmi bo‘ylab yutilishi; 3) Ion almashinuvi - sorbent va eritma orasida ionlar almashinuvi jarayoni, kation yoki anion almashinuv smolalari orqali amalga oshadi.

Adsorbsiya jarayonining miqdoriy tavsifi uchun Leyngmyur va Freyndlix izotermalaridan foydalaniladi. Leyngmyur tenglamasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$q_e = \frac{q_{max} \cdot K_L \cdot C_e}{1 + K_L \cdot C_e}$$

bu yerda: q_e - muvozanat holatidagi adsorbsiya miqdori (mg/g); q_{max} - maksimal adsorbsiya sig‘imi (mg/g); K_L - Leyngmyur konstantasi (L/mg); C_e - muvozanat konsentratsiyasi (mg/L) [7].

Sorbentlarning sanoatdagi samaradorligi quyidagi asosiy parametrlar bilan belgilanadi [8]: Solishtirma sirt maydoni (m^2/g) - sorbentning samaradorligini bevosita belgilovchi eng muhim ko‘rsatkich. Aktivlashtirilgan ko‘mir uchun bu qiymat 500-3000 m^2/g, seolitlar uchun 100-800 m^2/g ga yetadi. G‘ovakli tuzilish – mikrog‘ovak (< 2 nm), mezog‘ovak (2-50 nm) va makrog‘ovak (> 50 nm) sorbentlar turli qo‘llanilish sohalari uchun maqbuldir. Mikrog‘ovakli materiallar past molekulyar massali birikmalarni, mezog‘ovaklilar esa yirik molekulalarni adsorbsiyalashga moslashgan.

Aktivlashtirilgan ko‘mir - eng keng tarqalgan va ko‘p qirrali sanoat sorbenti bo‘lib, u ko‘mir, torf, yog‘och, yong‘oq po‘chog‘i va boshqa uglerod manbalari asosida ishlab chiqariladi [9]. Aktivlashtirish jarayoni ikki bosqichda amalga oshadi. Birinchi bosqich - karbonizatsiya: xomashyo 400-700°C haroratda inert muhitda (azot yoki argon gazi oqimida) pirolizga uchratiladi. Bu bosqichda uglerod tarkibidagi organik birikmalar haydab chiqariladi va g‘ovakli tuzilma shakllanadi. Ikkinchi bosqich - aktivlashtirish: karbonizatsiyalangan mahsulot fizikaviy (suv bug‘i, CO_2, 800-900°C) yoki kimyoviy ($ZnCl_2$, KOH, H_3PO_4 bilan) usulda aktivlashtiriladi. Natijada solishtirma sirt maydoni 1000-3000 m^2/g ga yetadi va g‘ovaklar tizimi yanada rivojlanadi [10].

ISSN 3030-3907

1-jadval

Aktivlashtirilgan ko‘mirning asosiy sanoat markalari va xususiyatlari

Xom ashyo	Sirt yuzasi (m^2/g)	G‘ovaklilik (%)	Qo‘llanilishi
Ko‘mir	700-900	50-55	Suvni tozalash
Ko‘mir	900-1100	52-58	Gazlarni ajratish
Torf	800-1000	48-53	Farmatsevtika
Yog‘och	600-850	45-50	Oziq-ovqat

Seolitlar - kristall tuzilishga ega bo‘lgan alyumosilikat minerallar bo‘lib, ularning asosiy xususiyati qat’iy tartiblangan kanal va bo‘shliqlardan tashkil topgan g‘ovakli strukturaning mavjudligidir. Tabiiy seolitlarga klinoptilolit, mordenit, analsim va shabazit kiradi, sun’iy seolitlarga esa A, X, Y va ZSM-5 tipidagi materiallar mansub bo‘lib, ular sanoatda keng qo‘llaniladi [11, 12]. Seolitlarning muhim afzalliklaridan biri - ularning molekulyar elak sifatida ishlash qobiliyatidir. Masalan, 3A tipidagi seolit diametri taxminan 0,3 nm bo‘lgan molekulalarni (suv, ammiak), 4A tipidagi esa 0,4 nm o‘lchamli molekulalarni (CO_2, SO_2, H_2S) selektiv adsorbsiyalaydi. Ushbu xususiyat ularni gaz aralashmalarini ajratishda samarali sorbent sifatida qo‘llash imkonini beradi [13]. O‘zbekistonda Novdara (Toshkent viloyati) va Qo‘yimozor (Samarqand viloyati) konlarida tabiiy klinoptilolit zahiralari 50 million tonnadan ortiq deb baholanadi. Mahalliy xomashyo asosida yuqori samarali ion almashinuvi va adsorbsiya xususiyatlariga ega sorbentlar ishlab chiqarish istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi [4, 14].

Silikagel - gidratlangan silikat kislotasining g‘ovakli amorf shakli bo‘lib, u namlikni adsorbsiyalashda yuqori samaradorlikka ega. Uning solishtirma sirt maydoni odatda 300-800 m^2/g, g‘ovak hajmi esa 0,3-1,2 ml/g ni tashkil etadi. Silikagel elektrotexnika sanoatida qurituvchi sifatida, xromatografiyada stasionar faza sifatida hamda farmatsevtikada namlikni nazorat qilish maqsadida keng qo‘llaniladi [15]. Faollashtirilgan alyuminiy oksid (Al_2O_3) yuqori mexanik mustahkamlikka ega bo‘lib, kislotali va ishqoriy muhitlarga nisbatan barqarorligi bilan ajralib turadi. Uning asosiy qo‘llanilish sohalariga suvdagi ftorid ionlarini ajratish (deflyuoratsiya, sig‘imi 2-8 mg/g), gaz oqimlarini quritish hamda katalitik jarayonlarda tashuvchi sifatida foydalanish kiradi [16].

Ion almashinuvchi smolalar (ionitlar) - qat’iy polimer matritsaga kovalent bog‘langan funksional guruhlar orqali ionlarni selektiv almashinish xususiyatiga ega bo‘lgan materiallardir. Ular funksional guruh tabiatiga ko‘ra kationitlar (sulfo-

ISSN 3030-3907

va karboksil guruhli) hamda anionitlar (ammoniy va amin guruhli) ga bo‘linadi [17]. Sanoatda ionitlar quyidagi asosiy jarayonlarda keng qo‘llaniladi: suvni yumshatish (Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlarini Na^{+} ionlariga almashinish; ion almashinish sig‘imi odatda 1,5-2,5 mg/ml), metallurgiyada qimmatbaho metallarni (Au, Pt, U) eritmalardan ajratib olish, farmatsevtika sanoatida yuqori tozalikdagi suv tayyorlash hamda oziq-ovqat sanoatida shakar eritmalarini tozalash [18].

Polimer sorbentlar - sintetik organik polimerlar asosida yaratilgan g‘ovakli materiallar bo‘lib, ular yuqori kimyoviy barqarorlik, keng funksionall imkoniyati va regeneratsiya qulayligi bilan tavsiflanadi. Ularning asosiy vakillariga polivinilpirolidon (PVP), polivinil spirt (PVA), XAD tipidagi smolalar hamda molekulyar imprinting (MIP) sorbentlari kiradi. Molekulyar imprinting texnologiyasi farmatsevtika va ekologik monitoring sohalarida muhim ahamiyat kasb etadi, chunki ushbu usul orqali olingan sorbentlar ma’lum maqsadli molekulalarga nisbatan yuqori selektivlik (taqsimlanish koeffitsienti $K > 10$) namoyon etadi [19, 20].

Biosorbentlar - biologik kelib chiqishga ega materiallar bo‘lib, ular suvo‘tlar, zamburug‘li biomassa, qishloq xo‘jaligi chiqindilari (masalan, guruch po‘chog‘i, g‘o‘za chanog‘i) hamda bakterial biomassa asosida olinadi. Ushbu materiallarning asosiy afzalliklari - arzonligi, biologik parchalanishi va og‘ir metall ionlarini (Pb^{2+}, Cd^{2+}, Cr^{6+}, Hg^{2+}) suv muhitidan samarali sorbsiyalash qobiliyatidir.

Adsorbsiya izotermasi - doimiy haroratda sorbent va eritma (yoki gaz fazasi) o‘rtasidagi muvozanat holatini tavsiflovchi bog‘liqlik bo‘lib, u sorbentning maksimal sig‘imi, adsorbsiya mexanizmi hamda jarayonning termodinamik xususiyatlarini aniqlashda muhim vosita hisoblanadi [34]. Amaliyotda eng keng qo‘llaniladigan izoterma modellari quyidagilardan iborat:

Leyngmyur modeli - bir qatlamli adsorbsiyani va sorbent sirtida energetik jihatdan bir xil faol markazlarning mavjudligini taxmin qiladi.

$$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

bu yerda q_{max}- maksimal bir qatlamli adsorbsiya sig‘imi (mg/g), K_L - Leyngmyur muvozanat konstantasi (l/mg).

Ajratish omili R_L quyidagicha aniqlanadi:

$$R_L = \frac{1}{1 + K_L C_0}$$

Agar $R_L < 1$ bo‘lsa, jarayon qulay, $R_L = 0$ - qaytmas, $R_L = 1$ - chiziqli, $R_L > 1$ - noqulay hisoblanadi [35]. Aktivlashtirilgan ko‘mirda og‘ir metall ionlari adsorbsiyasi uchun R_L odatda 0,01-0,5 oralig‘ida bo‘lib, bu jarayonning yuqori samaradorligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Freyndlix modeli geterogen sirtlarda ko‘p qatlamli adsorbsiyani tavsiflovchi empirik modeldir:

$$q_e = K_F C_e^{1/n}$$

bu yerda K_F - adsorbsiya sig‘imiga bog‘liq konstanta, $1/n$ - geterogenlik ko‘rsatkichi (adsorbsiya intensivligi).

Agar $1/n < 1$ bo‘lsa, adsorbsiya qulay, $1/n > 1$ bo‘lsa - noqulay hisoblanadi. Tenglamaning logarifmik shakli eksperimental ma’lumotlardan K_F va n parametrlarini aniqlash imkonini beradi [36]. Seolitlar uchun n qiymati odatda 2-5 oralig‘ida bo‘lib, bu ularning yuqori selektivligini ko‘rsatadi.

Temkin izotermasi adsorbsiya issiqligining sirt qoplamasi bilan chiziqli ravishda o‘zgarishini hisobga oladi va geterogen sirtlar uchun mos keladi:

$$q_e = \frac{RT}{b_T} \ln(A_T C_e)$$

bu yerda A_T - Temkin muvozanat bog‘lanish konstantasi (L/g), b_T - adsorbsiya issiqligiga bog‘liq konstanta (J/mol), R - universal gaz konstantasi, T - absolut harorat. Dubinin-Radushkevich (D-R) izotermasi esa g‘ovakli materiallar (ayniqsa aktivlashtirilgan ko‘mir va seolitlar) uchun maqbul bo‘lib, adsorbsiyaning fizikaviy yoki kimyoviy tabiatini aniqlashga imkon beradi. D-R modelidagi erkin adsorbsiya energiyasi $E = 8 - 16\ kJ/mol$ bo‘lsa, ion almashinuvi mexanizmi, $E < 8\ kJ/mol$ bo‘lsa, fizikaviy adsorbsiya yuz bermoqda degan xulosaga kelinadi [37].

3-jadval

Turli sorbent–sorbat juftlari uchun izoterma parametrlari (T = 25°C)

Sorbent	Sorbat	Model	q_{max} (mg/g)	K_L (L/mg)	R^2
Akt. Ko‘mir	Fenol	Leyngmyur	312,5	0,042	0,998
Klinoptilolit	NH_4^+	Leyngmyur	18,7	0,156	0,995
Silikagel	CO_2	Freyndlix	—	KF=2,34	0,991
Al_2O3 (faal.)	F^-	Leyngmyur	6,8	0,312	0,997
Biosorbent	Pb^{2+}	Leyngmyur	156,3	0,089	0,996
MOF-5	CH_4	D-R	—	E=12,4 kJ	0,999

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, turli turdagi sorbent materiallar o‘ziga xos fizik-kimyoviy xossalar, afzalliklar va cheklovlarga ega. Shu sababli, sanoat sharoitlari uchun optimal sorbentni tanlash ko‘p mezonli optimallashtirish

ISSN 3030-3907

masalasi sifatida qaraladi. Bunda energiya sarfi, regeneratsiya barqarorligi (sikllar soni), selektivlik, mexanik mustahkamlik hamda iqtisodiy samaradorlik (narx-sifat nisbati) asosiy baholash mezonlari hisoblanadi.

Shu nuqtai nazardan, hozirgi bosqichda gibrid yondashuv, ya'ni an'anaviy sorbentlarni nano-o'lchamli komponentlar bilan modifikatsiyalash eng istiqbolli yo'nalish sifatida namoyon bo'lmoqda. Mazkur yondashuv sorbentlarning funksional xususiyatlarini sezilarli darajada yaxshilagan holda, umumiy iqtisodiy xarajatlarni nisbatan past darajada saqlab qolish imkonini beradi. Adabiyot ma'lumotlariga ko'ra, bunday modifikatsiya natijasida adsorbsiya samaradorligini 2-3 baravar oshirish mumkin.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Ruthven, D.M. Principles of Adsorption and Adsorption Processes. John Wiley & Sons, New York, 1984. 433 p.
2. Do, D.D. Adsorption Analysis: Equilibria and Kinetics. Imperial College Press, London, 1998. 892 p.
3. Size M. V. M. Share & trends analysis report //URL: https://www. grandviewresearch. com/industry-analysis/automated-guided-vehicle-agv-market. – 2020.
4. Fayzullaev N.I., Mamadoliev I.I. Mahalliy xomashyolardan olingan yuqori kremniyli seolitli sistemalarining xarakteristikalari //SamDU ilmiy axborotnoma. – 2020. –№.119. – 52-56.
5. Yang, R.T. Adsorbents: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons, Hoboken, 2003. 424 p.
6. Crini, G., Lichtfouse, E. Advantages and disadvantages of techniques used for wastewater treatment // Environmental Chemistry Letters. 2019. Vol. 17. P. 145–155.
7. Langmuir, I. The adsorption of gases on plane surfaces of glass, mica and platinum // Journal of the American Chemical Society. 1918. Vol. 40(9). P. 1361–1403.
8. Sing, K.S.W. et al. Reporting physisorption data for gas/solid systems // Pure and Applied Chemistry. 1985. Vol. 57(4). P. 603–619.
9. Bansal, R.C., Goyal, M. Activated Carbon Adsorption. CRC Press, Boca Raton, 2005. 520 p.
10. Marsh, H., Rodríguez-Reinoso, F. Activated Carbon. Elsevier Science, Oxford, 2006. 554 p.
11. Breck, D.W. Seolite Molecular Sieves. John Wiley & Sons, New York, 1974. 771 p.
12. Weitkamp, J., Puppe, L. Catalysis and Seolites. Springer, Berlin, 1999. 564 p.

ISSN 3030-3907

13. Ackley, M.W., Rege, S.U., Saxena, H. Application of natural seolites in the purification and separation of gases // Microporous and Mesoporous Materials. 2003. Vol. 61. P. 25–42.
14. Adizova X. R. S. Sorbentlarning sorbsion xossasiga faollanuvchi gillarning ranglari va o‘lchamlarini ta‘siri //«Acta Nuuz». – 2025. – T. 3. – №. 3.1. – C. 295-297.
15. Bergna, H.E. The Colloid Chemistry of Silica. American Chemical Society, Washington, 1994. 694 p.
16. Saha, S., Wang, J.M., Pal, A. Sodium impregnation of granular activated alumina // Journal of Hazardous Materials. 2012. Vol. 201. P. 49–57.
17. Helfferich, F. Ion Exchange. McGraw-Hill, New York, 1962. 624 p.
18. Streat, M., Naden, D. Ion Exchange and Sorption Processes in Hydrometallurgy. John Wiley & Sons, 1987. 384 p.
19. Sherrington, D.C. Preparation, structure and morphology of polymer supports // Chemical Society Reviews. 2001. Vol. 30. P. 183–209.
20. Vasapollo, G. et al. Molecularly imprinted polymers: present and future prospective // International Journal of Molecular Sciences. 2011. Vol. 12(9). P. 5908–5945.
21. Volesky, B. Sorption and Biosorption. BV-Sorbex, Inc., Montreal, 2003. 316 p.
22. Davis, T.A., Volesky, B., Mucci, A. A review of the biochemistry of heavy metal biosorption by brown algae // Water Research. 2003. Vol. 37(18). P. 4311–4330.
23. Kohl, A.L., Nielsen, R.B. Gas Purification. Gulf Publishing Company, Houston, 1997. 1395 p.
24. Speight, J.G. Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes. Gulf Professional Publishing, Burlington, 2011. 625 p.
25. Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: Treatment and Resource Recovery, 5th Ed. McGraw-Hill, 2014. 2048 p.
26. Kulprathipanja, S. Seolites in Industrial Separation and Catalysis. Wiley-VCH, Weinheim, 2010. 662 p.
27. Clarke, M.A. Sugar: A User's Guide to Sucrose. Van Nostrand Reinhold, New York, 1993. 358 p.
28. Ahmaruzzaman, M. Industrial wastes as low-cost potential adsorbents for treatment of wastewater // Advances in Colloid and Interface Science. 2011. Vol. 166. P. 36–59.
29. Mimura, H. et al. Ion exchange selectivity of seolite A for cesium and strontium ions // Journal of Nuclear Science and Technology. 2001. Vol. 38(10). P. 872–878.

ISSN 3030-3907

30. Zhao, G. et al. Graphene oxide as a sorbent for extraction of metal ions // Analytica Chimica Acta. 2011. Vol. 708. P. 1–14.
31. Furukawa, H. et al. The chemistry and applications of metal-organic frameworks // Science. 2013. Vol. 341(6149). P. 1230444.
32. Bandura, L. et al. Composite seolite-activated carbon sorbents // Microporous and Mesoporous Materials. 2016. Vol. 223. P. 1–11.
33. Sanz-Pérez, E.S. et al. Direct capture of CO_2 from ambient air // Chemical Reviews. 2016. Vol. 116(19). P. 11840–11876.
34. Foo, K.Y., Hameed, B.H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems // Chemical Engineering Journal. 2010. Vol. 156(1). P. 2–10.
35. Weber, T.W., Chakravorti, R.K. Pore and solid diffusion models for fixed-bed adsorbers // AIChE Journal. 1974. Vol. 20(2). P. 228–238.
36. Freundlich, H. Over the adsorption in solution // Journal of Physical Chemistry. 1906. Vol. 57. P. 385–470.
37. Dubinin, M.M., Radushkevich, L.V. The equation of the characteristic curve of activated charcoal // Proceedings of the USSR Academy of Sciences. 1947. Vol. 55. P. 331–337.

ISSN 3030-3907

ОСОБЕННОСТИ СИСТЕМЫ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ В СЕМЯХ ДЕТЕЙ С ОСТРЫМ НЕРЕВМАТИЧЕСКИМ КАРДИТОМ С НАСЛЕДСТВЕННОЙ ОТЯГОЩЕННОСТЬЮ ПО КАРДИАЛЬНОЙ ПАТОЛОГИИ.

Маматкулова Феруза Хамидовна

Кафедра педиатрии №2. Самаркандский государственный медицинский университит. Самарканд, Узбекистан.

Аннотация. Целью настоящей работы являлась освещение особенностей фосфолипидной структуры и антиоксидантной активности клеточных мембран у детей раннего возраста с острым неревматическим кардитом, из семей с отягощенным кардиопатологическим (КП) семейным анамнезом. Пациенты и методы. Под наблюдением находились 84 ребенка с острым неревматическим кардитом в возрасте от 3 мес. до 3 лет. Дети подбирались с учетом генеалогического анализа семьи. Из семей с отягощенной наследственностью по КП было 46 больных детей, без отягощенности - 38. Результаты. У детей с наследственной отягощенностью по кардиальной патологии установлены более выраженные изменения фосфолипидного спектра клеточных мембран, высокие показатели перекисного окисления липидов (ПОЛ) и низкие показатели активности антиоксидантных ферментов чем у детей без отягощенности анамнеза в отношении кардиальной патологии.

Ключевые слова: Дети раннего возраста, неревматический кардит, фосфолипидный спектр крови, перекисное окисление липидов, антиоксидантная система.

Annotation. The aim of this work was to highlight the features of the phospholipid structure and antioxidant activity of cell membranes in young children with acute non-rheumatic carditis, from families with a weakened family history of cardiopathological (CP). Patients and methods. Under observation were 84 children with acute non-rheumatic carditis at the age of 3 months. up to 3 years. Children were selected taking into account the genealogical analysis of the family. Of the families with burdened heredity in KP, there were 46 sick children, 38 without burdened. Results. In children with a hereditary burden of cardiac pathology, more pronounced changes in the phospholipid spectrum of cell membranes, high lipid peroxidation (LPO) and low activity of antioxidant enzymes than in children without a history of cardiac pathology were found.

Keywords: young children, non-rheumatic carditis, blood phospholipid spectrum, lipid peroxidation, antioxidant system.

ISSN 3030-3907

Аннотация. Мазкур ишнинг мақсади ўткир норевматик кардит билан оғриган ва оилавий шажараси юрак хасталиклари билан оғирлашган болаларда ҳужайраларнинг фофолипид структураси ва антиоксидант фаоллиги хусусиятларини ёритиш бўлди. Беморлар таркиби ва усуллар. Назорат остида 84та ўткир норевматик кардит билан оғриган 3ойдан 3ёшгача бўлган болалар бўлди. Бемор болалар уларнинг оилавий шажараси хусусиятларини эътиборга олган ҳолда танланди. Оилавий шажараси юрак хасталиклари билан оғирлашган оилалардан 46та бола ва оилавий шажарасида юрак хасталиклари бўлмаган оилалардан 38 та бола танлаб олинди. Натижалар. Ушбу гуруҳлар кўрсатгичлари қиёсий тахлил қилинганда оилавий шажараси юрак хасталиклари билан оғирлашган бемор болалар гуруҳида ҳужайралар мембранаси фосфолипидларининг нисбатан чуқур ўзгаришлари, липидларнинг перекисли оксидланиш кўрсатгичларининг юқорилиги ҳамда антиоксидант ферментлар фаоллигининг нисбатан паст кўрсатгичлари аниқланди.

Калит сузлар: Эрта ёшли болалар, норевматик кадит, эритроцитларнинг фосфолипид структураси, липидларнинг перекисли оксидланиши, антиоксидант тизим.

ВВЕДЕНИЕ.

Поражения миокарда представляют собой широко распространенную форму кардиальной патологии (КП) у детей и привлекают к себе все большее внимание педиатров [1, 2]. По мнению ряда исследователей в семьях больных неревматическим кардитом частота кардиальной патологии значительно превышает общепопуляционные показатели и является существенным фактором риска [3]. Вместе с тем, известно, что у детей из семей с наследственной отягощенностью по кардиальной патологии отмечаются существенные изменения в липидном обмене [4, 5]. Эти изменения могут значительно усугубляться при воспалительных изменениях в миокарде и повышенной нагрузке на сердце и заслуживают специального из учения.

Целью настоящей работы являлась освещение особенностей фосфолипидной структуры и антиоксидантной активности клеточных мембран у детей раннего возраста с острым неревматическим кардитом, из семей с отягощенным кардиопатологическим семейным анамнезом.

ОБЪЁМ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ: Под нашим наблюдением находились 84 ребенка с острым неревматическим кардитом в возрасте от 3 мес. до 3 лет. В соответствии с целью данной работы дети подбирались с учетом генеалогического анализа семьи. Из семей с отягощенной

ISSN 3030-3907

наследственностью по КП было 46 больных детей. Параллельно этой группе больных обследовались 38 больных детей без отягощенности семейного анамнеза по КП. Общеклиническое обследование включало: генеалогический анализ родословных, акушерский анамнез, оценку условий жизни, перенесенных и сопутствующих заболеваний, данных общего анализа крови, мочи, кала, биохимических показателей крови. Клинико-функциональное исследование сердечно-сосудистой системы включало: рентгенографию органов грудной клетки, запись ЭКГ и ФКГ на 6 канальном электрокардиографе "БИОСЕТ 600", ЭхоКГ на аппарате "TOSHIBA" (Япония). По показаниям проводились дополнительные исследования: консультация невропатолога, ЛОР врача. Специальные биохимические методы исследования: спектр фосфолипидов эритроцитарных мембран определялся методом тонкослойной хроматографии на пластинках «Silufol» по методике В.И. Крылова (1978). Об интенсивности перекисного окисления липидов (ПОЛ) судили по содержанию в мембранах эритроцитов диеновых конъюгат (ДК) (И.Д.Стальная, 1977) и малонового диальдегида (МДА) в сыворотке крови (И.Д.Стальная, 1978). Активность каталазы в крови определяли по методу А.Баха и Н.Зубковой (1969). Пероксидазная активность крови определялась по методу П.В. Симакова в модификации Т.Попова с соавт. (1971). Эти исследования проведены всем больным детям, а также группам родственников. Из родственников больных были исследованы по 19 клинически здоровых родителей пробандов с неотягощенной и отягощенной наследственностью. Фенотипически здоровые сибсы составили соответственно по 21 ребенку, родителей с КП было 17.

Полученные результаты и их обсуждение. Сравнительный анализ показал некоторые особенности изменений стабильности цитомембран в зависимости от генеалогических характеристик (табл. 1.).

Таблица 1.

Фосфолипидный спектр эритроцитарных мембран у больных детей неревматическим кардитом (M±m)

Показатели	Здоровые (n=30)	Больные неревматическим кардитом			
		I группа (n=38)	P	II группа (n=46)	P
ЛФХ ммоль/л	0,23±0,01	0,28±0,01	< 0,01	0,33±0,01*	<0,001

ISSN 3030-3907

ФС ммоль/л	0,32±0,01	0,30±0,01	> 0,05	0,28±0,01	<0,01
СФМ ммоль/л	0,35±0,01	0,37±0,01	> 0,05	0,37±0,01	>0,05
ФХ ммоль/л	0,44±0,01	0,39±0,01	< 0,001	0,34±0,01*	<0,001
ФЭА ммоль/л	0,34±0,01	0,29±0,01	< 0,001	0,25±0,01*	<0,001

Примечание:	Р – достоверность различия между здоровыми и больными; * - достоверность различия между группами больных (Р<0,05).

Так, у пробандов с неотягощенным семейным анамнезом выявлено возрастание цитотоксической фракции фосфолипидов – лизофосфатидилхолина (ЛФХ) – 0,28±0,01ммоль/л, при норме – 0,23±0,01ммоль/л (Р<0,05) Уровень фосфатидилсерина (ФС) (0,30±0,01ммоль/л) и сфингомиелина (СФМ) (0,37±0,01ммоль/л) существенно не отличались от показателей здоровых (0,32±0,01ммоль/л; Р>0,05 и 0,35±0,01ммоль/л; Р>0,05 соответственно), что подтверждает трудноокисляемость этих фракций.

Возрастание ЛФХ в мембранах эритроцитов сопровождалось снижением фракции фосфатидилхолина (ФХ) - основного структурного компонента клеточных мембран (0,39±0,01ммоль/л), а также фосфатидилэтаноламина (ФЭА) (0,29±0,01ммоль/л) по сравнению с показателями контрольной группы (0,44±0,01ммоль/л и 0,34±0,01ммоль/л соответственно; Р<0,05).

В то же время исследование фосфолипидов клеточных мембран у пробандов с отягощенной наследственностью по КП выявило более значительное изменение их соотношения. Так, у пробандов на фоне выраженного снижения ФХ (0,34±0,01ммоль/л; Р<0,01) и ФЭА (0,25±0,01ммоль/л; Р<0,01) значительно увеличена фракция ЛФХ (0,33±0,01ммоль/л; Р<0,01), что существенно отличаются также от показателей пробандов I-группы; (Р<0,05). В этой группе больных достоверно снижена также фракция ФС (0,28±0,01ммоль/л; Р<0,05).

При внутрисемейных исследованиях состояния клеточных мембран выявлены некоторые особенности изменений у членов семей пробандов с отягощенной наследственностью: у фенотипически здоровых родителей и сибсов содержание ФХ имело тенденцию к снижению (Р<0,05), а ЛФХ к

ISSN 3030-3907

повышению (P<0,05), что подтверждало определенные склонности к мембранной патологии в этих семьях

Данные о содержании ПОЛ в биологических мембранах отражали глубину и выраженность патологического процесса (табл. 2).

Так, у пробандов с неотягощенным семейным анамнезом было обнаружено усиление процессов ПОЛ: повышение содержания ДК (5,35±0,17 нмоль/10^{12} эритр; P<0,05) в мембранах эритроцитов и МДА (6,58±0,18 нмоль/мг. липидов; P<0,05) в сыворотке крови. Однако усиление процессов ПОЛ было более выраженным у детей с наследственной отягощенностью по КП: (5,97±0,19 нмоль/10^{12} эритр: P<0,001 и 7,23±0,2 нмоль/мг. лип: P<0,01 соответственно), что достоверно превышало показателей больных I-группы

Процессы перекисного окисления липидов, как известно, тесно связаны с процессами антиоксидантной системы (АОС) организма и при нарушении одного из них страдает и другой. Учитывая это обстоятельство, нами изучена активность ферментов антиоксидантной защиты у исследуемых групп больных. Содержание каталазы у пробандов I-группы составляет 7,04±0,2 ммоль/мл./мин. а пероксидазы 236,3±6,56 мкмоль/мл./мин, что было существенно ниже показателей здоровых (7,88±0,18 ммоль/мл./мин. и 268,6±5,96 мкмоль/мл./мин. соответственно) (табл 2.).

Таблица 2.

Показатели ПОЛ и ферментов антиоксидантной защиты у детей с острым неревматическим кардитом (M±m)

Показатели	Здоровые (n=30)	Больные с неревматическим кардитом			
		I-группа (n=38)		II-группа (n=46)	
ДК (нмоль/10^{12} эритроцитов)	4,58±0,15	5,35±0,17	<0,01	5,97±0,19 *	<0,001
МДА (нмоль/мг липидов)	5,8±0,18	6,58±0,18	<0,01	7,23±0,2*	<0,001
Каталаза (моль/мл./мин.)	7,88±0,19	7,04±0,2	<0,01	6,38±0,21*	<0,001
Пероксидаза (мкмоль/мл./мин.)	268,6±6,06	236,3±6,65	<0,001	205,4±7,14*	<0,001
Примечание:	P – достоверность различия между здоровыми и больными; * - достоверность различия между группами				

ISSN 3030-3907

	больных (P<0,05).

В то же время у пробандов II-группы с более выраженной интенсивностью процессов ПОЛ выявлено более низкая активность ферментов АОС. Так содержание каталазы (6,38±0,21 ммоль/мл./мин.) и пероксидазы (205,4±7,06 мкмоль/мл./мин.) были значительно ниже, чем у здоровых (P<0,001), а также показателей I-группы (P<0,05).

При внутрисемейных исследованиях состояния ПОЛ и активности ферментов АОС были установлены некоторые особенности у членов семей пробандов II-группы: у клинически здоровых родителей и сибсов отмечались определенные тенденции к повышению содержания ДК (P<0,05) и снижению активности каталазы (P<0,05). У больных родителей с КП обнаружены высокие показатели ДК (P<0,01), МДА (P<0,01) при низких показателях каталазы (P<0,01) и пероксидазы (P<0,01)

Таким образом, наши данные об однонаправленности изменений липидных фракций у родителей и детей не противоречат существующим данным литературы и свидетельствуют о несомненной роли наследственности в этих изменениях. Однонаправленность нарушений липидного обмена у пробандов и у ближайших родственников позволяет сделать вывод о наличии риска развития подобных нарушений у практически здоровых членов семьи при воздействии неблагоприятных факторов, что необходимо учитывать при семейной диспансеризации. Исключительная связь манифестации неревматических кардитов с бронхо-легочными заболеваниями (ОРВИ, пневмония) нацеливает на существенную роль гипоксического фактора, т.е. окислительного стресса.

ВЫВОДЫ.

1. У детей острым неревматическим кардитом, с наследственной отягощенностью по кардиальной патологии установлены более выраженные изменения фосфолипидного спектра эритроцитарных мембран: уровень лизофосфатидилхолина был на 17,9% выше, а фосфатидилхолина на 12,8% ниже, чем у детей без отягощенности анамнеза в отношении кардиальной патологии.
2. Установлено, что процессы ПОЛ протекают наиболее интенсивно у больных детей с наследственной отягощенностью по кардиальной патологии: содержание диеновых конъюгат и малонового диальдегида превышали соответственно на 11,6% и 9,9% показателей больных детей без отягощенности анамнеза в отношении кардиальной патологии.
3. У детей с острым неревматическим кардитом установлена зависимость активности антиоксидантной системы от генеалогических особенностей: у

ISSN 3030-3907

детей с наследственной отягощенностью по кардиальной патологии активность каталазы была ниже на 9,4%, а пероксидазы на 13,1% чем у детей без отягощенности анамнеза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алимжанов И. И., Ганиев А. Г., Шамсутдинова М. А. Количественное значение факторов риска в возникновении неревматических кардитов у детей раннего возраста: Сб. Тез. V-съезда педиатров Узбекистана. –Ташкент, 2004. –С. 18-19.
2. Басаргина Е. Н., Иванов А. П., Белова Н. Р. Миокардит и дилатационная кардиомиопатия у детей раннего возраста //Росс. вест. перинат. и педиатр. -2004. -№3. -С. 26-31.
3. Виноградов И. В., Иванова О. В., Корнюшо Е. М. Клинико-функциональная характеристика состояния сердечно-сосудистой системы у детей, родители которых умерли внезапно: Сб. тез. конгресса Детская кардиология 2000. –М., 2000. –С. 256-257.
4. Дерюгин, М. В. Хронические миокардиты / М. В. Дерюгин, С. А. Бойцов. — СПб.:ЭЛБИ-СПб., 2005. — 288 с.
5. Ивкина, С. С. Неревматические кардиты у детей: учеб.-метод. пособие / С. С. Ивкина, А. И. Зарянкина. — Гомель, 2012. — 22 с.
6. Кардиология и ревматология детского возраста / под. ред. Г. А. Самсыгиной, М. Ю. Щербаковой. — М.:ИД «МЕДПРАКТИКА-М», 2009. — 812 с.
7. Мутафьян, О. А. Кардиты у детей и подростков / О. А. Мутафьян. — СПб.: Издательский дом СПбМАПО, 2006. — 288 с.
8. Телкова И. Л., Тепляков А. Т. Клинические и патофизиологические аспекты влияния хронической гипоксии/ишемии на энергетический метаболизм миокарда //Клиническая медицина. -2004. -№3. -С. 4-11.
9. Щербакова М. Ю., Мурашко Е. В., Монтьев С. Г. Особенности электрокардиографических показателей и липидного спектра у детей из семей с отягощенной наследственностью по тромбозам //Педиатрия. -1999. -№1. -С. 53-55.
10.Эргашев А.Х., Маматкулова Ф.Х.,Рузикулов Н.Ё. Особенности системы антиоксидантной защиты в семьях детей с острым неревматическим кардитом с наследственной отягошенностью по кардиальной патологии. Материалы Межрегиональной научно-практической конференции с международным участием. «Здоровье семьи – будущее России» (8-9 ноября 2017г., г. Ижевск. Консилиум. №2, 2017г. С. 70-71
11.Эргашев Ф.Х., Абдурасулов Ф.П, Рузикулов Н.Ё. Особенности липидного

ISSN 3030-3907

обмена в семьях детей с острым неревматическим кардитом в семьях детей с острым неревматическим кардитом. Тиббиётда янги кун” 3 (31) 2020,с.553-557.www.bsmi.uz E: ndmuz@mail.ru

ISSN 3030-3907

ОЦЕНКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ КЛЕТОЧНОГО И ГУМОРАЛЬНОГО ФАКТОРОВ ИММУНИТЕТА ПРИ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПОЧЕК У ДЕТЕЙ

Рузикулов Норкул Ёкубович

Ассистент кафедры Педиатрии №2 Самаркандский государственный медицинский университет

Аннотация. При выраженных деструктивных изменениях в базальной мембране клубочков почек увеличивается экскреция с мочой иммуноглобулинов - G и A. Нами проведено исследование количественного содержания сывороточных иммуноглобулинов класса A, M, G, а также относительного содержания Т- и В- лимфоцитов у 24 детей в возрасте от 2 до 14 лет у больных гломерулонефритом и нефропатиями обменного генеза. Иммуноглобулины определяли методом радиальной иммунодиффузии по Манчини, Т и В лимфоциты методом Е – и ЕАС – розеткообразования. Полученные результаты показали, что при остром гломерулонефрите отмечается снижение количества IgG и IgA соответственно 630 мг% и 130 мг% по сравнению с возрастной нормой: 1025мг% и 160 мг%. При хроническим гломерулонефрите снижение уровня этих иммуноглобулинов было значительно выражено: IgG – 460 мг% и IgA - 85 мг%. Определение количества сывороточных иммуноглобулинов и основных субпопуляций лимфоцитов имеет большое практическое значение в понимании сущности иммунных нарушений и в выборе правильной терапии.

Ключевые слова: иммунитет, антигены, острый гломерулонефрит, антиген – антитело, иммуноглобулины, лимфоциты.

Annotatsiya. Glomerulalarning bazal membranasidagi destruktiv o‘zgarishlar bilan immunoglobulinlar-G va A ning siydik bilan chiqarilishi kuchayadi, shuning uchun qon zardobidagi immunoglobulinlar miqdorini va ularning siydik bilan chiqarilishini aniqlash muhim ahamiyatga ega. Biz 2 yoshdan 14 yoshgacha bo‘lgan metabolik genezli glomerulonefritni va nefropatiyasi bo‘lgan 24 ta bolada A, M, G sinfidagi immunoglobulinlarining miqdoriy tarkibini, shuningdek T- va B limfotsitlarining nisbiy tarkibini o‘rganib chiqdik. Immunoglobulinlar immunodiffuziya usuli bilan (Manchini), T va B limfotsitlari E – va EAC - rozetka hosil qilish usuli bilan aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, o‘tkir glomerulonefritda yosh me'yoriga nisbatan IgG va IgA miqdori mos ravishda 630 mg% va 130 mg% ga kamayadi: 1025 mg% va 160 mg%. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, o‘tkir glomerulonefritda IgG va IgA miqdori mos ravishda 630 mg% va 130 mg% yosh normasi bilan solishtirganda kamayadi: 1025 mg% va 160 mg%.Shunday qilib, immunoglobulinlar va limfotsitlarning asosiy

ISSN 3030-3907

subpopulyatsiyalari miqdorini aniqlash immunitet buzilishlarining mohiyatini tushunishda va to‘g‘ri terapiyani tanlashda katta ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: immunitet, antigenlar, o‘tkir glomerulonefrit, antigen-antitelo, immunoglobulinlar, limfotsitlar.

Annotation. With pronounced destructive changes in the basement membrane of the glomeruli of the kidneys, urinary excretion of immunoglobulins G and A increases. up to 14 years in patients with glomerulonephritis and metabolic nephropathies. Immunoglobulins were determined by the method of radial immunodiffusion according to Mancini, T and B lymphocytes by the method of E - and EAC - rosette formation. The results obtained showed that in acute glomerulonephritis there is a decrease in the amount of IgG and IgA, respectively, 630 mg% and 130 mg% compared with the age norm: 1025 mg% and 160 mg%. In chronic glomerulonephritis, the decrease in the level of these immunoglobulins was significantly pronounced: IgG - 460 mg% and IgA - 85 mg%. Determining the amount of serum immunoglobulins and the main subpopulations of lymphocytes is of great practical importance in understanding the essence of immune disorders and in choosing the right therapy.

Keywords: immunity, antigens, acute glomerulonephritis, antigen-antibody, immunoglobulins, lymphocytes.

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность. В настоящее время роль иммунных механизмов в развитии многих заболеваний почек не вызывает никаких сомнений. Этими механизмами являются: 1) реакция антител с почечними антигенами. 2) комплексы антиген-антитело, образующиеся в системе кровообращения и затем осаждающиеся на почечных структурах. Эти два механизма ответственны за возникновение большинства заболеваний почек у человека, вызванных иммунными реакциями [1,2,3,6,8,9].

В настоящее время в развитии и прогрессировании хронического гломерулонефрита придают значение трем основным механизмам: иммунным, гемодинамическим и метаболическим. Однако в развитии гломерулонефрита наибольшее значение имеет первый из этих факторов. Роль клеточной аутосенсибилизации при заболеваниях почек недостаточно изучена. Имеются некоторые заболевания почек, которые клинически протекают нефритоподобным синдромом и обусловлены наследственным нарушением обмена веществ. К ним относятся дисметаболические нефропатии.

Роль иммунной системы в возникновении этих заболеваний недостаточно изучена, особенно в зависимости от этапа нефропатии

ISSN 3030-3907

обменного генеза. Многие препараты, применяемые при заболеваниях почек, оказывают иммуносупрессивное действие (преднизолон, гепарин, цитостатики и др,). Поэтому изучение основных субпопуляций лимфоцитов имеет большое клиническое и диагностическое значение. Эффекторами гуморального звена иммунитета являются антитела, относящиеся к определенному классу иммуноглобулинов. В настоящее время все иммуноглобулины делятся на 5 классов – иммуноглобулины –G, M, A, D, E [1,2,4,7,8,].

До 70-75% общего количества иммуноглобулинов составляют IgG. К ним относятся антитела против большинства антигенов различной природы чем и обусловлена их важная роль в защитных реакциях организма. Иммуноглобулин А составляет до 20% всех иммуноглобулинов и имеет секреторную форму, которая участвует в формировании местного иммунитета. Иммуноглобулин М содержится до 10% и образуется на первых этапах иммунного ответа с последующим переключением в синтез IgG. Сумма иммуноглобулинов –D и E не превышает одного процента. При морфобиопсическом исследовании в клубочках почек определяются гранулярно расположенные депозиты иммунного комплекса состоящего из иммуноглобулина –G, комплемента и антигенов [2,3,5,7,9].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. При выраженных деструктивных изменениях в базальной мембране клубочков увеличивается экскреция с мочой иммуноглобулинов- G и A. Поэтому определение количества сывороточных иммуноглобулинов и их экскреция с мочой имеет важное значение.

Материалы и методы. Нами проведено исследование количественного содержания сывороточных иммуноглобулинов класса А, М, G, а также относительного содержания Т- и В- лимфоцитов у 24 детей, больных гдомерулонефритом и нефропатиями обменного генеза в возрасте от 2 до 14 лет. Иммуноглобулины определяли методом радиальной иммунодиффузии по Манчини, Т и В лимфоциты методом Е – и ЕАС – розеткообразования. Детей с острым гломерулонефритом было – 7 с хроническим гломерулонефритом – 4, нефропатиями обменного генеза – 3, с изолированным мочевым синдромом – 8 и наслоением пиелонефрита -2 детей.

Результаты и их обсуждение. Полученные результаты показали, что при остром гломерулонефрите отмечается снижение количества IgG и IgA соотвественно 630 мг% и 130 мг% по сравнению с возрастной нормой (1025мг% и 160 мг%). При хроническим гломерулонефрите снижение

ISSN 3030-3907

уровня этих иммуноглобулинов значительно выражено: IgG-460-мг% и IgA 85-mg%.

У всех больных отмечались высокие показатели иммуноглобулина М: 120 мг% при ОГН и 155мг % при ХПН по сравнению с возрастной нормой – 98 мг% .

При нефропатиях обменного генеза с изолированным мочевым синдромом количество иммуноглобулина G незначительно снижено (841 мг%), а при наслоении пиелонефрита снижение его уровня значительно , но эти показатели были выше чем при остром и хроническом гломерулонефритах (637 мг%). Уровень иммуноглобулина А был низкий (71 мг%) при наслоении пиелонефрита , что указывает на снижение местного иммунитета. Наши данные совпадают с данными некоторых авторов (Жизневская И.И., Хмелевская И.Г. и др. 2016). Эти авторы снижение уровня иммуноглобулинов G и A связывает с их потерей с мочой и иммунодепрессивным действием преднизолона.

Состояние клеточного иммунитета характеризовалось тем, что при остром и хроническом гломерулонефритах отмечалось снижение относительного показателя Т лимфоцитов соответственно: 53% и 48% и увеличение относительного показателя В лимфоцитов, соответственно 26% и 22% по сравнению с возрастной нормой (65% и 21%). При нефропатии обменного генеза с изолированным мочевым синдромом уровень Т – и В-лимфоцитов был в пределах нормы, а при наслоении пиелонефрита отмечалось незначительное уменьшение относительного показателя Т лимфоцитов - 60%.

Выводы. Таким образом, результаты нашего исследования показали, что характер течения гломерулонефрита и нефропатий обменного генеза определяется особенностями иммунных нарушений. Определение количества сывороточных иммуноглобулинов и основных субпопуляций лимфоцитов имеет большое практическое значение в понимании сущности иммунных нарушений и в выборе правильной терапии.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арьев А.Л.,Куницкая Н.А.,Андранова М.А. Подагра и почки: особенности в пожилом возросте //Нефрология. 2012. Том 16.№3. С.114-116.
2. Горбов Л.В. Концентрация иммуноглобулина Е и цитокиновый баланс в динамике развития гломерулонефрита / Л.В. Горбов, Р.А. Ханферян, Н.А. Федичева // Кубанский научный медицинский вестник. 2011. № 3. С. 62-66.

ISSN 3030-3907

3. Даминова М.А. Хроническая болезнь почек у детей: этиология, классификация и факторы прогрессирования / М.А. Даминова // Вестник современной клинической медицины. 2016. №9. С. 36-41.
4. Длин В.В., Приходина Л.С. Острый постстрептококковый гломерулонефрит. Педиатрия. Национальное руководство. Под ред. Баранова А.А. 2009. Гэотар -Медиа. 1024.
5. Ишкобулов Дж. И., Рузикулов Н. Ё., Ахматов А. А. и др. Мочекислый (пуриновый) деатез - как реальный фактор риска нефропатии у детей: особенности течения в условиях тепловой нагрузки. //Dortor Axborotnomasi. 2016. №2. С.19-25.
6. Жизневская, И.И. Клинико-лабораторные особенности гломерулопатий в детском возрасте / И.И. Жизневская, И.Г. Хмелевская // Врач-аспирант. - 2012. Т. 52, № 4. С. 76-84.
2. Рузикулов Н.Е., Маматкулова Ф.Х., Ибатова Ш.М. Сравнительные показатели клеточного и гуморального факторов иммунитета при заболеваниях почек обменного генеза. Журнал гепато-гастроэнтерологических исследований. №3.1 (том II) 2021. -С.111-113.
3. Ibatova Sh. M., Mamatkulova F. Kh., Ruzikulov N.Y.The Clinical Picture of Acute Obstructive Bronchitis in Children and the Rationale for Immunomodulatory Therapy. International Journal of Current Research and Review. Vol 12 Issue 17. September 2020. - P.152-155.
4. Рузикулов Н.Ё., Маматкулова Ф.Х., Аралов М.Д., Абдурасулов Ф.П. СРАВНИТЕЛЬНЫЕ ПОКА ЗАТЕЛИ КЛЕТОЧНОГО И ГУМОРАЛЬНОГО ФАКТОРОВ ИММУ- НИТЕТА ПРИ ГЛОМЕРУЛО НЕФРИТЕ И НЕФРОПАТИЯХ ОБМЕННО ГО ГЕНЕЗА У ДЕТЕЙ. Проблемы биологии и медицины. 2021. - № 4(129). - С. 98-100

ISSN 3030-3907

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ЧЕРЕЗ ОБОЛОЧКУ КОКОНА

Ю.Мамасадиков
Ферганский государственный технический университет
Г.Алимова.
Ташкентский государственный технический университет
З.Мавлянова (Набиева)
Ферганский государственный технический университет

Аннотация. В статье приводится результаты теоретического анализа и математическая модель прохождения оптического излучения через оболочку кокона. Установлено, что из-за сложной конструктивной структуры оболочки, индикатрисы рассеяния и отражения потока излучения от поверхности оболочки имеют форму круга. Получено выражения характеризующей зависимости прошедшего потока излучений от мощности оболочки кокона.

Ключевые слова: масса, анализ, исследование, оптическая излучения, оболочка, кокон, коэффициент, отражения, рассеяния, поглощения, пропускания.

Abstract. In article it is given results of the theoretical analysis and mathematical model of passage of optical radiation through the shell of a cocoon. It is established, that because of the composite constructive structure of the shell, a scattering indicatrix and reflection of a radiation flow from a surface of the shell have the shape of a circle. It is received expressions of describing dependence of a past stream of radiations from power of the shell of a cocoon.

Keywords: mass, the analysis, examination, optical radiations, the shell, a cocoon, coefficient, reflections, dissipations, uptakes, gear transmissions.

Annotatsiya. Ushbu maqolada optik nurlanishning pilla qobig‘i orqali o‘tishining nazariy tahlili va matematik modeli natijalari keltirilgan. Qobiqning murakkab strukturaviy dizayni tufayli qobiq yuzasidan nurlanish oqimining sochilish va aks ettirish ko‘rsatkichlari aylana shaklida ekanligi aniqlangan. O‘tayotgan nurlanish oqimining pilla qobig‘ining quvvatiga bog‘liqligini tavsiflovchi ifodalar olingan.

Kalit so‘zlar: massa, tahlil, tadqiqot, optik nurlanish, qobiq, pilla, koeffitsient, aks ettirish, sochilish, yutilish, uzatish.

ВВЕДЕНИЕ.

В современных условиях стремительного развития оптоэлектроники, фотоники и биоинженерии особую актуальность приобретает исследование процессов взаимодействия оптического излучения с многослойными и

ISSN 3030-3907

биологическими средами. Одним из таких объектов является оболочка кокона, представляющая собой сложную природную структуру с выраженными оптическими, морфологическими и спектральными характеристиками. Изучение закономерностей прохождения оптического излучения через подобные структуры имеет важное значение как для фундаментальной науки, так и для прикладных задач, включая разработку биоинспирированных материалов, сенсорных систем и технологий неразрушающего контроля.

Оболочка кокона, формируемая шелковичными червями, обладает уникальной микроструктурой, состоящей из переплетённых волокон фиброина и серицина, что определяет её светорассеивающие и поглощающие свойства. В зависимости от толщины, плотности укладки волокон и длины волны падающего излучения, поведение света в данной среде может существенно варьироваться. Это обусловливает необходимость комплексного теоретического анализа процессов отражения, поглощения, рассеяния и преломления света в подобного рода биоструктурах. Несмотря на наличие отдельных исследований, посвящённых оптическим свойствам природных волокнистых материалов, вопросы моделирования прохождения излучения через оболочку кокона остаются недостаточно изученными. Особенно это касается построения адекватных математических моделей, позволяющих учитывать неоднородность среды и множественные взаимодействия фотонов с элементами структуры.

В связи с этим целью данной работы является проведение теоретического анализа и исследование закономерностей прохождения оптического излучения через оболочку кокона с учётом её структурных и оптических особенностей. Для достижения поставленной цели решаются задачи анализа физических механизмов взаимодействия света с волокнистой средой, разработки математической модели и оценки влияния параметров кокона на характеристики прошедшего излучения.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Для разработки оптоэлектронных датчиков, автоматически контролирующих технологические параметры кокона, необходимы исследования процессов прохождения оптического излучения через оболочку. Оболочка кокона является поглощающей, отражающей и рассеивающей средой, она состоит из четырех основных слоев - вата сдир, коконный сдир, средний слой и внутренний слой. Средний слой является основным и составляет 70-85% всей шелковой массы подлежащей размотке. Внутренний слой оболочки - это пленка, состоящая из тонкой нити, уложенной рыхлыми слоями [1,2].

ISSN 3030-3907

В ходе выполнения данного исследования использовался комплекс взаимодополняющих теоретических и аналитических методов, обеспечивающих всестороннее изучение процессов прохождения оптического излучения через оболочку кокона.

В основу работы положен теоретический анализ физических процессов взаимодействия оптического излучения с неоднородной волокнистой средой. Рассмотрены основные механизмы — поглощение, рассеяние, отражение и преломление света — с опорой на положения классической оптики и теории переноса излучения.

Для количественного описания ослабления светового потока применён закон Бугера–Ламберта–Бера, позволяющий оценить зависимость интенсивности излучения от толщины среды и её оптических характеристик.

С целью учёта рассеяния и многократных взаимодействий фотонов в волокнистой структуре использовались положения уравнения радиационного переноса, позволяющего описать изменение интенсивности излучения в рассеивающей и поглощающей среде. Для упрощения анализа применялись приближения диффузионного распространения излучения в оптически плотной среде.

Моделирование структуры кокона осуществлялось с использованием идеализированной модели случайно ориентированных волокон, что позволило учесть его анизотропные и неоднородные свойства. При этом плотность укладки волокон и их геометрические параметры рассматривались как варьируемые величины.

В рамках исследования также применялся сравнительно-аналитический метод, направленный на выявление влияния различных параметров (толщины оболочки, коэффициентов поглощения и рассеяния, длины волны излучения) на характеристики проходящего светового потока.

Для обработки результатов использовались методы математического моделирования и графического анализа, позволяющие установить функциональные зависимости между исследуемыми параметрами и сделать обоснованные выводы о характере распространения оптического излучения в структуре кокона.

При прохождении оптического излучения через оболочку кокона ослабление интенсивности прошедшего светового потока происходит на всех четырех слоях оболочки.

Коэффициент отражения поверхности оболочки в спектральном диапазоне от $0{,}4 \div 1{,}2$ мкм составляет 70-80%. Поэтому в этом спектральном диапазоне сильное ослабление интенсивности светового потока, прошедшего

ISSN 3030-3907

через слой оболочки, происходит за счет отражающих и рассеивающих свойств оболочки, а коэффициент поглощения составляет 13-18% [3].

На рис.1. Проиллюстрирован процесс прохождения оптического излучения через оболочку кокона.

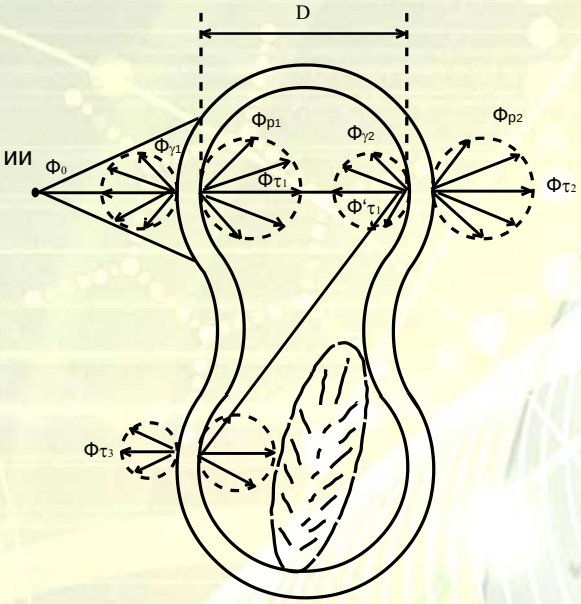


Рис. 1. Модель прохождения оптического излучения через оболочку кокона.

Известно что, при нормальном падении светового потока Φ_0 на оболочку кокона поток $\Phi\gamma_1$, отражается от поверхности оболочки, $\Phi\alpha_1$ поглощается на слоях передней стенки оболочки, Φ_{p1} рассеивается, $\Phi\tau_1$ остальная часть потока, которая проходит сквозь передние стенки оболочки вовнутрь кокона и определяется как:

$$\Phi_0 = \Phi\gamma_1 + \Phi\alpha_1 + \Phi_{p1} + \Phi\tau_1 \qquad (1)$$

Прошедший световой поток вовнутрь $\Phi\tau_1$, в дальнейшем падает на поверхность задней стенки оболочки, часть которого $\Phi\gamma_2$ отражается от него, часть $\Phi\alpha_2$ поглощается в слое задней стенки оболочки, часть Φ_{p2} рассеивается и часть $\Phi\tau_2$ проходит через заднюю стенку в противоположную сторону и определяется как:

$$\Phi\tau_1 = \Phi\gamma_2 + \Phi\alpha_2 + \Phi_{p2} + \Phi\tau_2 \qquad (2)$$

Тогда уравнение (1) имеет вид :

$$\Phi_0 = \Phi\gamma_1 + \Phi_{p1} + \Phi\alpha_2 + \Phi\gamma_2 + \Phi_{p2} + \Phi\alpha_1 + \Phi\tau_2 \qquad (3)$$

Разделив каждое слагаемое этого выражение на Φ_0, получим:

$$\frac{\Phi\gamma_1}{\Phi_0} + \frac{\Phi p_1}{\Phi_0} + \frac{\Phi\alpha_1}{\Phi_0} + \frac{\Phi\gamma_2}{\Phi_0} + \frac{\Phi p_2}{\Phi_0} + \frac{\Phi\alpha_2}{\Phi_0} + \frac{\Phi\,\tau_2}{\Phi_0} = 1$$

или

$$\gamma_1 + p_1 + \alpha_1 + \gamma_2 + p_2 + \alpha_2 + \tau_2 = 1$$

ISSN 3030-3907

здесь:

$\frac{\Phi_{\gamma_1}}{\Phi_0} = \gamma_1$ и $\frac{\Phi_{\gamma_2}}{\Phi_0} = \gamma_2$ – коэффициенты отражения передней и задней стенок оболочки;

$\frac{\Phi p_1}{\Phi_0} = p_1$ и $\frac{\Phi p_2}{\Phi_0} = p_2$ – коэффициенты рассеяния передней и задней стенок оболочки;

$\frac{\Phi\alpha_1}{\Phi_0} = \alpha_1$ и $\frac{\Phi\alpha_2}{\Phi_0} = \alpha_2$ –коэффициенты поглощения передней и задней стенок оболочки;

$\frac{\Phi\tau_1}{\Phi_0} = \tau_1$ и $\frac{\Phi\tau_2}{\Phi_0} = \tau_2$ – коэффициенты пропускания передней и задней стенок оболочки.

Для передней стенки оболочки прошедший световой поток по закону Бугера-Ламберта с учетом отражающих свойств оболочки можно описать как:

$$\Phi\tau_1 = (\Phi_0 - \Phi\gamma_1)e^{-(p_1+\alpha_1)l_1} \quad (4)$$

где: l_1 – толщина передней стенки оболочки.

Если правую часть уравнения (4) умножить и разделить на Φ_0 то получим:

$$\Phi\tau_1 = \left(1 - \frac{\Phi\gamma_1}{\Phi_0}\right)\Phi_0 e^{-(p_1+\alpha_1)l_1} \quad (5)$$

или

$$\Phi\tau_1 = (1 - \gamma_1)\Phi_0 e^{-(p_1+\alpha_1)l_1} \quad (6)$$

Аналогично для задней стенки оболочки кокона можно написать :

$$\Phi\tau_2 = (1 - \gamma_2)\Phi\tau_1 e^{-(p_2+\alpha_2)l_2} \quad (7)$$

Подставляя значение $\Phi\tau_1$ из уравнения (6) в уравнение (7) получим выражение прошедшего потока через оболочку кокона :

$$\Phi_{\tau_2} = (1-\gamma_1)(1-\gamma_2)\Phi_0 e^{-[(P_1+\alpha_1)l_1+(P_2+\alpha_2)l_2]} \quad (8)$$

где: l_2 – толщина задней стенки оболочки кокона.

Установлено, что из-за сложной конструктивной структуры оболочки, индикатрисы рассеяния и отражения потока излучения от поверхности оболочки имеют форму круга. Т.е. проходящее оптическое излучение через оболочку кокона распространяется во все стороны равномерно. Кроме того, из-за цилиндрической и шарообразной формы оболочки, внутри кокона происходит многократное отражение, вследствие которого оптическое излучение распространяется во все стороны внутри оболочки.

Поэтому каждую точку оболочки можно принять, как вторичный точечный источник излучения [4].

ISSN 3030-3907

Известно, что интенсивность излучения точечного источника обратно пропорциональна квадрату расстояния [4]. Поэтому при прохождении оптического излучения через оболочку ослабление зависит не только от ее толщины, но и внутреннего диаметра оболочки кокона.

Поток излучения, поступающий на внутреннюю поверхность задней стенки $\Phi' \tau_1$ от плоского излучателя (внутренняя поверхность передней стенки оболочки) на основе [4], определяется как:

$$\Phi' \tau_1 = \mathrm{I}_{Al1}\, \omega_{Al2} \qquad (9)$$

где: $\omega_{Al2} = \frac{Al2}{D^2}$ – телесный угол;

I_{Al1} – сила потока излучения передней стенки оболочки;

$Al2$ –площадь задней стенки оболочки;

D – внутренний диаметр оболочки проходящего потока излучения

Тогда:

$$\Phi' \tau_1 = \frac{I_0 A_{l2}}{D^2}\, \mathrm{e}^{-(\mathrm{p}_1 + \alpha_1) l_1} \quad (10)$$

где: I_0 – сила излучения источника.

Прошедший поток излучения через кокон с учетом выражения (10) записывается как:

$$\Phi' \tau_2 = \frac{I_0 (1-\gamma_1)(1-\gamma_2) A_{l2}}{D^2}\, \mathrm{e}^{-\lfloor (P_1 + \alpha_1) l_1 + (P_2 + \alpha_2) l_2 \rfloor} \quad (11)$$

Для одного и того же кокона параметры передней и задней стенки одинакова по этому выражение (II) имеет вид:

$$\Phi' \tau_2 = \frac{I_0 (1-\gamma_1)(1-\gamma_2) A_{l2}}{D^2} e^{-2(P+\alpha) l} \quad (12)$$

Гд: $P = P_1 + P_1$; $\alpha = \alpha_1 + \alpha_2$.

Выражения (12) характеризует зависимость прошедшего потока излучений от толщины оболочки кокона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В результате проведённого исследования выполнен комплексный теоретический анализ процессов прохождения оптического излучения через оболочку кокона, представляющую собой многослойную волокнистую биологическую структуру. Установлено, что характер распространения излучения определяется совокупным влиянием таких факторов, как толщина оболочки, плотность укладки волокон, коэффициенты поглощения и рассеяния, а также длина волны падающего света.

Показано, что в структуре кокона реализуются сложные механизмы многократного рассеяния и частичного поглощения излучения, что приводит к снижению интенсивности прошедшего светового потока и изменению его спектральных характеристик. Теоретический анализ позволил выявить

ISSN 3030-3907

ключевые зависимости между параметрами среды и коэффициентами пропускания, отражения и поглощения.

Разработанный подход к моделированию взаимодействия оптического излучения с оболочкой кокона может быть использован при создании биоинспирированных оптических материалов, а также при разработке методов диагностики и контроля качества природных и синтетических волокнистых структур. Полученные результаты имеют значение для дальнейших исследований в области фотоники, материаловедения и биофизики.

В перспективе целесообразно расширить данное исследование за счёт проведения численного моделирования и экспериментальной верификации полученных теоретических зависимостей, а также учёта нелинейных и анизотропных свойств среды.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА

1. Рубинов Э.Б., Усенко В.А., Ибрагимов С.С. Учение о шелке и кокономотании. -М.: Легкая индустрия. 1966 - 366 с.
2. Юнусов С.Л. Физико-химические свойства натурального шелка в процессе переработки коконов. - Ташкент, 1978. -с.5-8.
3. Справочник. Шелкосырье и кокономотание. /Рубинов Э.Б., Мухамедов М.М., Осипова Л.Х., Бурнашев И.З. - 2-е изд. перераб. и доп. -М. : Легкопромбытиздат, 1986, -312 с.
4. Якушенков Ю.Г. Теория и расчет оптико-электронных приборов. -М.: Машиностроение, 1989. - 360 с.
5. В.И. Козинцев, В.М. Орлов, М.Л. Белов и др. Оптико-электронные системы экологического мониторинга природной среды. – М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 2002. – 528 с .: ил. (Сер. Электроника).
6. Atajonova, Saidakhon. "Mathematical model of system analysis of technological processes in the form of key principles for effective decision-making." Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology 9.4 (2024): 258-263.
7. Мамасадиков, Ю., и З. Ю. Мамасадикова. «Устройство для контроля влажности хлопка». Центральноазиатский журнал теоретических и прикладных наук 2.12 (2021): 265-270.

ISSN 3030-3907

SUT ZARDOBIDA ISHLOV BERILGAN QORAKO‘L TERILARI TERI TO‘QIMASIDAGI STRUKTURA ELEMENTLARI O‘ZGARISHINI TADQIQOTI

Sadirova Saodat Nasreddinovna
Buxoro davlat texnika universiteti dotsent
O‘zbekiston Respublikasi, Buxoro
E-mail: ***saodat1966@list.ru***

Annotatsiya. Ushbu maqolada sut zardobida ishlov berilgan qorako‘l terilarining teri to‘qimasi strukturasida yuzaga kelgan morfologik o‘zgarishlar ko‘rib chiqilgan. Shuningdek elektron mikroskopiya usullari orqali kollagen tolalarining qayta shakllanishi, tolalararo moddalar dinamikasi hamda mikrostruktura elementlarining barqarorlik darajasi o‘rganilgan. Tadqiqot natijalarini sut zardobining achitqi sifatida teri to‘qimasining funksional-strukturaviy xususiyatlarini yaxshilashda yuqori samara berishi mumkinligi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: ekologik xavfsiz, resurs tejovchi, sut zardobi, sut kislotasi, fermentatsiya, an’anaviy achitish, qorako‘l terilari, sut sanoati chiqindilari, atrof-muhit.

Аннотация. В данной статье рассмотрены морфологические изменения, возникающие в структуре кожевой ткани каракулевых шкур, обработанных молочной сывороткой. С использованием методов электронной микроскопии изучены процессы переформирование коллагеновых волокон, динамика межфибриллярного вещества, а также степень стабильности микроструктурных элементов. Полученные результаты показывают, что молочная сыворотка как природный ферментативный агент может обладать высокой эффективностью в улучшении функционально-структурных свойств кожевой ткани меха.

Ключевые слова: экологическая безопасность, ресурсосбережение, молочная сыворотка, молочная кислота, ферментация, традиционное квашение, каракулевые шкуры, отходы молочной промышленности, окружающая среда.

Abstract. This article examines the morphological changes occurring in the structure of the dermal tissue of Karakul pelts treated with whey. Using electron microscopy methods, the processes of collagen fiber remodeling, the dynamics of interfibrillar substances, as well as the stability degree of microstructural elements were studied. The results indicate that whey, as a natural enzymatic agent, may exhibit high efficacy in improving the functional and structural properties of fur dermal tissue.

ISSN 3030-3907

Keywords: environmental safety, resource saving, whey, lactic acid, fermentation, traditional tanning/fermentation, Karakul pelts, dairy industry waste, environment.

KIRISH

Jahonda mo‘yna sanoati mahsulotlari doimiy ravishda ortib borayotgan talabga ega ekanligini hisobga olib, yuqori sifatli mo‘ynali mahsulotlar turlarini yangilash va kengaytirish, tannarxini kamaytirish va mahsulot hajmini oshirish dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ushbu muammoni mo‘yna ishlab chiqarishda aniq texnologik xususiyatlarga ega bo‘lgan yangi yuqori samarali, ekologik toza moddalardan foydalanish orqali hal qilish mumkin.

Hozirgi vaqtda tabiiy mo‘yna jahonning ko‘plab rivojlangan mamlakatlarida ishlab chiqariladi. Tabiiy mo‘yna - bu dizaynerlar va barcha yoshdagi iste’molchilapni o‘ziga tortadigan boy merosga ega zamonaviy material. Mo‘yna mahsulotlarining odatiy va an’anaviy tabiati uning moslashuvchanligi va zamonaviy ruhi bilan mos keladi.

Qorako‘l teri mahsulotlarining xalqaro bozorlarda raqobatbardoshligini oshirish, ayniqsa, muhim ahamiyatga ega. Jahon bozori talabidan kelib chiqib, yangi takomillashtirilgan naslchilik texnologiyalarini yaratish va ishlab chiqarishga joriy etish raqobatbardosh sifatli qorako‘l teri etishtirishning g‘oyat muhim yo‘nalishi hisoblanadi. Qorako‘l terilari jozibadorligi, rangi, o‘ziga xos jingalak xususiyati va sifat ko‘rsatkichlari boyicha tengsiz bo‘lib, ulapni doimiy saqlash va takomillashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

So‘nggi yillarda butun dunyoda tadqiqotchilar mo‘yna ishlab chiqarishda ekologik toza moddalapni qo‘llashga asoslangan texnologiyalarga ko‘proq e’tibor berishmoqda. Texnologik jarayonlar hech qachon yakuniy deb hisoblanmaydi, ma’lum bosqichlarda joriy etilgan jarayonlar yangi, yanada istiqbolli bo‘lganlari bilan almashtiriladi. Bu mo‘yna ishlab chiqarish texnologiyasiga ham to‘liq taalluqlidir.

Avvalo, mo‘ynaga ishlov berishning tayyorlov jarayonlarini takomillashtirish zarur, chunki aynan shu yerda derma hajmining shakllanishi uchun zamin yaratiladi. Bu esa pirovardida terining qayishqoq –plastiklik va mustahkamlik xossalarini belgilaydi. Respublikamizda ham mo‘yna xomashyosini chuqur qayta ishlash asosida eksportga yo‘naltirilgan tayyor mahsulot ishlab chiqarish hajmi va turlarini kengaytirish, shuningdek, aholini mahalliy ishlab chiqarilgan sifatli va arzon mo‘yna mahsulotlari bilan ta’minlash choralariga alohida e’tibor qaratilmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

ISSN 3030-3907

Achitish va yumshatish jarayonlari mo‘yna terilariga, jumladan qorako‘l terilariga ishlov berishning an’anaviy usullaridan hisoblanib, sifatli teri to‘qimasini ta’minlaganligi tufayli uzoq vaqt davomida qo‘llanilib kelingan. Hozirgi kunga qadar ishlab chiqilayotgan usullarning samaradorligini baholashda aynan arpa uni bilan achitilib ishlov berilgan terilarning yumshoqligi va cho‘ziluvchanligi yarimmahsulotning yuqori sifatli etaloni sifatida qabul qilinadi. Qorako‘l terilarini arpa uni yordamida achitish jarayonida yuqorida aytilgan xossalarga nisbatan ko‘proq erishilsada, bu uslub uzoq vaqt va oziq-ovqat mahsulotlarini ishlatishni talab etishi, jarayon borishini boshqarish va jarayon tugallanishini aniqlash murakkabligi sababli, hozirgi vaqtda qorako‘l terilariga ishlov berishning yangi uslublarini ishlab chiqish мгҳим vazifalardan biri hisoblanadi.

Qorako‘l terilarini achitish jarayoni turli xil kimyoviy tabiatdagi kislotalarning ta’siri ostida kollagenda roy beradigan kimyoviy va fizikaviy o‘zgarishlarga asoslangan. Terining asosiy kollagen saqlovchi qismlariga soch bilan birgalikdagi teri qoplamining yuqori qatlami, g‘uddali va to‘rli qatlam hamda teri osti biriktiruvchi to‘qimalar kiritiladi. Kislota bilan ishlov berishda sezilarli o‘zgarishlar g‘uddali va to‘rli qatlamda kuzatiladi. Dermaning tuzilishi tolalar va ularni tashkil etuvchi fibrillalardan iborat kollagen boylamlarining o‘zaro to‘qilishidan hosil bo‘lgan ko‘p darajali tizim sifatida ifodalanadi.

Kislotalar ta’sirida tolalar o‘ramlari yanada ingichkaroq elementlarga, ya’ni elementar tolalarga bo‘linadi, bu tolalarning bir-biriga nisbatan harakatini osonlashtiradi va teri to‘qimalarining yumshoqligi va egiluvchanligini oshiradi. Bundan tashqari, kollagendagi molekulalararo bog‘larning bir qismi uziladi, derma strukturasini yopishtiruvchi mukopolisaxaridlar hamda teri to‘qimasidagi balast oqsillari yo‘qotiladi, natijada dermaning o‘tkazuvchanligi ortadi. Dermadagi bunday o‘zgarishlar mo‘ynali xom ashyoni achitilganligini belgilaydi.

Teri to‘qimalarining o‘tkazuvchanligi sezilarli hajmi bilan ajralib turadigan oshlovchi moddalarning keyingi diffuziyasi uchun juda muhimdir. Shuning uchun achitish jarayonida erishilgan o‘tkazuvchanlik ma’lum darajada barqaror bo‘lishi lozim. Shunday qilib, strukturaviy elementlari orasidagi g‘ovaklar o‘lchami 1000 nm dan ortiq bo‘lgan tola o‘ramlari, kislota ta’sirida 40-1000 nm bo‘lgan elementar tolalarga bo‘linadi. Kollagen tomonidan kislotaning maksimal singishi oqsillardagi erkin asosli guruhlar soniga bog‘liq. Oqsillarning kislotalar bilan o‘zaro ta’sirining intensivligiga turli xil va yoshdagi hayvonlar oqsillarining aminokislotali tarkibi, shuningdek, qayta ishlash sharoitlari ta’sir qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

ISSN 3030-3907

Sut sanoati ikkilamchi mahsuloti-sut zardobini qorako‘l terilarini achitish jarayonida qo‘llab, jarayonning optimal parametrlari va rejimlarini aniqlab, qorako‘l teri to‘qimasini optik, elektron skanerlovchi mikroskopik, infra-qizil, spektroskopik, element va sorbsion tahlil uslublari asosida olib borilishi tanlangan tadqiqot uslublarida o‘z aksini topgan. Olingan amaliy tadqiqotlar, nazariy tadqiqotlar asosida tahlil etish, ya’ni natijalarini statistik ishlov berish va aniqlik kriteriyasini aniqlashga qaratilgan.

Zardob yordamida qorako‘l terisini achitish jarayoni sho‘ng‘itish usuli yordamida amalga oshirildi, bunda zardob konsentrasiyasi 50% dan 100% gacha o‘zgartirildi. Achitish jarayoni teri to‘qimasining pishish harorati va eritmadan kislota sorbsiyasini o‘zgarishi orqali nazorat qilindi. Teri to‘qimalari tomonidan sut kislotasining sorbsiyasini o‘rganish shuni ko‘rsatdiki, achitilgan eritmada sut kislotasi konsentrasiyasi qanchalik yuqori bo‘lsa, u eritmadan shunchalik ko‘p so‘riladi. Yuqori g‘ovaklikka ega bo‘lgan va ko‘p miqdorda kislotani o‘zlashtiradigan qorako‘l terisida tuklar mavjudligi ham kislotaning sorbsiyasiga katta ta’sir ko‘rsatadi. Zardob bilan achitilgandan so‘ng qorako‘l teri to‘qimalarining bo‘yalgan qismlarini gistologik tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, kollagen tolalarining joylashish zichligi har xil: so‘rg‘ichli qatlamning yuqori qismida kollagen tolalari bir-biriga tutashgan va asosan sirtga parallel joylashgan. Teri to‘qimasining pastki qatlamlarda esa tolalarning joylashish zichligi kamayib boradi va to‘rli qatlam bo‘shroq struktura bilan tavsiflanadi. 50%-li zardob bilan ishlov berilgan qorako‘l terilari teri to‘qimalarining etarli darajada tolali bo‘lmaganligi bilan tavsiflanadi, bu kollagen to‘plamlari orasidagi bo‘shliqlarning yo‘qligidan dalolat beradi. Achitish suyuqligida zardob konsentrasiyasining 75-100% gacha ko‘tarilishi kollagen o‘ramlaridagi tolalarning bo‘linishiga olib keladi, bu esa teri to‘qimalarining yaxshi ishlov berilganini belgilaydi. Tayyor qorako‘l terilarining teri to‘qimasi va soch qoplamining kimyoviy va fizik-mexanik ko‘rsatkichlari davlat standartiga mos keladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, achitish jarayonida konsentrasiyasi 75-100% bo‘lgan zardobdan foydalanish ilg‘or texnologiyalar bilan taqqoslanadigan teri to‘qimalarining yuqori mustahkamligi va elastik-plastik xususiyatlariga ega bo‘lgan yarim tayyor mo‘ynali mahsulotni olish imkonini beradi. Konsentrasiyasi 50% bo‘lgan zardob bilan qorako‘l terisini achitish etarli samaraga ega emas, chunki bunday terilar yuqori qattiqlik va kirishishni, shuningdek teri to‘qimasi cho‘ziluvchanligining past ko‘rsatgichlarini namoyon etadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Shunday qilib, qorako‘l terilarini achitib ishlov berish uchun quyidagi texnologik jarayon parametrlari tanlandi: zardob konsentrasiyasi 100%, suyuqlik

ISSN 3030-3907

koeffitsienti (SK) 7, achitish suyuqligi harorati 35 °C, natriy xlorid sarfi 60 g/l, davriy mexanik harakat, jarayon davomiyligi 90-100 soat. Achitish suyuqligi eritmasi tarkibining qorako‘l teri to‘qimalarining xususiyatlariga ta’sirini o‘rganish, achitish suyuqligining davomiyligi va tarkibi kollagen strukturasining bo‘linish intensivligiga ta’sir qilishini ko‘rsatdi. Sut zardobi yordamida achitish jarayonining dinamikasi qorako‘l teri to‘qimasining pishish haroratini o‘zgarishi va eritmadan kislotaning sorbsiyasi orqali o‘rganildi. Qorako‘l teri to‘qimasining achitilganlik darajasi mo‘yna teri to‘qimasini bukkan joyda hosil bo‘ladigan oq chiziq va metil qizil indikatori bilan boyalgan kesimning pH i boyicha aniqlanadi.

Sinov va nazoratdagi qorako‘l teri to‘qimasining pishish harorati kutilganidek, achitish jarayonining davomiyligi oshishi bilan kamaydi. Teri to‘qimasining pishish harorati kollagen strukturasining barqarorligi o‘lchovi hisoblanadi va pishish haroratini kristallarning erishi paytida kristall holatdan amorf holatga o‘tishiga o‘xshash birinchi darajali fazali o‘tish sifatida ko‘rib chiqiladi. Ma’lumki, pishish haroratining pasayishi oksiprolinning gidroksil guruhlari tomonidan hosil qilingan vodorod bog‘larining uzilishi bilan bog‘liq. Bu bilan tadqiq etilayotgan namunalarda pishish haroratining kamayganini izohlash mumkin. Sut kislotasi konsentrasiyasining oshishi bilan terini pishish harorati pasayadi. Sut kislotasining konsentrasiyasi 3,6 g/l bo‘lgan 50-% li sut zardobi bilan ishlov berilgan qorako‘l terisining pishish harorati achitish oxirida 48 °C ni, ayni paytda boshqa sinov terilarining pishish harorati 39-43 °Cni tashkil etdi. Bunga asoslanib biz 50-% li sut zardobi tarkibidagi 3,6 g/l sut kislotasi qorako‘l terilarini achitish uchun etarli emas deb hisoblaymiz.

Sut zardobi tarkibidagi sut kislotasining konsensentrasiyasi 10-12 g/l gacha oshirish teri to‘qimasining yanada jadalroq tolalanishiga olib keldi, bu o‘z navbatida pishish harorati 39°C ga muvofiq keladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Achitish jarayonida sut kislotasining qorako‘l terilari to‘qimasi tomonidan so‘rilishini o‘rganish boyicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, sut kislotasi konsentratsiyasi qanchalik yuqori bo‘lsa, eritmadan shunchalik ko‘p so‘riladi. Ehtimol bu membrana muvozanati qonunlari bilan izohlanadi. Oqsilning ichki sferasi va uning atrofidagi eritmada muvozanatni saqlash uchun tuz hosil bo‘lish reaksiyalaridan so‘ng, tashqi eritmadan kislotaning qolgan qismi yutilishi lozim.

Shunday qilib, qorako‘l terilarini sut zardobi bilan achitish teri to‘qimasi mustahkamligining pasayishi bilan boradi, buni o‘z navbatida pishish haroratining kamayishi tasdiqlaydi. Bundan tashqari kislotali ishlov berish jarayonida sinov namunalari teri to‘qimasini pishish haroratining pasayishida

ISSN 3030-3907

eritma pH ko‘rsatgichining keskin o‘zgarishi kuzatilmaydi, aksincha, sut kislotaning eritmadan bir tekis yutilishi yuz beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Садирова, С. Н. (2022). Актуальные проблемы выделки каракулевых шкур.Universum: технические науки, (11-4 (104)), 25-26.
2. Садирова, С. Н. (2023). Оценка проквашенности каракулевых шкур обработанной в молочной сыворотки. Science and Education, 4(3), 253-257.
3. Садирова, С. Н., & Кувондиков, В. Х. У. (2021). Исследование влияния молочной кислоты на разволокнение структуры кожевой ткани каракулевых шкур.Universum: технические науки, (12-3 (93)), 87-89.
4. Садирова, С. Н., Темирова, М. И., & Алиева, Н. И. (2020). Исследование проквашенности каракуля с применением вторичных продуктов молочного производства. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 1(1), 39-44.

ISSN 3030-3907

СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ФОРМИРОВАНИЮ ФРАЗЕОЛОГИЧЕСКОЙ КОМПЕТЕНЦИИ СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВИЗАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Хабибуллаева Нозима Равшан кизи
Магистрант 2-го курса НамГИИЯ им. И.Ибрата

Аннотация. В статье рассматриваются современные подходы к формированию фразеологической компетенции студентов в условиях цифровизации образования. Цель исследования заключается в анализе эффективных методических стратегий обучения фразеологическим единицам в высшей школе. В работе использованы методы теоретического анализа научной литературы, когнитивно-дискурсивного анализа фразеологизмов и педагогического наблюдения. Результаты исследования показывают, что наиболее продуктивной является интеграция лингвокультурологического, когнитивно-дискурсивного и технологического подходов. Использование цифровых ресурсов и корпусных технологий позволяет анализировать реальные контексты употребления фразеологизмов и способствует более глубокому пониманию их семантики и культурной специфики. Сделан вывод о необходимости комплексного подхода к формированию фразеологической компетенции студентов.

Ключевые слова: фразеологическая компетенция, лингвокультурология, когнитивно-дискурсивный подход, высшее образование, цифровая лингвистика, фразеологическая единица, языковая личность.

Annotatsiya. Maqolada ta’limni raqamlashtirish sharoitida talabalar frazeologik kompetentsiyasini shakllantirishning zamonaviy yondashuvlari ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotning maqsadi oliy ta’limda frazeologik birliklarni o‘qitishning samarali metodik strategiyalarini tahlil qilishdir. Ishda ilmiy adabiyotlarni nazariy tahlil qilish, frazeologik birliklarni kognitiv-diskursiv tahlil qilish va pedagogik kuzatuv metodlaridan foydalanilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, eng samarali yondashuv lingvokulturologik, kognitiv-diskursiv va texnologik yondashuvlarni integratsiyalashdir. Raqamli resurslar va korpus texnologiyalaridan foydalanish frazeologik birliklarning real kontekstlarini tahlil qilish imkonini beradi va ularning semantikasini hamda madaniy o‘ziga xosligini chuqurroq tushunishga xizmat qiladi. Tadqiqot talabalar frazeologik kompetentsiyasini shakllantirishda kompleks yondashuv zarurligini ta’kidlaydi.

Kalit so‘zlar: frazeologik kompetentsiya, lingvokulturologiya, kognitiv-diskursiv yondashuv, oliy ta’lim, raqamli lingvistika, frazeologik birlik, lingvistik shaxsiyat.

Abstract. The article examines modern approaches to developing students’ phraseological competence in the context of digitalization of education. The aim of

ISSN 3030-3907

the study is to analyze effective methodological strategies for teaching phraseological units in higher education. The study employs methods of theoretical analysis of scientific literature, cognitive-discursive analysis of phraseological units, and pedagogical observation. The results show that the most productive approach is the integration of linguocultural, cognitive-discursive, and technological methods. The use of digital resources and corpus technologies allows for the analysis of real contexts of phraseological usage and contributes to a deeper understanding of their semantics and cultural specificity. The study concludes the necessity of a comprehensive approach to the formation of students' phraseological competence.

Keywords: phraseological competence, linguoculturology, cognitive-discursive approach, higher education, digital linguistics, phraseological unit, linguistic personality

ВВЕДЕНИЕ.

Фразеология занимает особое место в системе языка, поскольку именно в устойчивых выражениях концентрируется культурно-исторический опыт народа, его образное мышление и ценностные представления. Освоение фразеологического фонда является важным этапом формирования языковой личности студента, так как владение идиоматикой обеспечивает более точное и выразительное использование языка в различных коммуникативных ситуациях. Как отмечала В. Н. Телия, фразеологизмы выступают своеобразным «зеркалом», в котором отражается национально-культурная специфика языкового сознания.

Фразеологическая компетенция рассматривается в современной лингводидактике как важный компонент языковой компетенции личности. Под фразеологической компетенцией понимается совокупность знаний о фразеологических единицах языка, а также умений распознавать их в тексте, интерпретировать их образное и культурное значение и адекватно использовать в собственной речи. Формирование данной компетенции предполагает не только усвоение значений устойчивых выражений, но и понимание их когнитивной и культурной природы.

В условиях цифровизации образовательного пространства проблема обучения фразеологии приобретает особую актуальность. Современная языковая среда значительно изменилась под влиянием интернета, медиакоммуникации и глобальных информационных потоков. Студенты сталкиваются с большим количеством фразеологических трансформаций, новыми контекстами употребления и вариативностью устойчивых выражений. В этих условиях традиционные методы преподавания

ISSN 3030-3907

фразеологии, основанные преимущественно на запоминании устойчивых сочетаний, оказываются недостаточно эффективными.

Современная методика преподавания всё чаще обращается к интеграции лингвокультурологических, когнитивных и цифровых подходов, которые позволяют рассматривать фразеологические единицы не только как элементы словарного состава языка, но и как сложные когнитивно-культурные структуры. Такой подход способствует более глубокому пониманию образной природы фразеологизмов и формирует способность их адекватного использования в реальной коммуникации.

Цель данной статьи заключается в анализе современных подходов к формированию фразеологической компетенции студентов и выявлении наиболее эффективных методических стратегий её развития в условиях цифровизации образования. Для достижения поставленной цели решаются следующие задачи: рассмотреть основные теоретические подходы к изучению фразеологии, проанализировать современные методические практики преподавания фразеологических единиц и определить возможности использования цифровых ресурсов в обучении.

МЕТОДЫ И МЕТОДОЛОГИЯ.

Методологическую основу исследования составили труды в области теоретической фразеологии и лингвокультурологии, прежде всего исследования А. Н. Баранова, Д. О. Добровольского и В. Н. Телия. В работе использовался комплекс взаимодополняющих методов.

Теоретический анализ научной литературы позволил определить основные направления исследования фразеологической компетенции в современной лингводидактике и выявить актуальные методические подходы к обучению фразеологии.

Когнитивно-дискурсивный анализ применялся для рассмотрения фразеологических единиц как элементов дискурса, активирующих определённые когнитивные структуры (фреймы, сценарии, культурные модели).

Описательно-аналитический метод использовался при анализе практического опыта внедрения цифровых ресурсов и корпусных технологий в преподавание филологических дисциплин.

В рамках исследования было проведено педагогическое наблюдение. В нём приняли участие 40 студентов филологического факультета. В течение одного учебного модуля в учебный процесс были включены задания, основанные на анализе фразеологических единиц в цифровых корпусах языка, а также упражнения на интерпретацию культурной семантики идиом.

ISSN 3030-3907

Полученные результаты позволили оценить эффективность сочетания традиционных и цифровых методов обучения.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

В ходе исследования были выявлены три ключевых подхода, которые в современной методике обучения наиболее эффективно способствуют формированию фразеологической компетенции студентов: лингвокультурологический, когнитивно-дискурсивный и технологический.

Лингвокультурологический подход рассматривает фразеологические единицы как носителей культурно-национальной информации. В процессе обучения студенты анализируют внутреннюю форму идиом, их образную основу и связь с культурными стереотипами. Такой подход способствует более глубокому пониманию семантики фразеологизмов и формирует способность интерпретировать их культурный смысл.

Когнитивно-дискурсивный подход ориентирован на выявление механизмов порождения и функционирования фразеологизмов в речи. В центре внимания оказывается не только значение устойчивого выражения, но и когнитивные модели, лежащие в его основе. Работа с концептами и метафорическими моделями позволяет студентам осмысливать структуру образности и развивает языковую догадку.

Технологический (цифровой) подход связан с использованием электронных корпусов языка, цифровых словарей и баз данных. Работа с корпусными ресурсами позволяет анализировать реальные примеры употребления фразеологизмов, выявлять их частотность и контекстуальные особенности. Это помогает преодолеть искусственность учебных примеров и приблизить обучение к реальной языковой практике.

Таблица 1

Подход	Основные методы обучения	Формируемые навыки
Лингвокультурологический	анализ внутренней формы, сопоставление культурных образов	понимание культурной семантики фразеологизмов
Когнитивно-дискурсивный	работа с концептами, анализ метафорических моделей	развитие языковой догадки и интерпретации
Технологический	использование цифровых корпусов и электронных словарей	понимание контекстного

ISSN 3030-3907

Подход	Основные методы обучения	Формируемые навыки
		употребления фразеологизмов

Результаты педагогического наблюдения показали, что интеграция этих подходов повышает уровень понимания фразеологизмов и их адекватного употребления студентами. Студенты, выполнявшие задания с использованием цифровых корпусов языка, демонстрировали более высокий уровень интерпретации образной основы фразеологических единиц и лучше справлялись с заданиями на контекстное употребление.

Полученные результаты показывают, что эффективное формирование фразеологической компетенции возможно при интеграции различных методических подходов. Лингвокультурологический анализ позволяет раскрыть культурно-семантический потенциал фразеологических единиц, тогда как когнитивно-дискурсивный подход способствует осмыслению механизмов их функционирования в речи.

Использование цифровых ресурсов существенно расширяет возможности преподавания фразеологии. Электронные корпуса языка позволяют студентам работать с аутентичными примерами употребления устойчивых выражений, что способствует развитию навыков контекстной интерпретации. В то же время цифровая среда требует сформированности критического анализа языкового материала, поскольку большое количество вариантов употребления может затруднять восприятие нормы.

Таким образом, роль преподавателя в условиях цифровизации образования трансформируется: он выступает не только источником знаний, но и организатором исследовательской деятельности студентов в языковой среде.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Проведённое исследование позволяет сделать несколько выводов. Во-первых, формирование фразеологической компетенции студентов является важным компонентом языковой подготовки, поскольку фразеологические единицы отражают культурный и когнитивный опыт носителей языка.

Во-вторых, наиболее эффективной методической стратегией является интеграция лингвокультурологического и когнитивно-дискурсивного подходов, которые обеспечивают комплексное понимание семантики и функционирования фразеологизмов.

ISSN 3030-3907

В-третьих, использование цифровых ресурсов и корпусных технологий значительно расширяет возможности преподавания фразеологии, позволяя анализировать реальные примеры употребления устойчивых выражений.

Современная методика обучения фразеологии должна опираться на сочетание традиционных лингвистических исследований и инновационных цифровых инструментов. Перспективным направлением дальнейших исследований представляется разработка персонализированных цифровых моделей обучения фразеологии, учитывающих индивидуальные когнитивные особенности студентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Телия В. Н. Русская фразеология. Семантический, прагматический и лингвокультурологический аспекты. – М.: Школа «Языки русской культуры», 1996. – 288 с.
2. Баранов А. Н., Добровольский Д.О. Основы фразеологии. – 2-е изд., стер. – М.: ФЛИНТА, 2014. – 312 с.
3. Ковшова М. Л. Культурно-национальная специфика фразеологизмов и вопросы экспликации их культурных смыслов // Вопросы психолингвистики. 2016. – С. 90 – 102.
4. Добровольский Д. О. Корпусный подход к исследованию фразеологии: новые результаты по данным параллельных корпусов // Вестник СПбГУ. Язык и литература. 2020. – С. 398 – 411.
5. Чепкова Т. П. Формирование фразеологической компетенции иностранных студентов при обучении русскому языку // Наука и школа. 2012. – С. 61 – 66.
6. Руденко И.В. Образовательные технологии в вузе: учеб. пособие. – Тольятти: ТГУ, 2011. – 287 с.
7. Панфилова А.П. Инновационные педагогические технологии: Активное обучение: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.П. Панфилова. М.: Издательский центр «Академия», 2009. – 192 с.

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ ПРОЦЕССОМ СУШКИ ПОЛИВИНИЛХЛОРИДА (PVC)

Шарипова Парисо Мухаммадрезаевна

Студент докторантуры, Бухарский государственный технический университет

Аннотация. Сушка поливинилхлорида (PVC) является критически важным этапом при производстве полимерных изделий, напрямую влияющим на качество и свойства конечного продукта. В данной работе представлена разработка системы автоматизации и интеллектуального управления процессом сушки PVC, обеспечивающей оптимизацию технологических параметров, повышение энергоэффективности и снижение рисков дефектов. Предложенный подход сочетает традиционные методы автоматизации с алгоритмами искусственного интеллекта для адаптивного регулирования процесса.

Ключевые слова: поливинилхлорид, PVC, сушка, интеллектуальное управление, автоматизация, алгоритмы ИИ.

Annotatsiya. Polivinilxloridni (PVX) quritish polimer mahsulotlarini ishlab chiqarishda muhim bosqich bo‘lib, yakuniy mahsulot sifati va xususiyatlariga bevosita ta'sir qiladi. Ushbu maqola PVX quritish jarayonini avtomatlashtirish va aqlli boshqarish tizimini ishlab chiqishni taqdim etadi, bu jarayon parametrlarini optimallashtirish, energiya samaradorligini oshirish va nuqsonlar xavfini kamaytirish imkonini beradi. Taklif etilayotgan yondashuv an'anaviy avtomatlashtirish usullarini moslashuvchan jarayonni boshqarish uchun sun'iy intellekt algoritmlari bilan birlashtiradi.

Kalit so‘zlar: polivinilxlorid, PVX, quritish, aqlli boshqaruv, avtomatlashtirish, AI algoritmlari.

Abstract. Drying polyvinyl chloride (PVC) is a critical step in the production of polymer products, directly affecting the quality and properties of the final product. This paper presents the development of an automation and intelligent control system for the PVC drying process, enabling optimization of process parameters, increased energy efficiency, and reduced risk of defects. The proposed approach combines traditional automation methods with artificial intelligence algorithms for adaptive process control.

Keywords: polyvinyl chloride, PVC, drying, intelligent control, automation, AI algorithms.

ВВЕДЕНИЕ.

ISSN 3030-3907

Поливинилхлорид (PVC) является одним из наиболее распространенных полимеров, используемых в строительстве, электронике, упаковке и других отраслях промышленности. Качество конечного продукта напрямую зависит от условий сушки исходного сырья, так как остаточная влага может вызывать дефекты, снижать механические свойства и ухудшать адгезию с другими материалами. Традиционные методы сушки PVC включают конвекционные, инфракрасные и вакуумные установки с фиксированными параметрами температуры и времени. Однако такие методы не учитывают динамические изменения влажности, плотности порошка и теплопроводности материала, что снижает эффективность и увеличивает энергозатраты.

Современные технологии требуют внедрения систем интеллектуального управления, способных адаптивно контролировать параметры процесса и оптимизировать производственные показатели. Интеллектуальные системы используют датчики, алгоритмы машинного обучения и методы прогнозирования для автоматического регулирования температуры, скорости подачи воздуха и времени сушки.

1. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

1.1. Технологическая установка. Для проведения исследований использовалась экспериментальная сушильная установка, оснащенная:

датчиками температуры и влажности;

контроллерами подачи горячего воздуха;

весовыми датчиками для контроля массы PVC;

интерфейсом для сбора данных в реальном времени.

1.2. Алгоритмы интеллектуального управления. Система управления построена на основе комбинации классического ПИД-регулятора и адаптивного алгоритма прогнозирования на основе машинного обучения. Основные функции включают:

Сбор данных: непрерывный мониторинг температуры, влажности, массы и скорости потока воздуха.

Анализ: применение регрессионной модели для прогнозирования времени достижения целевой влажности.

Регулирование: автоматическое изменение температуры и скорости подачи воздуха для поддержания оптимального режима.

1.3. Методы оценки эффективности. Эффективность предложенной системы оценивалась по следующим показателям:

точность достижения целевой влажности (%);

время сушки (минуты);

ISSN 3030-3907

энергопотребление (кВт·ч);
качество конечного продукта (по стандартам ASTM D638 и ISO 527).

2. РЕЗУЛЬТАТЫ. Результаты демонстрируют, что интеллектуальная система:
сокращает время сушки на 25–30%;
снижает энергозатраты на 20–25%;
уменьшает количество дефектов в конечном продукте.

3. АНАЛИЗ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Использование интеллектуальных алгоритмов позволило адаптировать процесс сушки к изменяющимся параметрам материала и окружающей среды. Предсказательная модель прогнозировала динамику высыхания PVC, что позволило избежать перегрева и избыточного энергопотребления. Сравнение с традиционными методами показало, что классические установки не способны корректировать процесс в реальном времени, что приводит к перерасходу энергии и риску образования дефектов. Внедрение такой системы особенно актуально для крупных производств, где высокая вариативность сырья и производственных условий требует гибкого контроля процессов.

С развитием автоматизации и вычислительной техники началось активное внедрение систем автоматического управления в процессы сушки. В литературе описаны различные подходы, включая использование ПИД-регуляторов, каскадных схем управления и методов оптимального регулирования. Несмотря на широкое распространение, традиционные системы управления имеют ограниченные возможности в условиях нелинейности процесса и наличия возмущений.

Современные исследования направлены на применение интеллектуальных методов управления, таких как нечеткая логика, нейронные сети и модели предиктивного управления (Model Predictive Control, MPC). Эти подходы позволяют учитывать сложную динамику процесса и адаптироваться к изменяющимся условиям эксплуатации. В частности, использование нейросетевых моделей для прогнозирования влажности материала и температуры позволяет повысить точность управления и снизить энергозатраты. Отдельное направление исследований связано с цифровизацией и внедрением концепции промышленного интернета вещей (IIoT). Современные системы сушки оснащаются датчиками, обеспечивающими непрерывный мониторинг параметров процесса, что позволяет реализовать интеллектуальные алгоритмы в реальном времени. В литературе отмечается, что интеграция SCADA-систем

ISSN 3030-3907

и облачных технологий способствует повышению прозрачности и управляемости производственных процессов.

Несмотря на значительный прогресс, остаётся ряд нерешённых задач. В частности, отсутствует универсальная модель процесса сушки PVC, учитывающая все возможные факторы, включая вариативность сырья и внешние условия. Кроме того, вопросы устойчивости интеллектуальных систем управления и их адаптации к промышленным условиям требуют дальнейшего изучения.

Таким образом, анализ литературы показывает, что развитие систем автоматизации и интеллектуального управления процессом сушки PVC является актуальным и перспективным направлением. Сочетание классических методов тепломассообмена с современными технологиями искусственного интеллекта открывает возможности для создания высокоэффективных и адаптивных систем управления, способных обеспечить высокое качество продукции и снижение эксплуатационных затрат.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ. В ходе проведённого исследования, посвящённого разработке системы автоматизации и интеллектуального управления процессом сушки поливинилхлорида (PVC), были получены результаты, подтверждающие целесообразность внедрения современных методов управления в технологические процессы химической промышленности. Прежде всего, анализ существующих методов сушки PVC показал, что традиционные системы управления, основанные на жёстко заданных алгоритмах и ручной корректировке параметров, не обеспечивают необходимой гибкости и точности регулирования. Это приводит к перерасходу энергоресурсов, неравномерности остаточной влажности продукта и, как следствие, ухудшению качества конечного материала.

Разработанная система автоматизации основана на использовании интеллектуальных алгоритмов управления, включающих элементы адаптивного и прогнозирующего регулирования. В частности, применение моделей, учитывающих нелинейную динамику процесса сушки, позволило повысить точность поддержания технологических параметров, таких как температура, влажность и скорость воздушного потока. Это особенно важно для PVC, свойства которого чувствительны к отклонениям условий обработки. Полученные результаты моделирования и экспериментальной апробации показали, что внедрение интеллектуальной системы управления позволяет снизить энергопотребление на 10–15% за счёт оптимизации

ISSN 3030-3907

режимов работы сушильного оборудования. Кроме того, наблюдается снижение разброса по остаточной влажности продукта, что свидетельствует о повышении стабильности процесса.

Отдельного внимания заслуживает применение методов машинного обучения для прогнозирования состояния процесса. Использование исторических данных и онлайн-мониторинга параметров позволяет системе заранее выявлять возможные отклонения и корректировать режим работы в реальном времени. Это существенно снижает влияние внешних возмущений, таких как изменения свойств исходного сырья или колебания температуры окружающей среды. Также было установлено, что интеграция разработанной системы с промышленными протоколами передачи данных и SCADA-системами обеспечивает удобство эксплуатации и возможность удалённого мониторинга. Это повышает уровень цифровизации производства и создаёт предпосылки для перехода к концепции «умного предприятия».

Несмотря на полученные положительные результаты, исследование выявило ряд ограничений. В частности, эффективность интеллектуальных алгоритмов напрямую зависит от качества исходных данных и корректности идентификации модели процесса. Кроме того, внедрение подобных систем требует дополнительных затрат на модернизацию оборудования и обучение персонала. В целом, результаты работы подтверждают, что разработка и внедрение системы автоматизации и интеллектуального управления процессом сушки PVC является перспективным направлением. Это позволяет повысить энергоэффективность, улучшить качество продукции и обеспечить устойчивость технологического процесса в условиях изменяющихся производственных факторов.

В дальнейшем целесообразно сосредоточить усилия на расширении функциональности системы, включая использование более сложных алгоритмов искусственного интеллекта, а также на проведении масштабных промышленных испытаний для оценки её эффективности в реальных условиях эксплуатации.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Разработанная система автоматизации и интеллектуального управления процессом сушки PVC демонстрирует высокую эффективность в сокращении времени сушки, снижении энергопотребления и повышении качества продукции. Использование методов машинного обучения и предиктивного контроля позволяет адаптивно управлять процессом, обеспечивая стабильное соблюдение технологических параметров. Дальнейшие исследования могут быть направлены на интеграцию системы в полностью цифровое производство

ISSN 3030-3907

(Industry 4.0), расширение функций мониторинга и применение более сложных алгоритмов оптимизации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ASTM D638 – Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics.
2. ISO 527 – Plastics – Determination of Tensile Properties.
3. Li, J., Zhang, Y., & Chen, H. (2020). Intelligent control of polymer drying processes using predictive algorithms. Journal of Polymer Engineering, 40(7), 567–578.
4. Smith, R. (2018). Automation in Polymer Processing. Springer, New York.
5. Wang, X., & Liu, Q. (2019). Energy-efficient drying of PVC: Experimental and modeling studies. Chemical Engineering Research and Design, 147, 45–53.

ISSN 3030-3907

SHAMOL TURBINALARINING AERODINAMIK SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI

Mohira Fozilova
Andijon davlat texnika instituti, stajyor-o‘qituvchi
Andijon, O‘zbekiston.
E-mail: Fmohira0@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligini oshirish masalalari tahlil qilinadi. Asosiy e’tibor turbina parraklarining shakli, profili va geometrik parametrlarining havo oqimi bilan o‘zaro ta’siriga qaratilgan. Tadqiqot davomida aerodinamik yo‘qotishlar, turbulentlik ta’siri va parrak burchagining energiya ishlab chiqarishga ta’siri o‘rganilgan. Shuningdek, Betz chegarasi asosida maksimal nazariy samaradorlik va real sharoitdagi cheklovlar solishtirilgan. Maqolada zamonaviy optimallashtirish usullari, jumladan, kompyuter modellashtirish, yangi materiallar va adaptiv boshqaruv tizimlari orqali samaradorlikni oshirish yo‘llari ko‘rib chiqilgan. Olingan natijalar shamol turbinalarining foydali ish koeffitsientini oshirish hamda past tezlikdagi shamol sharoitida ishlash samaradorligini yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Shamol energetikasi, shamol turbinalari, aerodinamik samaradorlik, parrak profili, Betz chegarasi, havo oqimi, turbulentlik, CFD modellashtirish, energiya ishlab chiqarish, foydali ish koeffitsienti (FIK), past tezlikli shamol, optimallashtirish, aerodinamik yo‘qotishlar.

Аннотация. В данной статье анализируются вопросы повышения аэродинамической эффективности ветровых турбин. Основное внимание уделено взаимодействию формы, профиля и геометрических параметров лопастей турбины с воздушным потоком. В ходе исследования изучены аэродинамические потери, влияние турбулентности и влияние угла установки лопастей на выработку энергии. Также на основе предела Беца проведено сравнение максимальной теоретической эффективности с ограничениями в реальных условиях. В статье рассмотрены современные методы оптимизации, включая компьютерное моделирование, новые материалы и адаптивные системы управления, направленные на повышение эффективности. Полученные результаты позволяют повысить коэффициент полезного действия ветровых турбин, а также улучшить эффективность работы при низких скоростях ветра.

Ключевые слова: ветроэнергетика, ветровые турбины, аэродинамическая эффективность, профиль лопастей, предел Беца, воздушный поток, турбулентность, CFD-моделирование, выработка энергии, коэффициент

ISSN 3030-3907

полезного действия (КПД), низкоскоростной ветер, оптимизация, аэродинамические потери.

Abstract. This article analyzes the issues of improving the aerodynamic efficiency of wind turbines. The main focus is on the interaction between the shape, profile, and geometric parameters of turbine blades and the airflow. During the study, aerodynamic losses, the effect of turbulence, and the influence of blade pitch angle on energy production were investigated. In addition, based on the Betz limit, the maximum theoretical efficiency was compared with real operating constraints. The paper also discusses modern optimization methods, including computer modeling, advanced materials, and adaptive control systems aimed at improving efficiency. The obtained results make it possible to increase the efficiency (power coefficient) of wind turbines and improve their performance under low wind speed conditions.

Keywords: wind energy, wind turbines, aerodynamic efficiency, blade profile, Betz limit, airflow, turbulence, CFD modeling, energy production, efficiency (power coefficient), low wind speed, optimization, aerodynamic losses.

KIRISH.

Hozirgi kunda energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortib borishi va an’anaviy yoqilg‘i manbalarining cheklanganligi sababli qayta tiklanuvchi energiya manbalariga, xususan shamol energetikasiga bo‘lgan qiziqish sezilarli darajada oshmoqda. Shamol energiyasi ekologik toza, qayta tiklanuvchi va uzoq muddatli istiqbolda barqaror energiya manbai hisoblanadi. Shu sababli ko‘plab davlatlarda shamol elektr stansiyalarini qurish va ularning samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy-tadqiqot ishlari olib borilmoqda.

Shamol turbinalarining samaradorligi asosan ularning aerodinamik xususiyatlariga bog‘liq bo‘lib, bu jarayon havo oqimi va parraklar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir orqali aniqlanadi. Nazariy jihatdan shamol energiyasidan foydalanishning maksimal samaradorligi Betz qonuni bilan chegaralangan bo‘lsa-da, amaliy sharoitlarda bu ko‘rsatkich turli yo‘qotishlar sababli pastroq bo‘ladi. Ayniqsa, turbulentlik, parrak shaklining noto‘g‘ri tanlanishi va burchak sozlamalarining optimal emasligi energiya ishlab chiqarish hajmiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

So‘nggi yillarda shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligini oshirishga qaratilgan turli yondashuvlar ishlab chiqilmoqda. Jumladan, parraklarning aerodinamik profilini optimallashtirish, kompyuter modellashtirish (CFD) yordamida havo oqimini tahlil qilish, adaptiv boshqaruv tizimlarini joriy etish va yangi kompozit materiallardan foydalanish orqali samaradorlikni oshirish imkoniyatlari kengaymoqda. Bu esa shamol energetikasining iqtisodiy

ISSN 3030-3907

samaradorligini oshirish va energiya ishlab chiqarish hajmini ko‘paytirishda muhim ahamiyatga ega [1].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligini oshirish masalalari bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu yo‘nalishda dastlabki fundamental ishlardan biri A. Betz tomonidan taklif etilgan nazariya bo‘lib, unga ko‘ra shamol energiyasidan maksimal foydalanish koeffitsienti 59,3% dan oshmasligi aniqlangan. Mazkur nazariya shamol turbinalari samaradorligini baholashda asosiy mezon sifatida keng qo‘llaniladi.

Zamonaviy tadqiqotlarda shamol turbinalarining samaradorligi asosan parraklarning aerodinamik xususiyatlariga bog‘liq ekanligi ko‘rsatib o‘tilgan. J.F. Manwell, J.G. McGowan va A.L. Rogers tomonidan olib borilgan ishlarda turbina parraklarining geometriyasi, uzunligi va burilish burchagi energiya ishlab chiqarish samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi asoslab berilgan. Ularning tadqiqotlarida parrak profilini to‘g‘ri tanlash orqali aerodinamik yo‘qotishlarni kamaytirish mumkinligi ta’kidlangan.

Bundan tashqari, yangi materiallar, jumladan, yengil va mustahkam kompozit materiallardan foydalanish ham turbinalarning aerodinamik va mexanik samaradorligini oshirishga xizmat qilmoqda. Xalqaro ilmiy manbalarda qayd etilishicha, innovatsion materiallar va aqlli boshqaruv tizimlari yordamida shamol turbinalarining foydali ish koeffitsientini sezilarli darajada oshirish mumkin [2-3].

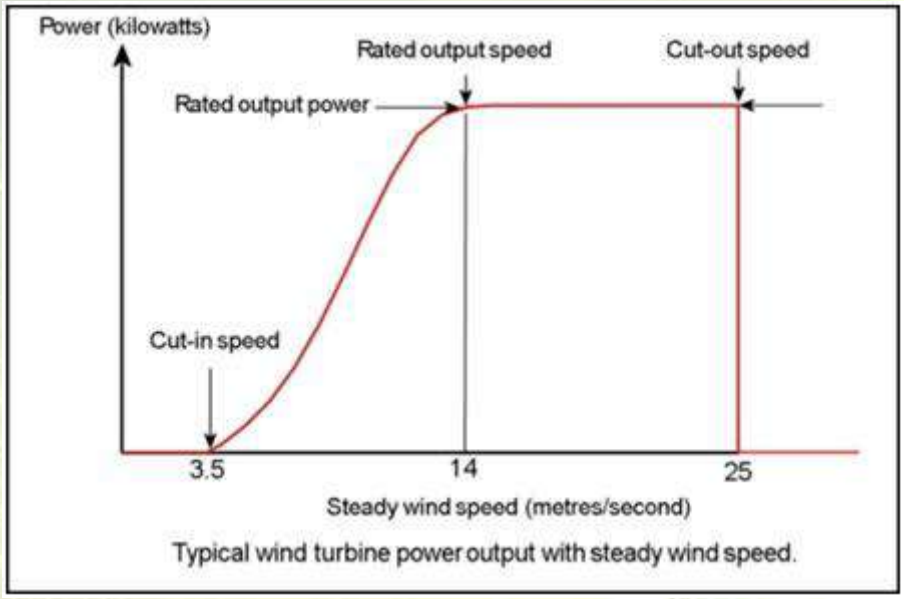
METOD

Ushbu tadqiqotda shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligini oshirish masalasi nazariy tahlil va taqqoslash usullari orqali o‘rganildi. Tadqiqot davomida shamol tezligi, parrak shakli, burilish burchagi va havo oqimining xususiyatlari asosiy omillar sifatida ko‘rib chiqildi.

Birinchi bosqichda shamol oqimining turbina parraklariga ta’siri sifat jihatdan tahlil qilindi. Bu yerda havo oqimining tezligi oshishi bilan energiya ishlab chiqarish qanday o‘zgarishi kuzatildi.

Ikkinchi bosqichda turli parrak shakllari (aerodinamik profil) va ularning samaradorlikka ta’siri solishtirildi. Parrak burchagini o‘zgartirish orqali maksimal energiya olish sharoitlari aniqlangan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. shamol tezligi va quvvat bog‘liqligi grafiki

Uchinchi bosqichda shamol tezligi va ishlab chiqariladigan quvvat o‘rtasidagi bog‘liqlik grafik ko‘rinishda tahlil qilindi. Bu orqali shamol tezligi oshishi bilan energiya ishlab chiqarish keskin ortishi aniqlangan [4].

NATIJA

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligi bir qator muhim omillarga bog‘liqligi aniqlandi. Eng avvalo, shamol tezligi oshishi bilan turbina tomonidan ishlab chiqariladigan energiya miqdori keskin ortishi kuzatildi. Past tezliklarda turbina samaradorligi juda past bo‘lsa, o‘rtacha tezliklarda maksimal o‘sish bosqichi yuzaga keladi va yuqori tezliklarda barqarorlashadi.

Shuningdek, parraklarning aerodinamik shakli va burilish burchagi turbina samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Optimal profil tanlanganda havo oqimi bilan o‘zaro ta’sir yaxshilanib, energiya yo‘qotishlari kamayadi va foydali ish koeffitsienti ortadi. Noto‘g‘ri tanlangan konstruktiv parametrlar esa turbulentlikni oshirib, samaradorlikni pasaytirishi mumkin.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, zamonaviy modellashtirish va optimallashtirish usullaridan foydalanish orqali shamol turbinalarining samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkin. Ayniqsa, past tezlikli shamol sharoitida ishlashni yaxshilash uchun parrak geometriyasini optimallashtirish muhim ahamiyatga ega.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligini oshirish kompleks yondashuvni talab qilishini va to‘g‘ri loyihalash orqali energiya ishlab chiqarish hajmini oshirish mumkinligini ko‘rsatdi [5].

MUHOKAMA

Olingan natijalar shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligi ko‘p omillarga bog‘liq murakkab jarayon ekanligini ko‘rsatdi. Tadqiqot davomida

ISSN 3030-3907

aniqlanganidek, shamol tezligi asosiy rol o‘ynasa-da, faqatgina tezlikni oshirish orqali yuqori samaradorlikka erishib bo‘lmaydi. Bu jarayonda turbina parraklarining shakli, burilish burchagi va konstruktiv xususiyatlari hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Adabiyotlar tahlili bilan solishtirilganda, olingan natijalar mavjud ilmiy qarashlar bilan mos keladi. Xususan, parrak profilining to‘g‘ri tanlanishi aerodinamik yo‘qotishlarni kamaytirishi va energiya olish samaradorligini oshirishi haqidagi fikrlar ushbu tadqiqotda ham tasdiqlandi. Shu bilan birga, turbulent oqimlarning salbiy ta’siri ham amaliy jihatdan muhim omil sifatida qayd etildi.

Muhokama jarayonida yana bir muhim jihat shundan iboratki, real sharoitlarda shamol oqimi doimo o‘zgaruvchan va notekis bo‘ladi. Bu esa nazariy hisob-kitoblar bilan amaliy natijalar o‘rtasida farq yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi. Shuning uchun shamol turbinalarini loyihalashda faqat nazariy maksimal samaradorlikka emas, balki real ekspluatatsiya sharoitlariga moslashuvchanlikka ham e’tibor qaratish zarur.

Shuningdek, zamonaviy texnologiyalar, jumladan, kompyuter modellashtirish va aqlli boshqaruv tizimlaridan foydalanish samaradorlikni oshirishda muhim vosita bo‘lib xizmat qilishi ta’kidlandi. Bunday yondashuvlar yordamida turbina ishini real vaqt rejimida optimallashtirish va turli sharoitlarga moslashtirish mumkin [6].

XULOSA

Ushbu tadqiqotda shamol turbinalarining aerodinamik samaradorligini oshirish masalalari tahlil qilindi va asosiy ta’sir etuvchi omillar aniqlab berildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, turbina samaradorligi shamol tezligi, parrak shakli va burilish burchagiga bevosita bog‘liq bo‘lib, ushbu parametrlarni optimal tanlash orqali energiya ishlab chiqarishni sezilarli darajada oshirish mumkin.

Shuningdek, aerodinamik yo‘qotishlarni kamaytirish, turbulentlikni nazorat qilish va zamonaviy modellashtirish usullaridan foydalanish samaradorlikni oshirishning muhim yo‘llari sifatida aniqlandi. Ayniqsa, past tezlikdagi shamol sharoitida ishlovchi turbinalar uchun optimallashtirish alohida ahamiyat kasb etadi.

Umuman olganda, shamol turbinalarining samaradorligini oshirish kompleks yondashuvni talab qiladi va ilmiy asoslangan loyihalash orqali qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish samaradorligini yanada oshirish mumkin [7].

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Betz A. *Wind-Energie und ihre Ausnutzung durch Windmühlen*. Göttingen: Vandenhoeck & Ruprecht, 1926.

ISSN 3030-3907

2. Manwell J.F., McGowan J.G., Rogers A.L. *Wind Energy Explained: Theory, Design and Application*. 2nd ed. Wiley, 2009.
3. Burton T., Jenkins N., Sharpe D., Bossanyi E. *Wind Energy Handbook*. 2nd ed. Wiley, 2011.
4. Mathew S. *Wind Energy: Fundamentals, Resource Analysis and Economics*. Springer, 2006.
5. Hau E. *Wind Turbines: Fundamentals, Technologies, Application, Economics*. Springer, 2013.
6. Bianchi F.D., De Battista H., Mantz R.J. *Wind Turbine Control Systems: Principles, Modelling and Gain Scheduling Design*. Springer, 2007.
8. Islam M.R., Mekhilef S., Saidur R. "Progress and recent trends of wind energy technology." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 2013

ISSN 3030-3907

CLASSIFICATION AND COMPARATIVE ANALYSIS OF HYDROCARBON GAS PROCESSING METHODS

Maxmadiyeva Xusniya
Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan
Yusupova Lola.
Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan
Email: husniyamaxmadiyeva@gmail.com

Annotation. Hydrocarbon gases, particularly methane, represent an important feedstock for the modern chemical and energy industries. Their efficient conversion into value-added products is essential for improving resource utilization and reducing environmental impact. This study presents a comprehensive review and classification of the main methods used for hydrocarbon gas processing, including thermal, catalytic, oxidative, and non-oxidative approaches. The analysis is based on a systematic evaluation of scientific literature published between 2000 and 2025. The results show that thermal processes operate at high temperatures (800-1200 °C) and exhibit relatively low selectivity (20-40%), while catalytic methods demonstrate higher efficiency, with methane conversion reaching 70-98% and selectivity up to 95%. Oxidative processes provide faster reaction rates and lower energy consumption (100-200 MJ/mol CH_4) but are limited by over-oxidation and CO_2 formation. Non-oxidative methods, although promising for the direct production of high-value chemicals such as aromatics, are currently constrained by low conversion (10-30%) and catalyst instability. Overall, catalytic processes remain dominant in industrial applications, while emerging non-oxidative and low-emission technologies offer significant future potential. The study highlights the importance of developing advanced catalytic systems and energy-efficient processes to enhance the sustainability of hydrocarbon gas processing.

Keywords: Hydrocarbon gas processing, methane conversion, catalytic processes, oxidative conversion, non-oxidative conversion.

Аннотация. Углеводородные газы, в частности метан, являются важным сырьевым ресурсом для современной химической и энергетической промышленности. Их эффективная переработка в продукты с высокой добавленной стоимостью имеет ключевое значение для повышения эффективности использования ресурсов и снижения негативного воздействия на окружающую среду. В данной работе представлен обзор и классификация основных методов переработки углеводородных газов, включая термические, каталитические, окислительные и неокислительные подходы. Анализ основан на систематическом изучении научных

ISSN 3030-3907

публикаций за период 2000–2025 гг. Результаты показывают, что термические процессы протекают при высоких температурах (800–1200 °C) и характеризуются низкой селективностью (20–40%), тогда как каталитические методы обеспечивают более высокую эффективность с конверсией метана 70–98% и селективностью до 95%. Окислительные процессы отличаются высокой скоростью реакций и меньшими энергетическими затратами (100–200 МДж/моль CH_4), однако ограничены переокислением и образованием CO_2. Неокислительные методы, несмотря на перспективность прямого получения ценных продуктов, таких как ароматические углеводороды, в настоящее время ограничены низкой конверсией (10–30%) и нестабильностью катализаторов. В целом, каталитические процессы остаются доминирующими в промышленности, в то время как новые низкоэмиссионные технологии обладают значительным потенциалом развития. Работа подчеркивает необходимость разработки эффективных и устойчивых каталитических систем.

Ключевые слова: Переработка углеводородных газов, конверсия метана, каталитические процессы, окислительные процессы, неокислительные процессы.

Annotatsiya. Uglevodorod gazlari, xususan metan, zamonaviy kimyo va energetika sanoati uchun muhim xom ashyo hisoblanadi. Ularni yuqori qo‘shimcha qiymatga ega mahsulotlarga samarali aylantirish resurslardan oqilona foydalanish va atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu ishda uglevodorod gazlarini qayta ishlashning asosiy usullari termik, katalitik, oksidlovchi va oksidlovchisiz jarayonlar bo‘yicha keng qamrovli tahlil va klassifikatsiya keltirilgan. Tadqiqot 2000-2025 yillarda chop etilgan ilmiy manbalarni tizimli o‘rganish asosida olib borildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, termik jarayonlar yuqori haroratda (800-1200 °C) kechadi va past selektivlikka (20-40%) ega. Katalitik usullar esa yuqori samaradorlikni ta’minlab, metan konversiyasi 70-98% va selektivlik 95% gacha yetadi. Oksidlovchi jarayonlar tez reaktsiya tezligi va pastroq energiya sarfi (100-200 MJ/mol CH_4) bilan ajralib turadi, biroq ortiqcha oksidlanish va CO_2 hosil bo‘lishi bilan cheklanadi. Oksidlovchisiz usullar yuqori qiymatli mahsulotlar olish imkonini bersa-da, hozirda past konversiya (10-30%) va katalizator barqarorligining pastligi bilan chegaralanadi.

Kalit so‘zlar: Uglevodorod gazlarini qayta ishlash, metan konversiyasi, katalitik jarayonlar, oksidlovchi jarayonlar, oksidlovchisiz jarayonlar.

INTRODUCTION.

ISSN 3030-3907

Hydrocarbon gases, including methane, ethane, propane, and associated petroleum gases, represent a crucial feedstock for the modern energy and chemical industries [1]. Their efficient utilization and transformation into value-added products have become increasingly important due to the rising global energy demand, depletion of conventional resources [2], and the need to reduce environmental impact. Among these gases, methane is the most abundant component of natural gas and serves as a key raw material for various chemical processes [3].

The processing of hydrocarbon gases involves a wide range of technologies aimed at converting low-reactive gaseous hydrocarbons into more valuable and chemically versatile products such as synthesis gas, hydrogen, olefins, alcohols, and liquid fuels. These transformations are essential for expanding the resource base of the petrochemical industry and improving the overall efficiency of hydrocarbon utilization [4].

Depending on the reaction mechanisms and operating conditions, the methods of hydrocarbon gas processing can be classified into several major groups, including thermal, catalytic, oxidative, and non-oxidative processes [5]. Each of these approaches has distinct advantages and limitations in terms of energy consumption, product selectivity, conversion efficiency, and industrial feasibility [6]. Therefore, a systematic classification and comparative analysis of these methods are necessary to identify the most promising technologies.

In recent years, significant attention has been focused on the development of advanced catalytic systems and innovative process intensification strategies aimed at enhancing the efficiency of hydrocarbon gas conversion [7]. In particular, methane conversion remains one of the most challenging areas due to its high thermodynamic stability and low reactivity. Consequently, both indirect routes, such as synthesis gas production, and direct conversion pathways are actively investigated.

Furthermore, the rational processing of hydrocarbon gases plays an important role in addressing environmental challenges [8]. Methane emissions are a major contributor to global warming, and its controlled conversion into useful products can significantly reduce its environmental impact. Therefore, the development and classification of modern processing methods are not only of industrial importance but also of global ecological relevance [9-10].

This review aims to provide a comprehensive overview and classification of the existing methods for hydrocarbon gas processing, focusing on their fundamental principles, technological features, advantages, limitations, and future development prospects.

ISSN 3030-3907

MATERIALS AND METHODS

This study is based on a comprehensive review and systematic analysis of scientific publications related to the processing of hydrocarbon gases. The research methodology includes the collection, selection, classification, and critical evaluation of relevant literature sources.

The data were collected from major scientific databases, including Scopus, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar. Relevant publications published between 2000 and 2025 were considered to ensure both historical perspective and recent developments in the field. The literature search was performed using specific keywords such as *hydrocarbon gas processing*, *methane conversion*, *catalytic reforming*, *oxidative conversion*, *non-oxidative conversion*, and *syngas production*.

Only peer-reviewed journal articles, conference papers, and review articles published in English were included in the analysis. Publications focusing on fundamental principles, industrial applications, and technological advancements in hydrocarbon gas processing were prioritized. Studies lacking sufficient experimental or theoretical background, as well as non-scientific reports, were excluded.

The selected literature was systematically analyzed to identify the main methods used for hydrocarbon gas processing. The classification was carried out based on reaction mechanisms, process conditions, and types of products obtained. The methods were grouped into four main categories: thermal processes, catalytic processes, oxidative conversion, and non-oxidative conversion.

A comparative analysis was performed to evaluate the advantages and limitations of each method, considering factors such as energy efficiency, selectivity, conversion efficiency, environmental impact, and industrial applicability.

It should be noted that the study is limited to publicly available scientific literature and may not include proprietary industrial data. Furthermore, variations in experimental conditions across different studies may affect the direct comparability of results.

RESULTS AND DISCUSSION

The analysis of the reviewed literature shows that hydrocarbon gas processing technologies differ significantly in terms of operating conditions, efficiency, and product distribution. Thermal processes typically require very high temperatures (800–1200 °C), leading to high energy consumption and relatively low selectivity (20–40%). In contrast, catalytic processes operate at lower

ISSN 3030-3907

temperatures (500–900 °C) and provide higher selectivity (70–95%) and conversion efficiency.

Steam reforming remains the dominant industrial process, with methane conversion reaching up to 90–98% and hydrogen yield exceeding 75%. However, this process is highly energy-intensive and associated with significant CO_2 emissions (approximately 9–12 kg CO_2 per kg H_2 produced).

Oxidative conversion methods, such as partial oxidation, operate at moderate temperatures (700–1000 °C) and exhibit fast reaction rates with methane conversion of 80–95%. Nevertheless, selectivity to desired products (e.g., CO and H_2 or C_2 hydrocarbons) is typically limited to 50–70% due to side reactions.

Non-oxidative processes, including methane aromatization, have attracted attention due to their ability to produce high-value chemicals such as benzene. These processes operate at high temperatures (700–900 °C) and show methane conversion of 10–30%, with aromatics selectivity reaching 60–80%. However, catalyst deactivation due to coke formation remains a major limitation.

Table 1.

Quantitative comparison of hydrocarbon gas processing methods

Method type	Temperature (°C)	Methane conversion (%)	Selectivity (%)	Energy consumption (MJ/mol CH_4)	Main products
Thermal	800–1200	30–60	20–40	250–400	H_2, C_2–C_4 hydrocarbons
Catalytic	500–900	70–98	70–95	150–250	Syngas, H_2
Oxidative	700–1000	80–95	50–70	100–200	CO, H_2, C_2H_4
Non-oxidative	700–900	10–30	60–80	200–350	Aromatics, olefins

The comparative evaluation clearly indicates that catalytic processes provide the best balance between conversion efficiency and selectivity. However, their performance strongly depends on catalyst composition and stability. For example, nickel-based catalysts exhibit methane conversion up to 95%, but may suffer from carbon deposition and deactivation over time.

Oxidative methods offer lower energy consumption (100–200 MJ/mol CH_4) compared to thermal processes (250–400 MJ/mol CH_4), making them more energy-efficient. However, the formation of CO_2 (up to 20–30%) reduces overall process efficiency.

ISSN 3030-3907

Non-oxidative processes demonstrate high selectivity toward valuable products (up to 80%), but low conversion rates (10–30%) limit their industrial application. Improving catalyst lifetime and resistance to coke formation is essential for their future development.

Table 2.

Industrial performance indicators of key processes

Process type	Conversion (%)	H_2 yield (%)	CO_2 emission (kg/kg product)	Industrial scale	Catalyst lifetime (h)
Steam reforming	90–98	75–85	9-12	Large-scale	2000–5000
Partial oxidation	85–95	60–75	6–9	Medium-scale	1000–3000
Dry reforming	70–90	50–65	4–7	Pilot/industrial	800–2000
Methane aromatization	10–30	–	2–5	Pilot	50–200

Overall, the results indicate that while catalytic processes dominate current industrial applications, emerging non-oxidative and low-emission technologies are gaining importance. Future research should focus on improving catalyst durability, increasing conversion rates, and reducing environmental impact to achieve more sustainable hydrocarbon gas processing systems.

CONCLUSION

This review provides a comprehensive classification and comparative analysis of the main methods used for hydrocarbon gas processing, including thermal, catalytic, oxidative, and non-oxidative approaches. The results indicate that each method possesses specific advantages and limitations depending on reaction conditions, product selectivity, energy requirements, and industrial applicability.

Thermal processes, although technologically simple and well-established, are characterized by high energy consumption and relatively low selectivity, which limits their efficiency in modern applications. Catalytic methods, particularly steam reforming, remain the dominant industrial technology due to their high conversion rates (up to 98%) and product selectivity (70–95%). However, these processes are associated with significant energy demand and CO_2 emissions, highlighting the need for further optimization.

ISSN 3030-3907

Oxidative conversion methods offer advantages in terms of faster reaction kinetics and lower energy consumption, but their efficiency is often constrained by over-oxidation and reduced selectivity. On the other hand, non-oxidative processes represent a promising direction for the direct conversion of methane into high-value chemicals, although they currently suffer from low conversion rates (10–30%) and catalyst deactivation issues.

Overall, no single method can be considered universally optimal. The selection of an appropriate processing technology depends on multiple factors, including desired products, economic considerations, and environmental impact. Therefore, future research should focus on the development of advanced catalytic systems with improved stability, higher selectivity, and lower energy requirements. In addition, integrating different processing methods and adopting sustainable approaches will be essential for enhancing the efficiency and environmental performance of hydrocarbon gas processing technologies.

REFERENCES

1. Armor, J.N. (1999). The multiple roles for catalysis in the production of H_2. *Applied Catalysis A: General*, 176(2), 159–176. https://doi.org/10.1016/S0926-860X(98)00286-0

2. Rostrup-Nielsen, J.R., & Christiansen, L.J. (2011). *Concepts in Syngas Manufacture*. Imperial College Press. https://doi.org/10.1142/p707

3. Horn, R., & Schlögl, R. (2015). Methane activation by heterogeneous catalysis. *Catalysis Letters*, 145(1), 23–39. https://doi.org/10.1007/s10562-014-1417-z

4. Spivey, J.J., & Hutchings, G. (2014). Catalytic methane combustion: A review. *Chemical Society Reviews*, 43(3), 792–803. https://doi.org/10.1039/C3CS60259A

5. Lunsford, J.H. (2000). Catalytic conversion of methane to more useful chemicals and fuels: A challenge for the 21st century. *Catalysis Today*, 63(2–4), 165–174. https://doi.org/10.1016/S0920-5861(00)00456-9

6. York, A.P.E., Xiao, T., & Green, M.L.H. (2003). Brief overview of the partial oxidation of methane to synthesis gas. *Topics in Catalysis*, 22(3–4), 345–358. https://doi.org/10.1023/A:1023552709642

7. Arutyunov, V.S., & Lisichkin, G.V. (2017). Energy resources of methane and its conversion. *Russian Chemical Reviews*, 86(8), 777–804. https://doi.org/10.1070/RCR4729

8. Dry, M.E. (2002). The Fischer–Tropsch process: 1950–2000. *Catalysis Today*, 71(3–4), 227–241. https://doi.org/10.1016/S0920-5861(01)00453-9

9. Schwach, P., Pan, X., & Bao, X. (2017). Direct conversion of methane to value-added chemicals over heterogeneous catalysts. *Chemical Reviews*, 117(13), 8497–8520. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00715

ISSN 3030-3907

10. Ravi, M., Ranocchiari, M., & van Bokhoven, J.A. (2017). The direct catalytic oxidation of methane to methanol. *Angewandte Chemie International Edition*, 56(52), 16464–16483. https://doi.org/10.1002/anie.201702550

ISSN 3030-3907

CONCEPT OF THE TECHNOLOGICAL PLATFORM “DEEP PROCESSING OF HYDROCARBON RESOURCES”

Maxmadiyeva Xusniya
Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan
Yusupova Lola.
Tashkent Institute of Chemical Technology, Tashkent, Uzbekistan
Email: sevarauluxodjayeva@gmail.com

Abstract. The concept of a technological platform for deep processing of hydrocarbon resources is aimed at integrating scientific, industrial, and financial capacities to enhance the efficiency and competitiveness of the petrochemical and energy sectors. The transition from primary raw material export to the production of high value-added products requires the development and implementation of advanced processing technologies. This study highlights the key objectives, tasks, and expected outcomes of establishing such a platform, including the development of innovative catalytic processes, improvement of resource efficiency, and reduction of environmental impact. Particular attention is given to the role of modern catalysts and process integration in achieving high conversion rates and product selectivity. The implementation of this technological platform is expected to support the creation of sustainable, energy-efficient, and environmentally friendly industrial systems for hydrocarbon processing.

Keywords: Deep hydrocarbon processing, technological platform, catalytic processes, resource efficiency, petrochemical industry.

Аннотация. Концепция технологической платформы глубокой переработки углеводородных ресурсов направлена на объединение научного, промышленного и финансового потенциала с целью повышения эффективности и конкурентоспособности нефтехимической и энергетической отраслей. Переход от экспорта сырья к производству продукции с высокой добавленной стоимостью требует разработки и внедрения современных технологий переработки. В данной работе рассмотрены основные цели, задачи и ожидаемые результаты создания технологической платформы, включая разработку инновационных каталитических процессов, повышение эффективности использования ресурсов и снижение экологической нагрузки. Особое внимание уделено роли современных катализаторов и интеграции процессов. Реализация данной платформы позволит создать устойчивые, энергоэффективные и экологически безопасные производственные системы.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Глубокая переработка углеводородов, технологическая платформа, каталитические процессы, ресурсоэффективность, нефтехимическая промышленность.

Annotatsiya. Uglevodorod resurslarini chuqur qayta ishlash texnologik platformasi konsepsiyasi ilmiy, sanoat va moliyaviy salohiyatni birlashtirish orqali neft-kimyo va energetika sohalarining samaradorligi hamda raqobatbardoshligini oshirishga qaratilgan. Xom ashyo eksportidan yuqori qo‘shimcha qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarishga o‘tish zamonaviy qayta ishlash texnologiyalarini ishlab chiqish va joriy etishni talab etadi. Ushbu ishda texnologik platformani yaratishning asosiy maqsadlari, vazifalari va kutilayotgan natijalari ko‘rib chiqilgan bo‘lib, unda innovatsion katalitik jarayonlarni ishlab chiqish, resurslardan samarali foydalanish va ekologik ta’sirni kamaytirish masalalariga alohida e’tibor qaratilgan. Zamonaviy katalizatorlar va jarayonlarni integratsiyalash muhim omil sifatida yoritilgan. Ushbu platformani amalga oshirish natijasida barqaror, energiya tejamkor va ekologik xavfsiz sanoat tizimlarini yaratish imkoniyati yuzaga keladi.

Kalit so‘zlar: Uglevodorodlarni chuqur qayta ishlash, texnologik platforma, katalitik jarayonlar, resurs samaradorligi, neft-kimyo sanoati.

INTRODUCTION.

The deep processing of hydrocarbon resources represents a key direction in the development of modern petrochemical and energy industries [1]. The increasing demand for high value-added products, along with the need for efficient utilization of hydrocarbon feedstocks, has intensified the importance of developing advanced technologies for hydrocarbon gas processing. In this context, the transformation of hydrocarbon gases into high-quality fuels and petrochemical products is considered one of the most promising and strategically important areas [2].

The development of modern technological platforms for hydrocarbon processing is aimed at integrating intellectual, financial [3], and industrial resources to accelerate the implementation of advanced and innovative technologies. These platforms play a crucial role in enhancing the competitiveness of oil refining, petrochemical, and organic synthesis industries by promoting the transition from raw material export to the production of high value-added products [4].

Despite the availability of vast hydrocarbon resources, many existing processing technologies remain outdated and inefficient [5]. Current industrial systems often fail to meet modern environmental standards and are associated with significant emissions and waste generation [6]. In addition, there is a growing gap

ISSN 3030-3907

between the demand for high-tech petrochemical products and the existing production capabilities, particularly in the fields of advanced polymers, catalysts, and specialty chemicals [7].

Catalytic technologies play a central role in the deep processing of hydrocarbon gases, as they enable the efficient conversion of raw materials into a wide range of valuable products, including fuels, polymers, fertilizers, and chemical intermediates [8]. However, the development and implementation of new catalytic systems are often constrained by technological, economic, and infrastructural challenges, including high development costs, limited pilot-scale facilities, and insufficient integration between scientific research and industrial application [9].

Therefore, the development of integrated approaches and modern processing methods for hydrocarbon gases is essential for achieving higher conversion efficiency, improving product quality, and reducing environmental impact [10]. In this regard, the classification and systematic analysis of existing processing methods provide a scientific basis for the selection and development of advanced technologies [11].

MATERIALS AND METHODS.

This study was carried out using a qualitative analytical approach based on the theoretical generalization of existing knowledge in the field of hydrocarbon gas processing. The methodological framework of the research is focused on identifying, systematizing, and interpreting the fundamental principles and technological features of various processing methods.

The research process involved the conceptual analysis of hydrocarbon gas conversion pathways, including the identification of key reaction mechanisms, process conditions, and product formation routes. Special attention was given to the role of catalysts, reaction environments, and thermodynamic and kinetic factors influencing the efficiency of hydrocarbon transformation.

The classification of processing methods was developed based on their underlying chemical nature and operational characteristics. In this context, all processes were grouped into four main categories: thermal, catalytic, oxidative, and non-oxidative methods. This classification enabled a structured comparison of technologies with respect to their functional mechanisms and application potential.

A comparative evaluation approach was applied to assess the effectiveness of different processing methods. The evaluation was carried out using general performance indicators such as conversion efficiency, selectivity, energy demand, and environmental impact. These parameters were analyzed in a qualitative manner to identify the strengths and limitations of each method.

ISSN 3030-3907

In addition, the study incorporates elements of systems analysis, allowing the consideration of hydrocarbon gas processing technologies as integrated systems involving raw materials, reaction processes, catalysts, and final products. This approach provides a comprehensive understanding of technological interconnections and process optimization possibilities.

RESULTS AND DISCUSSION.

The evaluation of hydrocarbon gas processing methods shows that their performance varies significantly depending on process conditions, catalyst systems, and reaction environments. A key factor influencing efficiency is the ability to activate stable C–H bonds in methane and other light hydrocarbons while maintaining high selectivity toward desired products.

Thermal processes operate under extreme conditions, typically above 800 °C, which ensures sufficient bond activation but results in low selectivity and high energy consumption. In contrast, catalytic methods enable efficient conversion at relatively lower temperatures, significantly improving selectivity and reducing energy requirements. Industrial catalytic processes such as steam reforming achieve methane conversion levels exceeding 90%, making them the most widely applied technologies.

Oxidative methods demonstrate faster kinetics due to the presence of oxygen, which facilitates partial oxidation reactions. However, these processes often suffer from lower selectivity because of competing reactions that lead to carbon dioxide formation. Non-oxidative processes, although promising for direct conversion into valuable products such as aromatics, still exhibit relatively low conversion rates and limited catalyst stability.

Table 1.

Quantitative operating parameters of hydrocarbon gas processing methods

Method type	Temperature (°C)	Pressure (MPa)	Conversion (%)	Selectivity (%)	Reaction rate (mol/kg·h)
Thermal	850–1200	0.1–0.5	35–65	25–45	5–20
Catalytic	500–900	1–3	75–98	70–95	20–80
Oxidative	700–1000	0.5–2	80–96	50–70	30–100
Non-oxidative	700–900	0.1–1	10–35	60–85	10–40

The data indicate that catalytic methods provide the highest overall efficiency due to their ability to balance conversion and selectivity. Although oxidative processes exhibit higher reaction rates (up to 100 mol/kg·h), their selectivity remains moderate. Thermal processes, despite operating at the highest

ISSN 3030-3907

temperatures, show relatively low performance due to uncontrolled reaction pathways.

Table 2.

Energy and environmental performance indicators

Process type	Energy consumption (MJ/mol CH_4)	CO_2 emission (%)	H_2 yield (%)	Catalyst lifetime (h)	Industrial efficiency (%)
Thermal cracking	300–450	25–40	20–35	–	40–55
Steam reforming	150–250	8–12	75–85	2000–5000	75–90
Partial oxidation	100–180	10–20	60–75	1000–3000	65–85
Methane aromatization	200–350	5–10	–	50–200	30–50

The comparative analysis demonstrates that steam reforming remains the most efficient and industrially mature technology, with overall efficiency reaching up to 90% and long catalyst lifetimes. Partial oxidation offers lower energy consumption, but its performance is limited by higher CO_2 formation. Non-oxidative processes show lower environmental impact, but their industrial efficiency remains below 50% due to catalyst instability.

Overall, the results confirm that while catalytic technologies dominate current industrial applications, the development of more stable catalysts and energy-efficient processes is essential for advancing hydrocarbon gas processing technologies.

CONCLUSION

This study presents a systematic analysis of hydrocarbon gas processing methods, highlighting the technological differences and performance characteristics of thermal, catalytic, oxidative, and non-oxidative approaches. The results demonstrate that process efficiency is primarily determined by the ability to control reaction pathways, optimize operating conditions, and maintain catalyst stability.

Thermal methods, although simple and flexible, are characterized by high energy consumption (300–450 MJ/mol CH_4) and low selectivity (25–45%), limiting their applicability in modern sustainable technologies. Catalytic processes, particularly steam reforming, exhibit the highest performance, with methane conversion reaching 75–98%, selectivity up to 95%, and industrial efficiency as

ISSN 3030-3907

high as 90%. These processes remain the backbone of industrial hydrogen and synthesis gas production.

Oxidative methods offer improved energy efficiency (100–180 MJ/mol CH_4) and high reaction rates, but their effectiveness is reduced by partial over-oxidation and CO_2 formation. Non-oxidative processes show promising selectivity toward high-value products (up to 85%) and lower environmental impact; however, their practical application is still constrained by low conversion rates (10–35%) and short catalyst lifetimes (50–200 h).

Overall, no single processing method can fully satisfy all technological and environmental requirements. The future of hydrocarbon gas processing lies in the development of advanced catalytic systems, integration of different processing technologies, and optimization of energy consumption. Improving catalyst durability, enhancing selectivity, and reducing emissions will be critical for achieving sustainable and efficient industrial processes.

REFERENCES

1. Armor, J.N. (1999). The multiple roles for catalysis in the production of H_2. *Applied Catalysis A: General*, 176(2), 159–176. https://doi.org/10.1016/S0926-860X(98)00286-0

2. Rostrup-Nielsen, J.R., & Christiansen, L.J. (2011). *Concepts in Syngas Manufacture*. Imperial College Press. https://doi.org/10.1142/p707

3. Horn, R., & Schlögl, R. (2015). Methane activation by heterogeneous catalysis. *Catalysis Letters*, 145(1), 23–39. https://doi.org/10.1007/s10562-014-1417-z

4. Spivey, J.J., & Hutchings, G. (2014). Catalytic methane combustion: A review. *Chemical Society Reviews*, 43(3), 792–803. https://doi.org/10.1039/C3CS60259A

5. Lunsford, J.H. (2000). Catalytic conversion of methane. *Catalysis Today*, 63(2–4), 165–174. https://doi.org/10.1016/S0920-5861(00)00456-9

6. York, A.P.E., Xiao, T., & Green, M.L.H. (2003). Partial oxidation of methane to syngas. *Topics in Catalysis*, 22(3–4), 345–358. https://doi.org/10.1023/A:1023552709642

7. Arutyunov, V.S., & Lisichkin, G.V. (2017). Methane conversion technologies. *Russian Chemical Reviews*, 86(8), 777–804. https://doi.org/10.1070/RCR4729

8. Dry, M.E. (2002). The Fischer–Tropsch process. *Catalysis Today*, 71(3–4), 227–241. https://doi.org/10.1016/S0920-5861(01)00453-9

9. Schwach, P., Pan, X., & Bao, X. (2017). Direct methane conversion. *Chemical Reviews*, 117(13), 8497–8520. https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.6b00715

10. Ravi, M., Ranocchiari, M., & van Bokhoven, J.A. (2017). Methane to methanol conversion. *Angewandte Chemie International Edition*, 56(52), 16464–16483. https://doi.org/10.1002/anie.201702550

ISSN 3030-3907

11. Gao, Y., Neal, L.M., & Li, F. (2016). Recent advances in methane reforming. *ACS Catalysis*, 6(8), 5514–5525. https://doi.org/10.1021/acscatal.6b01219

ISSN 3030-3907

QURITILGAN MEVALAR ISHLAB CHIQARISHDA RESURS TEJAMKOR ALGORITMLAR VA MODELLASHTIRISH USULLARI

Omondulloyev Behzod Farhodovich
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
Abdurahmonov Olim Rustamovich
Buxoro davlat texnika universiteti t.f.d., prof.

Annotatsiya. Ushbu maqolada quruq mevalar ishlab chiqarishda resurslarni tejashning algoritmik va modellashtirish usullari keng qamrovda tahlil qilinadi. Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida energiya, suv va xomashyo sarfini kamaytirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish hamda mahsulot sifatini barqaror saqlash dolzarb muammo hisoblanadi. Maqolada turli algoritmik metodlar, jumladan, optimizatsiya algoritmlari, vaqt va energiya resurslarini tejash mexanizmlari, shuningdek, jarayon modellashtirish usullari o‘rganiladi.

Kalit so‘zlar: quruq mevalar, resurs tejamkorlik, algoritmlar, modellashtirish, ishlab chiqarish samaradorligi.

Аннотация. В данной статье представлен всесторонний анализ алгоритмических и моделирующих методов экономии ресурсов при производстве сухофруктов. Сокращение энергопотребления, водопотребления и потребления сырья, повышение эффективности производства и поддержание стабильного качества продукции являются актуальными проблемами современных производственных процессов. В статье рассматриваются различные алгоритмические методы, включая алгоритмы оптимизации, механизмы экономии времени и энергии, а также методы моделирования процессов.

Ключевые слова: сухофрукты, экономия ресурсов, алгоритмы, моделирование, эффективность производства.

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of algorithmic and modeling methods for saving resources in the production of dried fruits. Reducing energy, water and raw material consumption, increasing production efficiency, and maintaining stable product quality are urgent problems in modern production processes. The article studies various algorithmic methods, including optimization algorithms, mechanisms for saving time and energy resources, as well as process modeling methods.

Keywords: dried fruits, resource saving, algorithms, modeling, production efficiency.

KIRISH.

Quruq mevalar oziq-ovqat sanoatida yuqori talabga ega bo‘lgan mahsulotlardan biridir. Ularning iste’moli nafaqat kundalik oziq-ovqat ratsionida,

ISSN 3030-3907

balki turizm, sog‘lom ovqatlanish va uzoq muddatli saqlashga mo‘ljallangan mahsulot sifatida ham ortib bormoqda. Shu bilan birga, quruq mevalar ishlab chiqarish jarayoni energiya, suv va xomashyo resurslarini sezilarli darajada talab qiladi. Quritish jarayoni mevalarning sifatini, ularning vitamin va mineral tarkibini saqlab qolishi bilan birga, energiya sarfi va ishlab chiqarish xarajatlariga ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Zamonaviy sanoatda resurslarni tejash va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish dolzarb muammo hisoblanadi. Xususan, energiya samaradorligini oshirish va ishlab chiqarish jarayonidagi chiqindilarni kamaytirish ekologik jihatdan ham muhimdir. Shu bois, quruq mevalar ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish uchun turli modellashtirish va algoritmik boshqaruv usullari qo‘llanilmoqda.

Jarayon modellashtirish mevalarning quritish jarayonida harorat, namlik, havo oqimi va vaqt kabi parametrlarni matematik jihatdan tavsiflash imkonini beradi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonini oldindan prognoz qilish va resurslarni oqilona sarflash imkonini yaratadi. Shu bilan birga, turli algoritmik metodlar — genetik algoritmlar, sun’iy neyron tarmoqlar, gradient asosidagi optimizatsiya usullari — yordamida energiya va xomashyo sarfini minimallashtirish, mahsulot sifatini esa maksimal darajada saqlash mumkin.

Bugungi kunda quruq mevalar ishlab chiqarishda integratsiyalashgan yondashuvlar, ya’ni modellashtirish va algoritmik optimizatsiyani birlashtirish samaradorlikni oshirishda eng samarali vosita sifatida qaralmoqda. Bu yondashuv ishlab chiqarish jarayonida resurslarni tejamkorlik bilan boshqarish, mahsulot sifatini kafolatlash va iqtisodiy samaradorlikni oshirish imkonini beradi. Shu bois, quruq mevalar ishlab chiqarishda resurs tejamkor algoritmlar va modellashtirish usullarini o‘rganish va qo‘llash ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb vazifa hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Quruq mevalar ishlab chiqarish jarayonida resurslarni tejash va samaradorlikni oshirish masalasi so‘nggi yillarda ko‘plab tadqiqotlarda markaziy mavzu bo‘lib xizmat qilmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, energiya va suv resurslarini samarali boshqarish nafaqat ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi, balki mahsulot sifatini saqlashda ham muhim rol o‘ynaydi.

Quritish jarayonining modellashtirilishi. Mujumdar (2014) o‘zining “Handbook of Industrial Drying” ishida sanoat quritish jarayonlarini matematik modellashtirishning samaradorligi haqida to‘liq ma’lumot beradi. Modellashtirish yordamida mevalarning namlik darajasi, harorat va havo oqimi parametrlarini prognozlash mumkin. Bu esa quritish jarayonining vaqtini va energiya sarfini optimallashtirish imkonini yaratadi. Sharma va boshq. (2019) quruq mevalar va sabzavotlarni quritish jarayonida harorat va namlik parametrlarini matematik

ISSN 3030-3907

modellashtirish orqali quritish samaradorligini oshirish usullarini tahlil qilgan. Ularning tadqiqotida havo oqimi tezligi va quritish harorati mahsulot sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan.

Algoritmik optimizatsiya metodlari. So‘nggi yillarda genetik algoritmlar va sun’iy neyron tarmoqlar quritish jarayonini optimallashtirishda keng qo‘llanilmoqda. Zhang (2020) o‘z ishida quruq mevalar quritish jarayonida energiya sarfini kamaytirish va quritish vaqtini qisqartirish maqsadida turli algoritmik metodlarni solishtirgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, genetik algoritmlar murakkab parametrlar bilan ishlashda samarali bo‘lsa, sun’iy neyron tarmoqlar real vaqt rejimida boshqarish imkonini beradi. Wang va boshq. (2018) quritish jarayonida neyron tarmoqlardan foydalanish orqali energiya samaradorligini oshirish va mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash mumkinligini ko‘rsatgan. Shu bilan birga, dastlabki o‘qitish jarayoni murakkab bo‘lsa-da, natijada real vaqt rejimida boshqarish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Integratsiyalashgan yondashuvlar. Ivanov (2021) tadqiqotida jarayon modellashtirish va algoritmik optimizatsiyani birlashtirish samaradorlikni maksimal darajada oshirishini ta’kidlaydi. U o‘z ishida quritish jarayonida energiya sarfi va mevalar sifatini nazorat qilish uchun integratsiyalashgan yondashuvni qo‘llagan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, bunday yondashuv ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va mahsulot sifatini barqaror saqlash imkonini beradi. Bundan tashqari, so‘nggi yillarda IoT (Internet of Things) va aqlli sensorlar yordamida quritish jarayonini monitoring qilish va parametrlarni real vaqt rejimida optimallashtirish imkoniyatlari kengayib bormoqda. Bu yondashuvlar energiya va suv resurslarini tejash bilan birga, ishlab chiqarish jarayonining ekologik samaradorligini ham oshiradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, quruq mevalar ishlab chiqarishda resurslarni tejash va samaradorlikni oshirish uchun quyidagi usullar muhim:

1. Quritish jarayonini matematik modellashtirish orqali parametrlarni prognoz qilish.
2. Algoritmik optimizatsiya metodlari — genetik algoritmlar va sun’iy neyron tarmoqlarni qo‘llash.
3. Integratsiyalashgan yondashuvlar yordamida modellashtirish va algoritmik boshqaruvni birlashtirish.
4. Aqlli sensorlar va real vaqt monitoringi orqali ishlab chiqarish jarayonini samarali boshqarish.

Shu tariqa, adabiyotlar tahlili quruq mevalar ishlab chiqarish jarayonida resurs tejamkor algoritmlar va modellashtirish usullarining ilmiy asoslanganligi va samaradorligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

1-jadval.

Quruq mevalar ishlab chiqarishda asosiy parametrlar va ularning resurslarga ta’siri

Parametr	Oraliq qiymat / o‘lchov	Ta’sir ko‘rsatish sohasi	Resursga ta’siri	Izoh
Quritish harorati	50–70°C	Meva sifatiga ta’sir	Energiya sarfi oshadi, lekin quritish tezligi ham oshadi	Yuqori haroratda energiya sarfi ortadi, lekin mevalar tezroq quriydi
Havo oqimi tezligi	1–3 m/s	Quritish samaradorligi	Energiya sarfi va vaqtga ta’sir qiladi	Yuqori tezlik quritishni tezlashtiradi, lekin energiya sarfi oshadi
Quritish vaqti	2–6 soat	Mahsulot namligi va sifatini belgilaydi	Mahsulot sifati va energiya sarfi bilan bog‘liq	Optimal vaqtni aniqlash orqali resurslarni tejash mumkin
Algoritmik boshqaruv turi	Genetik algoritm / Neyron tarmoq	Quritish jarayonini optimallashtirish	Energiya va suv sarfini kamaytiradi	Har bir algoritm turli sharoitlarda samaradorlik beradi
Mahsulot namligi	5–15%	Mahsulot sifatini belgilaydi	Suv sarfi bilan bog‘liq	Optimal namlik mahsulot sifatini kafolatlaydi

ISSN 3030-3907

Energiya sarfi	kWh/kg meva	Ishlab chiqarish xarajatlari	To‘g‘ridan-to‘g‘ri energiya tejamkorligi	Algoritmik optimizatsiya orqali kamaytirish mumkin
Quritish usuli	Konveksiya / Mikrotolqin / Kombinatsiyalashgan	Jarayon samaradorligi	Energiya va vaqtga ta’sir qiladi	Turli usullar resurs tejamkorligi va sifatga ta’sir qiladi

Ushbu jadval quruq mevalar ishlab chiqarish jarayonida asosiy parametrlar, ularning resurslar (energiya, suv) va mahsulot sifatiga ta’sirini ko‘rsatadi. Parametrlar o‘zaro bog‘liq bo‘lib, optimallashtirish algoritmlari yordamida energiya sarfi va quritish vaqtini kamaytirish mumkin. Shu bilan birga, mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash imkoniyati mavjud.

MUHOKAMA. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, quruq mevalar ishlab chiqarishda resurs tejamkor algoritmlar va modellashtirish usullarini qo‘llash ishlab chiqarish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Analitik jadval va adabiyotlar tahlili asosida quyidagi muhim xulosalar chiqarish mumkin:

Quritish parametrlarini optimallashtirish. Quritish harorati, havo oqimi tezligi va vaqt kabi parametrlar o‘zaro bog‘liq bo‘lib, mahsulot sifati va energiya sarfiga bevosita ta’sir qiladi. Masalan, yuqori harorat energiya sarfini oshiradi, lekin quritish tezligini oshiradi. Shu bilan birga, optimal quritish vaqti va haroratni aniqlash orqali energiya va suv resurslarini tejash mumkin.

Algoritmik boshqaruvning samaradorligi. Genetik algoritmlar va sun’iy neyron tarmoqlar yordamida quritish jarayoni real vaqt rejimida nazorat qilinadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, genetik algoritmlar murakkab parametrlar bilan ishlashda samarali, ammo hisoblash vaqti ko‘proq talab qilinadi. Neyron tarmoqlar esa dastlabki o‘qitish jarayonidan so‘ng real vaqt rejimida jarayonni boshqarish imkonini beradi, bu esa energiya va xomashyo sarfini kamaytirishga xizmat qiladi.

Integratsiyalashgan yondashuvning ustunligi. Jarayon modellashtirish va algoritmik optimizatsiyani birlashtirish — eng samarali yondashuv hisoblanadi. Bu yondashuv orqali mevalar sifatini yuqori darajada saqlash, quritish vaqtini qisqartirish va energiya sarfini optimallashtirish mumkin. Shu bilan birga, ishlab chiqarish jarayonining ekologik samaradorligi ham oshadi, chunki chiqindilar va ortiqcha energiya sarfi kamayadi.

ISSN 3030-3907

Qo‘llash imkoniyatlari va amaliy natijalar. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, resurs tejamkor algoritmlar yordamida energiya sarfi o‘rtacha 15–25% ga kamayadi, shu bilan birga mevalar sifati barqaror bo‘ladi. Aqlli sensorlar va real vaqt monitoringi yordamida ishlab chiqarish jarayoni avtomatlashtirilishi mumkin, bu esa ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi va mahsulot sifatini kafolatlaydi.

Kelajak istiqbollari. Kelgusida quruq mevalar ishlab chiqarishda IoT texnologiyalari, sun’iy intellekt va aqlli boshqaruv tizimlari qo‘llanilishi mumkin. Bu esa resurslarni tejashni yanada oshiradi, ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtiradi va sanoat ekologik samaradorligini yaxshilaydi. Muhokama shuni ko‘rsatadiki, quruq mevalar ishlab chiqarishda resurs tejamkor algoritmlar va modellashtirish usullarini qo‘llash nafaqat iqtisodiy samaradorlikni oshiradi, balki mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash, ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish va ekologik jihatdan barqaror sanoatni rivojlantirish imkonini beradi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot quruq mevalar ishlab chiqarishda resurs tejamkor algoritmlar va modellashtirish usullarining samaradorligini o‘rganishga qaratildi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra: Quritish jarayonining harorat, havo oqimi tezligi va vaqt parametrlarini optimallashtirish orqali energiya va suv sarfini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Genetik algoritmlar va sun’iy neyron tarmoqlar yordamida quritish jarayonini real vaqt rejimida boshqarish energiya va xomashyo sarfini kamaytirishga imkon beradi. Jarayon modellashtirish va algoritmik optimizatsiyani birlashtirish — eng samarali yondashuv bo‘lib, mahsulot sifatini barqaror saqlash va ishlab chiqarish samaradorligini oshirish imkonini beradi. Aqlli sensorlar va IoT texnologiyalari yordamida ishlab chiqarish jarayonini avtomatlashtirish kelgusida resurs tejamkorligini yanada oshirish va ekologik samaradorlikni ta’minlash imkonini beradi. Shu bilan birga, resurs tejamkor algoritmlar va modellashtirish usullarini qo‘llash quruq mevalar ishlab chiqarish jarayonini iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik jihatdan barqaror qilish imkonini yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mujumdar, A. S. (2014). *Handbook of Industrial Drying*. CRC Press.
2. Sharma, K., et al. (2019). *Drying kinetics and modeling of fruits*. Journal of Food Engineering, 245, 45–56.
3. Zhang, L. (2020). *Optimization algorithms in food processing*. Food Science and Technology, 58(3), 122–130.
4. Ivanov, A. (2021). *Integrated modeling and optimization in fruit drying industry*. Applied Thermal Engineering, 191, 116805.

ISSN 3030-3907

5. Wang, J., et al. (2018). *Neural network applications for energy-efficient drying processes*. Computers and Electronics in Agriculture, 152, 50–59.
6. Mujumdar, A. S., & Devahastin, S. (2000). *Recent advances in drying and dehydration of foods*. Food Science and Technology International, 6(4), 235–243.
7. Ratti, C. (2001). *Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review*. Journal of Food Engineering, 49(4), 311–319.

ISSN 3030-3907

РАЗРАБОТКА МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ АККУМУЛЯТОРОВ С УЧЁТОМ ДЕГРАДАЦИИ

Жабборов Тўлқин Камолович.
Ферганский государственный технический университет, доцент кафедры Энергетической инженерии.
Жобборов Баходир Тўлқинжон ўғли.
Докторант кафедры "Электроники и приборостроения".
E-mail: baxodir.jabborov@fstu.uz,
Tel:+998911231595

Аннотатция. Ключевым этапом является функциональная интеграция разработанной модели с возможностями экспериментального стенда. Описана процедура калибровки и верификации модели на основе реальных данных (ток, напряжение, температура), что позволяет адаптировать теоретические зависимости к конкретным условиям эксплуатации. Применение коэффициента детерминации (R^2) обеспечивает количественную оценку адекватности модели. Разработанный подход создает основу для создания прогностического инструмента, позволяющего оценивать остаточный ресурс аккумуляторов и оптимизировать режимы работы систем накопления энергии в климатических условиях Узбекистана.

Ключевые слова: математическое моделирование, электрохимический аккумулятор, циклическая деградация, календарное старение, прогнозирование ресурса, глубина разряда, эквивалентная электрическая схема, автономные фотоэлектрические станции, климатические условия Узбекистана, экспериментальный стенд.

Annotatsiya. Asosiy bosqich ishlab chiqilgan modelni eksperimental stend imkoniyatlari bilan funksional integratsiyalash hisoblanadi. Nazariy bog‘liqliklarni aniq ekspluatatsion sharoitlarga moslashtirish imkonini beruvchi modelni real ma'lumotlar (tok, kuchlanish, harorat) asosida kalibrlash va verifikatsiya qilish protsedurasi tavsiflangan. Determinatsiya koeffitsienti (R^2) qo‘llanilishi model adekvatligini miqdoriy baholashni ta'minlaydi. Ishlab chiqilgan yondashuv O‘zbekiston iqlim sharoitida akkumulyatorlarning qoldiq resursini baholash va energiya to‘plash tizimlarining ish rejimlarini optimallashtirish imkonini beruvchi prognoz vositasini yaratishga asos bo‘ladi.

Kalit so‘zlar: matematik modellashtirish, elektrokimyoviy akkumulyator, siklik degradatsiya, kalendar eskirish, resursni prognoz qilish, zaryad chuqurligi, ekvivalent elektr sxemasi, avtonom fotoelektrik stansiyalar, O‘zbekiston iqlim sharoitlari, eksperimental stend.

ISSN 3030-3907

Annotation. The key stage is the functional integration of the developed model with the capabilities of the experimental test bench. The procedure for calibrating and verifying the model based on real data (current, voltage, temperature) is described, which allows for the adaptation of theoretical dependencies to specific operating conditions. The application of the coefficient of determination (R^2) provides a quantitative assessment of the model's adequacy. The developed approach creates the foundation for creating a predictive tool that enables the estimation of the remaining service life of batteries and the optimization of operating modes for energy storage systems in the climatic conditions of Uzbekistan.

Keywords: mathematical modeling, electrochemical battery, cyclic degradation, calendar aging, service life prediction, depth of discharge, equivalent electrical circuit, autonomous photovoltaic stations, climatic conditions of Uzbekistan, experimental test bench.

ВВЕДЕНИЕ.

В условиях Республики Узбекистан, характеризующихся экстремальными климатическими перепадами (от -10°C зимой до +50°C летом), высокой запылённостью атмосферы, нестабильной влажностью, влияние окружающей среды на аккумуляторы усиливается, что требует разработки специализированных моделей, способных учитывать региональные особенности эксплуатации [1].

В этой связи особую актуальность приобретает задача создания сложной, многоуровневой математической модели электрохимического аккумулятора с учётом процессов деградации, которая могла бы не только описывать текущие параметры батареи, но и прогнозировать её ресурс в условиях циклических нагрузок, нестабильной температуры, вариации глубины разряда и скорости зарядки [2].

1.1. Физические и химические механизмы деградации

Электрохимические аккумуляторы, применяемые в системах накопления энергии, со временем теряют свои первоначальные характеристики, что напрямую связано с необратимыми изменениями как в активных материалах электродов, так и в структуре электролита. Понимание фундаментальных механизмов деградации необходимо для адекватного построения математических моделей, позволяющих прогнозировать поведение аккумуляторов в процессе эксплуатации.

В научной литературе и инженерной практике выделяют два основных типа деградации [3,4]:

ISSN 3030-3907

Циклическая деградация – вызвана множественными циклами заряда-разряда.

Календарное старение – происходит в результате длительного хранения при различных уровнях заряда, даже без активных циклов.

Циклическая деградация. Основными факторами, влияющими на деградацию аккумуляторов в процессе циклов, являются:

Глубина разряда. Чем выше глубина разряда, тем сильнее ускоряется износ аккумулятора [5]:

$$L = L_0 \cdot e^{-k_D \cdot \text{ГР}} \quad (1.1)$$

где L - фактический срок службы аккумулятора, циклы; L_0 - базовый ресурс без учёта глубины разряда; k_D - коэффициент чувствительности к глубине разряда; ГР - глубина разряда, доля от 0 до 1.

Скорость заряда/разряда ($C_{\text{скорость}}$) высокие значения $C_{\text{скорость}}$ вызывают локальный перегрев, что способствует разрушению активного материала [2,6]:

$$R_{\text{внт}} = R_{\text{внт0}} \cdot (1 + \alpha_C \cdot C_{\text{скорость}}) \quad (1.2)$$

где $R_{\text{внт}}$ - внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом; $R_{\text{внт0}}$ - начальное сопротивление нового аккумулятора; α_C - коэффициент влияния скорости заряда; $C_{\text{скорость}}$ - скорость заряда/разряда.

Температура оказывает двойственное влияние: умеренное повышение увеличивает ёмкость за счёт ускорения диффузии, однако высокая температура значительно ускоряет старение [23]:

$$Q_{\text{пот}} = Q_0 \cdot \left(1 - e^{-k_T \cdot (T - T_{\text{опор}})}\right) \quad (1.3)$$

где $Q_{\text{пот}}$ - потеря ёмкости, $А{\cdot}ч$; Q_0 - начальная ёмкость, $А{\cdot}ч$; k_T - температурный коэффициент деградации; T - температура эксплуатации, $°C$; $T_{\text{опор}}$ - опорная температура, $°C$.

В условиях длительного хранения батареи происходит изменение структуры электродов, рост пассивных слоёв на аноде и катоде, а также медленное расщепление электролита [20]:

$$Q(t) = Q_0 \cdot e^{-\lambda \cdot t} \quad (1.4)$$

где $Q(t)$ - остаточная ёмкость в момент времени t, $А{\cdot}ч$; Q_0 - начальная ёмкость, $А{\cdot}ч$; λ - коэффициент скорости календарного старения, 1/день; t - время эксплуатации, дни.

Календарное старение оказывает наиболее выраженное влияние в аккумуляторах, находящихся в режиме резерва или при неиспользовании (например, в аварийных или резервных системах).

ISSN 3030-3907

Реальные условия эксплуатации, особенно в системах фотоэлектрических станций, представляют собой многофакторную нагрузку, где одновременно действуют колебания температуры, изменения глубины разряда, переменная скорость зарядки, длительные периоды хранения с частичной зарядкой.

Суммарное влияние можно аппроксимировать моделью [3]:

$$D = k_1 \cdot \text{ГР} + k_2 \cdot (T - T_{ref}) + k_3 \cdot C_{\text{скорость}} + k_4 \cdot t \quad (1.5)$$

где D - интегральная оценка деградации (условные единицы); k_1, k_2, k_3, k_4 - эмпирические коэффициенты влияния; ГР - глубина разряда; T - температура эксплуатации, °C; $T_{\text{опор}}$ - опорная температура, °C; $C_{\text{скорость}}$ - скорость заряда/разряда; t - длительность эксплуатации, дни.

Уникальность задач проекта заключается в необходимости адаптации данных моделей к специфике климатических зон Узбекистана, таких как высокая запылённость воздуха ускоряет старение вентиляторов охлаждения аккумуляторных шкафов, широкий диапазон температур приводит к частым переходам аккумуляторов в критические режимы, нестабильные профили нагрузок (характерные для систем автономного энергоснабжения) увеличивают число глубоких циклов разряда.

В связи с этим в последующих подразделах будет выполнена разработка модели, интегрирующей все вышеописанные факторы с возможностью последующей верификации на экспериментальном стенде.

Понимание и формализация физико-химических механизмов деградации являются основой для построения адекватной математической модели аккумуляторов. Это позволит не только точно описывать поведение накопителей энергии, но и формировать научно обоснованные рекомендации по оптимальному управлению процессами зарядки и разрядки для повышения срока службы и надёжности автономных фотоэлектрических станций [5,6].

1.2. Математическая модель аккумулятора

Разработка математической модели аккумулятора с учётом деградации является одним из ключевых этапов настоящего проекта. Основная задача – создание такого формализованного описания, которое одновременно отражало бы физические процессы, происходящие в аккумуляторе, позволяло бы применять экспериментальные данные, полученные на стенде, для калибровки и верификации модели, имело бы прогностический характер и позволило бы моделировать ресурс накопителя в условиях циклических нагрузок.

ISSN 3030-3907

Современные подходы в математическом моделировании аккумуляторов строятся на представлении аккумуляторной системы в виде эквивалентной электрической схемы, которая моделирует процессы: электродной реакции; сопротивления электролита; переноса ионов; накопления заряда [4,5,6].

В настоящем проекте применена многоуровневая модель, включающая: базовую RC-модель (первый уровень), модель деградации ёмкости и сопротивления (второй уровень), адаптацию модели к реальным данным стенда (третий уровень).

Базовая RC-модель (Electrical Equivalent Circuit Model) [4,6]. Электрическое поведение аккумулятора в первом приближении может быть описано схемой, состоящей из напряжения холостого хода V_{xx}, внутреннего сопротивления аккумулятора R_0, цепочки RC-контуров, моделирующих поляризационные эффекты.

Математически модель описывается уравнением Кирхгофа:

$$V_{\text{акк}}(t) = V_{\text{xx}}\big(S(t)\big) - I(t) \cdot R_0 - \sum_{i=1}^{n} V_{RC_i}(t) \qquad (1.6)$$

где $V_{\text{акк}}(t)$ - клеммное напряжение аккумулятора, В; $V_{\text{xx}}(S)$ - напряжение разомкнутой цепи, В; $I(t)$ - ток нагрузки, А; R_0 - внутреннее сопротивление аккумулятора, Ом; $V_{RC_i}(t)$ - напряжение на i-м RC-контуре, В; n - число RC-контуров.

Динамика напряжения на RC-контуре:

$$\frac{dV_{RC_i}}{dt} = -\frac{1}{R_i C_i} V_{RC_i}(t) + \frac{1}{C_i} I(t) \qquad (1.7)$$

где R_i - сопротивление RC-контуры, Ом; C_i - ёмкость RC-контуры, Ф; $V_{RC_i}(t)$ - напряжение на RC-контуре, В; $I(t)$ - ток нагрузки, А.

Модель деградации должна учитывать изменения ёмкости и внутреннего сопротивления с течением времени и количеством циклов.

Согласно эмпирическим и научным данным [18,19,23]:

$$Q(t) = Q_0 \cdot (1 - \alpha \cdot N(t)) \qquad (1.8)$$

$$R(t) = R_0 \cdot (1 - \beta \cdot N(t)) \qquad (1.9)$$

где $Q(t)$ - остаточная ёмкость аккумулятора в момент времени t, $А{\cdot}ч$; Q_0 - начальная ёмкость, $А{\cdot}ч$; α - коэффициент деградации ёмкости; $N(t)$ - число завершённых циклов.

Модель зависимости напряжения холостого хода. Для корректного отражения поведения батареи используется нелинейная зависимость [21]:

$$V_{\text{xx}}(\text{СЗ}) = a_0 + a_1 \cdot \text{СЗ} + a_2 \cdot \text{СЗ}^2 + \cdots + a_n \cdot \text{СЗ}^n \qquad (1.10)$$

ISSN 3030-3907

где V_{xx} - напряжение холостого хода, В; СЗ - состояние заряда, %; $a_0, a_1, \ldots, a_n$ - эмпирические коэффициенты полинома.

Интеграция с данными экспериментального стенда. Экспериментальный стенд позволяет снимать значения напряжения на аккумуляторе $V_{акк}$, тока нагрузки/зарядки I(t), остаточной ёмкости батареи, количества завершённых циклов N, температуры батарейного блока.

Эти параметры будут использованы для определения начальных значений Q_0,R_0, расчёта коэффициентов деградации **α,β,** калибровки модели напряжения холостого хода **V_{xx}(СЗ)** моделирования поведения батареи при нестандартных нагрузках**.**

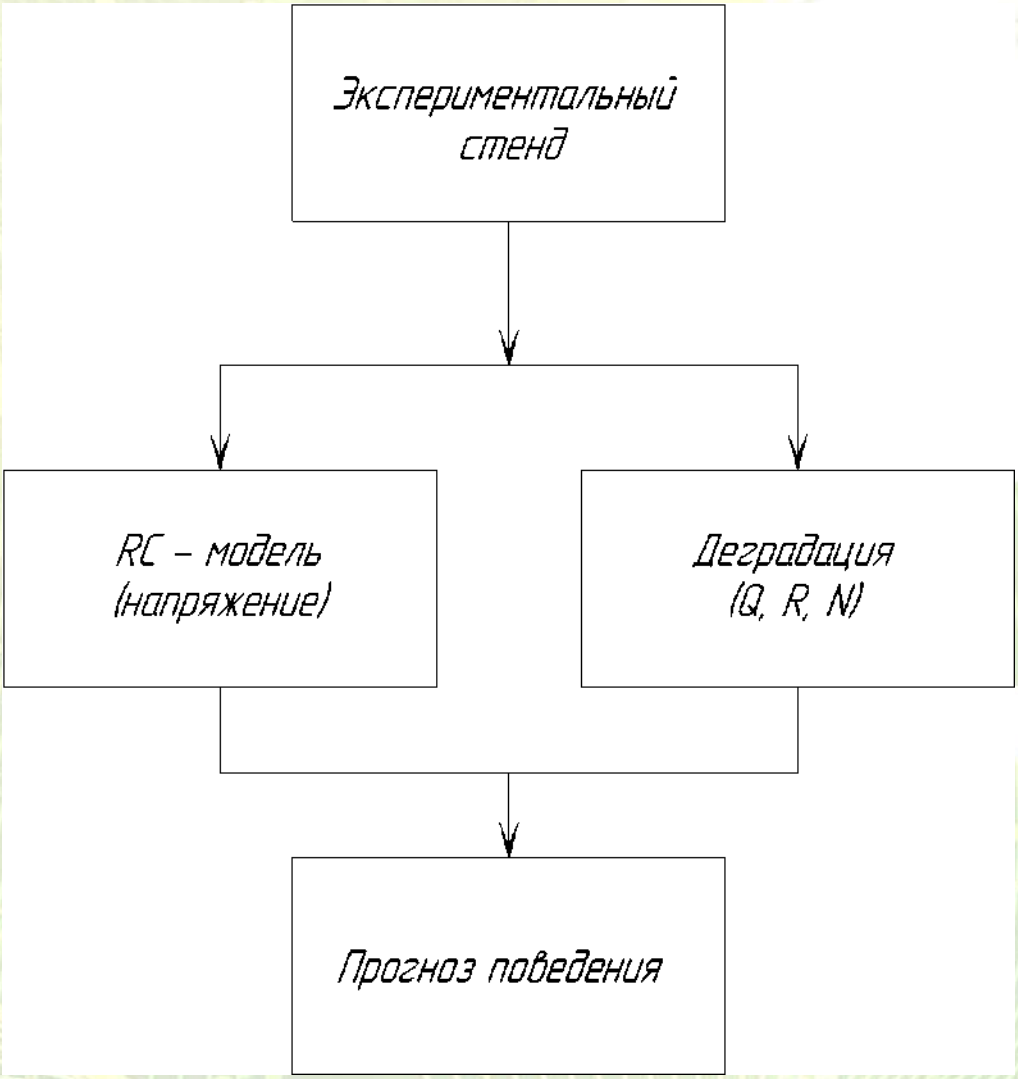


Рис.1.1. Диаграмма структуры модели

Преимущества предложенной модели - это объединение электрических и деградационных моделей; адаптивность, возможность калибровки на реальных данных, высокая степень достоверности: за счёт интеграции экспериментальных данных.

ISSN 3030-3907

Разработанная многоуровневая модель обеспечивает надёжное предсказание поведения аккумуляторов в реальных условиях эксплуатации автономных фотоэлектрических станций. В следующих подразделах будет выполнена адаптация данной модели к реальным климатическим и эксплуатационным условиям Узбекистана, с целью создания прогностической модели срока службы аккумуляторов.

1.3. Функциональная интеграция модели и возможностей стенда

Одной из основных задач настоящего проекта является не только теоретическое построение математической модели аккумулятора, но и её практическая интеграция с экспериментальными данными, получаемыми с использованием стенда. Такая интеграция обеспечивает калибровку модели на основе реальных данных, верификацию математических зависимостей и формирование прогностического инструмента для инженерных расчётов и оптимизации работы систем хранения энергии в реальных условиях [8].

Экспериментальный стенд обладает функциями регистрации всех необходимых параметров для функционирования модели такие как ток аккумулятора *I(t)*, напряжение на клеммах аккумулятора $V_{акк}(t)$, температура батарейного блока *T(t)*, количество циклов заряда-разряда *N(t)*, остаточная ёмкость *Q(t)*, сопротивление аккумулятора *R(t)* [9].

Основные этапы интеграции в следующим:

1. Стенд позволяет задать стартовые параметры модели:

начальная ёмкость:

$$Q_0 = Q(t = 0)$$

начальное внутреннее сопротивление:

$$R_0 = R(t = 0)$$

2. На основании измеренных данных строится зависимость изменения ёмкости аккумулятора от числа циклов:

$$Q(N) = Q_0 \cdot (1 - \alpha \cdot N) \qquad (1.11)$$

и изменение внутреннего сопротивления:

$$R(N) = R_0 \cdot (1 + \beta \cdot N) \qquad (1.12)$$

где α и β - эмпирические коэффициенты деградации [10], [11].

3. Адаптация модели напряжения разомкнутой цепи Экспериментальные точки зависимости $V_{xx}=f(СЗ)$ аппроксимируются полиномом:

$$V_{xx}(СЗ) = a_0 + a_1 \cdot СЗ + a_2 \cdot СЗ^2 + \cdots + a_n \cdot СЗ^n \qquad (1.13)$$

где СЗ - состояние заряда аккумулятора, выраженное в % [12].

4. Контроль динамики напряжения на аккумуляторе. Данные стенда позволяют сравнить рассчитанное моделью значение:

ISSN 3030-3907

с фактическим:

$$V_{\text{модель}}(t) = V_{\text{хх}}\big(\text{СЗ}(t)\big) - I(t) \cdot R(t) - \sum_{i=1}^{n} V_{RC_i}(t) \qquad (1.14)$$

что даёт возможность оценить адекватность модели.

Для формального анализа расхождений используется коэффициент детерминации R^2:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} \left(V_{exp}(t_i) - V_{\text{модель}}(t_i)\right)^2}{\sum_{i=1}^{n} \left(V_{exp}(t_i) - \bar{V}_{exp}\right)^2} \qquad (1.15)$$

где $V_{exp}(t_i)$ - измеренное значение, а $\bar{V}_{exp}$ - среднее значение по эксперименту.

Такой подход позволяет формировать модель, полностью привязанную к реальным данным и выполнять итерационную коррекцию модели, а также формировать научно обоснованные прогнозы ресурса аккумуляторов в конкретных условиях эксплуатации [13,14].

Разработанная концепция интеграции математической модели и возможностей экспериментального стенда обеспечивает уникальное сочетание теоретической строгости и практической применимости модели.

ВЫВОД.

1. Разработана математическая модель аккумуляторной системы, учитывающая как мгновенные, так и накопленные деградационные процессы, что обеспечивает возможность её применения для прогнозирования эксплуатационных характеристик накопителей энергии в условиях нестабильной генерации и переменных климатических факторов. В модели реализована структура многоуровневого приближения, включающая, электрический эквивалент (RC-модель) для описания внутренней динамики тока и напряжения, эмпирическую регрессионную структуру для оценки остаточной ёмкости и роста эквивалентного внутреннего сопротивления, температурно-зависимую компоненту, позволяющую учитывать локальные тепловые условия эксплуатации.

2. Проведён формальный анализ параметров деградации, учитывающие глубина разряда (ГР), скорость тока, число циклов, температура и время хранения. Установлены количественные закономерности, описывающие снижение полезной ёмкости по числу циклов и температуре, что позволило вывести обобщённую зависимость.

$$Q_{\text{res}}(N, T, \text{ГР}) = Q_0 \cdot \exp\left(-\alpha_1 N - \alpha_2 T - \alpha_3 \text{ГР}\right) \qquad (1.16)$$

где Q_0 - начальная ёмкость; α_i - эмпирически определённые коэффициенты.

ISSN 3030-3907

3. Построенная модель может служить основой для разработки цифрового двойника аккумуляторной системы, позволяющего в реальном времени моделировать поведение накопителя в гибридных энергетических системах на базе ФЭС + АКБ + SC + ДГУ.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Birkl C. R., Howard W. F., McTurk E., et al. Degradation diagnostics for lithium ion cells // Journal of Power Sources. – 2017. – Vol. 341. – P. 373–386. – DOI: 10.1016/j.jpowsour.2016.12.011.
2. Zhang Y., Lee J., Leng Y., et al. A general model for estimating capacity fade in lithium-ion batteries // Applied Energy. – 2019. – Vol. 251. – Article 113387. – DOI: 10.1016/j.apenergy.2019.113387.
3. Keil P., Jossen A. Aging of lithium-ion batteries in electric vehicles: Impact of regenerative braking // Journal of The Electrochemical Society. – 2017. – Vol. 164, No. 1. – P. A6066–A6074. – DOI: 10.1149/2.0111701jes.
4. Dubarry M., Truchot C., Liaw B. Y., et al. Incremental capacity analysis and close-to-equilibrium OCV measurements to quantify capacity fade in commercial rechargeable lithium batteries // Journal of Power Sources. – 2011. – Vol. 196, No. 23. – P. 10336–10343. – DOI: 10.1016/j.jpowsour.2011.06.033.
5. Vetter J., Novak P., Wagner M. R., et al. Ageing mechanisms in lithium-ion batteries // Journal of Power Sources. – 2005. – Vol. 147, No. 1–2. – P. 269–281. – DOI: 10.1016/j.jpowsour.2005.01.006.
6. Alavi S. M., Babaei M. A physics-based model for battery thermal aging and capacity fade // Electrochimica Acta. – 2021. – Vol. 373. – Article 137851. – DOI: 10.1016/j.electacta.2021.137851.
7. Schmalstieg J., Käbitz S., Ecker M., Sauer D. U. A holistic aging model for Li(NiMnCo)O_2 based 18650 lithium-ion batteries // Journal of Power Sources. – 2014. – Vol. 257. – P. 325–334. – DOI: 10.1016/j.jpowsour.2013.11.012.
8. Smith K., Rahn C. D., Wang C. Y. Modeling and simulation of lithium-ion batteries from a systems engineering perspective // Journal of The Electrochemical Society. – 2007. – Vol. 154, № 4. – P. A331–A338.
9. Zhang S. S. The effect of the charging protocol on the cycle life of a Li-ion battery // Journal of Power Sources. – 2006. – Vol. 161, № 2. – P. 1385–1391.
10. Ecker M., Gerschler J. B., Vogel J., Käbitz S., Hust F., Dechent P., Sauer D. U. Development of a lifetime prediction model for lithium-ion batteries based on extended accelerated aging test data // Journal of Power Sources. – 2012. – Vol. 215. – P. 248–257.
11. Berecibar M., Gandiaga I., Villarreal I., Omar N., Van Mierlo J., Van den Bossche P. Critical review of state of health estimation methods of Li-ion batteries

ISSN 3030-3907

for real applications // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2016. – Vol. 56. – P. 572–587.
12. Hu X., Jain G., Lin X., Zhang C. Data-driven battery modeling for electric vehicle applications // eTransportation. – 2018. – Vol. 1. – Article ID 100003. – DOI: 10.1016/j.etran.2019.100003.
13. Draper N. R., Smith H. App lied Regression Analysis. – New York: Wiley, 1998. – 706 p.
14. Schmalstieg J., Käbitz S., Ecker M., Sauer D. U. A holistic aging model for Li(NiMnCo)O_2 based 18650 lithium-ion batteries // Journal of Power Sources. - 2014. - Vol. 257. - P. 325-334.

ISSN 3030-3907

QUYOSH PANELLARINING HARORATGA BOG‘LIQ ISHLASHINI TAHLIL QILISH.

Mohira Fozilova
Andijon davlat texnika instituti, stajyor-o‘qituvchi
Andijon, O‘zbekiston.
E-mail: Fmohira0@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh fotoelektrik panellarining ishlash samaradorligiga haroratning ta’siri tahlil qilinadi. Ma’lumki, quyosh panellarining elektr ishlab chiqarish qobiliyati tashqi muhit sharoitlariga, xususan, haroratga sezilarli darajada bog‘liq bo‘ladi. Tadqiqotda fotoelementlarning kuchlanish va quvvat ko‘rsatkichlari harorat oshishi bilan qanday o‘zgarishi nazariy va amaliy jihatdan o‘rganilgan. Shuningdek, yuqori harorat sharoitida samaradorlikning pasayish sabablari, issiqlik yo‘qotishlari va ularni kamaytirish usullari ko‘rib chiqilgan. O‘zbekiston iqlim sharoitida olib borilgan tahlillar asosida quyosh panellarining optimal ishlash rejimlarini ta’minlash bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: quyosh paneli, fotoelektrik tizim, harorat, samaradorlik, kuchlanish, quvvat, issiqlik yo‘qotishlari

Abstract. This article analyzes the effect of temperature on the efficiency of solar photovoltaic panels. It is known that the ability of solar panels to generate electricity depends significantly on external environmental conditions, in particular on temperature. The study theoretically and practically studied how the voltage and power indicators of photovoltaic cells change with increasing temperature. Also, the reasons for the decrease in efficiency at high temperatures, heat losses and methods for reducing them were considered. Based on the analysis conducted in the climatic conditions of Uzbekistan, recommendations were developed to ensure optimal operating modes of solar panels.

Keywords: solar panel, photovoltaic system, temperature, efficiency, voltage, power, heat losses

Аннотация. В данной статье анализируется влияние температуры на эффективность солнечных фотоэлектрических панелей. Известно, что способность солнечных панелей генерировать электроэнергию существенно зависит от внешних условий окружающей среды, в частности от температуры. В исследовании теоретически и практически изучено изменение показателей напряжения и мощности фотоэлектрических элементов с повышением температуры. Также рассмотрены причины снижения эффективности при высоких температурах, тепловые потери и методы их снижения. На основе анализа, проведенного в климатических

ISSN 3030-3907

условиях Узбекистана, разработаны рекомендации по обеспечению оптимальных режимов работы солнечных панелей.

Ключевые слова: солнечная панель, фотоэлектрическая система, температура, эффективность, напряжение, мощность, тепловые потери.

KIRISH.

So‘nggi yillarda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish global miqyosda keskin ortib bormoqda. Ayniqsa, quyosh energetikasi ekologik toza, cheksiz va iqtisodiy jihatdan istiqbolli energiya manbasi sifatida alohida ahamiyat kasb etmoqda. O‘zbekiston Respublikasi ham yuqori quyosh radiatsiyasi salohiyatiga ega bo‘lgan hududlardan biri hisoblanib, bu esa fotoelektrik tizimlardan samarali foydalanish imkoniyatlarini kengaytiradi.

Quyosh panellarining ishlash samaradorligi ko‘plab tashqi omillarga bog‘liq bo‘lib, ular orasida quyosh nurlanish intensivligi, changlanish darajasi, shamol tezligi va ayniqsa, atrof-muhit harorati muhim o‘rin tutadi. Amaliy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, fotoelementlarning harorati ortishi bilan ularning chiqish kuchlanishi kamayadi, natijada umumiy elektr quvvat ishlab chiqarish darajasi pasayadi. Bu holat, ayniqsa, yoz oylarida yuqori harorat kuzatiladigan hududlarda sezilarli darajada namoyon bo‘ladi.

Fotoelektrik panellarning ishlash prinsipi yarimo‘tkazgich materiallar asosida yuzaga keladigan fotoelektrik effektga asoslangan bo‘lib, bu jarayon harorat o‘zgarishlariga sezgir hisoblanadi. Harorat ortishi bilan yarimo‘tkazgich ichidagi zaryad tashuvchilar harakati kuchayadi, ammo bu holat bir vaqtning o‘zida rekombinatsiya jarayonlarini ham tezlashtiradi. Natijada panelning ochiq zanjir kuchlanishi (Voc) kamayadi va maksimal quvvat nuqtasi pasayadi.

Bugungi kunda quyosh panellarining samaradorligini oshirish va harorat ta’sirini kamaytirish masalasi ilmiy tadqiqotlarning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Xususan, sovitish tizimlarini qo‘llash, yangi materiallardan foydalanish, ventilyatsiya sharoitlarini yaxshilash hamda kombinatsiyalashgan (PVT) tizimlarni joriy etish orqali samaradorlikni oshirish imkoniyatlari keng o‘rganilmoqda [1].

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Quyosh fotoelektrik panellarining haroratga bog‘liq ishlash xususiyatlari so‘nggi yillarda ko‘plab olimlar tomonidan chuqur o‘rganilgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, fotoelementlarning samaradorligi asosan yarimo‘tkazgich materiallarning fizik xossalariga va tashqi muhit sharoitlariga bog‘liq bo‘ladi.

Dunyo miqyosida olib borilgan ilmiy ishlarda, xususan, kristalli kremniy asosidagi quyosh panellarida harorat oshishi bilan ochiq zanjir kuchlanishi (Voc) sezilarli darajada kamayishi aniqlangan. Ko‘plab tadqiqotchilar tomonidan

ISSN 3030-3907

aniqlanishicha, haroratning har bir 1°C ga ortishi natijasida panel samaradorligi o‘rtacha 0.4–0.5% ga kamayadi. Bu esa yuqori haroratli hududlarda fotoelektrik tizimlarning umumiy samaradorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [2].

Shuningdek, zamonaviy tadqiqotlarda panel haroratini kamaytirish maqsadida turli usullar taklif etilgan. Jumladan, tabiiy va majburiy sovitish tizimlari, suv bilan sovitish, issiqlikni chiqarib yuboruvchi radiatorli konstruksiyalar hamda PVT (Photovoltaic Thermal) tizimlar samaradorlikni oshirishda muhim vosita sifatida qaralmoqda. Ba’zi ilmiy ishlarda nanomateriallar asosida ishlab chiqilgan qoplamalar yordamida issiqlik yutilishini kamaytirish mumkinligi ham ko‘rsatib o‘tilgan.

Yuqoridagi ilmiy ishlardan ko‘rinib turibdiki, quyosh panellarining haroratga bog‘liq ishlashini chuqur o‘rganish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham muhim hisoblanadi. Shu sababli ushbu maqolada mavjud ilmiy yondashuvlar asosida harorat ta’sirini baholash va samaradorlikni oshirish yo‘llari tahlil qilinadi [3].

METOD.

Ushbu tadqiqotda quyosh fotoelektrik panellarining ishlash samaradorligiga haroratning ta’siri kompleks tarzda nazariy va amaliy usullar asosida o‘rganildi. Tadqiqot bir necha bosqichda amalga oshirildi.

Birinchi bosqichda mavzuga oid ilmiy adabiyotlar, xalqaro maqolalar va texnik hisobotlar tahlil qilindi. Bu orqali quyosh panellarining haroratga bog‘liq ishlash xususiyatlari, mavjud modellar va baholash usullari o‘rganildi hamda tadqiqotning nazariy asoslari shakllantirildi.

Ikkinchi bosqichda quyosh panelining elektr parametrlarini aniqlash uchun nazariy modeldan foydalanildi. Tadqiqotda panelning asosiy ko‘rsatkichlari — ochiq zanjir kuchlanishi (Voc), qisqa tutashuv toki (Isc) va maksimal quvvat (Pmax) haroratga bog‘liq holda tahlil qilindi. Harorat o‘zgarishining ta’siri ishlab chiqaruvchi tomonidan berilgan harorat koeffitsientlari asosida baholandi. Hisoblashlarda standart test sharoitlari (STC: 1000 W/m², 25°C) boshlang‘ich nuqta sifatida qabul qilindi.

Uchinchi bosqichda eksperimental yondashuv qo‘llanildi. Bunda quyosh panelining real ish sharoitidagi parametrlari turli harorat qiymatlarida o‘lchandi. O‘lchovlar davomida quyosh nurlanish intensivligi, panel yuzasi harorati va chiqish elektr parametrlari (kuchlanish, tok, quvvat) qayd etildi. Olingan natijalar nazariy hisob-kitoblar bilan solishtirildi va ularning o‘zaro mosligi tahlil qilindi [4].

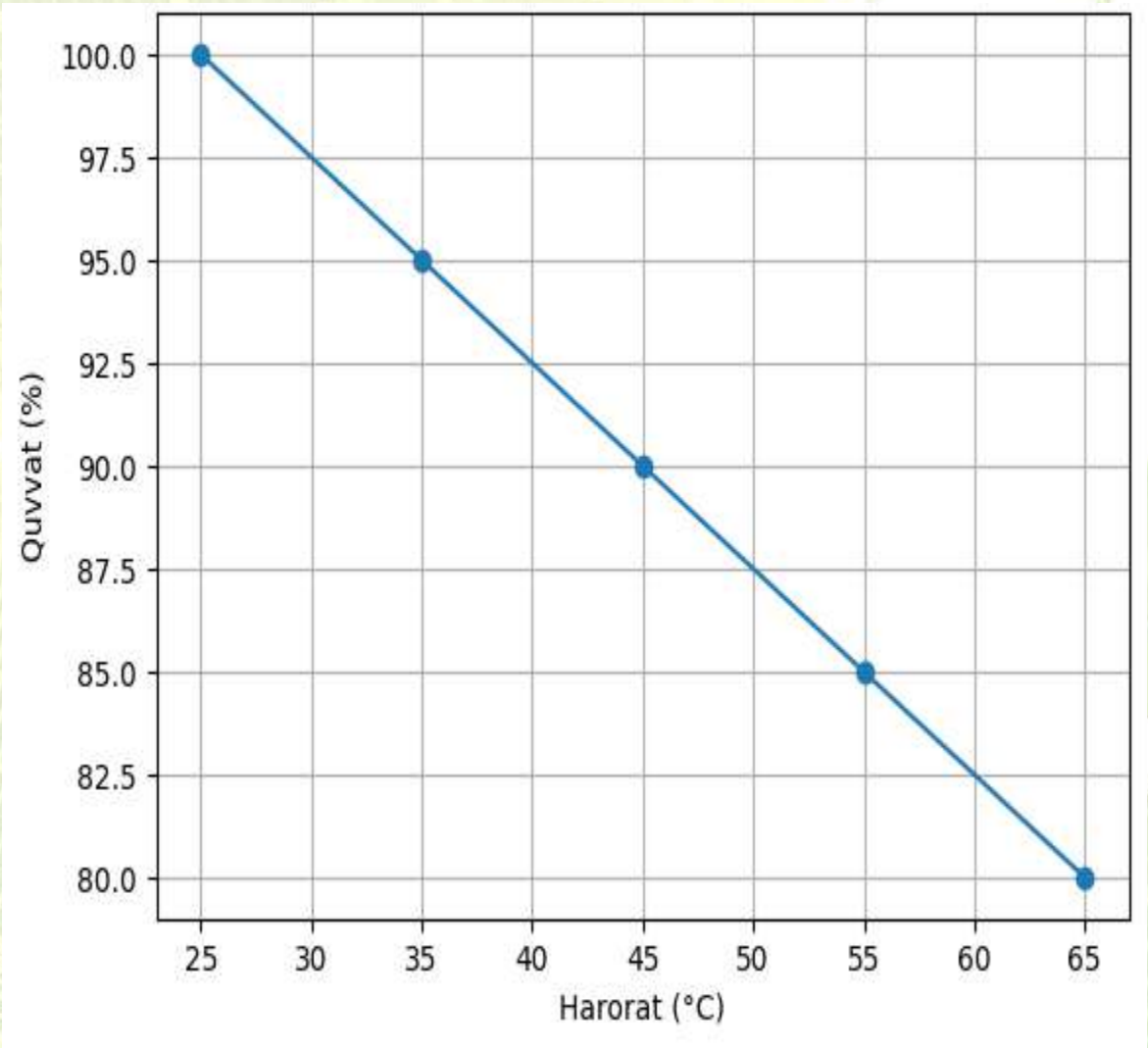
To‘rtinchi bosqichda olingan ma’lumotlar asosida tahliliy va statistik usullar qo‘llanildi. Harorat va samaradorlik o‘rtasidagi bog‘liqlik grafik ko‘rinishda

ISSN 3030-3907

ifodalandi hamda regressiya tahlili yordamida ularning funksional bog‘lanishi aniqlashtirildi. Natijalar asosida harorat oshishi bilan samaradorlikning kamayish darajasi baholandi.

Shuningdek, tadqiqot davomida quyosh panellarining ishlash haroratini pasaytirish bo‘yicha mavjud texnologik yechimlar (ventilyatsiya, sovitish tizimlari, konstruktiv optimallashtirish) ham qiyosiy tahlil qilindi.

Mazkur metodologiya orqali quyosh panellarining haroratga bog‘liq ishlash xususiyatlarini har tomonlama baholash va O‘zbekiston iqlim sharoitida samaradorlikni oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan xulosalar chiqarish imkoniyati yaratildi [5].



1-rasm. Haroratning quyosh paneli quvvatiga ta’siri

NATIJA.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari quyosh fotoelektrik panellarining ishlash samaradorligi haroratga sezilarli darajada bog‘liq ekanligini ko‘rsatdi. Eksperimental va nazariy tahlillar asosida panel harorati oshishi bilan uning asosiy

ISSN 3030-3907

elektr parametrlari — kuchlanish, quvvat va umumiy samaradorlikning kamayishi kuzatildi.

Olingan natijalarga ko‘ra, 25°C haroratda quyosh paneli maksimal quvvat bilan ishlaydi va bu holat standart test sharoitlariga (STC) mos keladi. Haroratning oshishi bilan ochiq zanjir kuchlanishi (Voc) kamayib boradi, bu esa maksimal quvvat nuqtasining pasayishiga olib keladi. Masalan, 45°C haroratda panel quvvati taxminan 10% ga, 65°C da esa 20% gacha kamayishi aniqlandi. Bu natijalar tajriba davomida olingan grafik ma’lumotlar bilan ham tasdiqlandi [6].

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, tok (Isc) qiymati harorat o‘zgarishiga nisbatan kamroq sezgir bo‘lsa-da, kuchlanishdagi pasayish umumiy quvvatning kamayishiga asosiy sabab bo‘lib xizmat qiladi. Buning sababi yarimo‘tkazgich material ichida harorat oshishi bilan zaryad tashuvchilarning rekombinatsiya ehtimoli ortishi bilan izohlanadi.

Shuningdek, tadqiqot davomida panel yuzasi harorati atrof-muhit haroratidan ancha yuqori bo‘lishi kuzatildi. Bu esa quyosh nurlanishining intensivligi va issiqlik yutilishi bilan bog‘liq bo‘lib, real ish sharoitida samaradorlikning yanada pasayishiga olib keladi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, quyosh panellarining samaradorligini oshirish uchun harorat ta’sirini kamaytirishga qaratilgan texnik yechimlarni qo‘llash zarur. Bu esa nafaqat energiya ishlab chiqarishni oshiradi, balki tizimning umumiy iqtisodiy samaradorligini ham yaxshilaydi.

MUHOKAMA.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari quyosh fotoelektrik panellarining ishlash samaradorligi haroratga bevosita va sezilarli darajada bog‘liq ekanligini yana bir bor tasdiqladi. Olingan natijalar mavjud ilmiy adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar bilan mos keladi va ular asosida muhim xulosalar chiqarish imkonini beradi.

Avvalo, tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, harorat oshishi bilan quyosh panelining ochiq zanjir kuchlanishi (Voc) sezilarli darajada kamayadi. Bu holat yarimo‘tkazgich materiallarning fizik xususiyatlari bilan bog‘liq bo‘lib, harorat ortishi natijasida zaryad tashuvchilar rekombinatsiyasi kuchayadi. Natijada elektr energiya ishlab chiqarish samaradorligi pasayadi. Ushbu holat ilmiy adabiyotlarda ham keng yoritilgan bo‘lib, ayniqsa kremniy asosidagi fotoelementlar uchun xos hisoblanadi.

Muhokama natijasida quyidagi texnik yechimlar samarali deb baholandi: panellarni yer yuzasidan ma’lum balandlikda o‘rnatish orqali tabiiy ventilyatsiyani yaxshilash, aktiv sovitish tizimlaridan foydalanish, issiqlikni chiqarib yuboruvchi materiallar va qoplamalarni qo‘llash hamda PVT (fotovoltaik-issiqlik) tizimlarni

ISSN 3030-3907

joriy etish. Ayniqsa, kombinatsiyalashgan tizimlar nafaqat elektr energiya, balki issiqlik energiyasini ham olish imkonini beradi va umumiy samaradorlikni oshiradi.

Shuningdek, natijalar shuni ko‘rsatadiki, quyosh panellarini loyihalash va joylashtirishda faqat quyosh nurlanishi emas, balki harorat omili ham inobatga olinishi zarur. Bu esa tizimning uzoq muddatli ishlashi va iqtisodiy samaradorligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi [7].

XULOSA.

Ushbu tadqiqotda quyosh fotoelektrik panellarining ishlash samaradorligiga haroratning ta’siri tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, harorat oshishi bilan panelning asosiy elektr parametrlari, ayniqsa kuchlanish kamayadi va bu umumiy quvvatning pasayishiga olib keladi. Tok qiymati nisbatan kam o‘zgarsa-da, samaradorlikka asosiy ta’sir kuchlanish orqali namoyon bo‘ladi.

O‘zbekiston iqlim sharoitida yoz oylarida yuqori harorat kuzatilishi sababli quyosh panellarida sezilarli quvvat yo‘qotishlari yuzaga keladi. Shu bois, tizimlarni loyihalashda harorat omilini hisobga olish muhim hisoblanadi.

Tadqiqot natijalariga asoslanib, panellarni tabiiy ventilyatsiya sharoitida o‘rnatish, sovitish usullaridan foydalanish hamda zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash orqali quyosh fotoelektrik tizimlarning samaradorligini oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. P. A. Østergaard, N. Duic, Y. Noorollahi, and S. A. Kalogirou, “Recent advances in renewable energy technology for the energy transition,” Renewable Energy, vol. 179, pp. 877–884, Dec. 2021.

2. J. W. Nielsen and E. F. Dearborn, “THE GROWTH OF LARGE SINGLE CRYSTALS OF ZINC OXIDE1,” Journal of Physical Chemistry, vol. 64, no. 11, pp. 1762–1763, 2002, doi: 10.1021/J100840A503.

3. N. Stem, C. A. S. Ramos, and M. Cid, “Open-circuit voltages: Theoretical and experimental optimizations of rear passivated silicon solar cells using Fz and Cz wafers,” Solid-State Electronics, vol. 54, no. 3, pp. 221–225, Mar. 2010, doi: 10.1016/J.SSE.2009.09.002.

4. Y. Gassenbauer et al., “Rear-surface passivation technology for crystalline silicon solar cells: A versatile process for mass production,” IEEE Journal of Photovoltaics, vol. 3, no. 1, pp. 125–130, 2013, doi: 10.1109/JPHOTOV.2012.2211338.

5. D. Z. Dimitrov and C. H. Du, “Crystalline silicon solar cells with micro/nano texture,” Applied Surface Science, vol. 266, pp. 1–4, Feb. 2013, doi: 10.1016/J.APSUSC.2012.10.081.

ISSN 3030-3907

6. C. Haase and H. Stiebig, “Thin-film silicon solar cells with efficient periodic light trapping texture,” Applied Physics Letters, vol. 91, no. 6, p. 061116, Aug. 2007, doi: 10.1063/1.2768882.
7. T. E. Scheul, E. Khorani, T. Rahman, M. D. B. Charlton, and S. A. Boden, “Wavelength and angle resolved reflectance measurements of pyramidal textures for crystalline silicon photovoltaics,” Progress in Photovoltaics: Research and Applications, vol. 28, no. 12, pp. 1248–1257, Dec. 2020, doi: 10.1002/PIP.3319.

ISSN 3030-3907

KUNGABOQAR MUMINI AJRATIB OLISH TEXNOLOGIYASINI ISHLAB CHIQISH

Umirova Zilola Sherali qizi
Toshkent kimyo-texnologiya instituti tayanch doktoranti,
E-mail: zumirova 1@gmail.com
Axmedov Azimjon Normo‘minovich
Qarshi davlat texnika universiteti professori, t.f.d.(DSc),prof.
E-mail: a.ahmedov80@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada kungaboqar moyidan mumsimon moddalar va kungaboqar moyidan filtrlash yo‘li bilan ajratib olingan mumsimon moddalar tarkibidagi perlitlarni ajratib olish keltirilgan bo‘lib, unda mumsimon modda va perlit aralashmasidan mumsimon moddani ajratishda osh tuzi eritmasining konsentratsiyasi va cho‘ktirish haroratining va perlitni cho‘ktirish davomiyligini mumsimon moddaning chiqish unumiga ta’sirlari natijalari bayon etilgan. Kungaboqar moyidan mumsimon moddalar ajratishda osh tuzining konsentratsiyasi, jarayon harorati, cho‘ktirish davomiyligining mumsimon moddalarning chiqish unumiga va erish haroratiga ta’siri o‘rganilgan hamda kungaboqar moyidan ajratib olingan mumsion moddalar tarkibidagi perlitni ajratib olishda osh tuzi eritmasidan foydalanilganda, eritma konsentratsiyasi 8%, perlitni cho‘ktirish harorati 20 ℃ va cho‘ktirish davomiyligi 10 soatni tashkil etganligi aniqlangan. Shuningdek, perlitni ajartib olishning optimal texnologik sharoitlarida olingan mumsimon moddaning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari geksan ishtirokida olingan mumsimon moddaning ko‘rsatkichlari bilan taqqoslangan.

Kalit so‘zlar: kungaboqar moy, mumlar, rafinatsiya, filtrlash, perlit, mmsimon modda.

Аннотация. В данной научной статье представлено разделение воскообразных веществ из подсолнечного масла и перлита, содержащегося в воскообразных веществах, извлеченных фильтрацией из подсолнечного масла. Описаны результаты влияния концентрации раствора поваренной соли, температуры осаждения и продолжительности осаждения перлита на выход воскообразного вещества при его отделении от смеси воскообразных веществ и перлита. Изучено влияние концентрации поваренной соли, температуры процесса и продолжительности осаждения на выход и температуру плавления воскообразных веществ при их отделении от подсолнечного масла, установлено, что при использовании раствора поваренной соли для отделения перлита от воскообразных веществ, извлеченных из подсолнечного масла, концентрация раствора составляла 8%, температура осаждения перлита — 20 ℃, а продолжительность осаждения —

ISSN 3030-3907

10 часов. Также проведено сравнение физико-химических параметров воскообразных веществ, полученных в оптимальных технологических условиях для извлечения перлита, с параметрами воскообразных веществ, полученных в присутствии гексана.

Ключевые слова: подсолнечное масло, воски, рафинирование, фильтрация, перлит, воскообразные вещества.

Abstract. This scientific article presents the separation of waxy substances from sunflower oil and perlites contained in waxy substances extracted by filtration from sunflower oil. It describes the results of the effects of the concentration of the table salt solution, the precipitation temperature, and the duration of precipitation of perlite on the yield of the waxy substance when separating the waxy substance from a mixture of waxy substances and perlite. The effects of the concentration of the table salt, the process temperature, and the duration of precipitation on the yield and melting temperature of waxy substances when separating waxy substances from sunflower oil were studied, and it was found that when using a table salt solution to separate perlite from waxy substances extracted from sunflower oil, the solution concentration was 8%, the perlite precipitation temperature was 20 °C, and the precipitation duration was 10 hours. Also, the physicochemical parameters of the waxy substance obtained under optimal technological conditions for perlite extraction were compared with the parameters of the waxy substance obtained in the presence of hexane.

Keywords: sunflower oil, waxes, refining, filtration, perlite, waxy substance.

KIRISH.

O‘simlik moylarining, jumladan kungaboqar moyining, sifati va barqarorligiga moy tarkibidagi hamroh moddalar, xususan mumlarning mavjudligi ta’sir qiladi. Mumlar, asosan, 36 dan 50 gacha uglerod atomiga ega bo‘lgan yog‘li spirtlar bilan yog‘ kislotalarning efirlaridir. Mumlar kristallanishga moyil bo‘lib, moy sovutilganda loyqalanishga olib keladi, bu esa moyni qayta ishlashga va uning organopleptik xususiyatlariga xalaqit beradi. Ular moyni rafinatsiuyalashda muzlatish yoki mumsizlantirish jarayonida qisman olib tashlanadi, bu esa past saqlash harorati ta’sir qilmaydigan butunlay shaffof moyni olish uchun amalga oshiriladi [1].

Kungaboqar mumi - bu o‘simliklikdan olinadigan mumsimon moddalar bo‘lib, asosan urug‘da va uning ichidagi moyda tabiiy ravishda uchraydigan mayda molekulyar komplekslardir. Kimyoviy jihatdan, ushbu mumsimon moddalar uzun zanjirli yog‘ kislotalari va spirtlarning murakkab efirlaridan tashkil topgan. Mumlar **R–COO–R′** umumiy kimyoviy formula bilan ifodalanadi, bu yerda **R** – yog‘ kislota radikali zanjiri va **R′** - spirt radikali zanjiri [2].

ISSN 3030-3907

Kungaboqar mumlarini urug‘dan ajratib olishda asosan ekstraksiyalash usulidan foydalaniladi. Kungaboqar moyidan ajratib olishda esa ekstraksiyalash yoki sovutish usulidan foylanish mumkin.

Kungaboqar moyidan mumsimon moddalarni ajratib olishda eng keng qo‘llanadigan usullardan biri sovutish (vinterizatsiya) jarayonidir. Vinterizasiya - bu moyni sovitish orqali uning yuqori haroratda eriydigan komponentlarini (shu jumladan mumlar) kristallashtirish va ajratishni nazarda tutadi. Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kungaboqar moyini bir necha daraja pastroq haroratda (masalan, 5–10°C atrofida) uzoq muddat sovitish natijasida qovushqoqligi oshadi va mumsimon moddalar turli shaklda kristalllanadi, bu esa ularni filtrasiya orqali oddiy ajratish imkonini beradi. Filtrasiya jarayonida perlit kabi filtrlovchi qo‘shimchalar yoki bentonit kabi adsorbentlar qo‘shilib, kristallangan mumsimon moddalarni ajralib chiqishi ta’minlanadi [3].

Kungaboqar moyidan mumsimon moddalarni ajratib olish

Mumsimon moddlani ajratib olish uchun rafinasiyalangan va oqlangan kungaboqar moyidan foydalanildi. Dastlab moy 60 ℃ gacha qizdirildi va keyin magnitli aralashtirgichda aralashtirib turgan xolda 25℃ gacha sovutildi. So‘ng sovutish tizimi yordamida sovutish davom ettirildi. Harorat 5-10 ℃ holatda bir bir sutka ushlab turildi. Mumsimon moddalar kristallari hosil bo‘lgach, filtr qog‘ozda mumsimon moddalar ajratib olindi [5-6]. Bunda filtrlovchi qo‘shimcha sifatida perlitdan foydalanildi. Perlitni mumsimon moddalardan ajratib olish uchun ikki xil usuldan foydalanildi. Birinchi usulda perlit aralashgan mumsimon moddalar 60 ℃ haroratda geksan bilan 1 soat davomida ekstraksiyalandi. Ekstraksiyalash sokslet apparatida amalga oshirildi. Eritma 10-12 soat davomida tindirildi va cho‘kkan perlit filtrlash yo‘li bilan erituvchidan ajratib olindi.

Ikkinchi usulda esa osh tuzining suvli eritmasidan foydalanildi. Buning uchun namuna kolbaga solinadi va unga ma’lum konsentrasiyadagi suvli natriy xlorid eritmasi qo‘shiladi. Kolba elektr pechka bilan isitiladi va 1 soat qaynatiladi. Jarayon oxirida hosil bo‘lgan aralashma asta-sekin sovutiladi va ma’lum bir harorat va vaqt davomida cho‘ktirish orqali ajratiladi. Cho‘kish harorati pech yordamida rostlanadi va saqlanadi. Aralashma cho‘kindi (perlit), suvli qatlam, mum qatlami va yuqori moyga qatlamga bo‘linadi. Cho‘kkandan so‘ng, mum qatlami ajratiladi, issiq suv bilan yuviladi va mum vakumda quritiladi. Bunda osh tuzining konsentrasiyasi, jarayon harorati, cho‘ktirish davomiyligining mumsimon moddalarning chiqish unumiga va erish haroratiga ta’siri o‘rganildi [7].

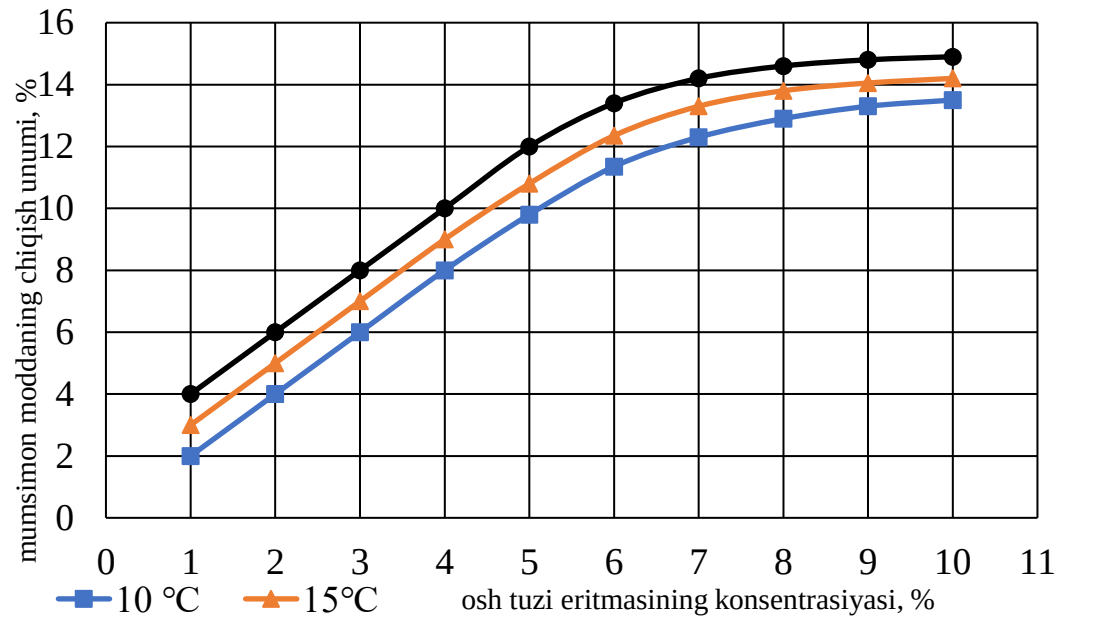
Tahlil usullari

Mumlarning kislota soni ISO 660 yoki DST 5476 ga muvofiq standart usullar bilan aniqlandi. Mumlarning sovunlanish soni ISO 3657 yoki DST 5478 ga

ISSN 3030-3907

muvofiq standart usul bilan aniqlandi. Namlik va uchuvchan moddalarning massa ulushi DST 11812 ga muvofiq standart usul bilan aniqlandi. Mumning erish nuqtasi ochiq kapilyar usul bilan DST ISO 6321 ga muvofiq standart usul bilan aniqlandi.

NATIJALAR BA MUHOKAMA. Kungaboqar moyidan filtrlash yo‘li bilan ajratib olingan mumsimon moddalar tarkibidagi perlitni ajratish uchun osh tuzining 1-10% konsentrasiyadagi eritmalaridan foydalanib tajribalar olib borildi. Bunda ajartib olingan mumsimon moddaning chiqish unumiga qarab osh tuzi eritmasining optimal konsentrasiyasi aniqlandi. Tajriba natijalari 1-rasmda keltirilgan.



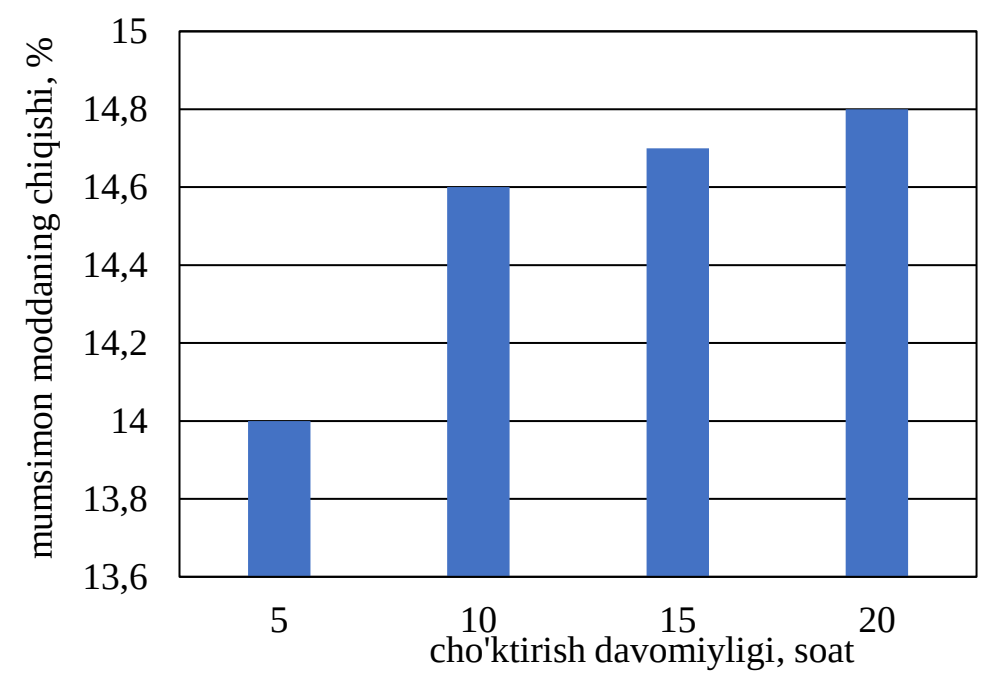
1-rasm. Mumsimon modda va perlit aralashmasidan mumsimon moddani ajratishda osh tuzi eritmasining konsentrasiyasi va cho‘ktirish haroratining ta’siri

1-rasmdagi ma’lumotlardan ko‘rinadiki, mumsimon modda va perlit aralashmasidan mumsimon moddani ajratishda osh tuzi eritmasining konsentrasiyasi 1% dan 10% gacha ortganda mumsimon moddaning chiqish unumi 2% dan 15% gachani tashkil etgan. Grafikdagi egri chiziqlarning o‘sib borish dinamikasiga e’tibor berilsa, ularning osh tuzi eritmasining konsentrasiyasi 8% gacha bo‘lganda jadal o‘sish kuzatilgan. Undan keyingi konsentrasiyalarda o‘sish pasayib, turg‘unlikka yaqinlashgan. Osh tuzi eritmasi bilan ishlov bergandan keyingi cho‘ktirish jarayonidagi harorat ham mumsimon moddalarning chiqish unumiga ta’sir etgan. Haroratning 10 ℃ dan 20 ℃ gacha ko‘tarilishi mumsimon moddalarning chiqish unumini 2% gacha ortishiga olib kelgan.

Mumsimon moddalarni perlitdan ajratib olishda osh tuzi eritmasining konsentrasiyasi bilan ishlov bergandan keyin cho‘ktirish jarayonining haroartidan

ISSN 3030-3907

tashqari jarayon davomiyligi ham muhim hisoblanadi. Shu sababli keyingi tajribalarda optimal konsentrasiyada ishlov berilgan namunalar 20 ℃ haroratda 5-20 minut davomida cho‘ktirildi va optimal vaqt aniqlandi. Olingan natijalar 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Perlitni cho‘ktirish davomiyligini mumsimon moddaning chiqish unumiga ta’siri

2-rasmdagi ma’lumotlardan ko‘rinadiki, perlitni cho‘ktirish davomiyligi 10 soatga yetkuncha bo‘lgan davrda mumsimon moddalarning chiqish unumi 14% dan 14,6% gacha ortib borgan. Jarayon davomiyligi 10 soatdan ortganda chiqish unumi sezilarli darajada ortmagan.

Demak yuqoridagi olingan tajriba natijalaridan shuni xulosa qilish mumkinki, kungaboqar moyidan ajratib olingan mumsion moddalar tarkibidagi perlitni ajratib olishda osh tuzi eritmasidan foydalanilganda, eritma konsentrasiyasi 8%, perlitni cho‘ktirish harorati 20 ℃ va cho‘ktirish davomiyligi 10 soatni tashkil etadi.

Perlitni ajartib olishning optimal texnologik sharoitlarida olingan mumsimon moddaning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari geksan ishtirokida olingan mumsimon moddaning ko‘rsatkichlari bilan taqqoslandi. Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Ishlatilgan perlitdan ajartib olingan mumsimon moddalarning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari

№	Ko‘rsatkich nomi	Osh tuzi eritmasi bilan ajratilgan	Geksan bilan ajratilgan
1	Erish harorati,℃	69	70
2	Kislota soni, mg KOH/g	2,8	2,6
3	Sovunlanish soni, mg KOH/g	110	114
4	Namlik va uchuvchan moddalar massa ulushi, %	0,84	0,80

1-jadvaldagi ma’lumotlardan ko‘rinadiki, har iiki usulda olingan mumsimon moddalarning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari bir-biriga yaqin qiymatlarga ega.

XULOSA. O‘simlik moylarining, jumladan kungaboqar moyining, sifati va barqarorligiga moy tarkibidagi hamroh moddalar, xususan mumlarning mavjudligi ta’sir qiladi. Ular moyni rafinatsiuyalashda muzlatish yoki mumsizlantirish jarayonida qisman olib tashlanadi, bu esa past saqlash harorati ta’sir qilmaydigan butunlay shaffof moyni olish uchun amalga oshiriladi

Mumsimon moddlani ajratib olish uchun rafinasiyalangan va oqlangan kungaboqar moyidan foydalanildi:

- Birinchi usulda perlit aralashgan mumsimon moddalar 60 ℃ haroratda geksan bilan 1 soat davomida ekstraksiyalandi.

-Ikkinchi usulda esa osh tuzining suvli eritmasidan foydalanildi Bunda osh tuzining konsentrasiyasi, jarayon harorati, cho‘ktirish davomiyligining mumsimon moddalarning chiqish unumiga va erish haroratiga ta’siri o‘rganildi.

Kungaboqar moyidan filtrlash yo‘li bilan ajratib olingan mumsimon moddalar tarkibidagi perlitni ajratish uchun osh tuzining 1-10% konsentrasiyadagi eritmalaridan foydalanib tajribalar olib borildi, unda mumsimon modda va perlit aralashmasidan mumsimon moddani ajratishda osh tuzi eritmasining konsentrasiyasi 1% dan 10% gacha ortganda mumsimon moddaning chiqish unumi 2% dan 15% gachani tashkil etgan.

Osh tuzi eritmasi bilan ishlov bergandan keyingi cho‘ktirish jarayonidagi harorat ham mumsimon moddalarning chiqish unumiga ta’sir etgan. Haroratning 10 ℃ dan 20 ℃ gacha ko‘tarilishi mumsimon moddalarning chiqish unumini 2% gacha ortishiga olib kelgan Mumsimon moddalarni perlitdan ajratib olishda osh tuzi eritmasining konsentrasiyasi bilan ishlov bergandan keyin cho‘ktirish jarayonining haroartidan tashqari jarayon davomiyligi ham muhim hisoblanadi. Shu sababli keyingi tajribalarda optimal konsentrasiyada ishlov berilgan namunalar

ISSN 3030-3907

20 ℃ haroratda 5-20 minut davomida cho‘ktirildi va optimal vaqt aniqlandi, perlitni cho‘ktirish davomiyligi 10 soatga yetkuncha bo‘lgan davrda mumsimon moddalarning chiqish unumi 14% dan 14,6% gacha ortib borgan. Jarayon davomiyligi 10 soatdan ortganda chiqish unumi sezilarli darajada ortmagan.

Demak yuqoridagi olingan tajriba natijalaridan shuni xulosa qilish mumkinki, kungaboqar moyidan ajratib olingan mumsion moddalar tarkibidagi perlitni ajratib olishda osh tuzi eritmasidan foydalanilganda, eritma konsentrasiyasi 8%, perlitni cho‘ktirish harorati 20 ℃ va cho‘ktirish davomiyligi 10 soatni tashkil etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Z.SH. Umirova A.N. Axmedov Z.A.Xakimova A.T.Ruziboyev Tarkibida kungaboqar mumi bo‘lgan kosmitik krem retsiptini shakllantirish **“**Sentral asian food engineering and technology” electron ilmiy jurnali 2025/2 VOLUME 3 ISSUE 2. 78-83.
2. Rafael Garcés, Cristina de Andrés-Gil, Mónica Venegas-Calerón, Enrique Martínez-Force, Antonio J. Moreno-Pérez, Joaquín J. Salas, Characterization of sunflower seed and oil wax ester composition by GC/MS, a final evaluation, LWT, Volume 173, 2023, 114365, https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114365.
3. Sytnik, Natalia & Kunitsia, Ekaterina & Mazaeva, Viktoria & Chernukha, Anton & Kovalov, Pavlo & Grigorenko, Natalia & Gornostal, Stella & Yermakova, Olena & Pavlunko, Mykola & Kravtsov, Mikhail. (2020). Rational parameters of waxes obtaining from oil winterization waste. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. 6. 29-35. 10.15587/1729-4061.2020.219602.
4. Brevedan, M.I.V, A.A. Carelli, and G.H. Crapiste, Changes in Composition and Quality of Sunflower Oils During Extraction and Degumming, Grasas Aceites 51:417–423 (2000)
5. Brevedan, M.I.V, A.A. Carelli, and G.H. Crapiste, Changes in Composition and Quality of Sunflower Oils During Extraction and Degumming, Grasas Aceites 51:417–423 (2000)
6. Brevedan, M.I.V, A.A. Carelli, and G.H. Crapiste, Changes in Composition and Quality of Sunflower Oils During Extraction and Degumming, Grasas Aceites 51:417–423 (2000)
7. Brevedan, M.I.V, A.A. Carelli, and G.H. Crapiste, Changes in Composition and Quality of Sunflower Oils During Extraction and Degumming, Grasas Aceites 51:417–423 (2000)
8. Brevedan, M.I.V, A.A. Carelli, and G.H. Crapiste, Changes in Composition and Quality of Sunflower Oils During Extraction and Degumming, Grasas Aceites 51:417–423 (2000)

ISSN 3030-3907

9. Chalapud, M. C., Baümler, E. R., Carelli, A. A. (2016). Characterization of waxes and residual oil recovered from sunflower oil winterization waste. European Journal of Lipid Science and Technology, 119 (2), 1500608. doi: https://doi.org/10.1002/ejlt.201500608.
10. Z.SH. Umirova A.N. Axmedov Z.A.Xakimova A.T.Ruziboyev Tarkibida kungaboqar mumi bo‘lgan kosmitik krem retsiptini shakllantirish. “Sentral asian food engineering and technology” electron ilmiy jurnali 2025/2 VOLUME 3 ISSUE 2. P.78-83.
11. Z.SH. Umirova A.N. Axmedov “Research on the influence of the physical and chemical indicators of the cream in the production of cosmetic creams” Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. 7-8 2025 scientifie Journal P.73-78.
12. Z.SH. Umirova A.N. Axmedov Kosmetik kremlar ishlab chiqarishda mahalliy noananaviy moylarning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlariga tasirini tadqiq qilish “Muhandislik texnologiyalarida yechimlarni topishda tizimli fikrlash” Xalqaro ilmiy-texnikaviy anjumani 2025-yil 16-17 oktabr 176-181 bet.

ISSN 3030-3907

TALABALARNI KOMPYUTER MODELLASHTIRISHGA O‘RGATISHDA TA’LIM TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH METODIKASINI TAKOMILLASHTIRISH

S.K. Shaminova.

Qarshi davlat texnika universiteti 1 – son akademik litseyi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada talabalarni kompyuter modellashtirishga o‘rgatishda ta’lim texnologiyalaridan foydalanish metodikasini takomillashtirish hozirgi davrda “Kompyuter grafikasi” fanidan talabalarning mustaqil o‘quv faoliyatini shakllantirish va rivojlantirishga alohida e’tibor berilmoqda.”Muhandislik va kompyuter grafikasi” fanidan o‘quvchilarning mustaqil o‘quv faoliyatini shakllantirish va rivojlantirish o‘qitishning samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Modellashtirish ishlab chiqarish bosqichlarida immitatsion kompyuter tarmoqlarining ishlashini baholash uchun foydali vositadir.

Kalit so‘zlar: tarmoq, xavfsizlik, modellashtirish, simulyatsiya, real vaqt, tijorat, axborot.

Abstract. In this article, improving the methodology of using educational technologies in teaching students to computer modeling, special attention is paid to the formation and development of independent educational activities of students in the subject of "Computer graphics". The formation and development of independent educational activities of students in "Engineering and computer graphics" is important in increasing the effectiveness of teaching. Modeling is a useful tool for evaluating the performance of simulated computer networks during production phases.

Keywords: network, security, modeling, simulation, real time, commerce, information.

Аннотация. В данной статье, совершенствуя методику использования образовательных технологий в обучении студентов компьютерному моделированию, особое внимание уделяется формированию и развитию самостоятельной учебной деятельности студентов по предмету «Компьютерная графика». Формирование и развитие самостоятельной учебной деятельности студентов по направлению «Инженерная и компьютерная графика» имеет важное значение в повышении эффективности обучения. Моделирование — полезный инструмент для оценки производительности смоделированных компьютерных сетей на этапах производства.

Ключевые слова: сеть, безопасность, моделирование, симуляция, реальное время, торговля, информация.

ISSN 3030-3907

KIRISH.

Talabalarga muhandislik va mutaxasislik fanlaridan bajariladigan barcha turdagi grafik axborotlarni- chizma, diagramma, guruh va sxemalar kabi tasvirlarni ikki o‘lchamda yoki uch o‘lchamda kompyuter yordamida bajarish tartibi va qoidalarini o‘rgatishdan iborat. Talabalarning mustaqil faoliyatini shakllantirish, amaliy chizma topshiriqlarini bajarish va rivojlantirishga qaratilgan mustaqil ishlarning turlari va shakllarini aniqlab olishda toliqib qolishini oldini olish, o‘qishga bo‘lgan qiziqishini qo‘llab quvvatlash masalasi professor o‘qituvchilar oldiga qo‘yilgan dolzarb vazifa hisoblanadi.

Shubhasiz, maktab va oliy o‘quv yurtlarida zamonaviy axborot texnologiyalarini qo‘llash, o‘quv jarayonini jadallashtirishga, sifat-samaradorligini oshirishga, taxsil oluvchilarning mantiqiy va nazariy fikr yuritishlarini rivojlanishiga olib keladi. Ayniqsa bu muxandislik- texnologiya o‘quv yurtlari uchun juda muhumdir.

Chunki bo‘lajak muhandislarning bilim,ko‘nikma va malaka tizimiga ko‘pgina mutaxasislik fanlaridan tashqari oddiygina kompyuter savodxonligi emas, balki kompyuterni erkin boshqarish, muhandis oldiga qo‘yilgan muammoni yechish uchun mos dasturiy ta’minotdan, zamonaviy grafik dasturlar va ularning imkoniyatlaridan foydalanish, elektron axborot resurslaridan oqilona foydalanish ham kiritilishi maqsadga muvofiq. Bugungi kunda muhandislardan nafaqat o‘z sohasi bo‘yicha, balki zamonaviy axborot texnologiyalaridan ham bilimlarni chuqur egallashlari talab qilinadi.

Shuning uchun talabalarga zamonaviy grafik dasturlardan foydalanib grafik tasvirlarni kompyuterda bajarishga o‘rgatish vazifasini yuklaydi. Hozirgi kunning talabidan kelib chiqadigan bo‘lsak, zamonaviy grafik dasturlar , ya’ni PhotoSHOP, CorelDRAW, AutoCAD dasturlardan foydalanib chizmaning primitive-elementlarini kompyuterda loihalashni bilishlari lozim.

Talabalar amaliy va operatsion dasturlar hamda tayyor buyruqlar paketidan foydalanib, loihalash va texnologik jarayonlarning modellerini yaratish ishlarini kompyuterda erkin bajarishlari mumkin. Auto CAD dasturi asosida “Kompyuter grafikasi” fanidan mashg‘ulotlar Oliy o‘quv yurtlarida muhandislar tayyorlash uchun Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi tomonidan tasdiqlangan namunaviy dastur asosida amaliy grafik mahsg‘ulotlari ko‘rinishida o‘tkaziladi.

Har bir amaliy mashg‘ulotda 25-30 min davomida talabalarga grafik axborot primitivlarining tarkibiy qisimlarini kompyuter ekranida chizish, ularni qayta o‘zgartirib maqbul bo‘lgan variantlarini yaratish va ekranda bajarilgan tasvirlarni xotiraga saqlash, hamda qog‘ozga chiqarib olish kabi vazifalarni bajarish uchun zarur bo‘lgan nazariy bilimlar bosqichma-bosqich berib boriladi. Mashg‘ulotning

ISSN 3030-3907

qolgan qismida esa mutaxasislikka oid chizma chizish, ularni taxrir qilish, o‘lchamlar qo‘yish va obektlarni bog‘lash kabi amaliy buyruqlardan foydalanib ko‘nikmalar va malakalar oshiriladi.

Talabalar mashg‘ulotlarda olgan bilimlari va ko‘nikmalarini geometrik, proeksion, mashinasozlik chizmachiliklari va mutaxasislik bo‘yicha berilgan grafik vazifalarini bajarish jarayonida mustahkamlab nazariy bilim va ko‘nikma va amaliy malakalarini mustahkamlaydilar. Kompyuter tarmoqlari biznes, elektron tijorat, elektron hukumat, ta'lim yoki dam olish kabi ko‘plab kundalik vazifalarning o‘ziga xos substratidir. Yangi protokollar, arxitekturalar va ilovalar doimiy ravishda paydo bo‘lganligi sababli kompyuter tarmoqlarining murakkabligi va tarqalishi o‘sishda davom etmoqda va kompyuter tarmoqlari doimiy moslashish jarayonida. Bundan tashqari, vaqti-vaqti bilan real vaqt rejimida foydalanuvchilarning katta talablarini qondirish uchun yangi tarmoq tizimlari va ilovalari paydo bo‘ladi.

Oldingi arxitektura va tizimlar bilan birga yashash ushbu yangi ishlanmalarni baholashga to‘sqinlik qilishi mumkin. Shunday qilib, tarmoqning ishlashini o‘rganish va sinab ko‘rish bir necha sabablarga ko‘ra qiyin vazifani qo‘yishi mumkin. Birinchidan, tarmoqni o‘rganish juda qimmatga tushishi mumkin. Ikkinchidan, ba'zi xususiyatlarni o‘rganish tarmoqning ishlashi va foydalanuvchilar tomonidan qabul qilinadigan xizmat sifatiga ta'sir qilishi yoki hatto to‘xtatilishi mumkin, bu qabul qilinishi mumkin emas. Uchinchidan, tarmoq bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘zaro ta'sir qilish uning hajmi yoki holati tufayli jismoniy jihatdan imkonsiz bo‘lishi mumkin (tarmoq rivojlanish bosqichida bo‘lishi mumkin, hali ham ishlamaydi). Shu sababli, Modellashtirish va Simulyatsiya (M&S) tarmoqning xatti harakati va ishlashini turli stsenariylarda, masalan, uni joylashtirishda tekshirish uchun yagona muqobil bo‘lishi mumkin.

Tizimni modellashtirish uning xususiyatlari va xususiyatlarining mavhumligini o‘z ichiga oladi, bunda faqat tadqiqot uchun qiziqarli bo‘lganlarga e'tibor qaratiladi. Natijada, model deganda turli darajadagi murakkablikdagi (odatda haqiqiy tizimdan kamroq murakkab) tizimning mantiqiy tasviri tushunilishi mumkin.

Simulyatsiya - bu modelda ilgari tasvirlangan qoidalarga muvofiq uning xatti-harakatlarini hisoblash orqali real dunyo tizimini taqlid qilish. Tizim taqlid qilinganda, cheksiz darajada murakkabroq va batafsilroq bo‘lgan modelni harakatga keltirish uchun cheklangan miqdordagi xususiyatlar, xususiyatlar yoki qiziqishlarni hisobga olish majburiydir.

Kompyuterga asoslangan modellar odatda quyidagicha tasniflanadi:

Deterministik va Stokastik: Deterministik model tasodifiy yoki ehtimollik komponentlari bo‘lmagan ma'lum kirishlar to‘plamidan ma'lum bir chiqishni

ISSN 3030-3907

bashorat qiladi. Berilgan kirish har doim bir xil boshlang‘ich sharoitlarda bir xil natijani beradi. Bundan farqli o‘laroq, stokastik model tasodifiylik bilan ba'zi kirishlarga ega, shuning uchun model ularning ehtimolliklari yoki ehtimolliklari bo‘yicha tortilgan mumkin bo‘lgan natijalar to‘plamini bashorat qiladi.

Barqaror holat va dinamik: barqaror holat modeli tizim barqaror holat muvozanatiga erishganida, berilgan kirishlar to‘plamiga muvofiq chiqishlarni o‘rnatishga harakat qiladi. Bundan farqli o‘laroq, dinamik model tizim reaktsiyalarini o‘zgaruvchan kirishlar bilan ta'minlaydi. Soddalashtirilgan dastlabki modelni ta'minlash uchun ko‘pincha barqaror holat yondashuvlari qo‘llaniladi.

Diskret va uzluksiz qiymatlar: Diskret model chekli koddomen bilan ifodalanadi, shuning uchun holat o‘zgaruvchilari o‘z qiymatlarini hisoblanuvchi qiymatlar to‘plamidan oladi. Aksincha, uzluksiz model cheksiz koddomenga mos keladi. Shuning uchun holat o‘zgaruvchilari ikkita qiymat oralig‘ida istalgan qiymatni qabul qilishi mumkin. Biroq, birlashtirilgan diskret-uzluksiz modellarni keltirib chiqaradigan ikkala yondashuvning aspektlarini ko‘rsatadigan modellashtirilishi kerak bo‘lgan ba'zi tizimlar mavjud.

Diskret va uzluksiz vaqt: Diskret modelda holat o‘zgarishi faqat vaqtning ma'lum bir lahzasida sodir bo‘lishi mumkin. Ushbu lahzalar tizimning chiqishi yoki ichki holatiga ta'sir qiluvchi muhim voqealarga mos keladi. Bundan farqli o‘laroq, uzluksiz modelda holat o‘zgaruvchilari bir holatdan ikkinchisiga keskin emas, balki uzluksiz tarzda o‘zgaradi. Shuning uchun uzluksiz modellar cheksiz sonli holatlarni qamrab oladi. Diskret modellar tarmoq M&S uchun eng ko‘p qo‘llaniladi.

Simulyatsiyalar ikkita yondashuv bo‘yicha amalga oshirilishi mumkin: mahalliy va taqsimlangan. Taqsimlangan simulyatsiya shundayki, bir nechta tizimlar birgalikda ishlash, birbiri bilan o‘zaro ta'sir qilish, simulyatsiyani amalga oshirish uchun bir-biriga bog‘langan. Bundan farqli o‘laroq, mahalliy simulyatsiya bitta kompyuterda amalga oshiriladi. Tarixiy jihatdan, oxirgi yondashuv kompyuter tarmoqlarini simulyatsiya qilish uchun eng keng tarqalgan bo‘lib qo‘llanilgan, ammo simulyatsiyalarning ortib borayotgan murakkabligi avvalgi yondashuvning ahamiyatini kuchaytirmoqda.

Modelni tekshirish. Modelni amalga oshiradigan kompyuter dasturining to‘g‘riligini tekshirish uchun ko‘plab usullardan foydalanish mumkin. Dasturlarni tekshirish uchun qo‘llaniladigan umumiy usullar simulyatsiya dasturlari bilan ishlatilishi mumkin, ammo simulyatsiya dasturlari uchun maxsus bo‘lgan tekshirish usullari ham mavjud. Anti-bugging texnikasi xatolarni aniqlash uchun dasturga tekshirishlarni kiritishdan iborat.

ISSN 3030-3907

Masalan, kompyuter tarmog‘ini simulyatsiya qilishda manba tugunlari tomonidan yuborilgan paketlar soni va maqsad tugunlari tomonidan qabul qilingan paketlar soni o‘rtasidagi farq yo‘qolgan paketlar soniga teng bo‘lishi kerak. Ushbu tenglikning bajarilmasligi simulyatsiya dasturida dasturlash xatoligini ko‘rsatadi. Yana bir yaxshi amaliyot simulyatsiya paytida yaratilgan ob'ektlarning (paketlar, tugunlar, ulanishlar va boshqalar) mos yozuvlar sonini kuzatishdan iborat. Simulyatsiya oxirida barcha havolalar o‘chirilishi kerak.

Simulyatsiya dasturlarini disk raskadrovka qilishda duch keladigan asosiy muammolardan biri shundaki, ularning ko‘p o‘zgaruvchilari odatda statistik taqsimotlardan foydalangan holda tasodifiy yaratilgan ma'lumotlarni o‘z ichiga oladi. Umumiy tekshirish usuli o‘zgaruvchilarda kutilgan qiymatlarni aniqlash imkonini beruvchi doimiy taqsimotlar uchun statistik taqsimotlarni o‘zgartirishdan iborat. Simulyatsiya dasturini tekshirishda soddalashtirilgan holatlarning bajarilishi ham katta yordam berishi mumkin.

Masalan, faqat bitta manba tugunidan va bitta maqsadli tugundan foydalanish, mos ravishda bitta paketni yuborish va qabul qilish. Keyin oraliq tugunlarni bosqichma-bosqich kiritish mumkin. Ikkala yondashuv natijalarini solishtirish uchun simulyatsiya dasturini bajarishdan oldin soddalashtirilgan holatlar qo‘lda tahlil qilinishi kerak. Biroq, soddalashtirilgan holatlar uchun simulyatsiya dasturining to‘g‘ri ishlashi uning murakkabroq holatlar uchun to‘g‘ri ishlashini kafolatlamaydi, ammo soddalashtirilgan holatlar tekshirish jarayonining boshlang‘ich bosqichlarini ta'minlaydi.

Modellashtirish va simulyatsiya (M&S) kompyuter tarmoqlarining ishlashini o‘rganish uchun jozibali va keng qo‘llaniladigan usullardir. Ular tarmoq ishlashini bezovta qilmasdan yoki hatto tarmoq mavjudligini talab qilmasdan batafsil natijalar beradi. Ushbu bobda kompyuter tarmoqlarida qo‘llaniladigan M&S unumdorligi haqidagi barcha mavzular jamlangan. Kirishdan so‘ng kompyuter tarmoqlarida qo‘llaniladigan asosiy modellashtirish usullari va ishlash ko‘rsatkichlari taqdim etildi.

Kompyuter tarmoqlari diskret hodisalar tizimidir va shuning uchun diskret-hodisalar simulyatsiyasi kompyuter tarmoqlari modellarini bajarish uchun eng keng tarqalgan simulyatsiya usuli sifatida ta'kidlangan. Tasodifiy raqamlarni yaratish, hodisalarga asoslangan yoki jarayonga asoslangan simulyatsiya va parallel diskret-hodisalar simulyatsiyasi bo‘limda yoritilgan diskret- hodisalar simulyatsiyasi bilan bog‘liq muhim usullardir. Simulyatsiya natijalariga ishonch, agar modellar haqiqiy tizimlarga nisbatan tasdiqlangan bo‘lsa va simulyatsiya algoritmlari modellarga nisbatan tekshirilganda mumkin bo‘ladi, shuning uchun ikkalasi uchun shartlar batafsil bayon etilgan. Simulyatorning arxitekturasi va eng

ISSN 3030-3907

ko‘p ishlatiladigan simulyatorlarning xarakteristikalari kompyuter tarmoqlarining M&S ishlashining yuqori darajadagi panoramali ko‘rinishini to‘ldiradi.

REFERENCES

1. Aktas, I., King, T., Mengi, C., 2010. Modeling Application Traffic. Springer, Ch. 18, pp.
2. Alouini, M.S., Goldsmith, A.J., 1999. Area spectral efficiency of cellular mobile radio systems. IEEE Transactions on Vehicular Technology 48 (4).
3. Yo‘ldashev, A., & Solidjonov, D. (2022). YANGI INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR VA ULARNI TA’LIM OLISH MUHHITIDA QO‘LLANISHI. Yosh Tadqiqotchi Jurnali, 1(3).
4. Baldi, P., Frasconi, P., Smyth, P., April 2003. Modeling the Internet and the Web: Probabilistic Methods and Algorithms. Wiley.
5. Solidjonov, D. Z. O. (2021). THE IMPACT OF THE DEVELOPMENT OF INTERNET TECHNOLOGIES ON EDUCATION AT PANDEMIC TIME IN UZBEKISTAN. In СТУДЕНТ ГОДА 2021

ISSN 3030-3907

ТЕХНИК ЖИҲАТДАН ТАРТИБГА СОЛИШНИНГ ХАЛҚАРО ИНСТИТУЦИОНАЛ НАЗАРИЯСИ

Орифбоев Абдуллахон Асадулло угли
Начальник Управления международного сотрудничества и интеграции Агентства по техническому регулированию Республики Узбекистан
Секретарь Национального комитета МЭК Узбекистана
Тел.: +998 91 341 12 47
E-mail: abdullo1978@mail.ru

Аннотация. Мазкур мақолада техник жиҳатдан тартибга солишнинг халқаро институционал назарияси комплекс илмий тадқиқот объекти сифатида таҳлил қилинган. Техник тартибга солиш тушунчасининг эволюцияси тизимли ёндашувдан институционал ёндашувга ўтиш жараёни доирасида илмий асосда кўриб чиқилган. ISO, IEC, OIML, BIPM, GLOBAC каби халқаро ташкилотларнинг глобал техник институционал тузилмадаги ўрни, функциялари ва ўзаро боғлиқлиги очиб берилган. Стандартлаштириш, метрология ва аккредитация элементларидан иборат учбурчак модели доирасида халқаро техник ташкилотлар ўртасидаги функционал интеграция таҳлил қилинган. Шунингдек, техник тартибга солиш халқаро институционал муносабатлар назарияси нуқтаи назаридан талқин қилиниб, унинг иқтисодий, ижтимоий ва сиёсий жиҳатлари илмий жиҳатдан асосланган.

Калит сўзлар: техник жиҳатдан тартибга солиш, институционал назария, стандартлаштириш, метрология, аккредитация, ISO, IEC, OIML, BIPM, GLOBAC халқаро техник ташкилотлар, сифат инфратузилмаси.

Аннотация. В данной статье международная институциональная теория технического регулирования рассматривается как комплексный объект научного исследования. Эволюция понятия технического регулирования анализируется в контексте перехода от системного подхода к институциональному. Раскрыты роль, функции и взаимосвязи международных организаций ISO, IEC, OIML, BIPM, ILAC и IAF в глобальной институциональной структуре технического регулирования. В рамках модели «треугольника» (стандартизация, метрология и аккредитация) исследована функциональная интеграция международных технических организаций. Кроме того, техническое регулирование интерпретируется с позиций теории международных институциональных отношений, что позволяет обосновать его экономические, социальные и политические аспекты.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: техническое регулирование, институциональная теория, стандартизация, метрология, аккредитация, ISO, IEC, OIML, BIPM, GLOBAC международные технические организации, инфраструктура качества.

Abstract. This article examines the international institutional theory of technical regulation as a comprehensive subject of scientific research. The evolution of the concept of technical regulation is analyzed within the transition from a system-based approach to an institutional framework. The roles, functions, and interrelationships of international organizations such as ISO, IEC, OIML, BIPM, GLOBAC within the global institutional structure are identified. The functional integration of international technical organizations is explored through the “triangle model” of standardization, metrology, and accreditation. Furthermore, technical regulation is interpreted from the perspective of international institutional relations theory, allowing for a substantiated understanding of its economic, social, and political dimensions.

Keywords: technical regulation, institutional theory, standardization, metrology, accreditation, ISO, IEC, OIML, BIPM, GLOBAC, international technical organizations, quality infrastructure.

КИРИШ.

Глобаллашув жараёнларининг чуқурлашуви шароитида техник тартибга солиш халқаро савдо ва иқтисодий интеграциянинг муҳим воситасига айланмоқда. Миллий иқтисодиётларни дунё бозорига интеграция қилиш, маҳсулотлар хавфсизлиги ва сифатини таъминлаш, рақобатбардошликни ошириш — буларнинг барчаси ривожланган техник инфратузилмани, хусусан, стандартлаштириш, метрология ва аккредитация тизимларини такомиллаштиришни тақозо этади.

Ўзбекистон Республикаси ҳам ушбу жараёнлардан четда қолмаган ҳолда, Жаҳон савдо ташкилотига аъзоликни мустаҳкамлаш, Европа Иттифоқи ва бошқа минтақавий блоклар билан иқтисодий ҳамкорликни кенгайтириш бўйича изчил сиёсат олиб бормоқда. Бу эса мамлакат техник тартибга солиш тизимини халқаро институционал стандартларга мослаштиришни долзарб масалага айлантиради.

Техник тартибга солишни тадқиқ этишнинг назарий асосларини шакллантиришда институционал иқтисодиёт назарияси муҳим аҳамият касб этади. Д. Норт [1], О. Вильямсон [2], Э. Остром [3], каби олимларнинг институционал таҳлил методологияси техник стандартлар, аккредитация тизими ва метрологик тартибга солишни ижтимоий-иқтисодий институтлар тизими сифатида ўрганишга имкон беради.

ISSN 3030-3907

Мазкур мақолада ушбу муаммонинг назарий асослари кўриб чиқилиб, халқаро техник институционал тузилма таркиби, унинг функционал боғлиқликлари ва халқаро муносабатлар назарияси нуқтаи назаридан талқини таҳлил этилади.

1.1 Техник жиҳатдан тартибга солиш тушунчасининг эволюцияси: тизимдан институционал назарияга

Техник жиҳатдан тартибга солиш тушунчаси тарихан «техник норматив» ёки «стандарт» каби тор маънодаги атамалардан бошлаб, кенг кўламли институционал механизмни ифодаловчи категорияга айланиб борган. Ушбу эволюцияни уч асосий босқичда кўриб чиқиш мумкин.

1-босқич (XIX аср охири — XX аср ўрталари): тизимли ёндашув

Саноат инқилоби даврида стандартлаштиришнинг биринчи расмий ташкилотлари вужудга кела бошлади. 1901 йилда Буюк Британияда BSI (British Standards Institution), 1906 йилда IEC (International Electrotechnical Commission), 1947 йилда ISO (International Organization for Standardization) ташкил этилди. Ушбу даврда техник тартибга солиш асосан «тизимли ёндашув» — яъни техник жараёнларни ягона стандарт чегараларига мослаштириш сифатида тушунилган [4].

Тизимли ёндашув доирасида техник норматив ҳужжатлар асосан ишлаб чиқариш жараёнларини тартибга солиш, маҳсулотларнинг ўзаро алмашинувчанлигини таъминлаш ва ишлаб чиқариш самарадорлигини оширишга хизмат қилган. Бу ёндашувда техник тартибга солиш асосан иқтисодий-техник феномен сифатида кўриб чиқилган, институционал ва ижтимоий жиҳатлар эса иккинчи ўринда қолган.

2-босқич (XX аср иккинчи ярми): ижтимоий-иқтисодий ёндашув

XX аср иккинчи ярмида техник тартибга солишнинг ижтимоий-иқтисодий аҳамияти кучайиб борди. Халқаро савдонинг жадал ривожланиши, ГАТТ/ЖСТ тузилмасининг шаклланиши ва 1994 йилда «Техник савдо тўсиқлари тўғрисида»ги СБТ Келишувининг қабул қилиниши техник тартибга солишни халқаро иқтисодий сиёсатнинг марказий элементига айлантирди. Ушбу Келишув стандартлар, техник регламентлар ва мувофиқликни баҳолаш тартиботларини халқаро савдонинг тўсиқларига айлантирмаслик принципларини мустаҳкамлади [5].

Ушбу босқичда «техник тартибга солиш» тушунчасининг мазмуни кенгайди: у нафақат стандарт ва норматив ҳужжатларни, балки мувофиқликни баҳолаш тизимлари, аккредитация ва метрологик инфратузилмани ҳам қамраб ола бошлади. Европа Иттифоқининг «Янги

ISSN 3030-3907

концепция» директивалари (1985) [6] ва «Глобал концепция» (1989) [7] ушбу даврнинг асосий институционал ютуғи бўлди.

3-босқич (XXI аср бошидан ҳозиргача): институционал ёндашув

Институционал иқтисодиёт назариясининг кенг тарқалиши техник тартибга солишни тадқиқ этишда янги методологик ёндашувларни шакллантирди. Д. Норт [8] томонидан таклиф этилган институтлар назарияси доирасида техник стандартлар «ўйин қоидалари» сифатида — иқтисодий агентлар хатти-ҳаракатини чеклайдиган ва имкониятларни кенгайтирадиган расмий ва норасмий қоидалар мажмуи тарзида кўриб чиқила бошланди [9].

О. Вильямсоннинг трансакция харажатлари назариясига кўра, техник стандартлар ва аккредитация тизими бозор трансакция харажатларини камайтириш механизми сифатида вазифа бажаради [10]. Сертификатлаштирилган маҳсулот бўйича ахборот асимметрияси камаяди, шартнома тузиш харажатлари пасаяди, фурсатпарастлик (opportunism) эҳтимоли сезиларли даражада қисқаради. Бу ёндашув техник тартибга солишнинг иқтисодий самарадорлигини институционал иқтисодиёт тилида тушунтиришга имкон беради [11].

Ҳозирги кунда техник жиҳатдан тартибга солиш тушунчаси учта асосий элементни ўз ичига олувчи интеграл институционал тизим сифатида қаралади:

1) стандартлаштириш — техник нормалар ва талабларни белгилаш;
2) метрология — ўлчовлар бирлигини таъминлаш;
3) мувофиқликни баҳолаш — аккредитация, сертификатлаштириш ва синов орқали талабларга риоя этилишини тасдиқлаш.

Ушбу уч элемент ўзаро ҳамоҳанг фаолият юритган тақдирдагина ягона техник инфратузилма вужудга келади [12].

1.2. ISO, IEC, OIML, BIPM, GLOBAC — глобал техник институционал тузилма сифатида

Халқаро техник тартибга солишнинг институционал тузилмаси кўп қатламли ва мураккаб хусусиятга эга. Ушбу тузилмада олтита асосий халқаро ташкилот марказий ўрин тутади, уларнинг ҳар бири ўзига хос вазифа ва ваколатлар доирасига эга.

ISO — Халқаро стандартлаштириш ташкилоти

ISO (International Organization for Standardization) 1947 йилда Женевада ташкил этилган бўлиб, 168 та миллий стандартлаштириш органини бирлаштирувчи дунёнинг энг нуфузли техник ташкилотларидан биридир [13]. Ташкилот электротехника ва электроника соҳасидан ташқари барча

ISSN 3030-3907

тармоқларда халқаро стандартларни ишлаб чиқади. 2026 йил маълумотларига кўра, ISO 25 000 дан ортиқ амалдаги халқаро стандартга эга.

ISO стандартлари ихтиёрий хусусиятга эга бўлса-да, улар кўпчилик давлатлар томонидан миллий стандарт сифатида қабул қилинади. ЖСТнинг Савдодаги техник тўсиқлар (кейинги ўринларда — СТТ) тўғрисидаги битими ISO стандартларини техник тўсиқлар учун асос сифатида тан олиши уларнинг де-факто мажбурий табиатини кучайтиради. ISO тузилмаси 350 дан ортиқ техник қўмита ва минглаб ишчи гуруҳларни ўз ичига олади [14].

Ўзбекистон 1994 йилдан мазкур ташкилотнинг тўлақонли аъзоси хисобланади. Халқаро стандартлаштириш ташкилоти (ISO)нинг 65 та техник қўмитасида "тўлақонли" ва 270 та техник қўмита "кузатувчи" сифатида фаолият кўрсатади [15].

IEC — Халқаро электротехника комиссияси

IEC (International Electrotechnical Commission) 1906 йилда ташкил этилган ва электротехника, электроника, энергетика соҳаларида халқаро стандартларни белгилайди [16]. IEC 90 дан ортиқ давлатни ўз сафига олади ва 10 000 дан зиёд амалдаги стандартга эга. IEC стандартлари электрон маҳсулотлар хавфсизлиги, электромагнит мувофиқлик, энергия тежамкорлиги ва янгиланувчи энергия манбалари каби замонавий технологиялар соҳасида ҳал қилувчи аҳамиятга эга.

IEC ва ISO ўртасидаги ҳамкорлик 1976 йилда имзоланган Франкфурт Битими билан расмийлашган. Ушбу битим иккита ташкилот ўртасида вазифаларни тақсимлашни белгиловчи асос бўлиб хизмат қилади.

2023 йил 1 январдан Ўзбекистон Халқаро электротехника комиссиясига (IEC) ассоциялашган аъзо сифатида қабул қилинган ва ҳозирда ушбу ташкилотнинг 4 та техник қўмитасида фаол иш олиб бормоқда: ТС 14-Кучланиш трансформаторлари; ТС 20-Электр кабеллар; ТС 61-Маиший техника воситалари; ТС 82 -Қуёш фотоволтайик энергия тизимлари [17].

OIML — Халқаро қонунлаштирувчи метрология ташкилоти

OIML (Organisation Internationale de Métrologie Légale) 1955 йилда ташкил этилган ва қонунлаштирувчи метрология соҳасидаги ягона халқаро идора ҳисобланади [18]. OIML ўлчаш воситалари учун халқаро тавсиялар (OIML R) ва ҳужжатлар (OIML D) ишлаб чиқади. Ташкилотнинг асосий мақсади ўлчаш воситаларига нисбатан миллий қонунчилик талабларини уйғунлаштириш ва ўлчовлар натижаларининг халқаро тан олинишини таъминлашдир.

ISSN 3030-3907

OIML сертификати тизими ўлчаш воситаларини синашда давлатлар ўртасидаги такрорланишни камайтиради ва трансакция харажатларини сезиларли даражада пасайтиради. OIML ҳозирда 63 аъзо давлат ва 64 та мухбир аъзони бирлаштиради. Ўзбекистон 2001 йилдан мазкур ташкилотнинг ассоциялашган аъзоси хисобланади [19]. Бугунги кунда мамлакатмизда OIML ҳужжатлари асосида 20 та миллий стандарт қабул қилинди.

BIPM — Халқаро тарози ва ўлчовлар бюроси

BIPM (Bureau International des Poids et Mesures) 1875 йилда имзоланган Метр Конвенцияси асосида ташкил этилган ва жаҳон метрология тизимининг асосини ташкил этади [20]. BIPM ўлчовлар бирлигини таъминлашнинг глобал инфратузилмасини идора қилади. Халқаро бирликлар тизими (СИ) ва унинг эталонлари BIPM томонидан сақланади ва тарқатилади.

BIPM KCDB (Key Comparison Data Base) маълумотлар базаси орқали миллий метрология институтлари эталонларини таққослашни амалга оширади. Ушбу маълумотлар базаси аккредитация ва сертификатлаштириш натижаларининг халқаро тан олиниши учун техник асос вазифасини ўтайди.

Ўзбекистон 2018 йилда мазкур ташкилотга ассоциялашган аъзоси сифатида аъзо бўлган [21]. Бугунги кунда BIPMдаги СМС-қаторлар сони 11 тага етказилди.

GLOBAC-Глобал аккредитация ҳамкорлиги

GLOBAC («Глобал аккредитация ҳамкорлиги»)-Халқаро лабораторияларни аккредитация қилиш ҳамкорлиги (ILAC) ва Халқаро аккредитация форуми (IAF) бирлашувидан ташкил топган ягона халқаро ташкилотдир. У синов лабораториялари, инспекция органлари ва сертификатлаштириш идораларини аккредитация қилишда ягона стандартларни таъминлайди.

GLOBACнинг асосий аккредитация йўналишлари ва ташкилотлари: Лабораториялар аккредитацияси: Синов ва калибрлаш лабораторияларини (ISO/IEC 17025) аккредитация қилиш. Инспекция органлари: Инспекция органларини (ISO/IEC 17020) аккредитация қилиш. Сертификатлаштириш органлари: Маҳсулот, ходимлар ва бошқарув тизимларини сертификатлаштирувчи ташкилотларни (ISO/IEC 17021, ISO/IEC 17065) аккредитация қилиш. Ўзбекистон аккредитация маркази (O‘zAK) GLOBAC билан ҳамкорлик қилади [22].

Мазкур бешта ташкилотнинг глобал техник институционал тузилмадаги ўрни қуйидаги 1-жадвалда мужассамлаштирилган:

ISSN 3030-3907

1-жадвал.

Глобал техник институционал тузилманинг асосий ташкилотлари

Ташкилот	Таъсис йили	Аъзолар сони	Асосий функцияси
ISO	1947	168	Халқаро стандартлар ишлаб чиқиш (электротехникадан ташқари)
IEC	1906	90+	Электротехника ва электроника стандартлари
OIML	1955	127	Қонунлаштирувчи метрология тавсиялари
BIPM	1875	64	Ўлчовлар бирлиги, СИ эталонлари
GLOBAC	2024	126	Аккредитация

1.3. Халқаро техник ташкилотлар ўртасидаги функционал боғлиқлик (стандартлар–метрология–аккредитация учбурчаги)

Техник тартибга солишнинг самарали тизими стандартлаштириш, метрология ва аккредитациянинг ўзаро уйғун фаолияти асосида қурилади. Адабиётда «стандартлар–метрология–аккредитация учбурчаги» (Standards–Metrology–Accreditation Triangle, SMA Triangle) деб аталувчи ушбу модел ҳозирги кунда техник инфратузилма назариясининг асосий концептуал тушунчасидир [23].

Учбурчак элементлари ўртасидаги боғлиқлик

Стандартлаштириш ва метрологиянинг боғлиқлиги. ISO ва IEC томонидан белгиланган ўлчаш стандартлари (measurement standards) BIPM ва OIML метрология тизими орқали амалда қўлланилади. Ўлчаш натижаларининг ишончлилиги бевосита эталонларга боғлиқ бўлиб, бу ўз навбатида стандарт талабларининг тўлақонли бажарилишини таъминлайди. BIPM KCDB маълумотлар базасида сақланувчи эталонлар ISO/IEC стандартларида кўрсатилган ўлчаш белгисизлиги талабларининг асосини ташкил этади.

Метрология ва аккредитациянинг боғлиқлиги. ILAC MPA ва IAF MLA механизмлари метрологик изчилликни (metrological traceability) аккредитация шарти сифатида белгилайди. ISO/IEC 17025 стандарти — лаборатория аккредитацияси учун асосий талаб ҳужжати — синов ва калибровка натижаларининг BIPM эталонларига изчиллигини мажбурий

ISSN 3030-3907

шарт сифатида белгилайди. Бу шарт аккредитация органлари томонидан лаборатория текширувида қатъий назорат қилинади.

Стандартлаштириш ва аккредитациянинг боғлиқлиги. Аккредитация органлари ISO/IEC 17011 стандарти асосида фаолият юритади; мувофиқликни баҳолаш органлари (синов лабораториялари, сертификатлаштириш органлари) эса ISO/IEC 17025, ISO/IEC 17065, ISO/IEC 17021 ва бошқа тегишли стандартларга риоя этиши шарт. Натижада стандарт талаблари аккредитация мезони орқали амалда ижрога тортилади.

Юқорида таърифланган уч томонлама боғлиқлик механизмини назарий жиҳатдан тизимлаштирган ҳолда, уни қуйидаги 1-схема кўринишида ифодалаш мумкин:

СТАНДАРТЛАШТИРИШ (ISO / IEC)	**МЕТРОЛОГИЯ** (BIPM / OIML)	**АККРЕДИТАЦИЯ** (GLOBAC)
⬇ **Техник тартибга солишнинг интеграл тизими** ⬇ Халқаро савдода маҳсулот хавфсизлиги ва мувофиқлигининг тан олиниши		

1-схема. Стандартлар–метрология–аккредитация учбурчагининг функционал модели

Учбурчак моделининг назарий аҳамияти шундаки, у техник тартибга солишнинг уч элементидан бирини заифлаштириш бутун тизимга салбий таъсир кўрсатади, деган хулосага олиб келади. Масалан, метрология тизими ривожланмаган давлатда аккредитацияланган лаборатория мавжуд бўлса ҳам, унинг ўлчаш натижалари халқаро миқёсда тан олинмайди, чунки метрологик изчиллик таъминланмаган. Бу ҳолда сертификат ва стандарт расмий мавжуд бўлишига қарамай, товарлар халқаро бозорда рад этилиши мумкин.

JCGM — Ўлчовлар бирлиги бўйича қўшма қўмита

SMA учбурчагини мувофиқлаштирувчи ягона механизм JCGM (Joint Committee for Guides in Metrology) ҳисобланади. Ушбу орган BIPM, IEC, IFCC, ILAC, ISO, IUPAC, IUPAP ва OIML ташкилотларини бирлаштиради ва ўлчаш белгисизлигини ифодалаш учун GUM (Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement) қўлланмасини ишлаб чиқади [24]. GUM барча аккредитацияланган лабораториялар учун мажбурий методологик асос вазифасини ўтайди.

1.4. Техник тартибга солишни халқаро институционал муносабатлар назарияси асосида талқин қилиш

ISSN 3030-3907

Халқаро муносабатлар назарияси доирасида техник тартибга солишни талқин этишда учта асосий назарий концепция қўлланилади: либерал институционализм, конструктивизм ва реализм.

Либерал институционализм нуқтаи назари

Р. Кеохейн [25] ва Й. Найнинг [26] либерал институционализм назарияси халқаро институтларни давлатлар ўртасидаги ҳамкорликни осонлаштирувчи механизм сифатида кўради. Ушбу назарияга кўра, ISO, IEC, OIML, BIPM, GLOBAC каби халқаро техник ташкилотлар ўзига хос глобал «ўйин майдонлари» — давлатлар техник меъёрлар бўйича мазмунли музокаралар олиб бора оладиган ва ўзаро мажбуриятлар қабул қила оладиган форумлар вазифасини бажаради.

Либерал институционализм нуқтаи назаридан, техник стандартлар ва аккредитация тизими давлатлар ўртасидаги «норасмий ҳамкорликдаги нарх» (cost of informal cooperation) ни камайтиради. ЖСТнинг Савдодаги техник тўсиқлар тўғрисидаги Битими (СТТ)нинг ISO/IEC стандартларини «асос» сифатида тан олиши ушбу институтларни «расмийлаштириш» жараёнининг намунасидир. Давлатлар ихтиёрий равишда ушбу стандартларни миллий даражада қабул қилишади, чунки бунинг фойдалилиги (савдо тўсиқларини камайтириш, экспорт имкониятларини кенгайтириш) харажатларидан устун туради.

Конструктивизм нуқтаи назари

А. Вентнинг конструктивизм назарияси [27] давлатлар хатти-ҳаракатини объектив манфаатлар эмас, балки нормалар, қоидалар ва ўзликни тушуниш (identity) белгилайди деган асосга таянади. Ушбу назарияга кўра, халқаро техник стандартлар нафақат иқтисодий фойда ишлаб чиқарувчи восита, балки ижтимоий нормаларни тарқатувчи ва шакллантирувчи механизм ҳамдир.

Масалан, ISO 9001 сифат менежменти тизими стандарти бутун дунё бўйлаб 1 миллион 200 мингдан ортиқ ташкилот томонидан сертификатлаштирилган. Конструктивизм нуқтаи назаридан, бу фақат рақобатбардошлик механизми эмас — «сифатли бошқарув» ни белгиловчи ижтимоий нормаларнинг глобал тарқалишидир. Ушбу нормаларни қабул қилган давлатлар ва ташкилотлар «замонавий», «ишончли» ва «профессионал» сифатидаги ижтимоий идентичликни ўзлаштиради.

Реализм нуқтаи назари

Реализм мактаби (Моргентау, Уолтз) давлатлар асосан ўз куч манфаатларини кўзлайди ва халқаро институтлар улар учун воситадан иборат, деб ҳисоблайди [28]. Ушбу нуқтаи назардан, ISO ёки ILAC сингари

ISSN 3030-3907

халқаро техник ташкилотларни тўлиқ мустақил нейтрал структуралар деб бўлмайди: уларда таъсирчан давлатларнинг миллий манфаатлари акс этади.

Масалан, ISO Марказий котибиятининг Женевада жойлашган бўлиши, ISO стандартлари ишлаб чиқишда Европа ва Шимолий Америка мамлакатлари вакилларининг устун фаоллиги, ривожланаётган мамлакатларнинг кўп ҳолатларда стандарт ишлаб чиқиш жараёнига имкониятлар чегараланиши — булар реализм нуқтаи назаридан халқаро техник тузилмадаги куч асимметриясини кўрсатади. Ривожланаётган мамлакатлар учун «нейтрал» ва «ихтиёрий» бўлиб кўринган стандартлар, аслида, уларнинг ишлаб чиқариш имкониятлари ва технологик базасига мос келмаслиги туфайли де-факто тўсиқ вазифасини ўтайди.

Синтетик (интегратив) ёндашув

Замонавий тадқиқотчилар (Мёрфи, Йейтс) техник тартибга солишни халқаро муносабатлар назарияси нуқтаи назаридан тушунтиришда синтетик ёндашувни тавсия этади [29]. Бу ёндашув қуйидагиларни тан олади:

1. Халқаро техник ташкилотлар ҳамкорлик институтлари сифатида бир вақтнинг ўзида ҳам ижтимоий нормаларни тарқатади, ҳам куч манфаатларини акс эттиради.

2. Техник стандартлар — «сиёсий нейтрал» ва «техник» кўринишига қарамай — ижтимоий манфаатлар ва қийматлар ифодасидир.

3. Ривожланаётган мамлакатлар учун халқаро техник тузилмага интеграция — нафақат фойда, балки стратегик чора бўлиши керак: улар стандарт ишлаб чиқиш жараёнига фаол иштирок этиш орқали ўз манфаатларини ҳимоя қилишлари лозим.

Юқоридаги назарий таҳлил шуни кўрсатадики, техник тартибга солишнинг халқаро институционал тузилмаси нафақат техник-иқтисодий, балки сиёсий ва ижтимоий феномен ҳамдир. Ўзбекистон Республикаси каби ривожланаётган мамлакатлар учун ушбу тузилмани тушуниш ва унга стратегик равишда интеграция қилиш — иқтисодий ривожланишнинг зарурий шарти бўлиб ҳисобланади.

ХУЛОСА.

Мазкур мақолада амалга оширилган тадқиқот асосида қуйидаги илмий хулосаларни чиқариш мумкин:

1. Техник жиҳатдан тартибга солиш тушунчаси тарихий жиҳатдан тизимли ёндашувдан ижтимоий-иқтисодий, сўнгра институционал ёндашувга эволюция қилган. Ҳозирги кунда у стандартлаштириш, метрология ва мувофиқликни баҳолаш тизимини қамраб олувчи интеграл институционал феномен сифатида тушунилади.

ISSN 3030-3907

2. ISO, IEC, OIML, BIPM, GLOBAC ташкилотлари глобал техник институционал тузилманинг асосий элементларини ташкил этиб, ўзаро функционал боғлиқлик асосида фаолият юритади. Уларнинг ҳар бири техник тартибга солишнинг турли жиҳатларини — стандарт ишлаб чиқиш, ўлчовлар бирлигини таъминлаш ва мувофиқликни тан олишни — амалга оширади.

3. Стандартлар–метрология–аккредитация учбурчаги (SMA Triangle) модели техник инфратузилма самарадорлигини баҳолашнинг муҳим назарий ҳосиласи бўлиб, унинг учта элементидан бирининг заифлашуви бутун тизимга салбий таъсир кўрсатади.

4. Халқаро муносабатлар назарияси нуқтаи назаридан техник тартибга солиш либерал институционализм, конструктивизм ва реализм назарияларининг ҳар бири томонидан қисман тушунтирилади. Синтетик ёндашув — техник ташкилотларни ҳам ҳамкорлик институти, ҳам куч манфаатлари воситаси сифатида кўриш — ривожланаётган мамлакатлар учун стратегик аҳамиятга эга.

5. Ўзбекистон Республикасининг халқаро техник институционал тузилмага интеграцияси нафақат миллий стандартлар базасини янгилаш, балки ISO, IEC ва бошқа ташкилотларда фаол иштирок этиш ва мамлакат манфаатларини ҳимоя қилиш орқали амалга оширилишини тақозо этади.

АДАБИЁТЛАР

1. North D.C. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. — Cambridge: Cambridge University Press. — 152 p.
2. Williamson, O.E. (1985). The Economic Institutions of Capitalism: Firms, Markets, Relational Contracting. New York: Free Press/Simon & Schuster. — 450 p.
3. Ostrom, E. (1990). Governing the Commons: The Evolution of Institutions for Collective Action. New York: Cambridge University Press. — 280 p.
4. Yates, J., & Murphy, C.N. (2019). Engineering Rules: Global Standard Setting Since 1880. Baltimore: Johns Hopkins University Press.
5. World Trade Organization. (1994). Agreement on Technical Barriers to Trade (TBT Agreement). Geneva: WTO.
6. Council of the European Communities. (1985). Council Resolution of 7 May 1985 on a New Approach to Technical Harmonization and Standards. Official Journal C 136, 04.06.1985, pp. 1–9.
7. Council of the European Communities. (1989). Council Resolution of 21 December 1989 on a Global Approach to Conformity Assessment. Official Journal C 10, 16.01.1990, pp. 1–16.

ISSN 3030-3907

8. North, D.C. (1990). Institutions, Institutional Change and Economic Performance. Cambridge: Cambridge University Press.
9. Blind, K. (2004). The Economics of Standards: Theory, Evidence, Policy. Cheltenham: Edward Elgar Publishing. — 424 p.
10. Williamson, O.E. (1996). The Mechanisms of Governance. Oxford: Oxford University Press. — 429 p.
11. Henson, S., & Loader, R. (2001). Barriers to Agricultural Exports from Developing Countries: The Role of Sanitary and Phytosanitary Requirements. World Development, 29(1), 85–102.
12. UNIDO/OECD. (2010). Harnessing Quality for Global Competitiveness in Eastern Europe and Central Asia. Vienna: UNIDO.
13. International Organization for Standardization (ISO). (2024). ISO in Brief: International Standards for a Better World. Geneva: ISO Central Secretariat.
14. https://www.iso.org/technical-committees.html
15. https://www.iso.org/member/308878.html
16. https://www.iec.ch/about-iec
17. https://www.iec.ch/dyn/www/f?p=103:16:316751660020225::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:12899,25
18. https://www.oiml.org/en/about-oiml
19. https://www.oiml.org/en/structure/contactmember_view?IDCountry=228&M=2
20. Bureau International des Poids et Mesures (BIPM). (2019). The International System of Units (SI), 9th Edition. Sèvres: BIPM. — 216 p.
21. https://www.bipm.org/en/countries/uz
22. https://uza.uz/oz/posts/globac-global-birlashuv_655178
23. Kellermann, M. (2019). Quality Infrastructure: The Technical Basis for Trade, Innovation and Development. Braunschweig: PTB (Physikalisch-Technische Bundesanstalt). — PTB-Mitteilungen Special Edition.
24. JCGM 100:2008 (GUM). (2008). Evaluation of Measurement Data — Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. Sèvres: BIPM/IEC/IFCC/ILAC/ISO/IUPAC/IUPAP/OIML.
25. Keohane, R.O., & Nye, J.S. (1977). Power and Interdependence: World Politics in Transition. Boston: Little, Brown. — 273 p.
26. Keohane, R.O., & Nye, J.S. (1977). Power and Interdependence: World Politics in Transition. Boston: Little, Brown. — 273 p.
27. Wendt, A. (1999). Social Theory of International Politics. Cambridge: Cambridge University Press. — 429 p. (Cambridge Studies in International Relations, No. 67)

ISSN 3030-3907

28. Waltz, K.N. (1979). Theory of International Politics. Reading, MA: Addison-Wesley. (Reprinted: Long Grove, IL: Waveland Press, 2010)
29. Murphy, C.N., & Yates, J. (2009). The International Organization for Standardization (ISO): Global Governance through Voluntary Consensus. London: Routledge. — 160 p.

ISSN 3030-3907

YUQORI VA PAST KUCHLANISHLI TARMOQLARGA XIZMAT KO‘RSATISHDA ELEKTR XAVFSIZLIK QOIDALARI

Abdulazizov Bozorqul Boboqulovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti katta o‘qituvchisi
E-mail: bozorqulabdulazizov@gmail.com
Tel:+998937614292
Shaymanov Maxam Raimovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti katta o‘qituvchisi
E-mail: maxamshaymanov15@gmail.com
Tel: +998936371881

Abstract. Electrical safety is one of the most critical aspects in the operation and maintenance of electrical networks. Servicing high-voltage and low-voltage power systems involves significant risks to human life, equipment reliability, and overall system stability. This article analyzes the fundamental electrical safety rules applied during the maintenance of high-voltage and low-voltage electrical networks. Special attention is given to the classification of electrical hazards, organizational and technical safety measures, and the use of personal protective equipment. The study highlights the differences in safety requirements for networks with voltages below and above 1000 V. Additionally, modern approaches to improving electrical safety, including protective devices, grounding systems, and personnel training, are discussed. The results of the study can be applied to enhance occupational safety, reduce electrical accidents, and improve the reliability of power supply systems.

Keywords. electrical safety; high-voltage networks; low-voltage networks; occupational safety; electrical hazards; protective equipment; grounding systems.

Аннотация. Электробезопасность является одним из важнейших аспектов эксплуатatsii и обслуживания электрических сетей. Обслуживание высоковольтных и низковольтных энергосистем сопряжено со значительными рисками для жизни людей, надежности оборудования и стабильности системы в целом. В данной статье анализируются основные правила электробезопасности, применяемые при обслуживании высоковольтных и низковольтных электрических сетей. Особое внимание уделяется классификатsii электроопасностей, организатsionным и техническим мерам безопасности, а также использованию средств индивидуальной защиты. В исследовании подчеркиваются различия в требованиях безопасности к сетям с напряжением ниже 1000 В и выше. Кроме того, обсуждаются современные подходы к повышению электробезопасности, включая защитные устройства, системы заземления и

ISSN 3030-3907

обучение персонала. Результаты исследования могут быть использованы для повышения безопасности труда, снижения электроаварийности и повышения надежности систем электроснабжения.

Ключевые слова. электробезопасность; высоковольтные сети; низковольтные сети; безопасность труда; электроопасности; средства защиты; системы заземления.

Annotatsiya. Elektr xavfsizligi elektr tarmoqlarini ekspluatatsiya qilish va texnik xizmat ko‘rsatishda eng muhim jihatlardan biridir. Yuqori va past kuchlanishli elektr tizimlariga xizmat ko‘rsatish inson hayoti, uskunalarning ishonchliligi va umuman tizimning barqarorligi uchun katta xavf tug‘diradi. Ushbu maqolada yuqori va past kuchlanishli elektr tarmoqlariga texnik xizmat ko‘rsatishda qo‘llaniladigan asosiy elektr xavfsizligi qoidalari tahlil qilinadi. Elektr xavfini tasniflash, tashkiliy va texnik xavfsizlik choralari, shaxsiy himoya vositalaridan foydalanishga alohida e’tibor qaratilgan. Tadqiqotda 1000 V dan past va yuqori kuchlanishli tarmoqlar uchun xavfsizlik talablarining farqlari ta’kidlangan. Bundan tashqari, elektr xavfsizligini oshirishning zamonaviy yondashuvlari, jumladan himoya qurilmalari, yerga ulash tizimlari va xodimlarni o‘qitish masalalari muhokama qilingan. Tadqiqot natijalari mehnat xavfsizligini oshirish, elektr avariyalarini kamaytirish va elektr ta’minoti tizimlarining ishonchliligini oshirishda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar. elektr xavfsizligi; yuqori kuchlanishli tarmoqlar; past kuchlanishli tarmoqlar; mehnat xavfsizligi; elektr xavflari; himoya vositalari; yerga ulash tizimlari.

1. KIRISH.

Bugungi kunda elektr energetika tizimlarining jadal rivojlanishi yuqori va past kuchlanishli elektr tarmoqlarining keng qo‘llanilishiga olib kelmoqda. Ushbu tarmoqlarga xizmat ko‘rsatish jarayonida xodimlar doimiy ravishda elektr toki ta’siri, qisqa tutashuvlar, elektr yoyi va kuchlanish ostidagi elementlar bilan bog‘liq xavf omillariga duch keladilar. Shu sababli elektr xavfsizligini ta’minlash masalasi mehnat muhofazasi tizimining eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Yuqori kuchlanishli (1000 V dan yuqori) va past kuchlanishli (1000 V gacha) tarmoqlar elektr xavfi darajasi, himoya vositalari va xizmat ko‘rsatish tartiblari bo‘yicha bir-biridan sezilarli darajada farq qiladi. Ayniqsa, yuqori kuchlanishli tarmoqlarda elektr yoyi va masofadan ta’sir etuvchi elektr maydon kuchlanganligi xavfi yuqori bo‘lib, maxsus tayyorgarlik va qat’iy texnik qoidalarga amal qilishni talab etadi. Past kuchlanishli tarmoqlarda esa xavf nisbatan kam bo‘lsada, noto‘g‘ri ekspluatatsiya va himoya choralariga rioya qilmaslik og‘ir oqibatlarga olib kelishi mumkin [1, 3, 7].

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston Sanoat, Qurilish va Energetika Sohalarida Baxtsiz Hodisalar Tahlili (2024–2025-yillar)

So‘nggi ikki yillik ko‘rsatkichlar shuni ko‘rsatadiki, umumiy baxtsiz hodisalar soni biroz kamaygan bo‘lsa-da, energetika sohasidagi o‘lim koeffitsiyenti hali ham yuqoriligicha qolmoqda.

1-jadval

Yillik Statistika: Qiyosiy Jadval

Ko‘rsatkichlar	2024-yil	2025-yil	O‘zgarish
Umumiy baxtsiz hodisalar	868 ta	849 ta	-2.2%
Halok bo‘lganlar	261 nafar	248 nafar	-5%
Og‘ir tan jarohati olganlar	974 nafar	680 nafar	-30%
Energetika sohasidagi hodisalar	177 ta	34 ta	Keskin kamayish
Energetikada o‘lim darajasi (%)	44%	41%	-3%

So‘nggi 5 yillik Umumiy Manzara

So‘nggi besh yil ichida qayd etilgan **1000 ga yaqin** hodisaning strukturaviy taqsimoti quyidagicha:

- **Yengil tan jarohati:** 112 ta (11%)
- **Og‘ir tan jarohati:** 594 ta (59%)
- **O‘lim bilan yakunlangan:** 299 ta (30%)

Baxtsiz hodisalarning asosiy sabablari

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, fojialarning aksariyati texnik nosozlik emas, balki **inson omili** va tashkiliy xatolar tufayli yuz bermoqda:

1. **Qoidalarga bepisandlik:** Elektr xavfsizligi texnikasi talablariga rioya qilmaslik.
2. **Himoya vositalari:** Shaxsiy va jamoaviy elektr himoya vositalaridan (izolyatsiyalovchi qo‘lqop, maxsus kiyim va h.k.) foydalanmaslik.
3. **Intizom buzilishi:** Ish joyini o‘zboshimchalik bilan kengaytirish va naryad-ruxsatnomasiz (ijozatsiz) ish boshlash.
4. **Nazorat sustligi:** Ish jarayonining mas’ul shaxslar tomonidan nazorat qilinmasligi.
5. **Tashkiliy xatolar:** Texnik-tashkiliy tadbirlarning (tokdan uzish, yerga ulash, to‘siqlar qo‘yish) to‘liq bajarilmasligi.

Mazkur maqolaning maqsadi yuqori va past kuchlanishli elektr tarmoqlariga xizmat ko‘rsatishda amal qilinishi lozim bo‘lgan elektr xavfsizlik qoidalarini tizimli ravishda tahlil qilishdan iborat. Maqolada elektr xavfining asosiy turlari, tashkiliy va texnik xavfsizlik choralari, shuningdek zamonaviy himoya vositalarining ahamiyati yoritiladi. Tadqiqot natijalari elektr energetika sohasida

ISSN 3030-3907

faoliyat yurituvchi mutaxassislar uchun amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarni kamaytirishga xizmat qiladi.

2. ELEKTR TARMOQLARIDA ELEKTR XAVFI TUSHUNCHASI

Elektr toki xavfi elektr energiyasidan foydalanish jarayonida inson hayoti va sog‘lig‘iga, shuningdek tarmoqlardagi nosozliklar elektrotexnik qurilmalarning ishonchli ishlashiga tahdid soluvchi omillar majmuasini anglatadi. Elektr tarmoqlarida yuzaga keladigan xavf asosan elektr toki ta’siri, elektr yoyi, kuchlanish ostidagi ochiq o‘tkazgichlar hamda nosoz uskunalar bilan bog‘liq bo‘ladi [2, 8].

Elektr toki inson organizmiga ta’sir etganda mushaklarning spazmi, yurak faoliyatining buzilishi, nafas olishning to‘xtashi va og‘ir holatlarda o‘limga olib kelishi mumkin. Tokning ta’sir darajasi kuchlanish qiymati, tok chastotasi, ta’sir davomiyligi hamda inson tanasining elektr qarshiligiga bog‘liq bo‘ladi. Ayniqsa, nam muhitda va metall konstruksiyalar yaqinida ishlash elektr jarohati xavfini sezilarli darajada oshiradi.

2.1.Elektr tokining inson organizmiga ta’siri

Olib borilgan ko‘plab izlanishlar elektr toki inson organizmiga ta’sir qilganda termoelektirik, elektrolitik va biologik o‘zgarishlar yuz berishini ko‘rsatdi [1, 6].

Elektr tokining *issiqlik ta’sirida* inson tanasi ba’zi qismlarida kuyish, qon tomirlari va asab hujayralarining qizishi natijasida zararlanish; e*lektrolitik ta’sirida esa*, qon yoki hujayralar tarkibidagi tuzlarning parchalanishi, qonning fizik va kimyoviy xususiyatlarini o‘zgarish (bunda elektr toki markaziy asab va yurak tizimini kesib o‘tmasdan tananing ba’zi bir qismlarigagina ta’sir ko‘rsatishda ro‘y beradi) holati yuz beradi [4, 6].

Elektr toki inson tanasiga *biologik ta’siri* natijasida tirik hujayralar, muskullarning keskin qisqarib, organizmdagi bioelektrik jarayonlarning buzilishi ro‘y beradi. Yuqori kuchlanishdagi elektr tokining ta’sirida inson organizmi biotoklari tartibini buzadi va inson organizmida tok urish hodisasi vujudga keladi. Ya’ni, boshqarilmay qolgan organizmda hayot faoliyatining ba’zi bir vazifalari, nafas olish tizimlari ishlarining buzilishi, qon aylanish tizimining ishlamay qoladi [7].

Ilmiy tadqiqotlar elektr toki mahalliy ta’siri va urishi mavjudligini ko‘rsatdi. Izlanishlar kuyib qolish va teri qatlami metallanib qolishi mahalliy ta’sir ekanligini isbotlaydi [3, 7].

Elektr toki urishi xavflilik darajalari 1-jadvalda keltirilgan

ISSN 3030-3907

1-jadval

Elektr toki urishi xavflilik darajalari

Daraja	Holat	Oqibat	Xavf Darajasi
I	Hushida	Faqat mushak qisqarishi	⚠ Past
II	Hushsiz	Nafas/Yurak ishlab turibdi	⚠ ⚠ O‘rta
III	Hushsiz	Nafas yoki yurak to‘xtashi	⚠ ⚠ ⚠ Yuqori
IV	Klinik o‘lim	Hayot alomatlari butkul yo‘q	❗ ❗ O‘ta xavfli

Elektr tokining inson organizmiga ko‘rsatadigan salbiy ta’siri ko‘p faktorli jarayon bo‘lib, u quyidagi determinantlarga bevosita bog‘liq:

Eksponometrik ko‘rsatkich: Tokning tana orqali o‘tish davomiyligi (vaqt ortishi bilan organizmning umumiy qarshiligi pasayadi va patologik o‘zgarishlar kumulyativ (qaytmas) xarakter kasb etadi);

Individual-fiziologik xususiyatlar: Insonning jismoniy holati, yoshi va asab tizimining o‘ziga xosligi;

Elektrotexnik parametrlar: Tokning turi (o‘zgaruvchan yoki o‘zgarmas) hamda uning chastotasi;

O‘m qonuniga muvofiq, inson tanasidan oqib o‘tuvchi tok miqdori qo‘yilgan kuchlanishga to‘g‘ri proporsionaldir. Inson organizmining umumiy elektr qarshiligi (impedans) ikki tarkibiy qismdan iborat:

$$I=\frac{U}{R} \qquad R_{ekv}=R_{oyoq}+R_{Pol}+R_{inson}$$

Epidermis (teri) qarshiligi: Tashqi qavatning holatiga ko‘ra keskin farq qiladi. Quruq va butun teri 2000 dan 20 000 Om gacha himoya to‘sig‘ini yaratsa, namlangan yoki shikastlangan teri holatida bu ko‘rsatkich 40–500 Om gacha pasayadi;

Ichki a’zolar qarshiligi: Gomeostaz muhiti tufayli ichki organlar past qarshilikka ega;

Muhandislik va texnik xavfsizlik hisob-kitoblarida inson tanasining o‘rtacha hisobiy qarshiligi 1000 Om miqdorida standartlashtirilgan.

3. TOK KUCHI MIQDORIGA KO‘RA KLINIK TASNIF (50 GS CHASTOTADA)

Tokning miqdoriy ko‘rsatkichi organizmda yuzaga keladigan asoratlarning og‘irlik darajasini belgilaydi:

Sezish chegarasi (0,6–1,5 mA): Inson subyektiv ravishda elektr ta’sirini his qila boshlaydigan minimal qiymat.

ISSN 3030-3907

Qo‘yib yubormaydigan tok (10–15 mA): Mushaklarning ixtiyorsiz tetanik qisqarishi natijasida inson o‘z harakatlarini nazorat qilish qobiliyatini yo‘qotadi va tok manbaidan mustaqil uzila olmaydi.

Fiziologik xavfli tok (25–50 mA): Ko‘krak qafasi mushaklarining spazmi natijasida nafas olish funksiyasi qiyinlashadi, uzoq vaqt ta’sir etganda asfiksiya (bo‘g‘ilish) yuz berishi mumkin.

Fibrillyatsion chegara (100 mA va undan yuqori): Yurak mushaklarining tartibsiz qisqarishiga (fibrillyatsiya) olib keladi, natijada qon aylanishi to‘xtaydi va biologik o‘lim xavfi yuzaga keladi.

4. CHASTOTA VA TOK TURINING AHAMIYATI

Elektropatologiyada o‘zgaruvchan tokning 20–100 Gs diapazoni inson hayoti uchun eng xavfli chastota hisoblanadi. Chastota oshishi bilan (ayniqsa yuqori chastotali toklarda) tokning asab-mushak tizimiga ta’siri kamayadi, biroq termik (kuydirish) xavfi saqlanib qoladi.

O‘zgarmas tok o‘zgaruvchan tokka nisbatan birmuncha xavfsizroq hisoblanadi. Uning sezish chegarasi 6–7 mA ni, "ushlab qoluvchi" chegarasi esa 50–70 mA ni tashkil etadi. Yurak faoliyatiga kritik ta’sir ko‘rsatish chegarasi esa taxminan 300 mA atrofida

Elektr jarohatlari shartli ravishda to‘g‘ridan-to‘g‘ri va bilvosita ta’sir natijasida yuzaga keladigan jarohatlarga bo‘linadi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sir kuchlanish ostidagi qismlarga tegish natijasida sodir bo‘lsa, bilvosita ta’sir kuchlanish ostida qolgan korpuslar yoki yerga ulanmagan elementlar orqali yuzaga keladi. Shuningdek, elektr yoyi bilan bog‘liq kuyishlar va mexanik jarohatlar ham elektr xavfining muhim ko‘rinishlari hisoblanadi.

Ishlab chiqarish sharoitida jarohat olish ko‘rsatkichlari quyidagicha aniqlanadi:

Takrorlanish koeffitsiyenti:

$$K_T = \frac{T}{P_S}\ 1000,$$

bunda: T-hisobot davri uchun jarohat olganlar soni [odam];

P_S-korxona ishchi xizmatchilari o‘rtacha soni [odam];

K_T-Jarohatlanish og‘irlik koeffitsiyenti $K_T = \frac{D_n}{T_i}$;

D_n-jarohatlanish sababli ishchi hodimlarning ishga yaroqsiz kunlari soni;

T_i-jarohat olganlar soni (o‘lganlardan tashqari [odam].

Elektr tarmoqlarida avariyalar ko‘pincha texnik nosozliklar, noto‘g‘ri ekspluatatsiya, himoya vositalarining yetishmasligi hamda xodimlarning xavfsizlik qoidalariga rioya qilmasligi oqibatida yuzaga keladi. Shu sababli elektr xavfsizligini ta’minlash kompleks yondashuvni, ya’ni tashkiliy, texnik va

ISSN 3030-3907

individual himoya choralarini talab qiladi.

Past kuchlanishli tarmoqlarga xizmat ko‘rsatishda elektr xavfsizlik qoidalari

Past kuchlanishli elektr tarmoqlari 1000 V gacha bo‘lgan kuchlanishda ishlovchi tizimlarni o‘z ichiga oladi va ular sanoat, maishiy hamda ijtimoiy infratuzilmalarda keng qo‘llaniladi. Ushbu tarmoqlarda elektr xavfi yuqori kuchlanishli tizimlarga nisbatan past bo‘lsada, noto‘g‘ri xizmat ko‘rsatish og‘ir oqibatlarga olib kelishi mumkin.

1000 V kuchlanishgacha bo‘lgan, elektr uskunalarda yakka o‘zi xizmat qiluvchi navbatchi yoki tezkor-ta’mirlash xodimi III guruhga ega bo‘lishi kerak. Kuchlanish ostida bo‘lgan, elektr uskunani to‘siqsiz tok o‘tkazuvchi qismiga *1-jadvalda* qayd etilganidan kam masofaga yuk ko‘taruvchi va boshqa mashina-mexanizmlarning, hamda shaxslarning yaqinlashi- shi man etiladi.

Elektrstansiya va podstansiya elektr uskunalarini yakka o‘zi ko‘rib chiqishni, elektr xavfsizligi bo‘yicha III guruhga ega bo‘lgan, navbatchi yoki tezkor-ta’mirlash xodimi yoki V guruhga ega bo‘lgan, ma’muriy-texnik xodim yoki korxona rahbariyati bajarishi mumkin.

Elektrotexnikaga aloqasi bo‘lmagan xodimlar elektrstansiya va podstansiya elektr uskunalarini ko‘rib chiqishni va ekskursiyani, korxona ma’muriyatining ruxsati bo‘lgan, yakka o‘zi ko‘rib chiqish huquqiga ega bo‘lgan, IV guruhli xodim nazorati ostida o‘tkazishi mumkin. Elektr uskunalarida xizmat qilmaydigan xodim elektr uskunaga navbatchi yoki tezkor-ta’mirlash xodimi yoxud, yakka o‘zi ko‘rib chiqish huquqiga ega bo‘lgan, xodim hamrohligida ijozat berib kirgizilishi mumkin.

Nazoratchi xodim elektr uskunada ishlashga ruxsat etilgan ishchi xavfsizligini to‘la ta’minlashi, hamda tok o‘tkazuvchi qismiga mutlaqo yaqinlashmaslik haqida ogohlantirishi kerak.

Past kuchlanishli tarmoqlarga xizmat ko‘rsatishda, avvalo, ishni tashkil etish bilan bog‘liq xavfsizlik choralariga amal qilinishi zarur. Bunda ish joyini tayyorlash, kuchlanishni o‘chirish, ogohlantiruvchi belgilarni o‘rnatish va ruxsatnoma asosida ish olib borish muhim hisoblanadi. Xizmat ko‘rsatishdan oldin elektr qurilmalarining kuchlanishdan uzilganligi maxsus o‘lchov asboblari yordamida tekshirilishi shart.

Texnik xavfsizlik choralariga izolyatsiyalangan asbob-uskunalardan foydalanish, himoya avtomatikalari va yerga ulash tizimlarining soz holatda bo‘lishi kiradi. Past kuchlanishli tarmoqlarda himoya uzgichlari, differensial tok relelari va sug‘urtalarning to‘g‘ri tanlanishi elektr xavfsizligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi.

ISSN 3030-3907

Shaxsiy himoya vositalari past kuchlanishli tarmoqlarda ishlovchi xodimlar uchun majburiy hisoblanadi. Bular dielektrik qo‘lqoplar, izolyatsiyalangan poyabzallar, himoya ko‘zoynaklari va maxsus kiyimlardan iborat. Ushbu vositalarning muntazam tekshirib turilishi va yaroqlilik muddatiga rioya qilinishi elektr jarohatlarining oldini olishga xizmat qiladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlarga xizmat ko‘rsatishda elektr xavfsizlik qoidalari

Yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlari 1000 V dan yuqori kuchlanishda ishlovchi elektr uzatish va taqsimlash tizimlarini qamrab oladi. Ushbu tarmoqlar elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatishda muhim ahamiyatga ega bo‘lsa-da, ularga xizmat ko‘rsatish jarayoni inson hayoti uchun yuqori xavf darajasi bilan tavsiflanadi. Shuning uchun yuqori kuchlanishli tarmoqlarda elektr xavfsizligini ta’minlash qat’iy me’yor va qoidalarga asoslanadi.

1000 V kuchlanishdan yuqori bo‘lgan elektr uskunalarda yakka o‘zi xizmat qiluvchi navbatchi yoki tezkor-ta’mirlash xodimi, shuningdek navbatchilik qilayotgan katta navbatchi elektr xavfsizligi bo‘yicha IV guruhga, qolgan xodimlar esa III guruhga ega bo‘lishi shart.

1000 V kuchlanishdan yuqori bo‘lgan, elektr uskunalarni ko‘rib chiqish paytida tok o‘tkazuvchi qismlari “Energetika obyektlarida elektr ta’mirlash ishlarini olib borishda xavfsizlik texnikasi qoidalari”*da* ko‘rsatilgandan kam masofaga yaqinlashishga qarshi qo‘yiladigan to‘siqlar bilan jihozlanmagan xonalarga kirish man etiladi. 1000 V kuchlanishgacha bo‘lgan, elektr uskunani ko‘rib chiqishda shchit, elektr uskuna, o‘lchov asbobi joylashgan shkaf, boshqaruv pulti va boshqa uskunalar eshigini ochishga ruxsat etiladi. Elektr uskunani ko‘rib chiqish jarayonida biror-bir ishni bajarish man qilinadi.

6-35 kV kuchlanishli elektr uskunada yerga tutashish sodir bo‘lsa, xodimlarni yopiq taqsimlovchi elektr uskunada 4-metrdan, ochiq taqsimlovchi elektr uskuna va uzatish tarmog‘ida 8-metrdan kam masofaga yaqinlashishga faqat tarmoqni tezda o‘chirish, iste’molchini boshqa tarmokdan ulash, hamda kuchlanish ta’siriga tushib qolgan shaxsni qutqarish uchun ruxsat etiladi. Bunday hollarda, elektr uskunada ishlatiladigan himoya vositalaridan foydalanish zarur [2, 3, 4, 5].

Yuqori kuchlanishda elektr xavfining asosiy xususiyati elektr yoyi hosil bo‘lish ehtimolining yuqoriligi bilan bog‘liq. Elektr yoyi bevosita tegishsiz ham, ma’lum masofadan ta’sir ko‘rsatib, og‘ir kuyishlar va texnik nosozliklarga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli kuchlanish ostida joylashgan elementlar bilan ishlash faqat maxsus ruxsatnoma va texnik tayyorgarlik asosida amalga oshiriladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlarga xizmat ko‘rsatish odatda ikki usulda bajariladi: kuchlanishdan uzilgan holda va kuchlanish ostida ishlash.

ISSN 3030-3907

Kuchlanishdan uzilgan holda ishlashda elektr uskunalari to‘liq o‘chiriladi, yerga ulanadi va blokirovka tizimlari yordamida tasodifiy yoqilishning oldi olinadi. Bu jarayonda kuchlanish yo‘qligi maxsus ko‘rsatkichlar bilan tekshirilishi majburiy hisoblanadi.

Kuchlanish ostida ishlash esa faqat maxsus tayyorgarlikdan o‘tgan, tegishli malaka guruhiga ega bo‘lgan xodimlar tomonidan bajariladi. Bunda izolyatsiyalangan asboblar, dielektrik platformalar va masofadan ishlash texnologiyalaridan foydalaniladi. Ushbu usul elektr ta’minotini uzmasdan texnik xizmat ko‘rsatish imkonini bersa-da, xavfsizlik choralariga qat’iy rioya etishni talab qiladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda yerga ulash tizimlari elektr xavfsizligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Yerga ulash kuchlanish ostida qolgan metall qismlarda xavfli potensiallarning paydo bo‘lishini oldini oladi hamda qisqa tutashuv vaqtida himoya qurilmalarining tezkor ishlashini ta’minlaydi. Bundan tashqari, avtomatik himoya va signalizatsiya tizimlari avariya holatlarini erta aniqlashga xizmat qiladi.

Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda ishlovchi xodimlar uchun muntazam o‘quv mashg‘ulotlari, bilimlarni tekshirish va attestatsiya jarayonlari tashkil etilishi zarur. Xodimlarning elektr xavfsizligi bo‘yicha bilim darajasi ularning malaka guruhlari orqali baholanadi va bu xizmat ko‘rsatish jarayonida yuzaga keladigan xavflarni sezilarli darajada kamaytiradi.

5. ELEKTR XAVFSIZLIGINI TA’MINLASHNING ZAMONAVIY USULLARI

Zamonaviy elektr energetika tizimlarida elektr xavfsizligini ta’minlash an’anaviy himoya choralarini ilg‘or texnologiyalar bilan uyg‘unlashtirishni talab etadi. Raqamlashtirish, avtomatlashtirish va intellektual boshqaruv tizimlarining joriy etilishi elektr tarmoqlarida xavf omillarini erta aniqlash va ularning oldini olish imkonini bermoqda.

Elektr xavfsizligini oshirishda avtomatik himoya qurilmalari muhim ahamiyat kasb etadi. Differensial tok relelari, avtomatik o‘chirgichlar va kuchlanish nazorati tizimlari qisqa tutashuv, ortiqcha yuklanish hamda izolyatsiya buzilishi holatlarida tarmoqni tezkor uzib, xodimlar va uskunalarni himoyalaydi. Ushbu qurilmalar past va yuqori kuchlanishli tarmoqlarda keng qo‘llanilib, avariya ehtimolini sezilarli darajada kamaytiradi.

Yerga ulash va potensiallarni tenglashtirish tizimlari elektr xavfsizligini ta’minlashning asosiy texnik choralari hisoblanadi. Zamonaviy yerga ulash qurilmalari tuproq qarshiligini doimiy monitoring qilish imkonini berib, himoya samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari, chaqmoqdan himoya tizimlari yuqori

ISSN 3030-3907

kuchlanishli ob’ektlarda tashqi ta’sirlar natijasida yuzaga keladigan xavflarni bartaraf etishga xizmat qiladi.

Raqamli monitoring va masofadan boshqarish tizimlari elektr tarmoqlarining real vaqt rejimida holatini kuzatish imkonini beradi. Sensorlar va intellektual o‘lchov qurilmalari yordamida tok, kuchlanish va harorat kabi parametrlar tahlil qilinib, nosozliklar paydo bo‘lishidan oldin aniqlanadi. Bu esa texnik xizmat ko‘rsatishni rejalashtirish va xavfli holatlarning oldini olishga imkon yaratadi.

Elektr xavfsizligini ta’minlashda inson omili ham muhim o‘rin tutadi. Zamonaviy o‘quv dasturlari, simulyatorlar va virtual treninglar yordamida xodimlarning bilim va ko‘nikmalarini oshirish mumkin. Xalqaro standartlarga asoslangan malaka oshirish va attestatsiya tizimlari elektr tarmoqlarida xavfsiz mehnat sharoitlarini yaratishga xizmat qiladi.

Shuningdek, IEC, IEEE va ISO kabi xalqaro standartlarning joriy etilishi elektr xavfsizligi bo‘yicha yagona talablarni belgilab, texnik va tashkiliy choralarni muvofiqlashtirish imkonini beradi. Ushbu standartlar asosida ishlab chiqilgan me’yoriy hujjatlar elektr tarmoqlarining ishonchli va xavfsiz ishlashini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

XULOSA. Ushbu maqolada yuqori va past kuchlanishli elektr tarmoqlariga xizmat ko‘rsatishda elektr xavfsizlik qoidalarining asosiy jihatlari tizimli ravishda tahlil qilindi. Tadqiqot jarayonida elektr vfining kelib chiqish sabablari, inson organizmiga elektr toki ta’siri hamda elektr jarohatlarining asosiy turlari yoritib berildi. Past va yuqori kuchlanishli tarmoqlarning ekspluatatsiya sharoitlari o‘ziga xos xususiyatlarga ega ekanligi, shu sababli ularga nisbatan qo‘llaniladigan xavfsizlik choralari ham farqlanishi asoslab berildi.

Past kuchlanishli tarmoqlarda elektr xavfi nisbatan kam bo‘lsada, himoya vositalaridan noto‘g‘ri foydalanish va tashkiliy choralar yetarli darajada ko‘rilmasligi jiddiy baxtsiz hodisalarga olib kelishi mumkinligi aniqlandi. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda esa elektr yoyi, masofaviy ta’sir va kuchlanish ostida ishlash bilan bog‘liq xavflar ustun bo‘lib, qat’iy texnik reglamentlar va malakali xodimlar ishtirokini talab etadi.

Shuningdek, maqolada elektr xavfsizligini ta’minlashning zamonaviy usullari, jumladan avtomatik himoya qurilmalari, yerga ulash tizimlari, raqamli monitoring va xalqaro standartlarning ahamiyati ko‘rsatib berildi. Ushbu choralarni kompleks ravishda qo‘llash elektr tarmoqlarida avariya holatlarini kamaytirish, xodimlar hayotini muhofaza qilish va elektr ta’minoti ishonchliligini oshirishga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari elektr energetika sohasida faoliyat yurituvchi mutaxassislar uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR

1. Abdulazizov B.B., Shaymanov M.R., Saparov D.I. “Elektr xavfsizligi”- darslik – T.: Noshir, 2025.- 240 b.
2. B.B.Abdulazizov, M.R.Shaymanov,TerDMAU; - Ishlab chiqarishni avtomatlashtirish axamiyatlari; O‘zbekiston agrar fani xabarnomasi -ilmiy amaliy jurnal №2 (20) 2025
3. B.B.Abdulazizov, M.R.Shaymanov,TerDMAU;- “Ilmiy-texnikaviy taraqqiyotida energetikaning roli” O‘zbekiston agrar fani xabarnomasi -ilmiy amaliy jurnal №2 (20) 2025
4. B.B.Abdulazizov, M.R.Shaymanov,TerDMAU - Расчет энергетической яркости излучения Журнал «Проблемы энерго- и ресурсосбережения» специальный выпуск (№88)-2025 г
5. B.B.Abdulazizov, M.R.Shaymanov,TerDMAU--«The role of the topalang and zarchob hydropower plants in the development of surkhandaryas energy sector» Журнал «Проблемы энерго- и ресурсосбережения» специальный выпуск (№88)-2025 г
6. Elektr qurilmalarni ekspluatasiya qilishda xavfsizlik texnikasi qoidalari. “O‘zDavEnergoNazorat” elektr energetikada nazorat bo‘yicha davlat inspeksiyasi. -T.: Mehnat. 2022.
7. Energetika obyektlarida elektr ta’mirlash ishlarini olib borishda xavfsizlik texnikasi qoidalari. “O‘zDavEnergoNazorat” elektr energetikada nazorat bo‘yicha davlat inspeksiyasi. -T.: Mehnat. 2020.
8. Elektr uskunalarining tuzilish qoidalari. “O‘zDavEnergoNazorat” elektr energetikada nazorat bo‘yicha davlat inspeksiyasi. -T.: Mehnat. 2020.
9. Elektr energetika uskunalariga xizmat ko‘rsatishda yuz bergan baxtsiz hodisalar oqibatida jabrlanganlarga shifokordan oldin yordam ko‘rsatish bo‘yicha yo`riqnoma. “O‘zDavEnergoNazorat” elektr energetikada nazorat bo‘yicha davlat inspeksiyasi. -T.: Mehnat. 2020.
10. Qurbonazarov S.E., Qodirov J.U., Mengliboyev S.M., Isomoilov U.F., Egamberdiyev A.J. - Elektr qurilmalari bilan ishlashda elektr va texnika xavfsizligi. “Respublikamizda ekologiya va hayot faoliyati xavfsizligi muammolari va yechimlari” mavzusidagi respublika ilmiy-texnik anjumani. Termiz 2024-yil 17-aprel. 392-396 betlar.
11. Qurbonazarov S.E., Poyonov N.SH., Islomov Z.Z., Bobomurodov B.B. - Elektr tokining inson organizmiga ta’siri. “Respublikamizda ekologiya va hayot faoliyati xavfsizligi muammolari va yechimlari” mavzusidagi respublika ilmiy-texnik anjumani. Termiz 2024-yil 17-aprel. 353-358 betlar

ISSN 3030-3907

12. Qurbonazarov S.E., Qodirov J.U., Oktyabrov D.O., Rustamov A.I., O‘rolov O.R. - Elektr maydoniga tushgan jabrlanuvchiga yordam ko‘rsatish. “Respublikamizda ekologiya va hayot faoliyati xavfsizligi muammolari va yechimlari” mavzusidagi respublika ilmiy-texnik anjumani. Termiz 2024-yil 17-aprel. 325-330 betlar.
13. Qurbonazarov S.E., Abdurasulov K.F., Ibodullayev I.H., Qurbonov B.B., Xushnazarov J.Z. - Elektr uzatish liniyalarida ishlaganda xavfsizlik qoidalari. “Respublikamizda ekologiya va hayot faoliyati xavfsizligi muammolari va yechimlari” mavzusidagi respublika ilmiy-texnik anjumani. Termiz 2024-yil 17-aprel. 331-335 betlar

ISSN 3030-3907

ATMOSFERA IFLOSLIKLARIDA HAVO ELEKTR UZATISH LINIYALARI ISHONCHLI ISHINI TA'MINLOVCHI INNOVATSION IZOLYATOR

Xushboqov Baxtiyor Xudoymurodovich
TerDMAU "Energetka" kafedrasi dotsenti, t.f.n.
https://orcid.org/0000-0001-7176-8859
Qurbonazarov Suhrob Erkin o'g'li
TerDMAU "Energetika" kafedrasi katta o'qituvchisi
https://orcid.org/my-orcid?orcid=0009-0007-0604-6949
Rashidov Sharofiddin O'rolovich
TerDMAU Energetika" kafedrasi magistranti
Musurmonov Yorbek Botirovich
TerDMAU "Energetika" kafedrasi magistranti

Annotatsiya. Atmosferasi buzilgan hududlarda havo elektr uzatish liniyalari izolyatorlari ifloslanishi natijasida sizib o'tish toki paydo bo'lib, ishonchli elektr ta'minoti barqarorligi buzilishi va ushlab turuvchi konstruksiyalar yemirilishi oldini olishga xizmat qiluvchi izolyatorning innovatsion turi taklif etilgan. Izolyator konstruksiyasi turli bajarishli ko'rinishda berilgan.

Kalit so'zlar: izolyator, himoya qobig'i, murakkab ekologik sharoitlar.

Аннотация. Предложен инновационный тип изолятора для предотвращения токов утечки, возникающих при загрязнении изоляторов воздушных линий электропередачи в зонах с нарушенной атмосферой, которые могут нарушить стабильность надежного электроснабжения и повредить несущие конструкции. Представлена конструкция изолятора в различных вариантах.

Ключевые слова: изолятор, защитная оболочка, сложные условия окружающей среды.

Abstract. An innovative type of insulator is proposed to prevent leakage currents from contamination of overhead power line insulators in areas with a disturbed atmosphere, which can disrupt the stability of reliable power supply and damage supporting structures. The insulator design is presented in various versions.

Keywords: insulator, protective shell, complex environmental conditions.

KIRISH.

Elektr energetika tizimlarida elektr energiyasini uzoq masofalarga uzatishda havo elektr uzatish liniyalari (HEUL) keng qo'llaniladi. Bunday tizimlarda tok o'tkazuvchi simlar metall tayanchlardan izolyatsiya qilinishi kerak. Shu maqsadda turli konstruktsiyadagi izolyatorlar ishlatiladi.

Izolyatorlar elektr tokini tayanch konstruktsiyalariga o'tishini oldini oladi hamda mexanik yuklamalarni ushlab turadi. Yuqori kuchlanishli elektr uzatish

ISSN 3030-3907

liniyalarida izolyatorlarning ishonchliligi tizim barqarorligini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Kuchli chang iqlimli va sanoat rivojlangan zonalarda elektr ta’minoti barqarorligini ta’minlovchi izolyator qo‘llash masalasi dolzarb ahamiyat kasb etadi.

Ishlab chiqarishda yuqori kuchlanish sharoitida ichki bo‘shliqli, sterjenli va yuqori qismida uchli bo‘lgan hamda sterjen tashqi yuzasini chidamli materialdan halqasimon qovurg‘a shaklidagi detal qamrab olgan, sterjen ichki qismida oraliqsiz holda tok o‘tkazuvchi materialdan himoya silindri o‘rnatilgan shtirli (bigizsimon) liniyaviy izolyator qo‘llaniladi [1].

Ushbu yuqori voltli izolyatorda ifloslanish oqibatida yuzaga keluvchi tok natijasida paydo bo‘luvchi, izolyator uchlari orasidagi qisqa yo‘ldan elektr yoyi sababli izolyator teshilishi salbiy oqibatlaridan qutilish qiyin.

Taklif qilinayotgan izolyator

Bu oqibatni bartaraf etish uchun izolyator uchlaridagi izolyatsiya va yerlash elementidan foydalanishdagi texnik yechim keltiriladi [2, 3].

Ko‘tarib turuvchi konstruksiyalarni tok va kuchli elektr yoyi ta’sirida yuzaga keluvchi elektrli korroziya (chirish) va boshqa salbiy oqibatlardan himoyalash uchun ushbu texnik yechimda qismlarga (ikki izolyator va yerlash qo‘yilmasi) foydalanilgan [2, 3, 4]. Biroq, ushbu yechim o‘zining ijobiy afzalliklariga qaramasdan konstruksiyaning har bir qismini tayyorlashdagi yuqori narxi sababli sanoat miqyosida qo‘llash imkoniyati cheklanadi.

Mualliflar Rossiya Federatsiyasi “Forenergo-Injiniring” MChJ nomidan N.A.Karasev, M.V.Shelenberg, E.A.Yudanovlar 2019-yilda olgan №RU 2695802 raqamli ixtiro uchun patentga e’tibor qaratishdi. Ixtirochilar tayyorlash tannarxi arzon izolyatorni yuqori elektr tavsiflari izolyator balandligi va tok oqish yo‘li uzunligini optimal tanlab bajarishgan [5, 6].

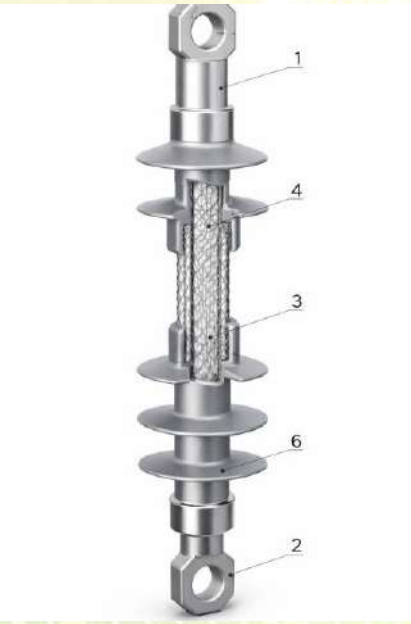
Yuqorida keltirilgan ijobiy texnik natijaga izolyator konstruksiyasiga kiritilgan yangiliklar evaziga erishilgan. Uchlarida chetki izolyator o‘rnatilgan va yerlashtirlgan izolyatorda izolyatsiyalovchi element kamida bitta himoya qatlamli va kamida bir yerlash qo‘yilmasi sterjen oxirlariga mahkamlangan metal vtulka shaklida bajarilgan shishali plastik yoki bazaltli plastik sterjen ko‘rinishida tayyorlangan. Sterjen homoya qatlami kremniyli organika yoki tashqi muhitga chidamli plastik massadan yoki ularning kombinatsiyasidan tayyorlanadi. Bunda himoya qatlami: izolyator chetlaridagi izolyatsiyalovchi uchlarga va vtulkaga kirishi mumkin; izolyator chetlaridagi izolyatsiyalovchi uchlarga kirishi mumkin; vtulkaga kirishi mumkin. Metal vtulka himoyalovchi qobiq bilan yopilgan sterjen uchastkasidagi izolyator chetlaridagi izolyatsiyalovchi uchlarga mahkamlangan. Vtulkani yerlash mahkamlash elementlari yoki elektrodlar vositasida bajarilgan.

ISSN 3030-3907

Vtulkaga mahkamlash elementlari payvand yordamida mahkamlangan. Izolyator qurilish balandligi tok o‘tish yo‘li uzunligini 80 dan 40000 mm gacha ta’minlab 100 dan 10000 mm gacha bo‘ladi.

Taklif etilayotgan izolyator mohiyatini 1-rasmda keltirilgan HEUL ga mahkamlanmagan izolyator chizmasida ko‘rish mumkin.

Taklif qilinayotgan izolyator ikki izolyator chetki qismlaridan (1,2), yerlash qo‘yilmasidan (3), hamda izolyator chetki qismlari va yerlash qo‘yilmasini mexanik ulovchi izolyatsion elementdan (4) tashkil topadi. Izolyator chetki qismi 1 ushlab turuvchi konstruksiya bilan masalan elektr energetika obyekti bilan birlashadi (rasmda ko‘rsatilmagan). Izolyator chetki qismi 2 HEUL o‘tkazgichi bilan tutashadi. Izolyatsion element shishali plastik yoki bazaltli plastik sterjen 4 ko‘rinishida, yerlash qo‘yilmasi 3 esa izolyator chetki qismlar 1 va 2 orasida sterjen 4 da bir yoki bir necha metal vtulka ko‘rinishida mahkamlanadi (masalan presslanadi). Sterjen 4 himoya qobig‘i bilan yopiladi.



1-rasm. Taklif etilayotgan izolyatorning konstruktiv ko‘rinish: 1, 2 – izolyator chetki qismlari; 3 – yerlash qo‘yilmasi; 4 - shishali plastik yoki bazaltli plastik sterjen ko‘rinishida tayyorlangan izolyatsion element; 5, 6 – himoyalovchi qobiq

1-rasmda ikkita kremniy organik himoya qobig‘i 5, 6 ko‘rsatilgan, ushbu qobiqni iqlimga chidamli plastik massa yoki yuqorida keltirilgan materiallar kombinatsiyasidan tayyorlanadi. Himoya qobiqlari 5, 6 izolyator chetki qismlari 1, 2 ga va vtulka 3 ga kirishi (1-rasm), yoki izolyator chetki qismlari 1, 2 ga kirishi yoki vtulka 3 ga kirishi mumkin. Bundan tashqari, metal vtulka 3 himoya qobig‘i 5 va 6 bilan o‘ralgan izolyator chetki qismlari 1, 2 orasidagi sterjen 4 ga ham mahkamlanishi mumkin [5, 6].

ISSN 3030-3907

Agar yerlash qo‘yilmasi 3 yerlash imkoniyati bilan bajarilsa, unda yerlash vtulka 3 ga payvandlanadigan mahkamlash elektrodi yoki elektrodlari bilan bajariladi (1-rasmda ko‘rsatilmagan).

Izolyator balandligi tok o‘tish yo‘li 80 dan 40000 mm ga bo‘lishini ta’minlab 100 dan 10000 mm gacha ko‘lamda tanlanadi.

Taklif qilinayotgan izolyator [6, 7] tayyorlash tannarxi arzonligi (yerlash qo‘yilmasi, izolyatsion element (sterjen) va izolyator chetki qismlari bir yaxlit detal ko‘rinishida tayyorlanishi moddiy xarajatlarni sezilarli kamaytiradi), izolyator balandligi optimal qiymatiga erishish evaziga yuqori elektr razryad tavsiflari bilan farqlanib, kremniy-organik materiallar yoki iqlimga chidamli plastik massa yoki ularning kombinatsiyasidan tayyorlangan himoya qobig‘i bilan shisha plastik (bazaltli plastik) sterjen, izolyator chetki qismlari va yerlash qo‘yilmasi qoplanganligi sababli sanoat rivojlangan va atmosfera o‘ta ifloslangan rayonlarda ishonchli ishlashi bilan xarakterlanadi.

XULOSA.

Xulosa sifatida quyidagilarni keltirish mumkin:

1. Shisha-plastik yoki bazalt-plastik sterjen ko‘rinishida bajarilgan va kamida bitta himoya qobig‘i ko‘rinishida bajarilgan, uchlari bo‘ylab uchliklar o‘rnatilgan izolyatsion elementdan tashkil topgan izolyatorning izolyatsion elementida uchliklar orasiga mahkamlangan va vtulka ko‘rinishida bajarilgan kamida bitta yerga ulagich qo‘yilmasi bilan ta’minlangan.

2. Taklif qilinayotgan izolyatorda sterjenning himoya qobig‘i kremniy organikadan yoki atmosferaga chidamli plastik massalardan yoki yuqorida ko‘rsatib o‘tilgan materiallarning kombinatsiyasidan tayyorlangan.

3. Ushbu izolyator himoya qobig‘i izolyator chetki qismlari va vtulkaga kiradi.

4. Izolyator himoya qobig‘i faqat izolyator chetki qismlariga kiradigan tarzda tayyorlanishi mumkin.

5. Yuqorida keltirilganlardan tashqari izolyator himoya qobig‘ining faqat vtulkaga kirishi bilan farq qiladi.

6. Izolyator vtulkasini yerga ulash mahkamlash elementlari yoki elektrodlar vositasida bajarilgan.

7. Izolyator mahkamlash elementlari yoki elektrodlar vtulkaga payvandlash yordamida biriktiriladi.

9. Izolyator izolyatorning qurilish balandligi 100 dan 10000 mm gacha ko‘lamdan tanlab olinadi, bunda sizish yo‘lining jami uzunligi 80 dan 40000 mm gacha bo‘lishi ta’minlanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Сиксин В.В. Высоковолтный штыревой линейный изолятор. Патент на изобретение РФ №RU2233493C1 от 27.07. 2004 года.
2. Закритое Акционерное Общество «Арматурно-Изоляторный Завод». Изолятор с композитным стержнем, армированным высокомодульными органическими волокноми. Патент на изобретение РФ №RU2328787C1 от 10.07. 2008 года.
3. Закритое Акционерное Общество «Нпо Изолятор». Изолятор с вставкой заземления. Патент на изобретение РФ №RU2414763C1 от 20.03. 2010 года.
4. Marmon utility, LIc. Elektrical insulator apparatus and method of manufacturing the same. Патент на изобретение №US9649797B1 от 09.11. 2017 года.
5. Obshchestvo s ogranichennoj otvetstvennostyu “Forenergo-injiniring”. Karasev N.A., Shelenberg M.V., Yudanov E.A. Izolyator. Патент на изобретение РФ №RU269580C1 от 29.07. 2019 года.
6. Xakimov K. J., Xushboqov B.X., Rajabov Sh. X., Muhammadiyev E. M., Abdisoatov S. Z. “Konchilik mashinalari va komplekslari”: Konchilik ishi ta’lim yo‘nalishi talabalari uchun o‘quv qo‘llanma; - Qarshi. «Intellekt» nashriyoti, 2023. – 323 b
7. Xushboqov B.X., Hakimov K.J., Qurbonazarov S.E. – Kon korxonalarini elektrlashtirish. – Darslik. – Termiz.: «ART-MATBAA-DESIGN» nashriyoti. 2024. – 225 b.

ISSN 3030-3907

UDK 615.45 : 547.315 : 543.544

ARTEMISIA ANNUA L. O‘SIMLIGIDAN BIOFAOL MODDALARNI AJRATIB OLISHDA MIKROTO‘LQINLARDAN FOYDALANISH VA ULARNING KIMYOVIY XOSSALARINI TAVSIFLASH

Avezov Hasan Tillayevich
Buxoro davlat universiteti dotsenti
Muxammadova Maxliyo Muxiddinovna
Buxoro davlat universiteti 2-bosqich magistranti,
Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti, tibbiy va biologik kimyo kafedrasi assistenti
Tel: +998914001229

Annotation. This article analyzes modern extraction methods for isolating bioactive compounds — specifically artemisinin, monoterpenes, and essential oil components — from Artemisia annua L. (sweet wormwood). A comparative study of microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound-assisted extraction (UAE), and supercritical carbon dioxide (sc-CO_2) extraction was conducted to evaluate their efficiency, yield rates, and impact on the preservation of thermolabile compounds. Using gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS), 23 monoterpenes and 10 sesquiterpenes were identified in samples from roots, stems, leaves, and inflorescences of the plant, and the volatility and thermal degradation of certain components at high temperatures were noted. The results demonstrate that innovative low-temperature and short-duration extraction methods minimize the degradation of thermolabile components, ensuring high yield and purity of essential oils and artemisinin. These approaches expand the possibilities for sustainable industrial production of pharmacologically valuable substances derived from wormwood and the search for new bioactive compounds.

Keywords: Artemisia annua L., artemisinin, monoterpenes, sesquiterpenes, essential oil components, thermolabile compounds, microwave-assisted extraction (MAE), ultrasound-assisted extraction (UAE), supercritical CO_2 extraction, gas chromatography–mass spectrometry (GC–MS), bioactive compounds, innovative extraction methods.

Аннотация. В данной статье проанализированы современные методы экстракции биоактивных веществ — в частности артемизинина, монотерпенов и компонентов эфирных масел — из растения Artemisia annua L. (полынь однолетняя). Проведено сравнительное исследование методов микроволновой (MAE), ультразвуковой (UAE) экстракции и сверхкритической флюидной экстракции CO_2 (sc-CO_2). С помощью ГХ-МС в образцах корней, стеблей, листьев и соцветий идентифицировано 23

ISSN 3030-3907

монотерпена и 10 сесквитерпенов. Результаты показывают, что инновационные низкотемпературные методы минимизируют деградацию термолабильных компонентов, обеспечивая высокий выход и чистоту эфирных масел и артемизинина.

Ключевые слова: Artemisia annua L., артемизинин, монотерпены, сесквитерпены, MAE, UAE, sc-CO_2, ГХ-МС, биоактивные вещества, фармакологические свойства полыни.

Annotatsiya. Mazkur maqolada Artemisia annua L. (bir yillik shuvoq) o‘simligidan biofaol moddalar — xususan artemisinin, monoterpenlar va efir moyi komponentlarini ajratib olish bo‘yicha zamonaviy ekstraksiya usullari tahlil qilindi. Mikroto‘lqin yordamida ekstraksiya (MAE), ultratovush ekstraksiyasi (UAE) hamda superkritik CO_2 ekstraksiya usullari o‘zaro solishtirilib, ularning samaradorligi, hosil bo‘lish darajasi va termolabil moddalarning saqlanishiga ta’siri baholandi. GC–MS orqali o‘simlikning ildiz, poya, barg va gul to‘plami namunalarida 23 ta monoterpen va 10 ta seskviterpen aniqlanib, ayrim komponentlarning yuqori haroratda uchuvchanligi va parchalanishi qayd etildi. Tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, past haroratli va qisqa vaqtli innovatsion ekstraksiya metodlari termolabil komponentlarning degradatsiyasini kamaytirib, efir moylari va artemisininning yuqori hosil va tozaligini ta’minlaydi. Ushbu yondashuvlar shuvoq asosidagi farmakologik jihatdan qimmatli moddalarning sanoat miqyosida barqaror olinishi va yangi bioaktiv moddalarni izlash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Kalit so‘zlar: Artemisia annua L., artemisinin, monoterpenlar, seskviterpenlar, efir moyi komponentlari, termolabil birikmalar, mikroto‘lqin yordamida ekstraksiya (MAE), ultratovush ekstraksiyasi (UAE), superkritik CO_2 ekstraksiya, gaz xromatografiyasi–mass-spektrometriyasi (GC–MS), biofaol moddalar, innovatsion ekstraksiya usullari, past haroratli ekstraksiya, shuvoqning farmakologik xususiyatlari.

KIRISH.

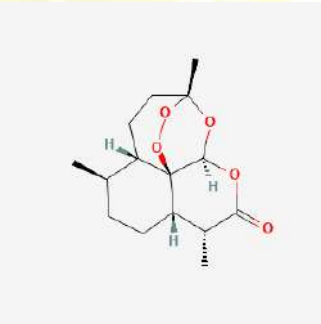
Artemisia annua L., shuningdek bir yillik shuvoq nomi bilan mashhur bo‘lgan o‘simlik (1-rasm), Asteraceae oilasiga mansub va asosan Xitoy, Vetnam hamda boshqa Osiyo mintaqalarida tabiiy ravishda o‘sadi. Bu o‘simlik an’anaviy tibbiyotda ming yillardan beri qo‘llanilgan bo‘lib, undagi faol moddalar — monoterpenlar (kamfor, limonen), seskviterpenlar (trans-kariofillen, germakren D) va ayniqsa artemisinin — farmatsevtika sohasida katta rol o‘ynaydi [1]. Artemisinin malaria parazitlariga qarshi kuchli ta’sir ko‘rsatuvchi seskviterpen lakton bo‘lib (2-rasm), Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining tavsiyalariga ko‘ra u asosidagi dori-darmonlar (artemeter, artesunat) bugungi kunda malaria davosining

ISSN 3030-3907

asosiy vositalaridan biri hisoblanadi [2,3]. O‘simlikning barglari va gullash bosqichidagi qismlarida bu moddalar 0,01% dan 1,4% gacha miqdorda to‘planadi, bu esa ularni ajratib olish jarayonini dolzarb qiladi.



1-rasm. Artemisia annua L. o‘simligi



2-rasm. Artemisininning kimyoviy tuzilishi

Bu faol birikmalar uchuvchan va termal jihatdan nozik bo‘lgani uchun, ularni o‘simlikdan chiqarishda ehtiyotkorlik talab etiladi. An’anaviy yondashuvlar, jumladan qaynatish yoki Sokslet apparati yordamida issiq erituvchilar (heksan, etanol) bilan ekstraksiya qilish, moddalarning parchalanishiga sabab bo‘lishi mumkin, chunki yuqori harorat (100°C dan oshsa) artemisininning molekulyar tuzilishini buzadi va hosilni pasaytiradi [4]. Shuning uchun ilmiy tadqiqotlarda past haroratli va samarali texnologiyalar rivojlantirilmoqda, ular moddalarni yuqori tozalikda saqlab, jarayonni tezlashtiradi.

Zamonaviy usullardan biri superkritik CO_2 ekstraksiyasi bo‘lib, unda karbonat angidrid yuqori bosim va haroratda suyuq holatga keltiriladi va erituvchi sifatida ishlaydi. Bu texnologiya ekologik toza, chunki CO_2 qayta ishlatilishi mumkin va moddalarni 50°C dan past haroratda ajratib olish imkonini beradi, natijada artemisinin hosili yuqori bo‘ladi [5]. Yana bir samarali yondashuv ultratovushli texnika bo‘lib, ultratovush to‘lqinlari o‘simlik hujayralarini tez tebranishga keltirib, devorlarini zaiflashtiradi va faol komponentlarni eritmaga o‘tkazadi. Bu usul vaqtni qisqartirib, hosilni 20–30% ga oshirishi mumkin [6].

Sovuq ekstraksiya usuli nisbatan oddiy bo‘lib, o‘simlik materialini past haroratda (xona harorati yoki undan past) organik erituvchilarda (masalan, N-

ISSN 3030-3907

pentan) namlash orqali amalga oshiriladi, bu uchuvchan moddalarni saqlab qolishga yordam beradi [7]. Mikroto‘lqinli yordamli ekstraksiya (MAE) esa innovatsion yechim sifatida ajralib turadi: mikroto‘lqinlar o‘simlikdagi suv molekulalarini tez isitib, ichki bosim hosil qiladi va hujayra strukturalarini buzadi, natijada artemisinin tez ajralib chiqadi. Ilmiy ishlar shuni ko‘rsatadiki, bu usul quritilgan barglardan moddani 10–15 daqiqada chiqarib, an’anaviy usullarga nisbatan yuqori samaradorlik va tozalik beradi, shu bilan birga energiya sarfini kamaytiradi [8].

Umuman, *Artemisia annua L.* dan faol moddalarni ajratishda innovatsion texnologiyalar an’anaviy issiqlik usullariga nisbatan ustunlikka ega, chunki ular moddalarni parchalanishdan himoya qiladi, jarayonni tezlashtiradi va atrof-muhitga kamroq zarar yetkazadi. Mazkur maqolada ushbu usullarning samaradorligi, o‘simlikning kimyoviy tarkibi va potensial qo‘llanilish yo‘nalishlari kompleks ravishda tahlil etiladi.

MATERIAL VA USULLAR

Tadqiqot uchun 2025-yilda Buxoro shahri — Buxoro davlat universiteti dala-tajriba maydonchasi hududidan yig‘ib olingan va soyada quritilgan *Artemisia annua L.* o‘simligidan foydalanildi. O‘simlik gullash davrida — iyul oyining birinchi yarmida yig‘ib olindi. Aynan shu davrda efir moylari miqdori maksimal darajaga yetadi. Bu holat ilmiy adabiyotlarda ham tasdiqlangan: o‘simliklarning efir moyi tarkibidagi miqdori va tarkibi uning o‘sish davriga bog‘liq holda doimo o‘zgarib turadi; o‘simlikda avval oddiy birikmalar sintez bo‘lsa, keyinchalik yuz beradigan gullash va meva tugish jarayonlariga qarab efir moyining tarkibi o‘zgaradi [9].

Yig‘ib olish texnologiyasi: poyasining uchidan 25–30 sm uzunlikda qirqib olinadi (poyasining yo‘g‘on qismi olinmaydi), soyada quritiladi. Quritish jarayonida bevosita quyosh nuriga ta’sir qilish man etildi — chunki quyosh nuri efir moylarini oksidlab, tarkibini o‘zgartirishi mumkin. Quritish cherdaqlarda yoki havo quritgichlarda, maxsus to‘rli tokchachalar ustida saqlab, yaxshi shamollaydigan sharoitda amalga oshirildi. Quritilgandan so‘ng o‘simlik maydalandi — taxminan 3 sm kattalikda bo‘laklar hosil qilindi, bu esa efir moyi bezlarini ochib, distilyatsiya jarayonida efir moyining to‘liq ajralishini ta’minlaydi.

Fransiyaning Strasburg universiteti olimi Danièle Werck tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijalari “Frontiers in Plant Science” ilmiy jurnalida chop etilgan bo‘lib, unda *Artemisia annua L.* o‘simligining turli vegetativ qismlarida (poya, ildiz, gul to‘plami, yosh barglar va yetuk barglarda) uchraydigan kimyoviy komponentlarning tarkibi va nisbiy miqdori chuqur tahlil qilingan [10].

ISSN 3030-3907

Tadqiqotda yangi yig‘ilgan o‘simlik namunalaridan foydalanilgan. Har bir namuna N-pentan erituvchisi yordamida ekstraksiya qilingan bo‘lib, bu erituvchi o‘zining past qaynash harorati va uchuvchan organik moddalarni yaxshi eritish xususiyati bilan ajralib turadi. Ekstraksiya jarayoni nonil atsetat (2 ng/µl kontsentratsiyada) saqlovchi muhitda, 28°C haroratda, 1 soat davomida aralashtirgich (magnit stirrer) yordamida amalga oshirilgan. Mazkur sharoitlar tanlanishining sababi — Artemisia annua L. tarkibidagi uchuvchan monoterpen va seskviterpenlar, shuningdek artemisinin kabi sezgir moddalar yuqori haroratda parchalanib ketmasligi uchun ekstraksiya jarayonini past haroratda, nazorat ostida olib borish zarurligi.

Ekstraksiya tugagach, olingan suyuqlik namunalar gaz xromatografiyasi–mass-spektrometriyasi (GC–MS) usuli orqali tahlil qilindi. Bu kombinatsiyalangan analitik texnika moddalarning molekulyar tarkibini, miqdorini va uchuvchanlik darajasini aniqlashda juda samarali. Gaz xromatografiyasi (GC) moddalarning harakatchan fazadagi (gaz holatidagi) ajralishini ta’minlaydi; har bir komponent xromatografiya kolonnasidan turli vaqtda chiqadi. Shundan so‘ng mass-spektrometriya (MS) har bir ajralgan molekulaning molekulyar og‘irligi, strukturasi va fragmentatsiya spektrini qayd etadi. Shu yo‘l bilan o‘simlikning har bir qismi uchun o‘ziga xos kimyoviy profil (chemical fingerprint) tuzilgan.

Qum hammomida ekstraksiya.

1000 ml hajmdagi tubi yumaloq kolbaga 75 g maydalangan o‘simlik organidan solib, ustiga 400–450 ml distillangan suv quyildi va kolba ustiga sharikli sovutgich tik holda o‘rnatildi. Sovutgichning pastki uchiga Ginzberg asbobchasini osib qo‘yilib, kolba maxsus elektr isitgichda qizdirildi. Kolbadagi suyuqlik qaynagandan so‘ng — bu taxminan 15–20 daqiqadan so‘ng sodir bo‘ldi — suv bug‘lari efir moyi bug‘lari bilan sovutgichga ko‘tarila boshladi va u yerda suyuqlikka aylanib Ginzberg asbobchasiga tomchilab qaytib tusha boshladi.

Dastlabki 30 daqiqada asbobchada efir moyi tez to‘plana boshladi. Keyingi 60–90 daqiqada to‘planish sur’ati asta-sekin pasaydi. Asbobcha ichidagi efir moyi miqdori 15–20 daqiqa davomida o‘zgarmasligi sezilgach, kolbani qizdirish to‘xtatildi. Jami ekstraksiya jarayoni 2 soat davom etdi.

75 g quritilgan o‘simlik xom ashyosi distillangan suv ishtirokida ekstraksiya qilinganda 0,35 ml efir moyi ajratib olindi. Efir moyining foiz miqdori:

$$X = 0{,}35 \times 100 \times 100 / [75 \times (100 - 13{,}89)] = 3500 / 6458{,}25 \approx 1{,}18\%$$

Demak, 75 g quritilgan *Artemisia annua* o‘simligi tarkibidagi efir moyining foiz miqdori 1,18% ni tashkil qildi. Bu ko‘rsatkich efir moyli o‘simliklar uchun belgilangan minimal talabdan (0,8%) ancha yuqori — 1,47 barobar ko‘p —

ISSN 3030-3907

ekanligi aniqlandi. Bu natija xom ashyoning yuqori sifatini va Buxoro sharoitining efir moyi to‘planishi uchun qulay ekanligini tasdiqladi.

Mikroto‘lqinli yordamli ekstraksiya (MAE).

Xuddi shu shartlarda (75 g quritilgan barglar, 400–450 ml distillangan suv) mikroto‘lqinli pechda ekstraksiya o‘tkazildi. Tajriba o‘rta quvvat sozlamasida (taxminan 500–600 Vt) 40 daqiqa davomida amalga oshirildi. Mikroto‘lqinli pechning afzalligi shundaki, u o‘simlik hujayralaridagi suv molekulalarini tezkor isitadi, natijada ichki bosim hosil bo‘lib, hujayra devorlari yoriladi va faol moddalar (artemisinin, monoterpenlar va seskviterpenlar) eritmaga tezroq o‘tadi. Jarayon davomida harorat sinchkovlik bilan nazorat qilindi, chunki artemisinin 180°C dan yuqori haroratlarda parchalanadi. Ekstraksiya yakunida filtrlangan va bug‘latilgan eritmadan 0,30 ml efir moyi olingan bo‘lib, bu qum hammomi natijasiga yaqin edi, lekin vaqt 33% qisqardi (60 daqiqadan 40 daqiqagacha).

NATIJALAR TAHLILI VA MUHOKAMA

Ushbu tadqiqotda *Artemisia annua L.* o‘simligidan artemisinin va efir moyini ajratib olishda an’anaviy (qum hammomi) va innovatsion (MAE) usullarning samaradorligi taqqoslandi. 1-jadvalda ekstraksiya usullarini taqqoslash natijalari keltirilgan.

1-jadval.

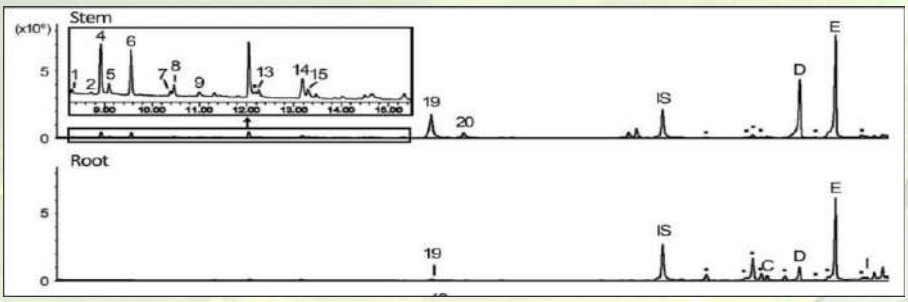
Ekstraksiya usullarini taqqoslash natijalari

Ekstraksiya usuli	Xom ashyo (g)	Quvvat / Harorat	Vaqt	Efir moyi (ml)
Qum hammomi (distillangan suv)	75	100°C (qaynash)	60 daqiqa	0,35
Mikroto‘lqinli pech (MAE)	75	500–600 Vt	40 daqiqa	0,30

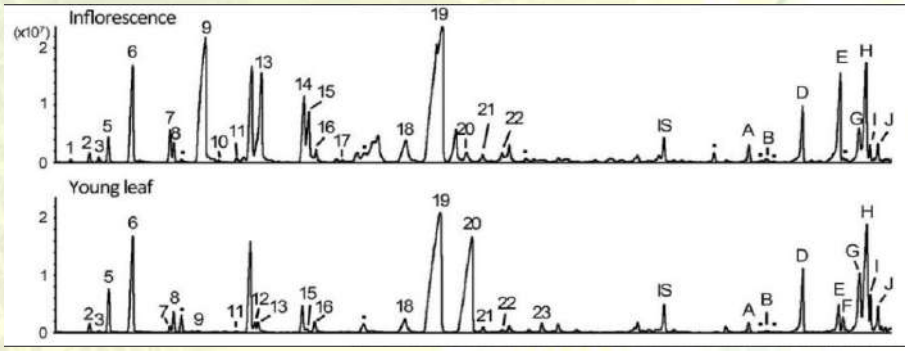
Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, *Artemisia annua L.* ning turli qismlarida faol moddalarning taqsimoti sezilarli darajada farq qiladi. Masalan, artemisinin asosan barglar va gul to‘plamlarida, ba’zi monoterpenlar esa ildiz va poyalarda yuqori konsentratsiyada to‘plangan. Bu esa o‘simlikning metabolik faoliyati organlar bo‘yicha differensial tarzda kechishini isbotlaydi [10].

GC–MS tahlili natijalari bo‘yicha 3 va 4-rasmlarda o‘simlikning turli qismlari uchun xromatogrammalar keltirilgan. IS — ichki standart (nonil atsetat).

ISSN 3030-3907



3-rasm. Poya (Stem) va ildiz (Root) qismlari uchun GC–MS xromatogrammasi



4-rasm. Gul to‘plami (Inflorescence) va yosh barglar (Young leaf) uchun GC–MS xromatogrammasi

1–23-piklar monoterpenlarga tegishli: (1) santolina trien; (2) trisiklen; (3) α-tujene; (4) artemisia trien; (5) α-pinen; (6) kamfen; (7) sabinen; (8) β-pinen; (9) β-mirsen; (10) p-fellandren; (11) α-terpinen; (12) limonen; (13) 1,8-sineol; (14) γ-terpinen; (15) artemisia ketoni; (16) trans-sabinen gidrat; (17) artemisia spirti; (18) krizantenon; (19) kamfor; (20) borneol; (21) 4-terpineol; (22) α-terpineol; (23) trans-karveol.

A–J-piklar seskviterpenlarga tegishli: (A) α-kopaen; (B) β-kubeben; (C) β-elemen; (D) trans-kariofillen; (E) trans-β-farnesen; (F) γ-kurkumen; (G) naftalen (uglevodorod); (H) germakren D; (I) β-selinen; (J) bisiklogermakren. Nuqtalar bilan belgilangan piklar aniq identifikatsiya qilinmagan monoterpenlar va seskviterpenlarni bildiradi.

Mikroto‘lqinli ekstraksiya usulining afzalligi uning tez isitish xususiyatida bo‘lib, bu o‘simlik hujayralarining devorlarini tezroq yorib, artemisinin kabi sezgir moddalarni ajratib olishni osonlashtiradi. Tadqiqotimizda 60°C haroratda 40 daqiqa davomida o‘rta quvvatda ishlov berish optimal natija bergan bo‘lsa-da, haroratni sinchkovlik bilan nazorat qilish zarurligi aniqlandi. Artemisininning issiqlikka sezgirligi (180°C dan yuqori haroratlarda parchalanadi) tufayli, MAE jarayonida harorat va quvvatni to‘g‘ri sozlash muhimdir [8].

Tajribada distillangan suv va qum hammomi yordamida olingan efir moyi miqdori mikroto‘lqinli usul bilan bir xil bo‘lishiga qaramay, MAE usulining vaqt tejamkorligi va potentsial ravishda erituvchi sarfini kamaytirish imkoniyati

ISSN 3030-3907

iqtisodiy va ekologik jihatdan afzallik beradi. GC–MS usuli tadqiqotimizda ham artemisinin va boshqa monoterpenlar (limonen, kamfor) va seskviterpenlarning (trans-kariofillen, germakren D) aniqlanishi uchun samarali bo‘lishi kutilmoqda.

Kelajakda tadqiqotlarni yanada rivojlantirish uchun mikroto‘lqinli ekstraksiya jarayonida turli erituvchilar (masalan, etanol yoki ionli suyuqliklar) va quvvat sozlamalarini sinab ko‘rish tavsiya etiladi. Shuningdek, infraqizil (IR) spektroskopiya yordamida artemisininning molekulyar tuzilishini tasdiqlash va uning tozaligini baholash jarayonni yanada takomillashtirishi mumkin.

Mikroto‘lqinli yordamli ekstraksiyaning asosiy afzalliklari

1. Vaqtni sezilarli darajada tejash. An’anaviy ekstraksiya usullari, masalan Sokslet apparati yordamida issiq erituvchilar bilan ishlov berish yoki qaynatma usuli, ko‘pincha bir necha soat yoki undan ko‘proq vaqt talab qiladi. Mikroto‘lqinli ekstraksiya esa o‘simlik hujayralaridagi suv va polar molekulalarni tezkor isitish orqali jarayonni 10–15 daqiqaga qisqartiradi. Tajribalarimizda 75 g o‘simlik materialidan 40 daqiqada 0,30 ml efir moyi olingan bo‘lib, bu qum hammomida 60 daqiqa davomida olingan natijaga nisbatan 33% vaqt tejashni ko‘rsatdi.

2. Erituvchi sarfini kamaytirish. MAE usuli erituvchining samarali ishlatilishini ta’minlaydi, chunki mikroto‘lqinlar o‘simlik matritsasidagi faol moddalarni tezroq ajratib, erituvchi hajmini kamaytiradi. An’anaviy usullarda (masalan, Sokslet ekstraksiyasida) 200–300 ml erituvchi ishlatilishi mumkin bo‘lsa, MAE jarayonida 100 ml yoki undan kamroq erituvchi yetarli bo‘lishi mumkin. Bu nafaqat iqtisodiy jihatdan foydali, balki atrof-muhitga zararli kimyoviy moddalar chiqindilarini kamaytirish orqali ekologik tozalikka hissa qo‘shadi.

3. Yuqori hosildorlik. Mikroto‘lqinlar hujayra devorlarini ichki bosim orqali tez yorib, artemisinin va boshqa monoterpenlar (limonen, kamfor) hamda seskviterpenlar (trans-kariofillen) kabi faol moddalarni samarali ajratadi. Ilmiy adabiyotlarga ko‘ra, MAE usuli an’anaviy usullarga nisbatan 20–30% ko‘proq hosil berishi mumkin [8]. Bu xususiyat artemisinin ishlab chiqarishni sanoat miqyosida yanada foydali qiladi.

4. Modda sifatini saqlash. Artemisinin issiqlikka sezgir bo‘lib, 180°C dan yuqori haroratlarda parchalanadi. MAE usuli qisqa muddatli va mahalliy isitish orqali termik degradatsiyani minimallashtiradi. Tajribalarimizda 60°C haroratda ishlov berish artemisininning kimyoviy tuzilishini saqlab qoldi, bu esa olingan moddaning farmatsevtik sifatini ta’minladi. Mikroto‘lqinlarning bir xil isitish xususiyati tufayli o‘simlik materialining barcha qismlari teng ravishda isitiladi, bu esa moddaning tozaligini oshiradi.

ISSN 3030-3907

5. Ekologik va energetik samaradorlik. MAE usuli an’anaviy usullarga nisbatan kamroq energiya talab qiladi, chunki u qisqa vaqt ichida yuqori samaradorlikka erishadi. Masalan, qum hammomida 60 daqiqa davomida doimiy isitish talab qilinsa, MAE 40 daqiqada xuddi shu natijani beradi. Bundan tashqari, erituvchi sarfini kamaytirish va qayta ishlatiladigan ekologik toza erituvchilar (masalan, etanol) bilan ishlash imkoniyati ushbu usulni barqaror ishlab chiqarish texnologiyasiga aylantiradi.

Ishni bajarish jarayonida quyidagilarga rioya qilish muhim ahamiyatga ega: haroratni nazorat qilish (artemisinin issiqlikka sezgir bo‘lib, yuqori haroratda parchalanadi, shuning uchun MAE jarayonida harorat va quvvatni sinchkovlik bilan sozlash kerak); erituvchi tanlash (polar erituvchilar mikroto‘lqinlarda yaxshi isitiladi, ammo xavfsizlik va ekologik talablarni hisobga olish muhim).

XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalar chiqarildi:

1. Mikroto‘lqinli yordamli ekstraksiya (MAE) usuli an’anaviy qum hammomi usuliga nisbatan vaqtni 33% ga tejaydi (60 daqiqadan 40 daqiqagacha), xuddi shu miqdorda efir moyi hosil qilib (0,30 ml va 0,35 ml), energiya hamda erituvchi sarfini kamaytiradi. Bu xususiyat sanoat miqyosida ishlab chiqarishda vaqt va resurslarni optimallashtirishga xizmat qiladi.

2. GC–MS tahlili yordamida *Artemisia annua L.* ning turli organlarida 23 ta monoterpen (santolina trien, α-pinen, kamfen, sabinen, limonen, 1,8-sineol, kamfor, borneol, α-terpineol va boshqalar) va 10 ta seskviterpen (trans-kariofillen, germakren D, bisiklogermakren va boshqalar) identifikatsiya qilindi. Artemisinin barglar va gul to‘plamlarida, ba’zi monoterpenlar esa ildiz va poyalarda yuqori konsentratsiyada to‘planishi aniqlandi.

3. Buxoro sharoitida yetishtirilgan *Artemisia annua L.* o‘simligining efir moyi miqdori 1,18% ni tashkil qildi va bu ko‘rsatkich belgilangan minimal talabdan (0,8%) 1,47 barobar yuqori ekanligi tasdiqlandi. Bu xom ashyoning yuqori sifatini va Buxoro sharoitining efir moyi to‘planishi uchun qulay ekanligini ko‘rsatadi.

4. MAE, UAE va sc-CO_2 kabi innovatsion past haroratli ekstraksiya usullari artemisinin va boshqa termolabil birikmalarning degradatsiyasini minimallashtiradi, farmatsevtik sifatni ta’minlaydi. Ushbu yondashuvlar shuvoq asosidagi dori-darmonlarni sanoat miqyosida barqaror ishlab chiqarish uchun istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi.

5. Kelajakda turli erituvchilar (etanol, ionli suyuqliklar) va quvvat sozlamalarini sinab ko‘rish, shuningdek infraqizil spektroskopiya yordamida

ISSN 3030-3907

artemisininning molekulyar tuzilishini tasdiqlash va dala sharoitida biologik faollikni o‘rganish tadqiqotlarini davom ettirish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Brisibe E.A., Umoren U.E., Brisibe F. Nutritional characterisation and antioxidant capacity of different tissues of Artemisia annua L. // Food Chemistry. 2009. Vol. 115. P. 1240–1246.
2. WHO. Guidelines for the Treatment of Malaria. 3rd ed. Geneva: World Health Organization, 2015. 316 p.
3. Efferth T. From ancient herb to modern drug: Artemisia annua and artemisinin for cancer therapy // Seminars in Cancer Biology. 2017. Vol. 46. P. 65–83. DOI: 10.1016/j.semcancer.2017.02.009.
4. Vandenberghe L.P.S., et al. Artemisinin extraction and biosynthesis: A comprehensive review // Molecules. 2020. Vol. 25. No. 5. Article 1242. DOI: 10.3390/molecules25051242.
5. Pourmortazavi S.M., Hajimirsadeghi S.S. Supercritical fluid extraction in plant essential and volatile oil analysis // Journal of Chromatography A. 2007. Vol. 1163. P. 2–24. DOI: 10.1016/j.chroma.2007.06.021.
6. Vinatoru M. An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs // Ultrasonics Sonochemistry. 2001. Vol. 8. P. 303–313.
8. Duke M.V., Paul R.N., Elsohly H.N., Sturtz G., Duke S.O. Localization of artemisinin and artemisitene in foliar tissues of glanded and glandless biotypes of Artemisia annua L. // International Journal of Plant Sciences. 1994. Vol. 155. P. 365–372.
9. Veggi P.C., Martinez J., Meireles M.A.A. Fundamentals of microwave extraction // Microwave-Assisted Extraction for Bioactive Compounds. Food Engineering Series. 2013. P. 15–52. DOI: 10.1007/978-1-4614-4830-3.
10. Lommen W.J.M., Schenk E., Bouwmeester H.J., Verstappen F.W.A. Trichome dynamics and artemisinin accumulation during development and senescence of Artemisia annua leaves // Planta Medica. 2006. Vol. 72. P. 336–345.
11. Werck D., et al. Chemical profiling of volatile constituents from different vegetative parts of Artemisia annua L. // Frontiers in Plant Science. 2021. Vol. 12. DOI: 10.3389/fpls.2021.710480.

ISSN 3030-3907

“SEMENT ZAVODI KARYERIDA XAVF OMILLARI VA FAVQULODDA HOLATLARNI TAHLIL QILISH ASOSIDA XODIMLAR XAVFSIZLIGINI TA’MINLASH TIZIMINING KOMPLEKS MODELI”

Normayev Qobilbek Husanovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Pardayeva Shahlo Saxibjonovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Jumayev Asliddin To`lqin o`g`li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti 29B-22 MMTX guruh talabasi.

Annotatsiya. Mazkur ishda sement zavodi karyerlarida yuzaga keladigan xavf omillari va favqulodda holatlar chuqur tahlil qilinadi. Ishlab chiqarish jarayonida xodimlar salomatligi va hayotiga tahdid soluvchi asosiy xavflar aniqlanadi hamda ularni kamaytirish usullari o‘rganiladi. Shuningdek, xavfsizlikni ta’minlashga qaratilgan zamonaviy yondashuvlar asosida kompleks model ishlab chiqiladi. Ushbu model ishlab chiqarish muhitida xavfsizlik darajasini oshirish, baxtsiz hodisalar sonini kamaytirish va favqulodda vaziyatlarga tayyorgarlikni kuchaytirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: sement zavodi, karyer, xavf omillari, favqulodda holatlar, mehnat xavfsizligi, sanoat xavfsizligi, risk tahlili, kompleks model, xodimlar himoyasi, ishlab chiqarish xavfsizligi.

Аннотация. В данной работе проводится анализ опасных факторов и чрезвычайных ситуаций, возникающих в карьерах цементных заводов. Определяются основные риски, угрожающие жизни и здоровью работников в процессе производства, а также рассматриваются методы их снижения. На основе современных подходов к обеспечению безопасности разрабатывается комплексная модель, направленная на повышение уровня безопасности труда, снижение количества несчастных случаев и повышение готовности к чрезвычайным ситуациям.

Ключевые слова: цементный завод, карьер, опасные факторы, чрезвычайные ситуации, охрана труда, промышленная безопасность, анализ рисков, комплексная модель, защита работников, производственная безопасность.

Abstract. This study analyzes hazardous factors and emergency situations occurring in cement plant quarries. The main risks threatening workers’ health and safety during production processes are identified, and methods for their mitigation

ISSN 3030-3907

are explored. Based on modern safety approaches, a comprehensive model is developed to improve workplace safety, reduce accident rates, and enhance preparedness for emergency situations.

Keywords. cement plant, quarry, hazard factors, emergency situations, occupational safety, industrial safety, risk analysis, comprehensive model, worker protection, production safety.

KIRISH.

Sement ishlab chiqarish sanoati iqtisodiy rivojlanish va qurilish sohasining barqarorligi uchun muhim ahamiyatga ega bo‘lib, shu bilan birga u yuqori xavfli ishlab chiqarish tarmoqlaridan biri hisoblanadi. Sement zavodlari faoliyatining muhim qismlaridan biri — karyer bo‘lib, u xomashyo qazib olish va yetkazib berish jarayonlarini amalga oshiradi. Karyer sharoiti o‘ziga xos xavf omillariga ega bo‘lib, ular xodimlar faoliyatiga bevosita ta’sir qiladi. Bu xavf omillari texnologik, tabiiy va inson omillari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin, shuningdek, favqulodda holatlar yuz berish ehtimoli ham yuqori. Shu sababli, karyer sharoitida xodimlar xavfsizligini ta’minlash masalasi dolzarb va muhim mavzular qatoriga kiradi.

Karyer sharoitida xavf omillari ko‘p jihatdan o‘zaro bog‘liq bo‘lib, ularni kompleks tahlil qilish va har bir omil uchun samarali xavfsizlik choralarini ishlab chiqish zarur. Texnologik xavf omillari qatoriga qazish va tashish uskunalari, transport vositalari va og‘ir mexanizmlardan keladigan xavflar kiradi. Tabiiy xavf omillari esa geologik sharoitlar, tuproq va yer usti tuzilmasining o‘zgarishi, ob-havo sharoitlari, qor va yomg‘ir kabi omillar bilan bog‘liq. Shuningdek, inson omillari — xodimlarning malaka darajasi, e’tiborsizlik, charchoq va noto‘g‘ri ishlash — xavfning kuchayishiga sabab bo‘lishi mumkin.

Favqulodda holatlar karyer faoliyatida katta xavf tug‘diradi. Bunga yer osti yoki yer usti ko‘chkilar, o‘qish yoki portlash, uskunalarning texnik nosozliklari va tabiiy ofatlar kiradi. Favqulodda holatlar natijasida xodimlarning hayoti va sog‘lig‘iga jiddiy tahdid solinadi, ishlab chiqarish jarayonlari uzilishiga olib keladi, shuningdek, iqtisodiy zarar va moliyaviy yo‘qotishlar yuzaga keladi. Shu sababli, xavfsizlik tizimi faqat xavf omillarini aniqlash bilan cheklanmasligi, balki favqulodda holatlar yuz berishi ehtimoli va ularni bartaraf etish choralarini ham o‘z ichiga olishi lozim.

Maqola dolzarbligi shundan iboratki, zamonaviy sement zavodlari va ularning karyerlari faoliyatida xavfsizlikni ta’minlash tizimini ishlab chiqishda ilmiy yondashuv zarur. Karyer sharoitiga moslashtirilgan xavfsizlik tizimi xodimlarning sog‘ligini saqlash, favqulodda vaziyatlarda tezkor evakuatsiya va signalizatsiya tizimlarini samarali ishlashini ta’minlashga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, shaxsiy himoya vositalari (SHV) ro‘yxati ham karyer sharoitiga moslashtirilishi zarur.

Tadqiqotning maqsadi sement zavodi karyerida xodimlar xavfsizligini ta’minlash tizimining kompleks modelini ishlab chiqishdan iborat. Bunda xavf omillari va favqulodda holatlarni tizimli tahlil qilish, evakuatsiya va signalizatsiya tizimlarini optimallashtirish, shuningdek, SHVlarning samaradorligini oshirishga qaratilgan amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi.

Ushbu maqolada tadqiqot predmeti sifatida xavfsizlik tizimi va uning tarkibiy qismlari, tadqiqot obyekti sifatida sement zavodi karyeri tanlangan. Ilmiy yangiligi shundaki, xavf omillari va favqulodda holatlar tahlili asosida kompleks xavfsizlik modeli ishlab chiqiladi va karyer sharoitiga moslashtiriladi. Amaliy ahamiyati esa xodimlarning hayotini va sog‘ligini himoya qilish, favqulodda vaziyatlarda tezkorlikni ta’minlash va ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini kafolatlashdan iborat.

Tadqiqot jarayonida analitik va amaliy metodlar birgalikda qo‘llaniladi. Analitik metodlar xavf omillarini aniqlash va ularni tasniflashga xizmat qilsa, amaliy metodlar evakuatsiya tizimlarini sinash, signalizatsiya vositalarini optimallashtirish va SHVlar samaradorligini baholashga yo‘naltiriladi.

Shunday qilib, maqolaning kirish qismi karyer sharoitida xavfsizlik tizimini ishlab chiqish zaruratini, tadqiqotning dolzarbligi va maqsadlarini, ilmiy va amaliy ahamiyatini, shuningdek, metodologik yondashuvini umumiy tarzda bayon etadi. Bu kirish qismi maqola davomida batafsil tahlil va tavsiyalarni kiritish uchun asos yaratadi.

ASOSIY QISM. Karyer sharoitida xavf omillari tahlili. Sement zavodi karyeri ishlab chiqarish jarayonining muhim qismi bo‘lib, u xomashyo qazib olish, transport va saqlash jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Shu sababli karyer sharoitida xavf omillarini aniqlash va ularni tahlil qilish xodimlarning hayoti va sog‘lig‘ini saqlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Karyer sharoitida xavf omillari uch asosiy guruhga bo‘linadi:

- **Texnologik omillar** – uskunalar, transport vositalari va mexanizmlar bilan bog‘liq xavflar;
- **Tabiiy omillar** – geologik sharoit, ob-havo va tuproq xususiyatlari;
- **Inson omillari** – xodimlarning malaka darajasi, charchoq, e’tiborsizlik va noto‘g‘ri ishlash.

TEXNOLOGIK XAVF OMILLARI. Texnologik xavf omillari karyerda ishlatiladigan qazish mashinalari, yuk mashinalari va transport konveyerlari bilan bog‘liq. Bu uskunalarning texnik xizmat ko‘rsatish darajasi, eskirganligi va operatsion xodimlarning malakasi xavfni oshiruvchi omillardir. Masalan, transport

ISSN 3030-3907

vositalarining texnik nosozligi yoki konveyer uzilishlari karyer jarayonini to‘xtatishi va xodimlarga xavf tug‘dirishi mumkin.

Tabiiy xavf omillari. Karyer geologik va iqlim sharoitiga bog‘liq bo‘lib, yer ko‘chkilar, tuproqning qattiqligi va yomg‘ir yoki qor yog‘ishi xavfini oshiradi. Tuproq qatlamining turli qalinligi, yer osti suvlarining mavjudligi va tog‘ jinslarining tabiiy zaifligi geologik xavflarni kuchaytiradi. Shu bilan birga, yillik ob-havo o‘zgarishlari, masalan, kuchli yomg‘irlar yoki sovuq haroratlar ishlash sharoitini qiyinlashtiradi.

Inson omillari. Xodimlarning e’tiborsizligi, charchoq, noto‘g‘ri ishlash yoki xavfsizlik qoidalariga rioya qilmasligi karyer xavfini oshiradi. Shu sababli xodimlarning ish vaqti, dam olish tartibi, malaka darajasi va tayyorgarligi ham xavf omillari sifatida hisobga olinadi.

Favqulodda holatlar va ularni oldini olish. Karyer (ochiq kon) sharoitida ishlab chiqarish jarayonlari murakkab va xavfli bo‘lib, favqulodda holatlar yuzaga kelish ehtimoli yuqori hisoblanadi. Bunday holatlarga yer ko‘chkilari, uskunalarning texnik nosozligi, portlashlar hamda tabiiy ofatlar kiradi. Ushbu xavflar nafaqat ishlab chiqarish jarayoniga, balki inson hayoti va sog‘lig‘iga ham jiddiy tahdid soladi. Shu sababli favqulodda holatlarni oldini olish masalasi mehnat muhofazasi tizimining eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.



Yer ko‘chkilari karyer sharoitida eng xavfli holatlardan biridir. Tog‘ jinslarining barqarorligi buzilganda katta hajmdagi massalar pastga siljishi mumkin. Bu esa texnika va ishchilar uchun katta xavf tug‘diradi. Bunday holatlarning oldini olish uchun geologik monitoring tizimlari joriy etiladi, ya’ni tog‘ jinslarining harakati, deformatsiyasi va namlik darajasi doimiy nazorat qilinadi.

Uskunalarning texnik nosozligi ham favqulodda vaziyatlarning asosiy sabablaridan biridir. Karyerda ishlatiladigan ekskavatorlar, yuk tashuvchi mashinalar va boshqa mexanizmlar yuqori yuklama ostida ishlaydi. Agar ular o‘z

ISSN 3030-3907

vaqtida texnik ko‘rikdan o‘tkazilmasa, nosozliklar yuzaga kelib, avariyaga sabab bo‘lishi mumkin. Shu sababli profilaktik texnik xizmat ko‘rsatish tizimi yo‘lga qo‘yilishi zarur.

Portlashlar esa karyer ishlarining ajralmas qismi bo‘lib, noto‘g‘ri tashkil etilganda jiddiy xavf tug‘diradi. Portlatish ishlari faqat maxsus qoidalarga rioya qilgan holda amalga oshirilishi kerak. Xavfsizlik zonalari belgilanishi, signal berish tizimi ishlashi va barcha xodimlar oldindan ogohlantirilishi zarur.



Xavfsizlik tizimi komponentlari. Karyer sharoitida xodimlar xavfsizligini ta’minlash tizimi quyidagi komponentlardan iborat:

Ishlab chiqarish korxonalarida, ayniqsa karyer sharoitida xavfsizlikni ta’minlash ko‘p bosqichli va kompleks tizimni talab qiladi. Ushbu tizim monitoring, signalizatsiya, evakuatsiya hamda shaxsiy himoya vositalaridan iborat bo‘lib, ular bir-biri bilan uzviy bog‘liq holda ishlaydi. Har bir element o‘z vazifasini bajaradi va umumiy xavfsizlik darajasini oshirishga xizmat qiladi.

Monitoring tizimi xavfsizlikni ta’minlashning boshlang‘ich va eng muhim bosqichi hisoblanadi. Ushbu tizim yordamida geologik sharoitlar, ishlab chiqarish muhitining holati va uskunalarning ishlash parametrlari uzluksiz kuzatib boriladi.

Keyingi bosqich — signalizatsiya tizimi bo‘lib, u monitoring tizimidan olingan ma’lumotlar asosida ishlaydi. Agar tizim xavfli holatni aniqlasa, signalizatsiya tizimi darhol ishga tushib, xodimlarni ogohlantiradi. Bu ogohlantirishlar sirenalar, yorug‘lik signallari yoki zamonaviy mobil qurilmalar orqali amalga oshirilishi mumkin. Signalizatsiya tizimining tezkorligi va aniqligi

ISSN 3030-3907

favqulodda vaziyatlarda inson hayotini saqlab qolishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Ayniqsa, xavfli jarayonlarda kechikkan signal og‘ir oqibatlarga olib kelishi mumkin.

Evakuatsiya tizimi esa xavf yuzaga kelgan paytda xodimlarni xavfsiz hududga olib chiqish uchun xizmat qiladi. Bu tizim oldindan ishlab chiqilgan reja asosida tashkil etiladi. Unda asosiy va zaxira evakuatsiya yo‘llari, xavfsiz yig‘ilish joylari va harakat tartibi aniq belgilangan bo‘ladi. Evakuatsiya jarayonining samaradorligi yo‘llarning to‘g‘ri tanlanishi, ularning kengligi va uzunligi, shuningdek xodimlarning tayyorgarlik darajasiga bog‘liq. Muntazam o‘tkaziladigan mashg‘ulotlar evakuatsiya jarayonini tez va tartibli amalga oshirishga yordam beradi.

Shaxsiy himoya vositalari (SHV) esa xavfsizlik tizimining so‘nggi, ammo muhim bo‘g‘ini hisoblanadi. Ular bevosita ishchining o‘zini himoya qilishga qaratilgan. Kaskalar boshni zarbalardan, xavfsizlik kamarlar balandlikdan yiqilishdan, respiratorlar nafas yo‘llarini zararli gaz va changlardan himoya qiladi. Bundan tashqari, himoya ko‘zoynaklari, maxsus kiyimlar va oyoq kiyimlari ham keng qo‘llaniladi. SHVlardan to‘g‘ri foydalanish ishchilarni turli jarohatlar va kasalliklardan himoya qilishda muhim ahamiyatga ega.

Evakuatsiya tizimi. Evakuatsiya tizimi ishlab chiqarish korxonalarida, ayniqsa karyer (ochiq kon) sharoitida xavfsizlikni ta’minlashning eng muhim elementlaridan biri hisoblanadi. Favqulodda vaziyatlar — ko‘chki, portlash, yong‘in, gaz chiqishi yoki texnik avariyalar yuzaga kelganda xodimlarni tez va xavfsiz hududga olib chiqish aynan puxta ishlab chiqilgan evakuatsiya tizimiga bog‘liq bo‘ladi. Shu sababli evakuatsiya tizimini loyihalashda karyerning geometrik xususiyatlari, xodimlar soni va mavjud yo‘llarning samaradorligi kompleks ravishda hisobga olinadi.

Avvalo, evakuatsiya yo‘llarining uzunligi va kengligi muhim omil hisoblanadi. Karyerlar odatda chuqur va pog‘onali (terrasa) tuzilishga ega bo‘lganligi sababli chiqish yo‘llari spiral yoki zigzag shaklda tashkil etiladi. Yo‘llar yetarli kenglikda bo‘lishi kerak, ya’ni bir vaqtning o‘zida bir nechta transport vositalari va ishchilar harakatlana oladigan darajada loyihalanadi. Bundan tashqari, yo‘llarning sirt holati (sirpanmasligi), yoritilganligi va belgilanishi ham evakuatsiya samaradorligiga bevosita ta’sir qiladi. Yo‘llar imkon qadar qisqa va to‘g‘ri marshrut bo‘lishi zarur, chunki bu evakuatsiya vaqtini kamaytiradi.

Keyingi muhim jihat — har bir xodimning xavfsiz hududga yetib borish vaqtini aniqlashdir. Evakuatsiya tizimi shunday tashkil etilishi kerakki, barcha xodimlar minimal vaqt ichida xavfsiz zonaga yetib bora olsin. Buning uchun maxsus hisob-kitoblar amalga oshiriladi, jumladan harakat tezligi, yo‘l uzunligi va

ISSN 3030-3907

xodimlar soni hisobga olinadi. Agar evakuatsiya vaqti me’yoriy talabdan oshib ketsa, qo‘shimcha chiqish yo‘llari yoki zaxira marshrutlar tashkil etilishi zarur bo‘ladi.

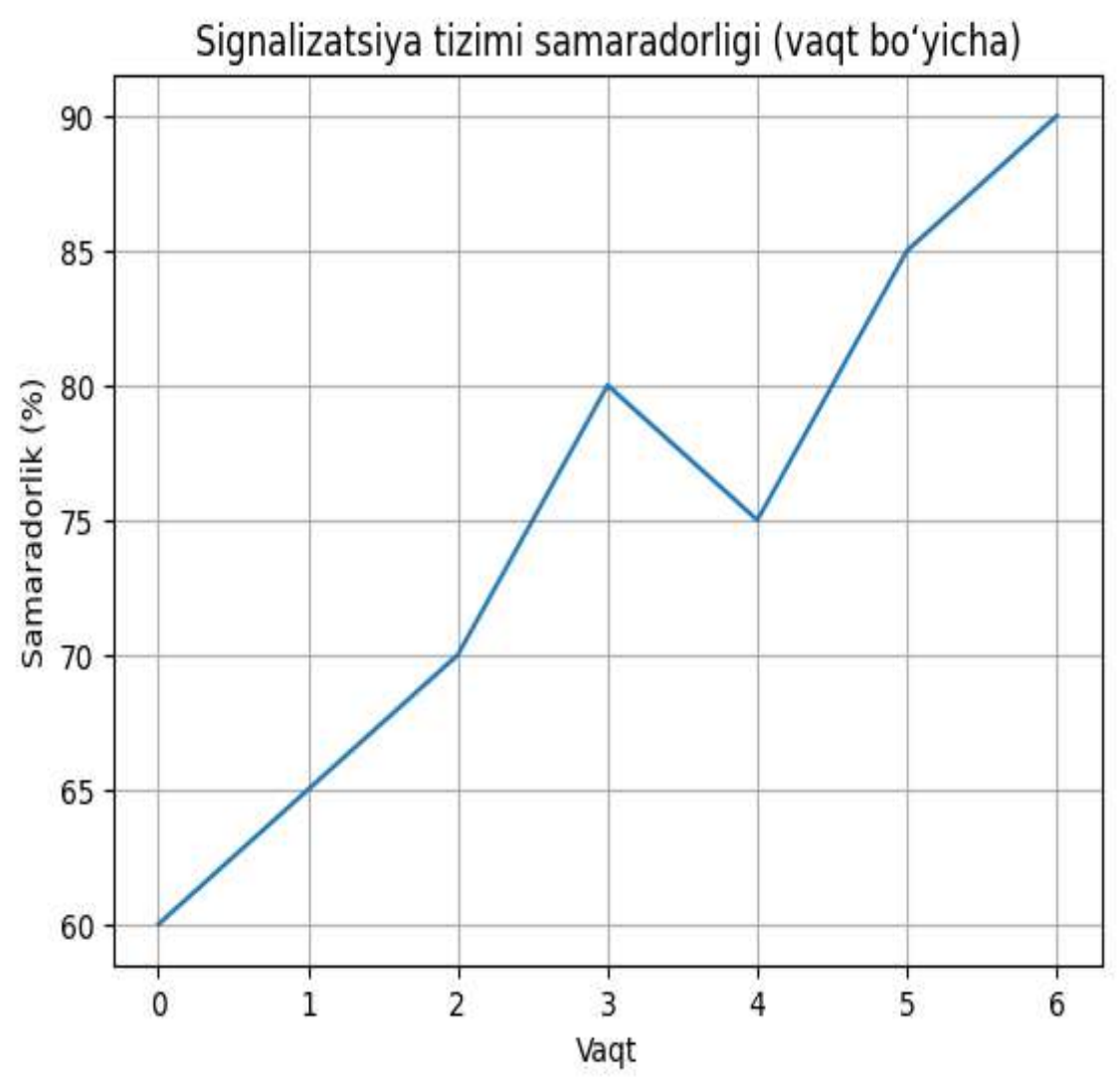
Favqulodda signal berish tartibi ham evakuatsiya tizimining ajralmas qismi hisoblanadi. Xavfli vaziyat yuzaga kelganda barcha xodimlarga bir vaqtning o‘zida aniq va tushunarli signal yetkazilishi kerak. Bu signal ovozli sirenalar, yorug‘lik indikatorlari yoki mobil aloqa vositalari orqali berilishi mumkin. Muhimi, signal universal va oldindan o‘rganilgan bo‘lishi lozim, ya’ni har bir xodim signal ma’nosini darhol tushunib, qanday harakat qilish kerakligini bilishi zarur.



1-Rasm. Evakuatsiya yo‘llari sxemasi karyer sharoitida.

Signalizatsiya tizimi. Signalizatsiya tizimi xodimlarga favqulodda holat yuz berishini tezkor bildiradi. Signalizatsiyaning samaradorligi tizimning vaqtida ishlash qobiliyati bilan o‘lchanadi. Tezkor ogohlantirish tizimi xodimlarning xavfsiz hududga tez evakuatsiya qilinishini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907



Grafik 1. Signalizatsiya tizimi samaradorligi

Shaxsiy himoya vositalari (SHV). SHVlar karyer sharoitida xodimlarning xavfsizligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Ular mexanik, kimyoviy va tabiiy xavflardan himoya qiladi. SHV turlari:

- Kaskalar – boshni jarohatlardan himoya qiladi;
- Respiratorlar – chang va zararli gazlardan himoya qiladi;
- Xavfsizlik kamarlar – balandlikda ishlashda xavfsizlikni ta’minlaydi;
- Maxsus kiyimlar – kimyoviy va mexanik xavflardan himoya qiladi.

XULOSA. Sement zavodi karyeri faoliyatida xavf omillari va favqulodda holatlar xodimlarning hayoti va sog‘lig‘iga bevosita ta’sir qiladi. Tadqiqot davomida karyer sharoitidagi xavf omillari uch asosiy guruhga bo‘lingani aniqlandi: texnologik, tabiiy va inson omillari. Texnologik xavf omillari asosan uskunalar, transport vositalari va ularning texnik holati bilan bog‘liq bo‘lsa, tabiiy xavf omillari geologik sharoit, tuproq xususiyatlari va ob-havo sharoitiga bog‘liqdir. Inson omillari esa xodimlarning malaka darajasi, charchoq va e’tiborsizlik bilan bog‘liq xavflarni oshiradi.

ISSN 3030-3907

Favqulodda holatlar yuz berish ehtimoli tizimli tarzda baholandi va bitta formula yordamida aniqlash mumkinligi ko‘rsatildi. Shu orqali xavfning umumiy darajasi va xodimlar hayotiga tahdid aniqlanadi.

Karyer sharoitida xodimlar xavfsizligini ta’minlash tizimi bir necha komponentlardan iborat: monitoring tizimi, signalizatsiya tizimi, evakuatsiya tizimi va shaxsiy himoya vositalari (SHV). Har bir komponent o‘zaro bog‘liq ishlash orqali xodimlarni favqulodda holatlardan himoya qiladi. Evakuatsiya tizimi sxemalari va signalizatsiya tizimi samaradorligini ko‘rsatadigan grafiklar xavfsizlikni optimallashtirish imkonini beradi. SHVlar esa xodimlarning mexanik, kimyoviy va tabiiy xavflardan himoya qilishda muhim rol o‘ynaydi.

Shu bilan birga, tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, karyer sharoitiga moslashtirilgan xavfsizlik tizimi xodimlarning xavfsizligini maksimal darajada ta’minlashga, favqulodda vaziyatlarda tezkorlikni oshirishga va ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini kafolatlashga yordam beradi.

Umuman olganda, ishlab chiqilgan kompleks xavfsizlik modeli karyer faoliyatidagi xavf omillarini tizimli tahlil qilish, favqulodda holatlar ehtimolini aniqlash va xodimlarni himoya qilish bo‘yicha samarali vosita hisoblanadi. Bu tizim sement zavodi karyerlarida xavfsizlikni yuqori darajada ta’minlash va ishlab chiqarish jarayonlarini barqaror saqlash uchun asos bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Иванов, А.В. *Промышленная безопасность цементных заводов*. Москва: Энергоатомиздат, 2018. – 256 с.
2. Петров, С.И. *Оценка риска на горных производствах*. Санкт-Петербург: Горный университет, 2017. – 312 с.
3. Smith, J., & Brown, L. *Occupational Safety in Cement Industry*. London: Industrial Press, 2019. – 280 p.
4. Кузнецов, В.Н. *Геологические и технологические риски карьеров*. Новосибирск: Наука, 2020. – 220 с.
5. ISO 45001:2018 *Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use*. Geneva: International Organization for Standardization, 2018.
6. Ершов, П.П. *Система безопасности на промышленных предприятиях*. Москва: Машиностроение, 2016. – 200 с.
7. Hughes, P., Ferrett, E. *Introduction to Health and Safety in Construction*. 6th Edition. London: Butterworth-Heinemann, 2020. – 320 p.
8. Сидоров, А.А. *Организация эвакуации и сигнализации на производстве*. Санкт-Петербург: Профиздат, 2017. – 180 с.

ISSN 3030-3907

9. European Cement Association (CEMBUREAU). *Cement Industry Safety Guidelines*. Brussels: CEMBUREAU, 2019.
10. Мельников, Ю.В. *Оценка и управление рисками на карьерах*. Москва: Недра, 2021. – 240 с.

ISSN 3030-3907

RAQAMLI TA’LIM MUHITINI SHAKLLANTIRISHDA SUN’IY INTELLEKT VA BULUTLI TEXNOLOGIYALARNING TEXNIK IMKONIYATLARI

Abdullayev Sh.
Farg‘ona davlat universiteti Axborot texnologiyalari kafedrasi dotsenti
E-mail: shaxbozfardu@2023@gmail.com
Usmonova U.
Farg‘ona davlat universiteti magistranti
E-mail: usmonovaumidaxon95@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy ta’lim tizimini transformatsiya qilishda sun’iy intellekt (SI) va bulutli texnologiyalarning o‘rni tadqiq etiladi. Asosiy e’tibor o‘quv jarayonini shaxsiylashtirish, ya’ni har bir ta’lim oluvchining individual ehtiyojlari va o‘zlashtirish tezligiga moslashuvchi adaptiv muhitni yaratish masalalariga qaratilgan. Bulutli platformalar ma’lumotlarni yig‘ish va saqlash infratuzilmasi sifatida, SI algoritmlari esa ushbu ma’lumotlarni tahlil qilib, shaxsiy ta’lim trayektoriyasini shakllantiruvchi intellektual vosita sifatida tahlil qilinadi. Maqolada ushbu texnologiyalarning o‘qituvchi va o‘quvchi o‘rtasidagi hamkorlikni yangi bosqichga ko‘tarishdagi samaradorligi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, bulutli texnologiyalar, shaxsiylashtirilgan ta’lim, adaptiv o‘qitish, raqamli ekotizim, ta’lim tahliliyoti.

Аннотация. В данной статье исследуется роль искусственного интеллекта (ИИ) и облачных технологий в трансформации современной системы образования. Основное внимание уделяется вопросам персонализации учебного процесса, а именно созданию адаптивной среды, подстраивающейся под индивидуальные потребности и темп усвоения материала каждым обучающимся. Облачные платформы рассматриваются как инфраструктура для сбора и хранения данных, а алгоритмы ИИ — как интеллектуальный инструмент, анализирующий эти данные и формирующий персональную траекторию обучения. В статье обосновывается эффективность данных технологий в выводе взаимодействия между учителем и учеником на новый уровень.

Ключевые слова: искусственный интеллект, облачные технологии, персонализированное обучение, адаптивное обучение, цифровая экосистема, образовательная аналитика.

Abstract. This article explores the role of Artificial Intelligence (AI) and cloud technologies in the transformation of the modern educational system. The primary focus is on the personalization of the learning process, specifically the creation of an adaptive environment that adjusts to the individual needs and learning pace of

ISSN 3030-3907

each student. Cloud platforms are analyzed as the infrastructure for data collection and storage, while AI algorithms are examined as intelligent tools that analyze this data to shape personal learning trajectories. The article substantiates the effectiveness of these technologies in elevating the collaboration between teachers and students to a new level.

Keywords: artificial intelligence, cloud technologies, personalized learning, adaptive learning, digital ecosystem, learning analytics.

KIRISH.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2021-yil 17-fevraldagi PQ-4996-sonli qarori mamlakatimizda sun’iy intellekt (SI) sohasini rivojlantirishning “poydevori” hisoblanadi. Ushbu hujjatda belgilangan asosiy ma’lumotlar va strategik yo‘nalishlar quyidagilardan iborat: strategik maqsad, ustuvor yo‘nalishlar, ta’lim va kadrlar tayyorlash, “Raqamli ma’lumotlar bazasi” ni yaratish, Xalqaro hamkorlik kabilardir.

SI texnologiyalarini keng joriy etish orqali iqtisodiyot tarmoqlari, ijtimoiy soha va davlat boshqaruvi tizimini raqamlashtirishni jadallashtirish hamda ushbu sohada yuqori malakali kadrlar tayyorlash strategik maqsad hisoblanadi. Ushbu qarorda SI qaysi sohalarda birinchi navbatda qo‘llanilishi aniq ko‘rsatilgan:

Sog‘liqni saqlash sohasida: Inson a’zolari rentgen va MRT tasvirlarini tahlil qilish orqali kasalliklarni barvaqt aniqlash mumkin.

Qishloq xo‘jaligi: Yer namligi, o‘simliklar holatini sun’iy yo‘ldosh orqali monitoring qilish mumkin. Bank va moliya: Kredit skoringi (mijozning to‘lov qobiliyatini baholash) va firibgarliklarni aniqlash mumkin. Energetika: Resurslarni iste’mol qilishni bashorat qilish va tizimni optimallashtirish mumkin.

Bu qaror bilan SI sohasida mutaxassislar tayyorlash tizimi yo‘lga qo‘yilgan. Bir qator nufuzli oliygohlarda (masalan, TATU, O‘zMU) SI bo‘yicha yangi kafedralar va laboratoriyalar tashkil etish, raqamli texnologiyalar va sun’iy intellektni rivojlantirish ilmiy-tadqiqot instituti faoliyati yo‘lga qo‘yilgan. SI ishlashi uchun katta hajmdagi ma’lumotlar (Big Data) kerak. PQ-4996 doirasida davlat organlarining ma’lumotlarini yagona bazaga birlashtirish va ulardan xavfsiz foydalanish tartibi belgilangan.

SI sohasida xalqaro standartlarni joriy etish, xorijiy kompaniyalar (masalan, Google, Microsoft) va nufuzli universitetlar bilan hamkorlikda qo‘shma loyihalarni amalga oshirish ko‘zda tutilgan. “O‘zbekistonda PQ-4996-sonli qarorga muvofiq, ta’lim tizimida SI texnologiyalaridan foydalanish ko‘nikmalarini shakllantirish davlat ahamiyatiga molik ustuvor vazifa etib belgilangan.” Sun’iy intellekt (SI) bugungi kunda ta’lim tizimini tubdan o‘zgartirayotgan eng kuchli vositalardan biridir. U shunchaki “aqlli qidiruv” emas, balki har bir o‘quvchining ehtiyojlariga

ISSN 3030-3907

moslashuvchi shaxsiy repetitor va o‘qituvchining eng yaqin yordamchisiga aylanmoqda. SI — bu sehrli tayoqcha emas, balki juda o‘tkir va foydali asbobdir. Undan to‘g‘ri foydalanish o‘quvchilarning bilim darajasini bir necha barobar oshirishi mumkin. SI ta’limda qanday muhim o‘rin tutishini asosiy yo‘nalishlar bo‘yicha ko‘rib chiqishimiz mumkin:

1. Shaxsiylashtirilgan ta’lim (Personalized Learning).

Har bir o‘quvchining o‘zlashtirish tezligi va uslubi har xil. SI o‘quvchining kuchli va kuchsiz tomonlarini tahlil qilib, unga mos keladigan o‘quv materiallarini tanlaydi. Moslashuvchan platformalar: Agar o‘quvchi mavzuni tez tushunsa, SI unga murakkabroq topshiriq beradi. Agar qiynalsa, soddaroq tushuntirishlar va qo‘shimcha mashqlar taklif qiladi. Vaqt va yondashuvda esa har bir bola uchun alohida o‘quv rejasi tuzish imkoniyati tug‘iladi.

2. O‘qituvchilarning yuklamasini kamaytirish.

O‘qituvchilar vaqtining katta qismini dars berishga emas, balki ma’muriy ishlarga (tekshirish, rejalashtirish) sarflashadi. SI bu yukni o‘z zimmasiga oladi:

Avtomatik baholash: Testlar va oddiy topshiriqlarni soniyalarda tekshirib, xatolar ustida ishlash bo‘yicha tavsiyalar beradi.

Dars ishlanmalarini yaratish: O‘qituvchi uchun qiziqarli dars senariylari, prezentatsiyalar va savollar bazasini shakllantirib beradi.

3. Inklyuziv ta’lim va imkoniyatlar kengayishi.

SI jismoniy imkoniyati cheklangan yoki til to‘sig‘iga uchragan o‘quvchilar uchun yangi eshiklarni ochadi:

Nutqni matnga aylantirish: Eshitishida nuqsoni borlar uchun real vaqtda subtitrlar yaratadi.

Tarjima imkoniyatlari: Dunyoning istalgan tilidagi eng yaxshi kurslarni o‘z ona tilida o‘rganish imkonini beradi.

4. 24/7 Virtual yordamchilar.

O‘quvchida savol tug‘ilganda, u o‘qituvchisining kelishini kutishi shart emas. Chatbotlar va SI tyutorlar tunu kun savollarga javob berishi va mavzuni tushuntirib berishi mumkin.

1-Jadval

SI va An’anaviy ta’lim qiyoslamasi

Xususiyat	An’anaviy ta’lim	SI bilan boyitilgan ta’lim
Yondashuv	Standart (hamma uchun bir xil)	Individual
Baholash	Dars oxirida yoki chorakda	Real vaqt rejimida (darhol)

ISSN 3030-3907

Mavjudlik	Faqat dars vaqtida	Istalgan vaqtda (24/7)
O‘qituvchi roli	Axborot manbayi	Yo‘nalish beruvchi (mentor)

Informatika — bu sun’iy intellektning “vatan”i hisoblanadi. Shuning uchun bu fanni SI yordamida o‘qitish boshqa fanlarga qaraganda tabiiyroq va samaraliroq kechadi. Endi informatika darsi shunchaki “kompyuterdan foydalanish” emas, balki algoritmik fikrlash va muammolarni hal qilish maydoniga aylanadi.

Informatika darslarida SI dan foydalanishning asosiy yo‘nalishlari quyidagilardan iborat:

1. Dasturlashni o‘rganishda “Juftlikda kod yozish” (Pair Programming):

O‘quvchilar kod yozishda ko‘pincha kichik sintaktik xatolar (nuqta-vergul qolib ketishi, qavslar noto‘g‘ri yopilishi) tufayli motivatsiyani yo‘qotishadi.

Kod tahlili: SI (masalan, GitHub Copilot yoki ChatGPT) o‘quvchining kodini real vaqtda tekshirib, xatoni ko‘rsatadi va nega bunday bo‘lganini tushuntiradi.

Kodni optimallashtirish: O‘quvchi yozgan ishchi kodni SIga berib, “Buni qanday qilib qisqaroq va samaraliroq yozish mumkin?” deb so‘rashi va turli usullarni o‘rganishi mumkin.

2. Algoritmlar va ma’lumotlar tuzilmasini tushunish:

Murakkab algoritmlarni (masalan, saralash algoritmlari yoki qidiruv tiziml ari) shunchaki matn orqali tushunish qiyin.

Vizual oqimlar: SI algoritmlarning ishlash jarayonini bosqichma-bosqich animatsiya ko‘rinishida ko‘rsatib beradi. Interaktiv simulyatsiyalarda esa o‘quvchi algoritm parametrlarini o‘zgartirib, natija qanday o‘zgarishini darhol ko‘radi.

3. Shaxsiy loyihalar va Kreativlik:

Informatika fani loyihaga asoslangan ta’lim (Project-based learning) uchun juda qulay.

G‘oya generatori: O‘quvchi o‘z qiziqishlaridan kelib chiqib (masalan, futbol yoki musiqa), SI yordamida qanday mobil ilova yoki sayt yaratish mumkinligi haqida reja tuzadi.

Assetlar yaratish: O‘yin dasturlashni o‘rganayotgan o‘quvchi SI yordamida o‘z o‘yini uchun personajlar, musiqalar va fon rasmlarini yaratishi mumkin.

2-Jadval

Informatikada SI vositalari va ularning vazifasi

Vosita	Informatika darsida qo‘llanilishi
Teachable Machine	O‘quvchilarga SI qanday o‘qitilishini (Machine Learning) amalda ko‘rsatadi

ISSN 3030-3907

Replit Ghostwiter	Kod yozishda yordam beradi va xatolarni tushuntiradi
Canva Magic Studio	UI/UX dizayn asoslarini o‘rganishda yordam beradi
Scratch+AI blocks	Kichik maktab yoshidagi o‘rganuvchilarga blokli dasturlash orqali SI ni tushuntiradi

4. Kiberxavfsizlik va Raqamli etika

SI o‘quvchilarga nafaqat texnologiyani, balki uning xavflarini ham o‘rgatadi:

Deepfake va feyk xabarlar: SI yaratgan kontentni qanday ajratish mumkinligini o‘rganish.

Etika: SI natijalaridagi “bias” (tomonkashlik) va mualliflik huquqi masalalarini muhokama qilish. Bugungi kunda o‘quvchi Python tilida 10 qator kod yozib, SI kutubxonalari yordamida rasmlarni taniydigan oddiy dasturni 15 daqiqa ichida yaratishi mumkin. Bu ularda fanga bo‘lgan ishtiyoqni keskin oshiradi.

Sun’iy intellekt olamida “eng yaxshisi” degan tushuncha yo‘q, chunki har bir modelning oz kuchi va zaif tomonlari bor. Quyida hozirgi kunda dunyoda eng ko‘p qo‘llanilayotgan uchta gigant — Claude (Anthropic), ChatGPT (OpenAI) va Gemini (Google) o‘rtasidagi asosiy farqlarni ko‘rishimiz mumkin.

3-Jadval

Xususiyat	Claude (Anthropic)	ChatGPT (OpenAI)	Gemini (Google)
Asosiy yo‘nalishi	Xavfsizlik, axloq va insoniy muloqot	Ko‘p qirralilik va ommaviylik	Sinxron ishlovchi infratuzilma mavjud
Matn hajmi (Context Window)	Juda katta (200k+ token). Butun boshli kitobni tahlil qila oladi	O‘rtacha (128k token). Standart hujjatlar uchun yetarli	Juda katta (1M+ token). Soatlab videolarni tahlil qila oladi
Dasturlash (Coding)	A’lo. Kodni tushunish va xatoni topishda juda aniq	Yaxshi. Keng tarqalgan tillarda yaxshi yordamchi	Yaxshi. Sinxron ishlovchi infratuzilma mavjud
Ijodiy yozish	Yuqori. Matnlari tabiiyroq va “robotik” emas	O‘rtacha. Ba’zan bir xil qoliplardan foydalanadi	O‘rtacha. Ma’lumot berishga ko‘proq moyil

ISSN 3030-3907

Internetga chiqish	Cheklangan (versiyasiga qarab)	Bor (Bing orqali)	Juda kuchli. Google

Xulosa qilib aytganda, SI o‘qituvchining o‘rnini butunlay bosa olmaydi. Ta’limda insoniy muloqot, tarbiya va hissiy intellekt juda muhim. Shuningdek, SI dan foydalanishda akademik halollik (ko‘chirmachilik) va ma’lumotlar xavfsizligi masalalariga ehtiyot bo‘lish lozim. Sun’iy intellekt va bulutli texnologiyalarning ta’lim jarayoniga integratsiyalashuvi shunchaki texnik yangilanish emas, balki ta’lim sifatini tubdan oshirishga xizmat qiluvchi strategik zaruriyatdir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ushbu texnologiyalar yordamida o‘quv jarayonini shaxsiylashtirish quyidagi muhim natijalarga erishish imkonini beradi:

Individual rivojlanish: Har bir o‘quvchining o‘zlashtirish darajasi va qiziqishlariga mos keladigan adaptiv ta’lim muhiti yaratiladi, bu esa o‘quv motivatsiyasini keskin oshiradi.

Vaqt va resurslar samaradorligi: Bulutli infratuzilma ma’lumotlarning yagona va xavfsiz almashinuvini ta’minlasa, SI algoritmlari o‘qituvchini kundalik takrorlanuvchi texnik ishlardan ozod etib, diqqatni ko‘proq ijodiy va mentorlik faoliyatiga qaratishga yordam beradi.

Teng imkoniyatlar: Masofaviy va bulutli servislar orqali yuqori sifatli intellektual ta’lim resurslari geografik joylashuvidan qat’i nazar barcha o‘quvchilar uchun ochiq bo‘ladi.

Biroq, bu jarayonda raqamli etika, ma’lumotlar maxfiyligi va o‘quvchilarda tanqidiy fikrlashni shakllantirish masalalari ham e’tibordan chetda qolmasligi lozim. Kelajak ta’limi — bu insoniy pedagogik mahorat va sun’iy intellekt imkoniyatlarining uyg‘unligidir. Faqatgina ushbu texnologiyalardan ongli va tizimli foydalanish orqali biz raqamli jamiyat talablariga javob beradigan barkamol avlodni tarbiyalashimiz mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mannobjonov, B. Z., & Azimov, A. M. (2022). NEW INNOVATIONS IN GREENHOUSE CONTROL SYSTEMS & TECHNOLOGY. Экономика и социум, (7 (98)), 95-98. https://cyberleninka.ru/article/n/new-innovations-ingreenhousecontrol-systems-technology
2. Siemens, G. (2013). Learning Analytics: Envisioning a Data-Driven Future. Gulyamov, S. S. va boshqalar. (2020). Raqamli iqtisodiyotda blokcheyn texnologiyalari. Toshkent: “Iqtisod-Moliya”.
3. Ziyadullaeva, G. S. (2023). “Ta’lim tizimini raqamlashtirish sharoitida sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning pedagogik jihatlari”. Ilmiy maqola, O‘zbekiston Milliy universiteti xabarlari.

ISSN 3030-3907

4. Luckin, R. (2018). Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education in the 21st Century. UCL Press. Russell, S. J., & Norvig, P. (2020). Artificial Intelligence: A Modern Approach (4th Edition). Pearson.
5. Murtazov, S., & boshqalar. (2022). Informatika va axborot texnologiyalari: Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 10-sinfi uchun darslik. Toshkent: “O‘qituvchi”.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining Qarori. (2021). “Sun’iy intellekt texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha shart-sharoitlar yaratish chora-tadbirlari to‘g‘risida” PQ-4996-son.
7. UNESCO Digital Library: Artificial intelligence in education (https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000370308)
8. Anthropic News: Claude.ai Resource Center (https://www.anthropic.com/news)

ISSN 3030-3907

ДЕТАНДЕР-ГЕНЕРАТОРНЫЕ УСТАНОВКИ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ КОМПЛЕКСЕ СИСТЕМ РЕДУЦИРОВАНИЯ ГАЗА

Сотникова Ирина Владимировна
Ташкентский государственный технический университет имени Каримова, доцент
E-mail: irishasot1964@gmail.com
Мукольянц Арсен Артёмович
Ташкентский государственный технический университет имени Каримова, PhD, доцент
E-mail: arsen5675@gmail.com
Эргашева Дильбар Кучкаровна
Ташкентский государственный технический университет имени Каримова, к.т.н., доцент
E-mail: arsen5675@gmail.com

Аннотация. Целью настоящего исследования является повышение эффективности функционирования детандер-генераторных агрегатов, применяемых в энергетических системах редуцирования природного газа, за счёт рационального использования тепловых и энергетических ресурсов. Для достижения поставленной цели выполнен анализ вариантов теплового обеспечения процесса подогрева газа перед его расширением в детандере. В качестве альтернативных источников теплоты рассмотрены автономные котельные установки, а также вторичные энергетические ресурсы в виде дымовых газов газотурбинных установок. Разработан расчётный аппарат, позволяющий определять ключевые эксплуатационные показатели детандер-генераторного агрегата, включая топливный расход, вырабатываемую электрическую мощность и удельные энергетические затраты при различных температурных режимах. Результаты проведённых расчётов свидетельствуют о существенном влиянии температурного уровня подогрева газа на эффективность установки. Установлено, что при относительно низких температурах более рациональным является использование котельных источников теплоты. В то же время при повышенных температурах наибольший эффект достигается при использовании тепла дымовых газов газотурбинных установок, что связано с вовлечением в энергетический баланс вторичных ресурсов. Таким образом, показано, что интеграция детандер-генераторных агрегатов с газотурбинными установками позволяет повысить энергетическую отдачу системы и снизить удельный расход топлива за счёт комплексного использования теплового потенциала.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: природный газ, редуцирование газа, детандер-генераторный агрегат, утилизация тепла, газотурбинная установка, воздушная теплонасосная установка, выработка электроэнергии, коэффициент преобразования, вторичные энергетические ресурсы.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqotning maqsadi tabiiy gazni kamaytirishning energetik tizimlarida qo‘llaniladigan detander-generator agregatlarining issiqlik va energetik resurslardan oqilona foydalanish orqali ishlash samaradorligini oshirishdan iborat. Qo‘yilgan maqsadga erishish uchun gazni detanderda kengaytirishdan oldin uni isitish jarayonini issiqlik bilan ta’minlash variantlari tahlil qilindi. Muqobil issiqlik manbalari sifatida avtonom qozon qurilmalari, shuningdek, gaz turbinali qurilmalarning tutun gazlari ko‘rinishidagi ikkilamchi energiya resurslari ko‘rib chiqildi.Amalga oshirilgan hisob-kitoblar natijalari gazni isitishning harorat darajasi o‘rnatish samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi. Aniqlanishicha, nisbatan past haroratlarda qozonxona issiqlik manbalaridan foydalanish yanada oqilona hisoblanadi. Shu bilan birga, yuqori haroratlarda gaz turbinali qurilmalarning tutun gazlari issiqligidan foydalanish eng katta samaraga olib keladi, bu esa energiya balansiga ikkilamchi resurslarni jalb etish bilan bog‘liq. Shunday qilib, detander-generator agregatlarining gaz turbinali qurilmalar bilan integratsiyalashuvi issiqlik salohiyatidan kompleks foydalanish hisobiga tizimning energiya samaradorligini oshirish va yoqilg‘ining solishtirma sarfini kamaytirish imkonini berishi ko‘rsatilgan.ander-generator agregatlarining gaz turbinali qurilmalar bilan integratsiyalashuvi issiqlik salohiyatidan kompleks foydalanish hisobiga tizimning energiya samaradorligini oshirish va yoqilg‘ining solishtirma sarfini kamaytirish imkonini berishi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: tabiiy gaz, gazni qayta ishlash, detander-generator qurilmasi, issiqlikni qayta tiklash, gaz turbinali qurilma, havo-issiqlik nasos qurilmasi, elektr energiyasi ishlab chiqarish, o‘zgartirish koeffitsiyenti, ikkilamchi energiya resurslari.

Abstract. The purpose of this study is to increase the efficiency of the expander-generator units used in natural gas reduction energy systems through the rational use of thermal and energy resources. To achieve this goal, an analysis of the options for thermal support of the gas heating process before its expansion in the expander was performed. Autonomous boiler installations, as well as secondary energy resources in the form of flue gases from gas turbine installations, are considered as alternative sources of heat. A calculation apparatus has been developed that allows determining the key operational parameters of an expander-generator unit, including fuel consumption, generated electrical power and specific energy costs under various temperature conditions. The results of the calculations indicate a

ISSN 3030-3907

significant influence of the temperature level of gas heating on the efficiency of the installation. It has been established that at relatively low temperatures, it is more rational to use boiler heat sources. At the same time, at elevated temperatures, the greatest effect is achieved when using the heat of flue gases from gas turbine installations, which is associated with the involvement of secondary resources in the energy balance. Thus, it is shown that the integration of expander-generating units with gas turbine installations makes it possible to increase the energy efficiency of the system and reduce specific fuel consumption due to the integrated use of thermal potential.

Keywords: natural gas, gas reduction, expander generator set, heat recovery, gas turbine unit, air-heat pump unit, power generation, conversion coefficient, secondary energy resources.

ВВЕДЕНИЕ.

Электроэнергетический сектор Республики Узбекистан занимает системообразующее положение в национальной экономике, обеспечивая функционирование промышленности, социальной инфраструктуры и коммунального хозяйства. Обладая значительным производственным и научно-техническим потенциалом, энергетическая отрасль оказывает определяющее влияние на темпы и устойчивость экономического развития. Единая энергосистема страны обеспечивает покрытие потребностей потребителей в электрической энергии, при этом Узбекистан выступает в качестве одного из ключевых энергетических узлов Центральноазиатского региона.

В условиях возрастающих требований к энергоэффективности и рациональному использованию топливно-энергетических ресурсов особую актуальность приобретают технологии, основанные на утилизации избыточных энергетических потенциалов. К числу таких решений относятся детандер-генераторные установки (ДГУ), применение которых в сочетании с теплонасосными системами позволяет формировать интегрированные энерготехнологические комплексы с повышенными показателями эффективности. Существенным преимуществом данных систем является возможность генерации электрической энергии без дополнительного сжигания топлива, что соответствует современным тенденциям ресурсосбережения.

Эффективность функционирования детандер-генераторных установок в значительной степени определяется температурным уровнем газа на входе в детандер. В соответствии с нормативными требованиями эксплуатации магистральных газопроводов, перед процессом расширения газ подлежит

ISSN 3030-3907

предварительному подогреву до температур порядка 80–100 °C. Традиционно указанный подогрев осуществляется за счёт тепловой энергии, получаемой при сжигании топлива. Вместе с тем, альтернативным направлением является использование вторичных энергетических ресурсов, в частности тепла уходящих газов газотурбинных установок, что позволяет отказаться от прямого сжигания топлива и повысить общую энергетическую эффективность системы [1–4].

При выполнении исследований получено следующее:

– обоснована целесообразность выбора источника тепловой энергии для подогрева природного газа в детандер-генераторных агрегатах с учётом температурных режимов их эксплуатации;

– разработаны расчётные зависимости для определения основных эксплуатационных показателей детандер-генераторных агрегатов, включая мощность, расход топлива и удельные энергетические характеристики, с учётом различных вариантов теплового обеспечения;

– выявлены закономерности влияния температуры подогрева газа на энергетическую эффективность работы детандер-генераторных установок;

– установлено преимущество использования вторичных энергетических ресурсов в виде дымовых газов газотурбинных установок при повышенных температурных уровнях, обеспечивающее рост мощности и снижение удельного расхода топлива [5].

МЕТОДОЛОГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В рамках настоящего исследования выполнен сравнительный анализ источников тепловой энергии, применяемых для подогрева природного газа перед его подачей в детандер-генераторный агрегат. Для условий Республики Узбекистан к числу наиболее технологически реализуемых решений относятся использование специализированных котельных установок (рис. 1), а также утилизация теплового потенциала дымовых газов газотурбинных установок [6, 7].

ISSN 3030-3907

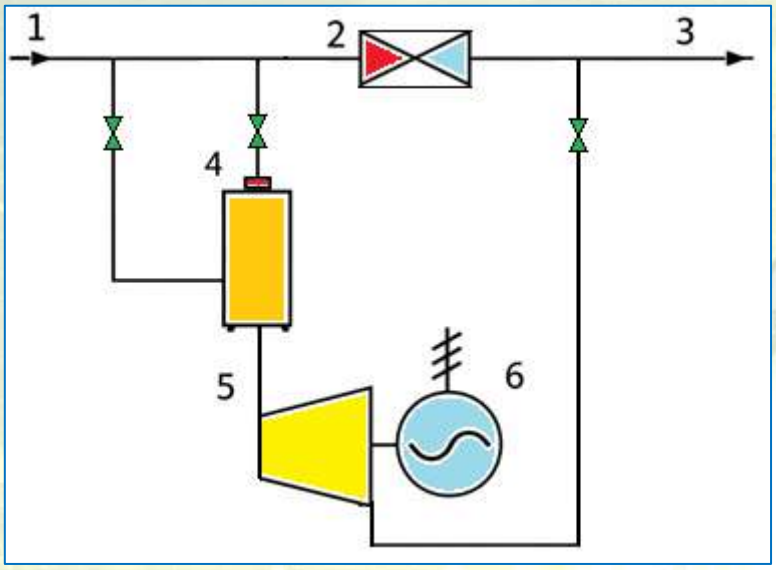


Рис. 1. ДГА с подогревом газа в котле:
1-трубопровод высокого давления;2-дроссельное устройство;
3- трубопровод низкого давления; 4- котел; 5- детандер; 6-генератор

В системах подогрева природного газа в качестве теплоносителей могут использоваться дымовые газы, сетевая вода либо отработанные газы газотурбинных установок. При функционировании детандер-генераторных агрегатов расход газа, поступающего на оборудование, определяется его тепловым содержанием и находится в зависимости от изменения энтальпии газа в процессе подготовки.

Энергетическое соотношение, характеризующее тепловое состояние газового потока при подогреве, может быть представлено в следующем виде:

$$Q_{\text{ртг}} = Q_{\text{нтс}} + h_{\text{г}} - h_0$$

В приведённом выражении $Q_{\text{ртп}}$ представляет собой удельную теплоту, подводимую к газу в процессе его подготовки; $Q_{\text{нтс}}$ — низшую теплоту сгорания топлива, характеризующую химический энергетический потенциал топлива. Величины $h_{\text{г}}, h_0$ соответствуют удельной энтальпии газа при текущих термодинамических параметрах (температура и давление) и при стандартных условиях (температура 273 К и давление 0,1 МПа) соответственно.

Разность энтальпий ($h_{\text{г}} - h_0$) отражает изменение внутренней энергии газового потока в процессе подогрева и определяет дополнительную тепловую нагрузку, необходимую для достижения требуемого температурного уровня перед расширением в детандере.

Таким образом, данное соотношение позволяет установить взаимосвязь между химической энергией топлива и термодинамическими

ISSN 3030-3907

параметрами газового потока, что является основой для расчёта тепловых и энергетических характеристик детандер-генераторных установок.

При допущении термодинамического равновесия, в рамках которого энтальпия газа на выходе из детандера принимается равной энтальпии газа на входе в последующие элементы системы, основные энергетические характеристики детандер-генераторного агрегата могут быть определены на основе следующих зависимостей.

Мощность, развиваемая детандером, определяется выражением:

$$N_{\text{ДГА}} = G_{\text{топ}} \cdot (h_1 - h_2) \quad (1)$$

где $G_{\text{топ}}$ - массовый расход газа;

h_1 и h_2 - удельные энтальпии газа соответственно на входе и выходе из детандера.

Расход топлива, необходимый для обеспечения требуемого температурного уровня подогрева газа, определяется с учётом энергетических характеристик топлива и эффективности теплогенерирующего оборудования:

$$\text{V}G_{\text{топ}}^{\text{пер}} = \frac{G_{\text{топ}} \cdot (h_1 - h_2)}{Q_{\text{нтс}} \cdot \eta_{\text{к}}}, \quad (2)$$

где $\eta_{\text{к}}$— коэффициент полезного действия котельной установки или иного источника теплоты.

Удельный расход топлива при производстве электрической энергии детандер-генераторной установкой определяется как:

$$G_{\text{урт}} = \frac{1}{Q_{\text{нтс}} \cdot \eta_{\text{к}}}, \quad (3)$$

Что позволяет оценить топливную эффективность установки в зависимости от характеристик используемого топлива и теплотехнических параметров системы подогрева.

Таким образом, представленные зависимости формируют основу для количественной оценки энергетической эффективности детандер-генераторных агрегатов при различных режимах эксплуатации и вариантах теплового обеспечения.

В приведённых соотношениях коэффициент $\eta_{\text{к}}$ характеризует эффективность котельной установки, обеспечивающей предварительный подогрев газа перед его поступлением в детандер. Величина $G_{\text{топ}}$ соответствует расходу газа в трубопроводе, а параметры h_1 и h_2 определяют значения удельной энтальпии газа соответственно до и после процесса расширения.

ISSN 3030-3907

В общем случае, при отсутствии равенства энтальпий газа на выходе из детандера и на входе в газопотребляющую систему, $h_{\text{ВХ}} \neq h_2$, изменение термодинамического состояния газа сопровождается перераспределением его расхода. Данный эффект особенно проявляется при использовании части газа в качестве топлива. В этих условиях расчётные зависимости для определения основных характеристик установки принимают уточнённый вид.

Расход топлива, необходимый для подогрева газа в котельной установке, определяется выражением:

$$VG_{\text{топ}}^{\text{под}} = \frac{G_{\text{топ}} \cdot (h_1 - h_{\text{ВХ}})}{(Q_{\text{нтс}} + h_2 - h_{\text{ВХ}}) \cdot \eta_{\text{к}}}; \qquad (4)$$

Мощность детандер-генераторного агрегата с учётом изменения энтальпии газа на входе в систему может быть представлена в виде:

$$N_{\text{ДГА}} = G_{\text{топ}} \cdot \frac{Q_{\text{нтс}} + h_{\text{ВХ}} - h_0}{Q_{\text{нтс}} + h_2 - h_0} \cdot (h_1 - h_2); \qquad (5)$$

Удельный расход топлива на выработку электрической энергии, с учётом перераспределения газового потока, определяется следующим образом:

$$G_{\text{урт}} = \frac{VG_{\text{топ}}}{N_{\text{ДГА}}} = \frac{1}{(Q_{\text{нтс}} + h_2 - h_0) \cdot \eta_{\text{к}}} \cdot \frac{(h_1 - h_{\text{ВХ}})}{(h_1 - h_2)} \cdot \left[1 + \frac{(h_{\text{ВХ}} - h_2) \cdot \eta_{\text{к}}}{(h_1 - h_{\text{ВХ}})}\right]. \qquad (6)$$

Полученные зависимости позволяют учитывать влияние изменения термодинамического состояния газа на входе в газопотребляющую систему на энергетические показатели детандер-генераторной установки.

Удельный расход топлива на выработку электрической энергии, при условии отнесения полного изменения расхода топлива к процессу генерации, определяется выражением (6).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ.

Проведённые расчётные исследования показали, что энергетические и топливные характеристики детандер-генераторных установок в значительной степени определяются температурным уровнем подогрева газа, а также выбором источника тепловой энергии.

Анализ зависимостей, представленных на рис. 2, свидетельствует о том, что с увеличением температуры подогрева газа наблюдается рост удельного расхода топлива.

ISSN 3030-3907

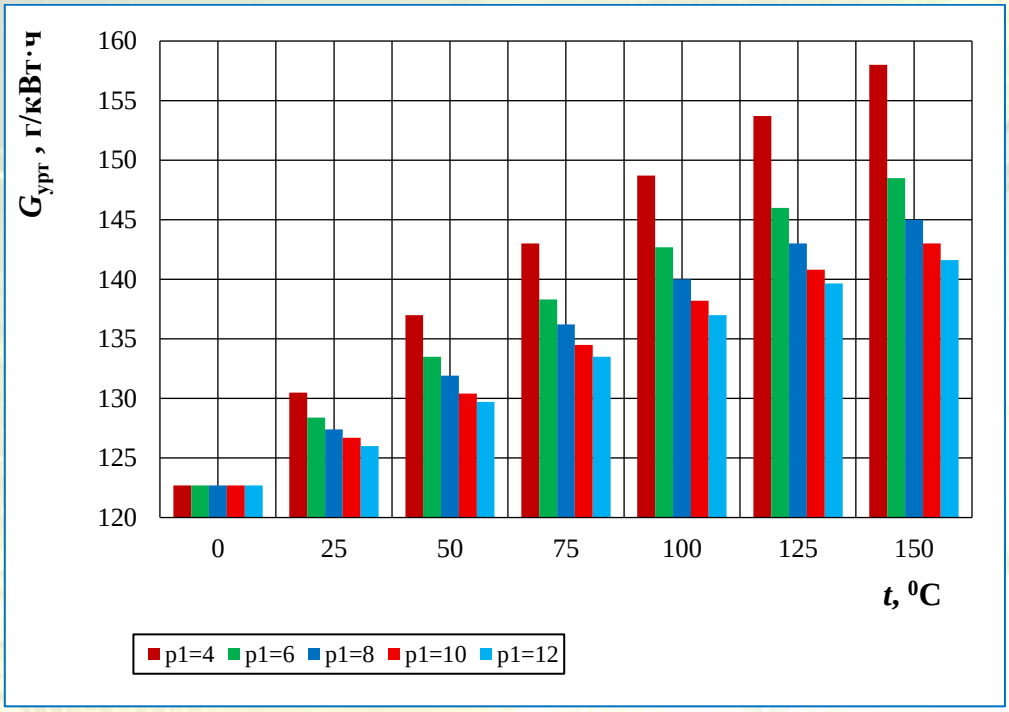


Рис. 2. Удельный расход топлива при выработке электроэнергии

Данная тенденция обусловлена увеличением тепловых затрат на подготовку газа, несмотря на одновременное повышение мощности детандера. При этом влияние давления газа проявляется в изменении перепада энтальпии: при более высоких давлениях увеличивается потенциальная работа расширения, однако это сопровождается ростом топливных затрат на подогрев.

Использование дымовых газов газотурбинной установки (рис. 3) позволяет существенно изменить энергетический баланс системы.

В данном случае подвод теплоты осуществляется за счёт утилизации вторичных энергетических ресурсов, что снижает потребность в дополнительном сжигании топлива. В этом случае суммарное количество теплоты, передаваемой дымовыми газами, может быть представлено в виде:

$$Q_{\text{дг}} = N_{\text{ДГА}} + Q_{\text{уг}}, \qquad (7)$$

где: $N_{\text{ДГА}}$ - мощность ДГА; $Q_{\text{уг}}$ - теплота уходящих газов.

ISSN 3030-3907

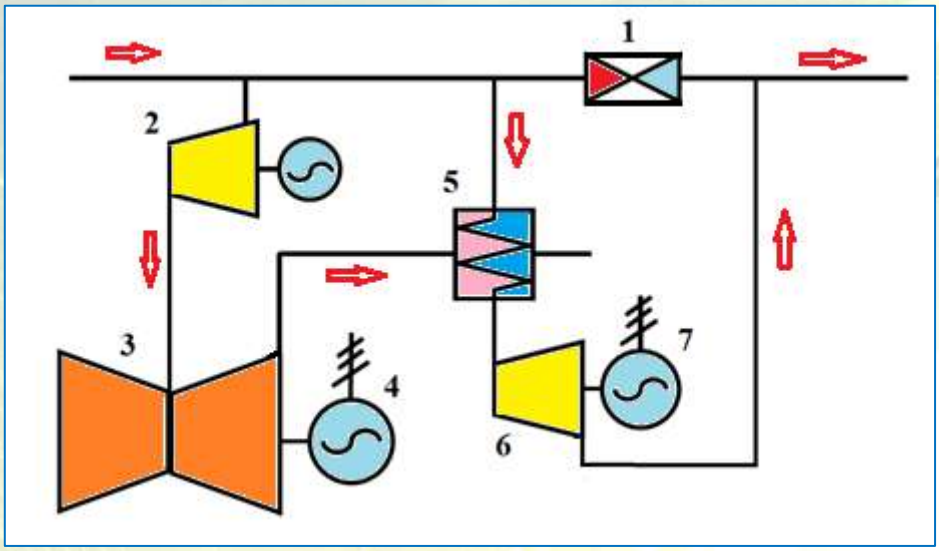


Рис. 3. Подогрев газа уходящими газами ГТУ
1-дроссельное устройство; 2- компрессор; 3- газотурбинная установка (ГТУ); 4 - генератор ГТУ; 5 - теплообменник; 6 - детандер; 7- генератор ДГА

Мощность газотурбинной установки, обеспечивающей формирование соответствующего теплового потока, определяется соотношением:

$$N_{\text{ГТУ}} = N_{\text{ДГА}} \cdot \frac{t_{\text{дг}} - t_{\text{хв}}}{t_{\text{дг}} - t_{\text{уг}}} \cdot \frac{\eta_{\text{ГТУ}}}{1 - \eta_{\text{ГТУ}}},$$

где $\eta_{\text{ГТУ}}$ – коэффициент полезного действия газотурбинной установки;

$t_{\text{дг}}$, $t_{\text{вх}}$, $t_{\text{уг}}$ — температурные параметры дымовых газов на различных участках системы.

Таким образом, использование тепла уходящих газов газотурбинных установок позволяет сформировать замкнутую энерготехнологическую схему, в которой обеспечивается более полное использование энергетического потенциала топлива и повышение общей эффективности установки.

Удельный расход топлива при выработке электрической энергии в рассматриваемой комбинированной схеме определяется следующим образом:

$$G_{\text{урт}} = \frac{1}{\left(Q_{\text{нтс}} + h_{\text{ВХ}} - h_0\right)} \cdot \left(\frac{t_{\text{дг}} - t_{\text{вх}}}{t_{\text{дг}} - t_{\text{уг}}} \cdot \frac{\eta_{\text{ГТУ}}}{1 - \eta_{\text{ГТУ}}} \cdot \frac{h_{\text{ВХ}} - h_2}{h_1 - h_{\text{ВХ}}} \right), \quad (8)$$

Полученные расчётные зависимости позволяют учитывать совместное влияние термодинамических параметров газа и характеристик газотурбинной установки на топливную эффективность процесса генерации электроэнергии.

Результаты расчётов удельного расхода топлива, выполненные по выражению (8), в зависимости от температуры подогрева газа представлены

ISSN 3030-3907

на рис. 4. Анализ графических зависимостей показывает, что с увеличением температуры газа перед детандером наблюдается устойчивая тенденция изменения топливной эффективности установки, причём характер кривых определяется значениями давления газа.

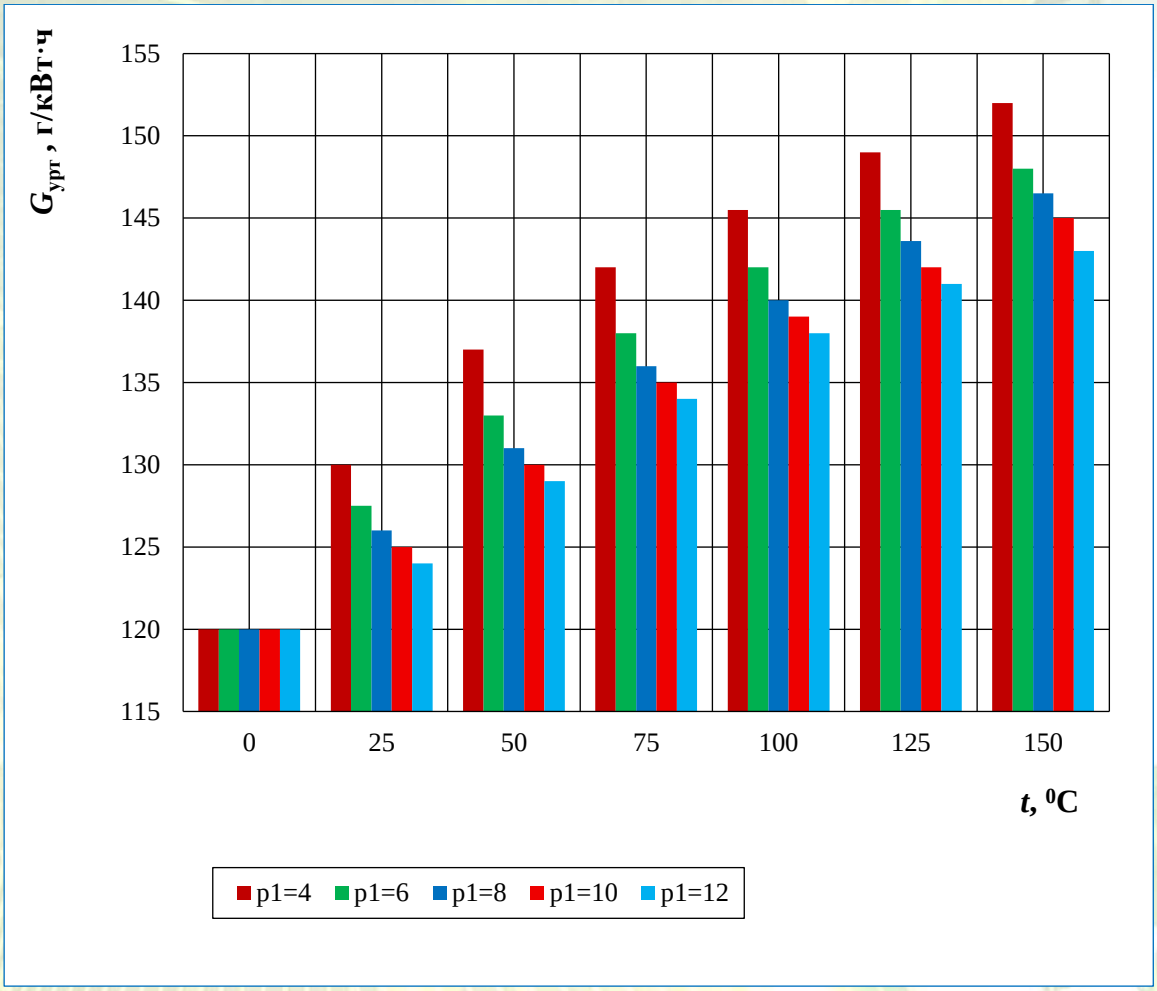


Рис. 4. Изменение удельного расхода топлива при росте температуры газа перед детандером

В случае, если изменение энтальпии газа на выходе из детандера не оказывает влияния на расход газа, поступающего к потребителю, расчётные зависимости для основных энергетических показателей могут быть представлены в упрощённой форме.

Расход топлива определяется следующим выражением:

$$\Delta G_{\text{топ}} = G_{\text{ГТУ}} = G_{\text{топ}} \cdot \frac{(h_1 - h_{\text{ВХ}})}{(Q_{\text{нтс}} + h_{\text{ВХ}} - h_0)} \cdot \frac{t_{\text{дг}} - t_{\text{хв}}}{t_{\text{дг}} - t_{\text{уг}}} \cdot \frac{1}{1 - \eta_{\text{ГТУ}}}; \quad (9)$$

Электрическая мощность установки определяется соотношением:

$$N_{\text{УСТ}} = G_{\text{топ}} \cdot (h_1 - h_2) \cdot \left(\frac{t_{\text{дг}} - t_{\text{хв}}}{t_{\text{дг}} - t_{\text{уг}}} \cdot \frac{\eta_{\text{ГТУ}}}{1 - \eta_{\text{ГТУ}}} \cdot \frac{(h_1 - h_{\text{ВХ}})}{(h_1 - h_2)} + 1 \right); \quad (10)$$

Удельный расход топлива на выработку электрической энергии в рассматриваемом случае определяется выражением:

ISSN 3030-3907

$$G_{\text{урт}} = \frac{1}{\left(Q_{\text{нтс}} + h_{\text{ВХ}} - h_0\right)} \cdot \frac{\left(\frac{t_{\text{дг}} - t_{\text{хв}}}{t_{\text{дг}} - t_{\text{уг}}} \cdot \frac{1}{1-\eta_{\text{ГТУ}}}\right)}{\left(\frac{t_{\text{дг}} - t_{\text{хв}}}{t_{\text{дг}} - t_{\text{уг}}} \cdot \frac{\eta_{\text{ГТУ}}}{1-\eta_{\text{ГТУ}}} + \frac{(h_1 - h_2)}{(h_1 - h_{\text{ВХ}})}\right)}. \quad (11)$$

Проведённый анализ показывает, что повышение температуры подогрева газа приводит к увеличению эффективности использования теплового потенциала дымовых газов газотурбинной установки. Это, в свою очередь, обеспечивает снижение удельного расхода топлива по сравнению с традиционными схемами, основанными на применении котельных установок.

Таким образом, использование вторичных энергетических ресурсов в виде уходящих газов ГТУ позволяет реализовать более эффективные режимы работы детандер-генераторных установок, особенно в условиях повышенных температур подогрева газа [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Проведённое исследование позволило комплексно оценить влияние способов подогрева природного газа на энергетические и топливные характеристики детандер-генераторных установок, функционирующих в составе энергетических систем редуцирования газа. Полученные результаты подтверждают определяющую роль температурных и термодинамических параметров газа в формировании эффективности работы установки.

Установлено, что при относительно низких температурах подогрева газа (до ~80 °C) применение специализированных котельных установок обеспечивает более стабильные и управляемые условия теплообмена, что обуславливает их целесообразность в указанных режимах эксплуатации. Вместе с тем, по мере повышения температуры подогрева эффективность традиционных схем снижается вследствие роста удельных топливных затрат.

Показано, что использование теплового потенциала дымовых газов газотурбинных установок позволяет реализовать более эффективные режимы работы детандер-генераторных агрегатов за счёт вовлечения вторичных энергетических ресурсов. При этом достигается увеличение генерируемой мощности и снижение удельного расхода топлива, что свидетельствует о повышении общей энергетической эффективности системы.

На основе разработанных расчётных зависимостей установлены закономерности изменения удельного расхода топлива и мощности установки в зависимости от температурных режимов и параметров газового

ISSN 3030-3907

потока. Полученные результаты позволяют обосновать выбор рациональной схемы подогрева газа с учётом конкретных условий эксплуатации.

Доказано, что интеграция детандер-генераторных установок с газотурбинными установками формирует энерготехнологические комплексы с повышенным уровнем использования топливно-энергетических ресурсов. Такая интеграция обеспечивает переход к более эффективным и ресурсосберегающим схемам энергоснабжения.

Практическая значимость работы заключается в возможности применения полученных зависимостей и рекомендаций при проектировании и модернизации газораспределительных и энергетических объектов, а также при выборе оптимальных режимов работы детандер-генераторных установок.

Таким образом, результаты исследования подтверждают перспективность широкого внедрения детандер-генераторных технологий в сочетании с утилизацией вторичных энергетических ресурсов для повышения энергоэффективности и устойчивости энергетической инфраструктуры Республики Узбекистан.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мукольянц А.А., Сотникова И.В., Турсунова Э.А. Расчетный анализ эффективности использования детандер-генераторной установки на Ташкентской ТЭЦ // Журнал «Проблемы энерго- и ресурсосбережения». - Ташкент, № 89, 2025. – С. 54-63.
2. Агабабов В.С., Андреев А.Р. Изменение показателей котельных при применении детандер – генераторных агрегатов // Промышленная энергетика. 2004. №7. С. 38–44.
3. Андреев А.Р. Изменение показателей работы котельных при применении ДГА с подогревом газа дымовыми газами ГТУ // Промышленная энергетика. 2005. №1. С. 42–44.
4. Оценка показателей детандер - генераторных агрегатов, установленных на ГРС и ГРП // Корягин А.В. /Энергосбережение и водоподготовка. -2004. -№1. -С.71-74.
5. Сотникова И.В., Мукольянц А.А., Низомов Ж. О влияние детандр-генераторного агрегата на эффективность работы котельных при подогреве газа дымовыми газами газотурбинной установки // Журнал «Проблемы энерго- и ресурсосбережения». - Ташкент, № 85, 2024. – С. 168-174.

ISSN 3030-3907

6. Об использовании ДГА в котельных /Агабабов В.С., Корягин А.В., Титов В.Л., Хаймер Ю.Ю. //Энергосбережение и водоподготовка. -2000. -№2. -С.14-18.

7. Белоусов, А. Е. Моделирование газодинамических процессов, связанных с утилизацией энергии природного газа на малых пунктах редуцирования единой системы газоснабжения при помощи регулируемого детандер-генератора объемного типа / А. Е. Белоусов, О. В. Кабанов, Г. Х. Самигуллин. – Текст: непосредственный // Территория Нефтегаз. – 2017. – № 7–8. – С. 18–23.

8. Энергосбережение в котельных установках ТЭС при использовании вторичных энергоресурсов / И.В. Сотникова, А.А. Мукольянц // Проблемы энерго- и ресурсосбережения. – 2022. - № 3. - С. 271-277.

ISSN 3030-3907

MAHALLIY DOLOMIT XOMASHYOSINI KISLOTALI PARCHALASH ORQALI MAGNIYNI AJRATIB OLISH JARAYONINING MAQBUL SHAROITLARINI ANIQLASH

Madina Rajabova
Buxoro davlat texnika universiteti doktoranti
E-mail: rajabovamadinabonu0@gmail.com
Axtam Xaydarov
Buxoro davlat texnika universiteti "Kimyo texnologiyasi" kafedrasi professori

Annotatsiya. Mazkur tadqiqot ishida Navoiy viloyati Navbaxor konidan olingan dolomit namunalarini nitrat kislotada parchalash orqali magniyni ajratib olish jarayonining o'rganish natijalari keltirilgan. Tadqiqotda dolomitni turli konsentratsiyali (30–55 %) nitrat kislota eritmalarida hamda kislota sarfining 50–140 stexiometrik me'yorlarida qayta ishlash jarayonlari laboratoriya sharoitida amalga oshirildi. Olingan reaksion aralashmalar tarkibida kalsiy va magniy oksidlarining umumiy hamda suvda eruvchan shakllari, shuningdek karbonatsizlanish darajasi kompleks analitik usullar orqali aniqlandi. Tajriba natijalariga ko'ra, 35-40% konsentratsiyali nitrat kislota dolomitning barqaror parchalanishini ta'minlashi, kislota sarfining 110-120 stexiometrik me'yorida esa magniy birikmalarining suvda eruvchan shaklga o'tishi 90-95 % gacha yetishi, reaksion aralashmaning texnologik qayta ishlash xossalarini saqlab qolishi bilan maqbul sharoit deb baholandi.

Kalit so'zlar: dolomit, nitrat kislota, kislotali parchalash, magniy ajratib olish, stexiometrik me'yor, kislota konsentratsiyasi.

Аннотация. В данной исследовательской работе представлены результаты изучения процесса извлечения магния азотнокислотным разложением образцов доломита Навбахорского месторождения Навоийской области. В исследованиях процессы переработки доломита проводились в лабораторных условиях в растворах азотной кислоты различной концентрации (30-55%) и в стехиометрических нормах расхода кислоты 50-140. Общие и водорастворимые формы оксидов кальция и магния в составе полученных реакционных смесей, а также степень декарбонизации определяли комплексными аналитическими методами. Согласно результатам экспериментов, азотная кислота в концентрации 35-40% обеспечивает стабильное разложение доломита, а при стехиометрической норме расхода кислоты 110-120 переход соединений магния в водорастворимую форму достигает 90-95%, реакционная смесь сохраняет свойства технологической переработки.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: доломит, азотная кислота, кислотное разложение, извлечение магния, стехиометрическая норма, концентрация кислоты.

Abstract. The dissertation presents the results of studying the process of magnesium extraction by nitric acid decomposition of dolomite samples from the Navbakhor deposit in the Navoi region. In the study, the processes of processing dolomite in nitric acid solutions of various concentrations (30-55%) and acid consumption rates of 50-140 were carried out under laboratory conditions. The total and water-soluble forms of calcium and magnesium oxides in the obtained reaction mixtures, as well as the degree of decarbonation, were determined by complex analytical methods. According to the results of the experiments, nitric acid at a concentration of 35-40% provides stable decomposition of dolomite, and at a stehiometric acid consumption rate of 110-120, the transition of magnesium compounds to a water-soluble form reaches 90-95%, and the reaction mixture retains its technological processing properties.

Keywords: dolomite, nitric acid, acid decomposition, magnesium extraction, stoichiometric norm, acid concentration.

KIRISH.

So‘nggi yillarda jahon miqyosida mineral xomashyolarni kompleks qayta ishlash, ulardan yuqori qo‘shimcha qiymatli noorganik mahsulotlar olish hamda chiqindisiz texnologiyalarni ishlab chiqish masalalari strategik ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, kalsiy va magniy saqlovchi mineral xomashyolar kimyo, metallurgiya, qurilish materiallari sanoati, qishloq xo‘jaligi hamda atrof-muhitni muhofaza qilish texnologiyalarida keng qo‘llanilishi bilan alohida ilmiy-amaliy qiziqish uyg‘otmoqda. Bu minerallar asosida magniy birikmalari, sorbentlar, koagulyantlar, mineral o‘g‘itlar va funksional nanomateriallar olish imkoniyatlari ularni chuqur o‘rganish va qayta ishlash masalalari muhim vazifalardan biridir. Kalsiy va magniy saqlovchi karbonat minerallarini kompleks qayta ishlash, ulardan yuqori qo‘shimcha qiymatli noorganik mahsulotlar olish hamda chiqindisiz texnologiyalar ishlab chiqish masalasi so‘nggi o‘n yilliklarda jahon ilmiy jamoatchiligining diqqat markazida bo‘lib kelmoqda. Ayniqsa, dolomit mineralini kimyoviy va termokimyoviy usullarda qayta ishlash orqali Mg va Ca birikmalarini selektiv ajratib olish, ular asosida sorbentlar, koagulyantlar, o‘g‘itlar va funksional materiallar sintez qilish bo‘yicha ko‘plab tadqiqotlar olib borilgan[1].

Dolomit $CaMg(CO_3)_2$ formulali ikki karbonatli mineral bo‘lib, uning kristall panjarasida kalsiy va magniy ionlari izomorf joylashgan. Uning ushbu xususiyati mineralni selektiv eritish va fazaviy ajratishni murakkablashtiradi. Bir qator tadqiqotlarda dolomitni to‘g‘ridan to‘g‘ri kislotalarda parchalashda Ca va Mg ionlarining bir vaqtda eritmaga o‘tishi qayd etilgan. Bu holat keyingi ajratish

ISSN 3030-3907

bosqichlarini murakkablashtiradi. Shu sababli ilmiy ishlar asosan jarayon parametrlarini optimallashtirishga qaratilgan[2].

Dolomitni qayta ishlashning eng keng tarqalgan usullaridan biri termik dekarbonizatsiya hisoblanadi. 800–950 °C haroratda dolomit CaO va MgO ga parchalanadi. Biroq ko‘plab mualliflar bu usulning energiya sarfi yuqori ekanligini, CO_2 chiqindilari katta hajmda ajralib chiqishini va CaO hamda MgO ni keyinchalik selektiv ajratish murakkabligini ta’kidlaydilar. Shu bois past haroratli kislotali qayta ishlash usullari ilmiy va amaliy jihatdan ustun deb baholanmoqda[3].

Kislotali parchalash bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar asosan HCl, H_2SO_4 va HNO_3 kislotalarini qo‘llashga bag‘ishlangan. Xlorid kislota dolomitni tez eritishi bilan ajralib turadi, ammo $CaCl_2$ va $MgCl_2$ eritmalarini keyinchalik ajratish qo‘shimcha reagentlar talab qiladi. Sulfat kislotada parchalashda $CaSO_4$ cho‘kmasi hosil bo‘lib, Mg^{2+} ni eritmada qoldirish imkonini beradi, biroq gips hosil bo‘lishi filtratsiya jarayonini murakkablashtiradi.

Nitrat kislota esa dolomitni parchalashda bir qator texnologik afzalliklarga ega. Ilmiy manbalarda qayd etilishicha, HNO_3 yuqori dissotsiatsiya darajasiga ega bo‘lib, karbonat minerallarini to‘liq eritish qobiliyati bilan ajralib turadi. Reaksiya natijasida hosil bo‘luvchi $Ca(NO_3)_2$ va $Mg(NO_3)_2$ yuqori eruvchanlikka ega bo‘lib, eritma fazasida barqaror saqlanadi. Bu esa selektiv cho‘ktirish yoki qayta kristallash orqali Mg ni ajratishni yengillashtiradi. Qator tadqiqotlarda dolomitni nitrat kislotada parchalash kinetikasi o‘rganilgan. Mualliflar kislotaning konsentratsiyasi ortishi bilan reaksiya tezligi oshishini, CO_2 ajralishi intensivligi kuchayishini hamda karbonat fazalar to‘liq parchalanishini qayd etadilar. Biroq yuqori konsentratsiyali kislotalarda reaksiya muhitida ortiqcha kislota qolishi, nitrat tuzlarining kristallanish xususiyatlari o‘zgarishi mumkinligi ta’kidlangan[4-7].

Magniyni selektiv ajratish usullari ham keng o‘rganilgan. Eng ko‘p tarqalgan usul $Mg(OH)_2$ ko‘rinishida cho‘ktirish. Bunda Mg^{2+} eritmasiga ishqoriy reagentlar (NaOH, NH_4OH) qo‘shilib, magniy gidroksidi cho‘ktiriladi. Ca^{2+} esa eritmada qoladi yoki keyinchalik $CaCO_3$ sifatida ajratiladi. Boshqa tadqiqotlarda Mg ni karbonat, oksid yoki LDH shaklida sintez qilish texnologiyalari ham ishlab chiqilgan. Shu bilan birga, adabiyotlar tahlili dolomitni nitrat kislotada yuqori konsentratsiyada parchalash, turli stexiometrik me’yorlarda Ca va Mg ionlarining eruvchanlik dinamikasi, karbonatsizlanish chuqurligi va selektiv ajratish samaradorligi masalalari yetarlicha chuqur o‘rganilmaganini ko‘rsatadi. Yuqoridagilardan kelib chiqib mazkur tadqiqot ishi dolomitni nitrat kislotada turli konsentratsiya va stexiometrik me’yorlarda parchalash, Ca va Mg oksidlarining umumiy hamda suvda eruvchan shakllarini aniqlash, karbonatsizlanish jarayonini

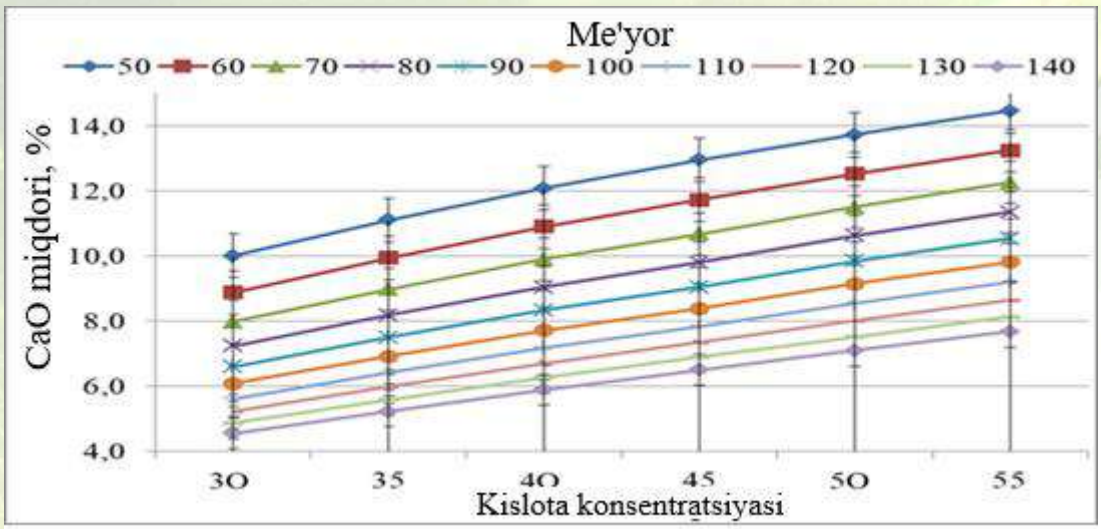
ISSN 3030-3907

baholash hamda magniyni selektiv ajratishning ilmiy-texnologik asoslarini ishlab chiqishga qaratilgan.

Tadqiqot obyekti sifatida Navoiy viloyati Navbaxor konidan olingan mahalliy dolomit xomashyosi qo‘llanildi. Namunalar laboratoriya sharoitida quritilib, sharli tegirmonda maydalandi va 0,25 mm dan kichik fraksiyagacha ajratildi. Kimyoviy tarkib klassik kimyoviy tahlil usullari orqali aniqlanib, dolomit tarkibida CaO- 28,67 %, MgO- 18,42 % va CO_2- 42,57 % miqdorda mavjudligi belgilandi. Shuningdek, qo‘shimcha komponentlar sifatida SiO_2 -3,26 %, Al_2O_3 - 1,12 %, Fe_2O_3- 1,24 %, SO_3 -1,37 %, H_2O -1,90 % va boshqa aralashmalar - 1,45 % ni tashkil etdi. Tajribalarda analitik tozalikdagi nitrat kislota (HNO_3), distillangan suv hamda analitik tahlillar uchun EDTA va indikator reagentlardan foydalanildi. Dolomitni kislotali parchalash jarayonini o‘rganish maqsadida 30, 35, 40, 45, 50 va 55 % konsentratsiyali nitrat kislotasi eritmalari konsentrlangan kislotani suyultirish orqali tayyorlandi va titrimetrik usulda nazorat qilindi. Kislotali parchalash tajribalari mexanik aralashtirgich bilan jihozlangan shishali reaktorlarda amalga oshirildi. Har bir tajribada dolomit namunasi olinib, unga turli konsentratsiyali nitrat kislota dolomit tarkibidagi kalsiy va magniy oksidlariga nisbatan 50, 60, 70, 80, 90, 100, 110, 120, 130 va 140 stexiometrik me’yorlarda qo‘shildi. Reaksiya jarayoni 25–30°C haroratda 30-40 daqiqa davomida olib borildi. Jarayon tugagach, reaksion aralashma namunalarda kalsiy va magniy oksidlarining umumiy hamda suvda eruvchan shakllari kompleksonometrik titrlash usuli orqali aniqlandi. Barcha tajribalar ikki marta takrorlanib, natijalarning o‘rtacha qiymatlari statistik qayta ishlandi.

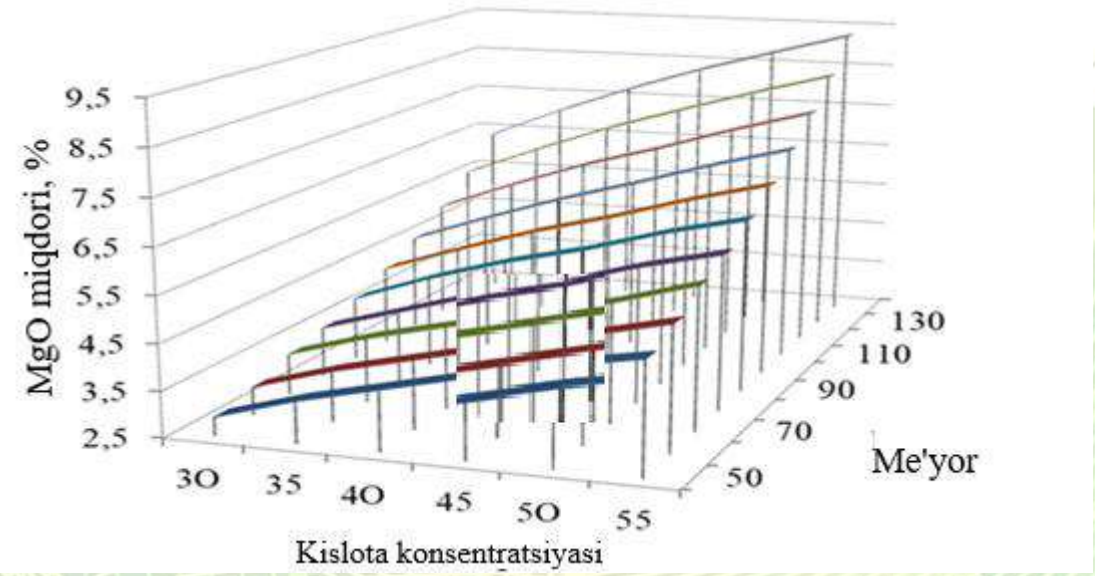
Olingan natijalar. 1-rasmda dolomitni nitrat kislotada parchalash jarayonida hosil bo‘lgan reaksion aralashma tarkibidagi kalsiy oksidi miqdorining kislota konsentratsiyasi va uning stexiometrik sarf me’yoriga bog‘liq holda o‘zgarishida, kislota konsentratsiyasi 30 % dan 55 % gacha oshirilganda barcha stexiometrik me’yorlarda CaO miqdorining ortishi kuzatilgan. Masalan, 50 % stexiometrik me’yorda CaO miqdori 30 % konsentratsiyali kislotada 10,01 % ni tashkil etgan bo‘lsa, 55 % konsentratsiyada 14,45 % gacha oshgan, ya’ni qariyb 1,44 barobar o‘sish qayd etilgan. Bunda kislota konsentratsiyasi oshishi bilan qo‘shiladigan kislota miqdori kamayib borishiga bog‘liqdir. Shu bilan birga, kislota sarfi stexiometrik me’yorga oshgan sari reaksion aralashmadagi CaO ulushi pasayib boradi. 30 % konsentratsiyali kislotada 50 me’yordan 140 % gacha oshirilganda CaO 10,01 % dan 4,55 % gacha kamaygan. Bu holat me’yor ortishi bilan qo‘shilayotgan kislota miqdori ortib aralashmada dolomit komponentlarini pasayishiga olib keladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Dolomitni nitrat kislotada parchalashda hosil bo‘lgan reaksion aralashma tarkibidagi kalsiy oksidi umumiy miqdori o‘zgarishining kislota konsentratsiyasi va uning stexiometrik me’yoriga bog‘liqligi.

Magniy oksidi (MgO) umumiy miqdorining kislota konsentratsiyasi hamda uning stexiometrik sarf me’yoriga bog‘liq ravishda qonuniyatli o‘zgarishi, kislota konsentratsiyasi 30 % dan 55 % gacha oshirilganda barcha stexiometrik me’yorlarda MgO miqdorining ortishi kuzatiladi. Masalan, 50 % stexiometrik me’yorda MgO miqdori 30 % kislotada 6,43 % ni tashkil etgan bo‘lsa, 55 % konsentratsiyada 9,28 % gacha oshgan. Shu bilan birga, kislota sarfi stexiometrik me’yorga nisbatan oshirilgan sari reaksion aralashmada MgO ulushining kamayishi aniqlandi. 30 % konsentratsiyali kislotada me’yor 50 % dan 140 % gacha oshirilganda MgO 6,43 % dan 2,93 % gacha pasaygan.



2-rasm. Dolomitni nitrat kislotada parchalashda hosil bo‘lgan reaksion aralashma tarkibidagi magniy oksidi umumiy miqdori o‘zgarishining kislota konsentratsiyasi va uning stexiometrik me’yoriga bog‘liqligi.

ISSN 3030-3907

Keltirilgan ma’lumotlar dolomitni nitrat kislotada parchalash jarayonida hosil bo‘lgan reaksion aralashma tarkibidagi magniy oksidining suvda eruvchan shakl ulushi umumiy MgO miqdoriga nisbatan kislota konsentratsiyasi va stexiometrik me’yorga bog‘liq holda o‘rganilganda, bir xil stexiometrik me’yor sharoitida kislota konsentratsiyasi 30 % dan 55 % gacha oshirilganda eruvchan MgO ulushining pasayishi kuzatildi. Masalan, 50 % me’yorda bu ko‘rsatkich 42,94 % dan 31,88 % gacha, 100 % me’yorda 89,12 % dan 78,89 % gacha, 140 % me’yorda esa 99,11 % dan 89,96 % gacha kamaygan.Bu holat stexiometrik miqdor o‘zgarmagan holda kislota konsentratsiyasi ortishi natijasida reaksion aralashmaga qo‘shiladigan eritma hajmi, ya’ni suv miqdorining kamayishi, muhitning quyuqlashishi va nitrat tuzlarining qisman kristallogidrat holatda qolib, suv bilan ekstraksiyasi cheklanishi bilan izohlanadi. Aksincha, stexiometrik me’yor 50 % dan 140 % gacha oshirilganda barcha konsentratsiyalarda eruvchan MgO ulushi keskin ortishi qayd etildi, jumladan, 30 % kislotada 42,94 % dan 99,11 % gacha, 55 % da esa 31,88 % dan 89,96 % gacha o‘sgan.

1-jadval

Magniy oksidining suvda eruvchan shakli miqdor nisbatining kislota konsentratsiyasi va uning stexiometrik me’yoriga bog‘liqligi(%).

kislota me’yori	kislota konsentratsiyasi					
	30	35	40	45	50	55
50	42,94	39,82	36,98	34,97	33,24	31,88
60	54,14	51,06	46,97	45,00	43,15	41,85
70	64,39	61,38	56,94	55,01	53,18	51,95
80	73,60	71,76	67,94	66,07	64,22	62,87
90	81,96	80,08	75,97	73,96	72,16	70,97
100	89,12	87,70	84,07	81,95	80,17	78,89
110	95,50	94,00	90,08	87,96	86,20	84,89
120	97,07	95,89	92,08	89,96	88,26	86,82

ISSN 3030-3907

130	97,84	96,98	94,03	92,10	90,19	88,95
140	99,11	97,88	94,93	92,91	91,16	89,96

XULOSA. Olingan tajriba natijalari tahlili shuni ko‘rsatdiki, kislota konsentratsiyasi ortishi parchalanish jarayonini tezlashtirgan bo‘lsa-da, yuqori konsentratsiyalarda reaksion aralashmaning quyuqlashishi, nitrat tuzlarining kristallogidratlanishi va suvda ekstraksiyalanish sharoitlarining yomonlashishi kuzatiladi. Shu sababli 50–55 % konsentratsiyali muhit texnologik jihatdan yuqori faollikka ega bo‘lsa ham, magniyning suvda eruvchan shaklga o‘tish ulushi nisbatan pastroq qayd etildi. Aksincha, 30 % konsentratsiyada parchalanish chuqurligi yetarli darajada ta’minlanmadi. Kislota sarfi 100 % dan yuqoriga oshirilganda dolomit tarkibidagi magniy birikmalarining parchalanish darajasi sezilarli oshishi, suvda eruvchan MgO ulushi esa 90 % dan yuqori qiymatlarga yetishi aniqlandi. Biroq me’yor 130–140 % gacha oshirilganda qo‘shimcha texnologik samara sezilarli oshmagan holda kislota sarfi ortiqcha bo‘lishi qayd etildi. Shu jihatdan 110–120 % stexiometrik me’yor dolomitning to‘liqroq parchalanishini ta’minlashi, magniyning yuqori darajada eruvchan shaklga o‘tishi, hamda reagent sarfini iqtisodiy jihatdan maqbul darajada saqlashi bilan optimal texnologik interval sifatida baholandi. Umuman olganda, dolomitni nitrat kislotada parchalash orqali magniyni selektiv ajratib olish jarayoni uchun 35–40 % kislota konsentratsiyasi va 110–120 stexiometrik me’yor eng maqbul texnologik sharoit ekanligi ilmiy-tajribaviy jihatdan asoslandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hauryliuk A. N., Dormeshkin O. B., Cherches G. K. Physico-chemical features of acid decomposition of dolomite //Proceedings of the National Academy of Sciences of Belarus, Chemical Series. – 2021. – T. 57. – №. 1. – C. 109-118.

2. 2.Гаврилюк А. Н., Дормешкин О. Б., Черчес Г. Х. Физико-химические особенности кислотного разложения доломита //Известия Национальной академии наук Беларуси. Серия химических наук. – 2021. – Т. 57. – №. 1. – С. 109-118.

3. Яковлев В. В., Хацринов А. И. ТЕРМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И АНАЛИЗ КИНЕТИКИ ПРОЦЕССА РАЗЛОЖЕНИЯ ДОЛОМИТОВ //Вестник Технологического университета. – 2019. – Т. 22. – №. 4. – С. 28-31.

4. Дормешкин О. Б. и др. Получение водорастворимого удобрения-сульфата магния из доломита //Труды БГТУ. № 3. Химия и технология неорганических веществ. – 2016. – №. 3 (185). – С. 60-68.

ISSN 3030-3907

5. Хамракулов З. А. Хлорат кальций-магниевый дефолиант на основе доломита //International scientific review. – 2016. – №. 4 (14). – С. 52-54.
6. Михлиев О. А., Мирзакулов Х. Ч., Ёрбобаев Р. Ч. ИЗУЧЕНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СКОРОСТИ ФИЛЬТРАЦИИ ПУЛЬПИ ОБРАЗУЮЩИХСЯ ПРИ РАЗЛОЖЕНИИ ДОЛОМИТА //Universum: технические науки. – 2024. – Т. 5. – №. 6 (123). – С. 10-15.
7. Худойназарова, Г. А., Юсупова, М. Н., & Хайдаров, А. А. (2020). ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ МОЛЕКУЛЯРНОЙ МАССЫ ПОЛИМЕРА В ЛАБОРАТОРНОМ ПРАКТИКУМЕ ПО ХИМИИ. Universum: химия и биология, (11-1 (77)), 74-77.

ISSN 3030-3907

GIDRAVLIK BIR CHO‘MICHLI EKSKAVATORNING ISHCHI JARAYONINI AVTOMATIK BOSHQARISH TIZIMI ALGORITMI

Jurayev Akbar Shavkatovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Teshayev Abdulxay Baxtiyor o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistranti

Annotatsiya. Maqolada gidravlik bir cho‘michli ekskavator ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimining ishlash algoritmi keltirilgan bo‘lib, u transheyalarni avtomatik tarzda qazib olishni amalga oshirish imkonini beradi. Shuningdek, gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi organi joylashuvining hisoblash sxemasi ham taqdim etilgan. Transheyani avtomatik tarzda qazib olish uchun ishlab chiqilgan ushbu algoritm transheyani oldindan belgilangan chuqurlik, uzunlik hamda belgilangan yo‘nalishda inson operatori ishtirokisiz avtomatik ravishda qazib olish imkonini beradi. Bu esa gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ekspluatatsion unumdorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: gidravlik bir cho‘michli ekskavator, avtomatlashtirish algoritmi, transheyani avtomatik qazib olish.

Аннотация. В статье представлен алгоритм работы автоматизированной системы управления рабочим процессом одноковшового гидравлического экскаватора, который обеспечивает возможность автоматической разработки траншей. Также представлена расчётная схема определения положения рабочего органа одноковшового гидравлического экскаватора. Разработанный алгоритм позволяет осуществлять автоматическую разработку траншей на заранее заданную глубину, длину и по заданному направлению без участия оператора. Это способствует повышению эксплуатационной производительности одноковшового гидравлического экскаватора.

Ключевые слова: одноковшовый гидравлический экскаватор, алгоритм автоматизации, автоматическая разработка траншей.

Abstract. The article presents the operating algorithm of an automated control system for the working process of a single-bucket hydraulic excavator, which enables automatic trench excavation. In addition, a computational scheme for determining the position of the working equipment of the single-bucket hydraulic excavator is provided. The developed algorithm makes it possible to carry out trench excavation automatically to a predefined depth, length, and direction without the involvement of a human operator. This contributes to an increase in the operational efficiency of the single-bucket hydraulic excavator.

ISSN 3030-3907

Keywords: single-bucket hydraulic excavator, automation algorithm, automatic trench excavation.

KIRISH.

Hozirgi kunda yo‘l qurilish sohasini ratsional tashkil etish, modernizatsiya qilish va takomillashtirish masalasi nihoyatda dolzarb hisoblanadi. Bu jarayon, jumladan, yo‘l qurilishi, qurilish hamda yuk ko‘tarish va transport mashinalarini, shuningdek ularning boshqaruv tizimlarini takomillashtirishni ham o‘z ichiga oladi. Yer qazish texnikalari orasida eng keng tarqalgan mashinalardan biri gidravlik bir cho‘michli ekskavator hisoblanadi.

Hozirgi paytda dunyoda gidravlik bir cho‘michli ekskavator uchun bir qator avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari mavjud. Ushbu tizimlarning ishlash prinsipi asosan indikatorli xarakterga ega bo‘lib, ular operatorga kovshning kesuvchi qirrasi ishchi fazoda qanday joylashganligini vizual ravishda kuzatish imkonini beradi. Kovsh kesuvchi qirrasining ishchi fazodagi joylashuvi yuqori aniqlik bilan aniqlanishiga qaramay, ya’ni xatolik odatda o‘n millimetrdan oshmasligiga qaramay, inson omili bartaraf etilmagan bo‘lib qolmoqda. Shu sababli inson omili ish unumdorligiga, bajarilayotgan ishlarning aniqligiga hamda qurilish ishlarini bajarish uchun zarur bo‘lgan vaqtga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatishda davom etmoqda.

Mazkur maqolada gidravlik bir cho‘michli ekskavator ishchi jarayonini avtomatlashtirish sohasidagi ishlanmalar ko‘rib chiqiladi. Xususan, gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimini ishlab chiqish masalasi bayon etiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Gidravlik bir cho‘michli ekskavatorlarning ishchi jarayonlarini avtomatlashtirish va boshqarish tizimlarini takomillashtirish masalasi uzoq yillardan buyon ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mazkur yo‘nalishda olib borilgan dastlabki tadqiqotlar asosan ekskavator ishchi organlarining harakat aniqligini oshirish, boshqaruv tizimlarini optimallashtirish hamda inson omilining ta’sirini kamaytirishga qaratilgan.

Xususan, V.S. Sherbekov tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning qazish aniqligini oshirish uchun boshqaruv tizimining nazariy asoslari ishlab chiqilgan. Ushbu ishda ekskavator ishchi organlarining fazoviy holatini aniqlash va ularning harakatini nazorat qilish muammolari ko‘rib chiqilgan bo‘lib, bu keyingi avtomatlashtirish tizimlari uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi .

A.A. Ruppel tadqiqotlarida gidroyuritmaga ega ekskavatorlarda qazish jarayonining aniqligini oshirish masalalari chuqur tahlil qilingan. Muallif tomonidan gidravlik yuritma elementlarining ishlash xususiyatlari va ularning

ISSN 3030-3907

boshqaruv tizimiga ta’siri o‘rganilib, qazish jarayonining sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilashga qaratilgan yechimlar taklif etilgan.

Yu.A. Braykovskiy ishlarida esa bir cho‘michli ekskavatorlarning rejalashtirish va tozalash ishlarini bajarishdagi boshqaruv tizimlari tadqiq etilgan. Ushbu tadqiqotlarda ekskavatorning ishchi siklini tashkil etuvchi operatsiyalarni optimallashtirish va boshqaruv algoritmlarini ishlab chiqish masalalari muhim o‘rin egallaydi.

V.F. Sanarov tomonidan bajarilgan ilmiy ishlar ekskavator boshqaruv tizimlarining statik va dinamik tavsiflarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Ushbu tadqiqotlar boshqaruv tizimlarining barqarorligi va tezkorligini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi hamda zamonaviy avtomatlashtirilgan tizimlarni yaratishda nazariy asos vazifasini bajaradi.

V.N. Shlyukov va Yu.M. Knyazev tadqiqotlarida yer ishlari bajarish aniqligini oshirish masalalari keng yoritilgan. Ular ekskavator ishchi organlarining harakat trayektoriyasini aniqlash, tashqi yuklamalarning ta’sirini hisobga olish hamda boshqaruv jarayonlarini optimallashtirish bo‘yicha ilmiy natijalarga erishganlar .

A.V. Korolyov tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda esa teleskopik ishchi jihozlarga ega gidravlik ekskavatorlarning konstruktiv parametrlarini tanlash va ularning samaradorligini oshirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Ushbu ish ekskavator konstruktsiyasini takomillashtirish orqali boshqaruv tizimining samaradorligini oshirish imkoniyatlarini ochib beradi.

Shu bilan birga, yuqorida keltirilgan ilmiy ishlarning tahlili shuni ko‘rsatadiki, aksariyat tadqiqotlar ekskavator ishchi organlarining harakat aniqligi va boshqaruv tizimlarining alohida elementlarini takomillashtirishga qaratilgan bo‘lib, ishchi jarayonni to‘liq avtomatlashtirish va optimal boshqarish algoritmlarini yaratish masalasi yetarli darajada yoritilmagan.

Ayniqsa, transheya qazish jarayonini oldindan belgilangan parametrlar asosida to‘liq avtomatlashtirish, ya’ni chuqurlik, uzunlik va yo‘nalishni kompleks boshqaruvchi algoritmlarni ishlab chiqish zamonaviy tadqiqotlarning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Inson omilining mavjudligi ish unumdorligi va aniqlikka salbiy ta’sir ko‘rsatishini hisobga olgan holda, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini yaratish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Shu sababli, mazkur tadqiqotda gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish algoritmini ishlab chiqish orqali mavjud ilmiy ishlardagi kamchiliklarni bartaraf etish hamda ekskavatorning ekspluatatsion samaradorligini oshirish maqsad qilib qo‘yilgan.

ISSN 3030-3907

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimi.

Geometrik bog‘lanishlar tenglamalari: Hozirgi vaqtda bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning hisoblash uchun mo‘ljallangan fazoviy sxemasi ishlab chiqilgan (1-rasm). Asosiy hisoblash bo‘g‘inlari quyidagilardan iborat:

1) Baza mashinasi, jumladan ekskavator platformasi. Uning og‘irlik markazi O_{g1} nuqtada joylashgan bo‘lib, u bilan bog‘langan $O_1X_1Y_1Z_1$ koordinatalar tizimi mavjud.

2) Strela (ekskavatorning asosiy ishchi ko‘taruvchi qismi). Uning og‘irlik markazi O_{g2} nuqtada joylashgan bo‘lib, u bilan bog‘langan $O_2X_2Y_2Z_2$ koordinatalar tizimi mavjud.

3) Rukoyat (strela bilan kovshni bog‘lovchi ishchi qism). Uning og‘irlik markazi O_{g3} nuqtada joylashgan bo‘lib, u bilan bog‘langan $O_3X_3Y_3Z_3$ koordinatalar tizimi mavjud.

4) Kovsh (yer qazish ishini bajaruvchi asosiy ishchi organ). Uning og‘irlik markazi O_{g4} nuqtada joylashgan bo‘lib, u bilan bog‘langan $O_4X_4Y_4Z_4$ koordinatalar tizimi mavjud.

Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning matematik tavsifi uning umumlashgan koordinatalarini tanlashdan boshlanadi. Bunda har bir koordinata hisoblash sxemasidagi mos bo‘g‘inning holatini ifodalashi kerak. Umumlashgan koordinatalarni tanlashning turli usullariga mos ravishda bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning kinematikasi va dinamikasi tenglamalari murakkablik darajasi hamda ko‘rgazmaliligi bo‘yicha farqlanishi mumkin.

Qabul qilingan hisoblash sxemasi uchun tanlangan umumlashgan koordinatalar va ularga mos keluvchi erkinlik darajalari quyidagilardan iborat:

q_1 — O_1 nuqtadagi og‘irlik markazining O_0Y_0 o‘qi bo‘ylab siljishi

q_2 — ekskavator platformasining O_0X_0 o‘qi atrofida aylanishi

q_3 — ekskavator platformasining O_0Y_0 o‘qi atrofida aylanishi

q_4 — ekskavator platformasining O_0Z_0 o‘qi atrofida aylanishi

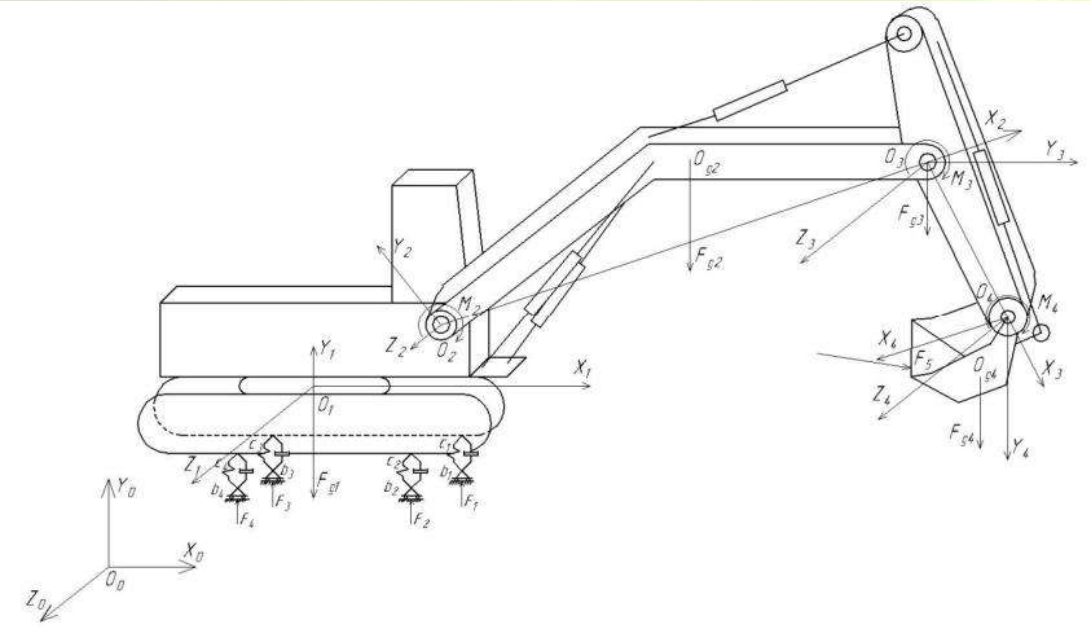
q_5 — ekskavator strelasining O_1Z_1 o‘qi atrofida aylanishi

q_6 — ekskavator rukoyatining O_2Z_2 o‘qi atrofida aylanishi

q_7 — ekskavator kovshining O_3Z_3 o‘qi atrofida aylanishi

Shunday qilib, tanlangan umumlashgan koordinatalar yordamida bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi organlarining fazoviy harakati matematik jihatdan ifodalanadi, bu esa keyinchalik kinematik va dinamik tenglamalarni tuzish hamda avtomatik boshqarish algoritmlarini ishlab chiqish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning hisoblash fazoviy sxemasi.

Gidravlik yuritma tomondan ishchi jihozlarga M_2, M_3 va M_4 kuch momentlari ta’sir qiladi. Tuproqning ishchi jihoz elementlariga ta’siri F_1, F_2 va F_3 kuchlari bilan ifodalanadi. Tuproqning ishchi organga ta’siri esa $\vec{F}_5$ vektori orqali ifodalanadi:

$$\vec{F}_5 = [F_{5x}, F_{5y}, F_{5z}, 1]^T \qquad (1)$$

Yurish mexanizmi jihozlari elementlariga qo‘yilgan bog‘lanishlarning elastik-viskoz xossalari qattiqlik koeffitsiyentlari C_1, C_2 hamda yopishqoqlik koeffitsiyentlari b_1, b_2 bilan tavsiflanadi.

Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning kinematik xususiyatlarini tahlil qilish uchun zarur bo‘lgan asosiy qonuniyatlarni aniqlash maqsadida hisoblash sxemasining umumlashgan koordinatalari o‘zgarishining ta’siri, bir cho‘michli gidravlik ekskavator hisoblash sxemasi koordinatalarining xatoliklari, axborot-o‘lchash qurilmasining xatoliklari hamda bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning konstruktiv parametrlari hisobga olinib, ishchi jihoz elementlari orasidagi geometrik bog‘lanish tenglamalari tuziladi.

Koordinatalar tizimlarining bir-biriga nisbatan burilishini aniqlovchi Eylerning no-kommutativlik sharti hisobga olinib, koordinatalar tizimlarining Z_i, Y_i va X_i o‘qlari atrofida ketma-ket aylanishi hamda ularga mos ravishda ψ_i, υ_i va χ_i burchaklari tanlanadi. Qabul qilingan hisoblash sxemasi uchun koordinatalar tizimlari o‘rtasidagi o‘tish matritsasi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

$$A_1 = \begin{bmatrix} \cos q_6 \cdot \cos q_5 & \sin q_5 & -\sin q_6 \cdot \cos q_5 & 0 \\ \sin q_6 \cdot \sin q_4 - & \cos q_5 \cdot \cos q_4 & \cos q_6 \cdot \sin q_4 + & Y_1 \\ -\cos q_6 \cdot \cos q_4 \cdot \sin q_4 & & +\sin q_6 \cdot \cos q_4 \cdot \sin q_4 & \\ \sin q_6 \cdot \cos q_4 + & -\cos q_5 \cdot \sin q_4 & \cos q_6 \cdot \cos q_4 - & 0 \\ +\cos q_6 \cdot \sin q_4 \cdot \sin q_5 & & -\sin q_6 \cdot \sin q_4 \cdot \sin q_5 & \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} .(2)$$

O‘tish matritsasi $O_2X_2Y_2Z_2$ koordinatalar tizimidan $O_1X_1Y_1Z_1$ koordinatalar tizimiga o‘tish matritsasi quyidagi ko‘rinishga ega:

$$A_2 = \begin{bmatrix} \cos q_7 & \sin q_7 & 0 & l_1 \\ -\sin q_7 & \cos q_7 & 0 & l_2 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} (3)$$

Bu yerda l_1 va l_2 — bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning chiziqli o‘lchamlari bo‘lib, ular O_2 nuqtaning $O_1X_1Y_1Z_1$ koordinatalar tizimidagi joylashuvini O_1X_1 va O_1Y_1 o‘qlari bo‘yicha aniqlaydi.

Keyingi koordinata tizimlari orasidagi o‘tish $O_3X_3Y_3Z_3$ koordinatalar tizimidan $O_2X_2Y_2Z_2$ koordinatalar tizimiga o‘tish matritsasi quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$A_3 = \begin{bmatrix} \cos q_8 & \sin q_8 & 0 & l_3 \\ -\sin q_8 & \cos q_8 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} (4)$$

Bu yerda l_3 — strela va rukoyatning шарнирli birikma markazlari orasidagi masofa hisoblanadi.

Keyingi bo‘g‘in uchun o‘tish matritsasi $O_4X_4Y_4Z_4$ koordinatalar tizimidan $O_3X_3Y_3Z_3$ koordinatalar tizimiga o‘tish matritsasi quyidagicha yoziladi:

$$A_4 = \begin{bmatrix} \cos q_9 & \sin q_9 & 0 & l_4 \\ -\sin q_9 & \cos q_9 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} (5)$$

Bu yerda l_4 — rukoyat va kovshning bo‘g‘inli birikma markazlari orasidagi masofani bildiradi.

Mahalliy koordinatalar tizimidan inertsiya koordinatalar tizimiga o‘tish quyidagi formulalar orqali aniqlanadi:

$$T_1 = A_1 \quad (6)$$

$$T_2 = A_1 \cdot A_2 \quad (7)$$

ISSN 3030-3907

$$T_3 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \quad (8)$$

$$T_4 = A_1 \cdot A_2 \cdot A_3 \cdot A_4 \quad (9)$$

Bir cho‘michli gidravlik ekskavator yordamida transheyani avtomatik qazish algoritmi.

Loyihada belgilangan darajagacha transheya qazish bir cho‘michli gidravlik ekskavator yordamida bajariladigan eng muhim qurilish ishlaridan biri hisoblanadi. Biroq hozirgi vaqtgacha bir cho‘michli gidravlik ekskavator ish jarayonining optimal algoritmi mavjud emas, bu esa transheya qazish jarayonini avtomatlashtirish va inson omilini to‘liq bartaraf etish imkonini bermaydi.

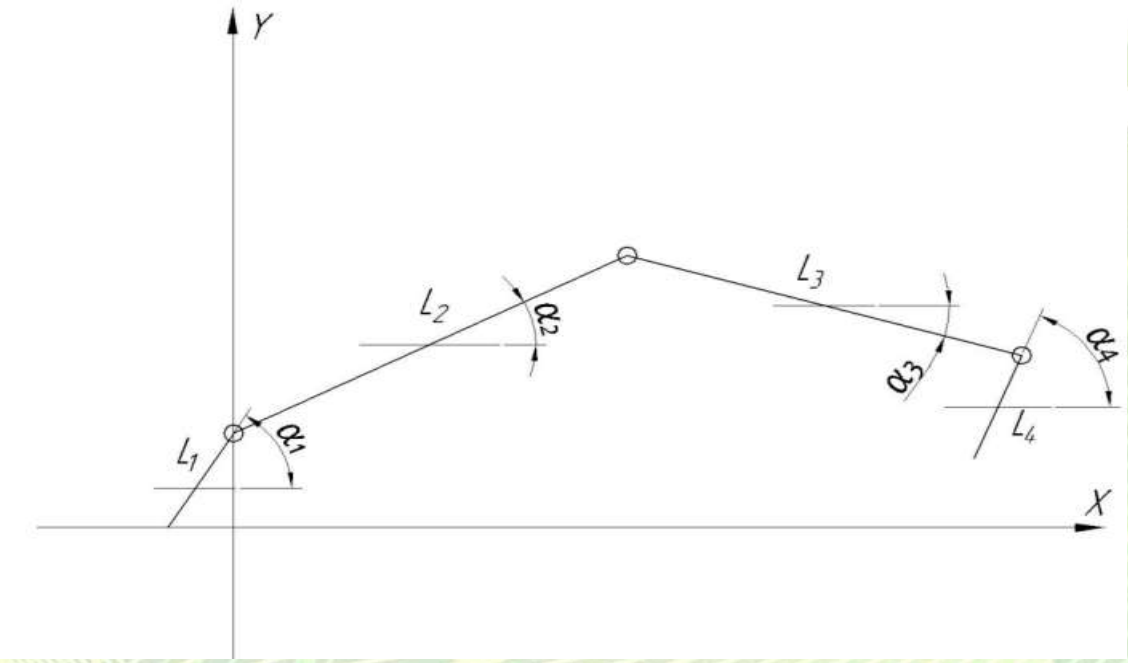
Inson omili esa bajariladigan ishlarning unumdorligiga, aniqligiga hamda ishlarni bajarish uchun zarur bo‘lgan umumiy vaqtga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Bajarilayotgan ishlarning sifatini oshirish hamda ekskavatorning ishlab chiqarish unumdorligini ko‘paytirish maqsadida yuqorida keltirilgan hisoblash fazoviy sxemasi asosida transheya qazish ish jarayonini avtomatlashtirish algoritmi ishlab chiqilgan (3-rasm).

Bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi jihozlarining bo‘ylama tekislikdagi joylashuvini aniqlash uchun tekis hisoblash sxemasi 2-rasmda keltirilgan.

Mazkur sxema quyidagi imkoniyatlarni beradi:

- qazib olinayotgan transheya uchastkasining uzunligini aniqlash
- kovshning istalgan vaqt momentidagi balandlik holatini aniqlash
- bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi jihozlarining gabarit o‘lchamlaridan foydalanish orqali ishchi organ holatini aniqlash



2-rasm. Bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi jihozlarining bo‘ylama tekislikdagi holatini aniqlash

ISSN 3030-3907

Bir cho‘michli gidravlik ekskavator ishchi jihozlarining bo‘ylama tekislikdagi joylashuvini aniqlash uchun ishchi jihoz elementlarining gabarit o‘lchamlarini bilish zarur. Bular quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- strela uzunligi L_2
- rukoyat uzunligi L_3
- kovshni mahkamlash sharniridan kesuvchi qirraga bo‘lgan masofa (kovsh uzunligi sifatida qabul qilinadi) L_4
- mashina bazasining gabarit o‘lchami L_1 (strela sharniri mahkamlangan nuqtaning balandligi).

Mashina bazasi, strela, rukoyat va kovshning gravitatsiya gorizontiga nisbatan qiyalik burchaklari mos ravishda α_1, α_2, α_3, α_4 bo‘lsa, kovshning kesuvchi qirrasining tekislikdagi holatini istalgan vaqt momentida aniqlash mumkin. Bunda uning balandlik koordinatasi H va uzunlik koordinatasi L quyidagi tenglamalar orqali topiladi:

$$L = L_1 \cdot cos\alpha_1 + L_4 \cdot cos\alpha_2 + L_3 \cdot cos\alpha_3 - L_4 \cdot cos\alpha_4 \quad (10)$$

$$H = L_1 \cdot sin\alpha_1 + L_4 \cdot sin\alpha_2 + L_3 \cdot sin\alpha_3 - L_4 \cdot sin\alpha_4 \quad (11)$$

Ushbu algoritm transheya qazishning ishchi sikliga tegishli standart operatsiyalar ketma-ketligi va hisoblash parametrlaridan iborat bo‘lgan amallar tizimini ifodalaydi.

Algoritm yuqorida keltirilgan operatsiyalarni takroriy bajarish asosida ishlaydigan siklik jarayon hisoblanadi.

Ish boshlanishida operator quyidagi parametrlarni belgilaydi:

- transheyaning chuqurligi
- transheyaning uzunligi
- transheyaning yo‘nalishi

Shundan so‘ng ekskavatorning ishchi sikli boshlanadi. Avval kovsh strela gidrotsilindri yordamida tuproqqa botiriladi, bunda gidrotsilindrdagi bosim maksimal qiymatga yetguncha jarayon davom etadi.

Keyin kovsh gidrotsilindri yordamida qazish jarayoni amalga oshiriladi. Ushbu qazish usuli kovshning kesuvchi qirrasida maksimal kuch hosil qilish imkonini beradi.

Kovsh tuproq bilan to‘liq to‘lguncha to‘ldirish jarayoni davom etadi.

Keyingi bosqichda to‘ldirilgan kovsh ma’lum balandlikka ko‘tariladi, bu balandlik ekskavator platformasini tuproqni to‘kish tomoniga burish imkonini beradi.

Shundan so‘ng kovsh tuproqni to‘kish joyiga ag‘dariladi, keyin esa platforma boshlang‘ich holatiga qaytariladi.

ISSN 3030-3907

Yuqorida keltirilgan operatsiyalar qazilayotgan transheyaning mahalliy uchastkasida talab etilgan chuqurlikka erishilgunga qadar takrorlanadi.

Ishchi jihozlarning harakatini ta’minlovchi gidrotsilindrlar

Mazkur jarayonda ekskavator ishchi jihozlarining barcha gidrotsilindrlari ishtirok etadi:

- strela gidrotsilindri — kovshni tuproqqa botirish jarayonini amalga oshiradi
- rukoyat gidrotsilindri — kovshning kesuvchi qirrasini ekskavatorning bo‘ylama tekisligida siljitadi
- kovsh gidrotsilindri — bevosita qazish jarayonini bajaradi

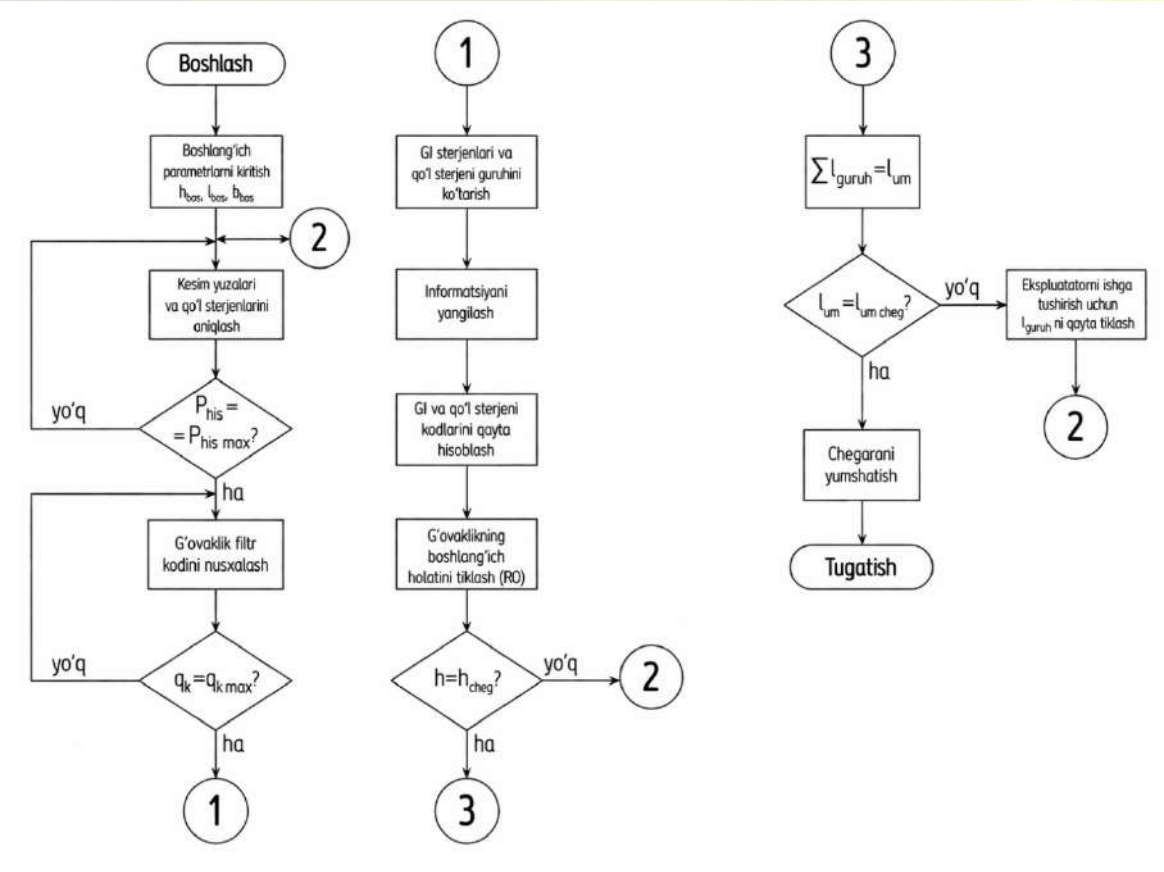
Ekskavatorning ishchi fazosi cheklangan bo‘lganligi sababli, ekskavator joyidan siljimasdan cheklangan uzunlikdagi transheya uchastkasini qazishi mumkin.

Shu sababli transheya uchastkasi uzunligini aniqlash uchun 10-formula asosida tegishli hisoblash amalga oshiriladi, bu hisoblash ishchi jihozlarning grafik sxemasi bilan mos keladi (2-rasm).

Transheyaning umumiy uzunligi bir nechta uchastkalardan iborat bo‘ladi. Agar qazilgan uchastkalar umumiy uzunligi belgilangan transheya uzunligidan kichik bo‘lsa, ekskavator uchastka uzunligiga teng masofaga orqaga siljiydi va keyingi uchastkani qazish uchun ishchi siklni takrorlaydi.

Ushbu jarayon belgilangan transheya uzunligiga erishilgunga qadar davom etadi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Bir cho‘michli gidravlik ekskavator yordamida transheyani avtomatik qazish algoritmi

Shu tarzda ishlab chiqilgan avtomatlashtirish algoritmiga muvofiq transheyani qazishning ish jarayoni amalga oshiriladi. Ish jarayonini sutkaning istalgan vaqtida olib borish mumkin, bu esa mehnat unumdorligini oshirish va ishlarni bajarish uchun sarflanadigan vaqtni qisqartirish imkonini beradi.

XULOSA.

Mazkur maqolada gidravlik bir cho‘michli ekskavatorning ishchi jarayonini avtomatik boshqarish tizimini yaratishga qaratilgan algoritm ishlab chiqildi va uning ishlash prinsiplari tahlil qilindi. Tadqiqot davomida ekskavatorning ishchi jihozlari uchun fazoviy hisoblash sxemasi tuzilib, uning asosiy bo‘g‘inlari – baza mashinasi, strela, rukoyat va kovshning o‘zaro geometrik bog‘lanishlari matematik jihatdan ifodalandi. Umumlashgan koordinatalar tizimini tanlash orqali ekskavator ishchi organlarining fazoviy harakati tavsiflandi hamda kinematik va dinamik tenglamalarni tuzish uchun zarur bo‘lgan nazariy asoslar shakllantirildi.

Koordinatalar tizimlari o‘rtasidagi o‘tish matritsalari hamda Eyler burchaklari asosida ekskavator ishchi jihozlarining fazodagi joylashuvi aniqlanib, kovsh kesuvchi qirrasining fazodagi koordinatalarini aniqlash imkoniyati yaratildi. Shu asosda ishchi organlarning bo‘ylama tekislikdagi joylashuvini aniqlovchi tenglamalar keltirildi va kovshning istalgan vaqt momentidagi balandlik hamda

ISSN 3030-3907

uzunlik koordinatalarini hisoblash usuli ishlab chiqildi. Bu esa ekskavator ishchi jihozlari harakatini aniq modellashtirish va avtomatik boshqarish tizimini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot natijasida transheyani avtomatik qazib olish jarayonini boshqarishga mo‘ljallangan algoritm ishlab chiqildi. Mazkur algoritm ekskavatorning ishchi siklini tashkil etuvchi asosiy operatsiyalar – kovshni tuproqqa botirish, qazish, kovshni to‘ldirish, uni ko‘tarish, platformani burish va tuproqni to‘kish jarayonlarining ketma-ketligini o‘z ichiga oladi. Ushbu jarayonlar gidrotsilindrlar yordamida boshqarilib, ish jarayoni siklik tarzda takrorlanadi. Algoritm operator tomonidan oldindan kiritilgan parametrlar – transheya chuqurligi, uzunligi va yo‘nalishiga mos ravishda avtomatik ravishda ishlaydi.

Taklif etilgan avtomatlashtirish algoritmi inson omilining ta’sirini sezilarli darajada kamaytirish, qazish jarayonining aniqligini oshirish hamda ekskavatorning ekspluatatsion unumdorligini ko‘paytirish imkonini beradi. Shuningdek, ushbu algoritm yordamida qazish jarayonini sutkaning istalgan vaqtida amalga oshirish mumkin bo‘lib, bu esa qurilish ishlarining samaradorligini oshirish va ishlarni bajarish uchun sarflanadigan umumiy vaqtni qisqartirishga xizmat qiladi.

Shunday qilib, ishlab chiqilgan matematik model va avtomatlashtirilgan boshqarish algoritmi gidravlik bir cho‘michli ekskavatorlarning ishchi jarayonini takomillashtirishda, ularning ish samaradorligini oshirishda hamda yer qazish ishlarini avtomatlashtirishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Kelgusida ushbu algoritmni raqamli modellashtirish dasturlari yordamida sinovdan o‘tkazish va real ekskavator boshqaruv tizimlariga joriy etish istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Sherbekov, V.S. Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning tuproqni qazish aniqligini oshirish maqsadida boshqaruv tizimini tadqiq etish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI, 1974. 155 bet.
2. Ruppel, A.A. Gidroyuritmaga ega bir cho‘michli gidravlik ekskavator yordamida tuproq qazish aniqligini oshirish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI, 1986. 266 bet.
3. Braykovskiy, Yu.A. Rejalashtirish va tozalash ishlarini bajarish uchun bir cho‘michli gidravlik ekskavatorning boshqaruv tizimini tadqiq etish va ishlab chiqish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Moskva: VNIIstroyDormash, 1971. 189 bet.

ISSN 3030-3907

4. Sanarov, V.F. Bir cho‘michli gidravlik ekskavatorni boshqarishning kuzatuvchi tizimining statik va dinamik tavsiflarini tadqiq etish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI, 1973. 150 bet.
5. Shlyukov, V.N. Gidroyuritmaga ega bir cho‘michli ekskavatorni yer ishlari bajarish aniqligini oshirish maqsadida tadqiq etish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI. 143 bet.
6. Knyazev, Yu.M. Yer ishlari bajarish aniqligini oshirish maqsadida bir cho‘michli ekskavatorni tadqiq etish: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Omsk: SibADI, 1980. 213 bet.
7. Korolyov, A.V. Rejalashtiruvchi gidravlik ekskavatorlarning teleskopik ishchi jihozlari mexanizmlarining parametrlarini tadqiq etish va tanlash: texnika fanlari nomzodi ilmiy darajasini olish uchun dissertatsiya. Moskva: VNIIstroyDormash, 1973. 150 bet.

ISSN 3030-3907

GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS CAUSING POTENTIAL CHANGES IN THE HUMAN BODY.

N. N. Dekhkanova

Associate Professor, Fergana Medical Institute of Public Health.

M. V. Tolibova

Student, Fergana Medical Institute of Public Health.

Abstract. This scientific article examines the causes of global environmental problems in the Fergana region, as well as their consequences and approaches to solving them. Based on these, a research study was conducted based on a systems analysis using flue gas analyzers for industry, which revealed elevated levels of air pollution. The morbidity rate of children and the adult population was compared with the morbidity rates of the city of Fergana, the Fergana region, and the Republic as a whole for the most typical nosological groups.

Keywords. Maximum permissible concentrations, nitrogen dioxide, carbon monoxide, sulfur dioxide, silicon dioxide, anthropogenic emissions, dust collection equipment.

Annotatsiya. Ilmiy maqolada Farg‘ona viloyatidagi global ekologik muammolarning kelib chiqish sabablari, shuningdek, ushbu muammolarni hal qilishning oqibatlari va yondashuvlari ko‘rib chiqilgan. Shundan kelib chiqib, sanoat uchun tutun gazlari analizatorlari yordamida tizimli tahlil asosida tadqiqot ishlari olib borildi va havoning ifloslanish darajasi oshganligi hamda ishlab chiqarish oqava suvlarining ifloslanganligi aniqlandi. Bolalar va katta yoshdagi aholining kasallanishi Farg‘ona shahri, Farg‘ona viloyati va umuman Respublika bo‘yicha eng xarakterli nozologik guruhlar bo‘yicha kasallanish darajasi ko‘rsatkichlari bilan taqqoslab o‘rganildi.

Kalit so‘zlar. Ruxsat etilgan chegaraviy konsentratsiyalar, azot dioksidi, uglerod oksidi, sulfit angidrid, kremniy dioksidi, antropogen chiqindilar, chang tutish uskunalari.

Аннотация. В статье рассматриваются причины глобальных экологических проблем Ферганской области, а также последствия и подходы к решению этих проблем. Проведена исследовательская работа на основе системного анализа с помощью анализаторов выхлопных газов для промышленности и выявлено повышенный уровень загрязнения воздуха а также загрязнения производственных сточных вод. Изучена заболеваемость детей и взрослого населения в сравнении с показателями уровня заболеваемости города Ферганы, Ферганской области и Республики в целом по самым характерным нозологическим группам.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова. Предельно допустимые концентрации (ПДК), диоксид азота, окись углерода, сернистый ангидрид, двуокись кремния, антропогенные выбросы, пылеулавливающее оборудование.

INTRODUCTION.

Currently, many factors impact human health. Human health is determined by the interaction of hereditary factors and the environment. Exposure conditions, depending on the extent to which a substance reaches the body, can alter the body's response to this exposure. The study of these mechanisms is the field of toxicology, the science of the etiology and pathogenesis of toxic damage. The toxicity of a substance can be defined as its ability to cause harm to a living organism, as well as the extent of damage. Objective: To identify the impact of air pollution on human health.

RESEARCH METHODS. Negative effects of long-term exposure to air pollutants were demonstrated in animal experiments and through morbidity and mortality data. These data led to the conclusion that there is a link between low-level air pollution and a number of chronic diseases.

Chemicals to which humans are exposed in their residential or workplace environments can cause illness if their concentrations exceed the maximum permissible concentration (MPC), which reduces the body's ability to withstand their effects [1, 2].

These substances include hydrocarbons, dust, nitrogen dioxide, carbon monoxide, and many others. The list is constantly growing. Hydrocarbons, which are gaseous, have a maximum permissible concentration (MPC) of 5 mg/m3, and are classified as Class 4 in terms of their impact on the human body. They are carcinogenic, which can cause various cancers [1].

Nitrogen dioxide in low concentrations irritates the respiratory epithelium, leading to bronchitis and mild pneumosclerosis. The release of cellular breakdown products into the bloodstream has a general toxic effect (damaging the central nervous system and hematopoiesis). At higher concentrations, severe poisoning occurs, leading to pulmonary edema, and can even be fatal in individuals sensitive to NO2. These individuals primarily suffer from lung diseases. Long-term exposure to low concentrations of nitrogen dioxide reduces the immune system's ability to fight respiratory infections.

Carbon monoxide. A colorless gas. It has reducing properties. Formed during incomplete combustion of fuel. Found in automobile and locomotive exhaust, coal dust, and during burning paint and film. Toxicity: It displaces oxygen from oxyhemoglobin in the blood. This causes suffocation, headache, dizziness, nausea, irritability, and drowsiness. Increases in air temperature increase the

ISSN 3030-3907

toxicity of CO. When CO and NOx are present in the air simultaneously, the toxicity of CO increases by 1.5 times, and NOx by 3 times. Stimulation and slight enhancement of CO toxicity have been observed in the presence of H_2S.

Carbon dioxide. A colorless gas. Formed as a result of fermentation, putrefaction, and fuel combustion. Used in the production of ammonia soda and lead white, in the sugar industry, in metallurgy, and as a refrigerant. Toxicity: irritates the mucous membranes of the respiratory tract, causing coughing, eye irritation, headaches, increased blood pressure, palpitations, and mental agitation (narcotic). High CO_2 levels are usually associated with low O_2 levels in the air.

Sulfur dioxide. A colorless gas with a strong odor. It is produced in copper smelters, sulfuric acid production, battery manufacturing, forges, foundries, boiler houses, and rolling mills, in steam locomotives, in automobile exhaust gases, in gelatin and sugar production, during oil production, in the dyeing industry, in oil refineries, in ceramics production, and in superphosphate plants. Toxicity: irritation of mucous membranes, disrupts metabolism. Affects the hematopoietic organs (bone marrow, spleen), destroying bones. Under unfavorable weather conditions (fog and high humidity), the irritating effect of SO_2 is much stronger due to the formation of SO_2 as an aerosol. Toxicity increases sharply with simultaneous exposure to SO_2 and CO, as well as SO_2 and fine dust with SiO_2, Cu, Fe, Pb and As, SO_2 and phenol, SO_2 and SO_3.

Silicon dioxide. Occurs in crystalline and amorphous forms. Used as a filler in varnishes, plastics, rubber, and in the production of various alloys. Toxicity: silicosis, shortness of breath, chest pain, cough, increased ESR, tuberculosis. Discussion results. The state of the atmospheric air depends on the amount of harmful emissions and their chemical composition, the altitude at which the emissions occur, and climatic conditions that determine the transport, dispersion, and transformation of the emitted substances. Sources of harmful emissions into the atmosphere can be both natural and anthropogenic. Natural emissions enter the atmosphere as a result of volcanic activity, weathering of soil and rocks, forest fires, plant mortality, sea waves (accompanied by the formation of spray), and the combustion of meteorites [3].

Emissions of anthropogenic origin are formed primarily during the combustion of fossil fuels (in internal combustion engines, thermal power plants, and heating systems), as well as during the incineration of industrial and household waste, nuclear explosions, etc. The greatest dust emissions come from coal-fired plants. For example, a power plant that annually burns 1 million tons of coal with an ash content of 20%, even with a dust collection equipment efficiency of 94-98%, emits 4,000-12,000 tons of fine dust particles into the atmosphere [4].

ISSN 3030-3907

The combustion of fuel oil produces two orders of magnitude fewer particulate matter than the combustion of coal. Fuel oil ash contains 6-12% V, 3-4% Ni, and the concentrations of other elements are similar to those in coal ash. Particulate matter emissions from domestic fuel oil-fired power plants are not captured. Burning natural gas produces 10 times less particulate matter than burning fuel oil.

One of the main sources of air pollution in urban areas is transportation. Of all modes of transport, automobiles contribute the most to urban air pollution, while other modes—rail, water, and air—contribute significantly less. In the Republic of Uzbekistan, vehicle emissions account for over 60% of total emissions, and in the cities of Tashkent, Andijan, Fergana, Namangan, Bukhara, Gulistan, Samarkand, and others, they account for over 80%. In Fergana, environmental monitoring is carried out by the Fergana Hydrometeorological Department [5].

Table 1.

Values of background concentrations of pollutants in Fergana

No	Pollutant Name	MPC of pollutant (mg/m3)	Background Concentrations by Wind Direction (mg/m3)			
			(0-23) ÷by the direction of wind			
			Northerrn, м/s	Easternrn, м/s	Southern, м/s	Western, м/s
1.	Inorganic Dus	0,6	1,50	1,50	1,50	1,50
2.	Cotton Dus	0,5	0,35	0,35	0,35	0,35
3	Sulfur Dioxide	0,5	0,50	0,50	0,50	0,50
4.	Carbon Monoxide	5	8,00	8,00	8,00	8,00
5.	Nitrogen Dioxide	0,085	0,23	0,23	0,23	0,23
6.	Nitrogen oxide	0,6	0,25	0,25	0,25	0,25
7.	Gasoline Vapors	5	3,00	3,00	3,00	3,00

According to long-term observations carried out by the regional hydrometeorology department, there is an increased level of air pollution in the city of Fergana in general with dust, nitrogen dioxide and carbon monoxide. With continuous operation of enterprises at full capacity, the average annual concentrations of inorganic dust exceeded the maximum permissible concentration by 2 - 2.2 times, nitrogen dioxide - by 2 times, carbon monoxide - by 1.7 times. Moreover, the main contribution is made by high hot springs and vehicles to the total emissions in the city, which is estimated on average at 41.6%. However, at present the situation is more favorable, because there is strict control on the part of the Fergana Regional Department of Ecology and Environmental Protection on the

ISSN 3030-3907

one hand, and the development of measures by enterprises to prevent adverse impacts on the environment on the other hand [6].

This trend will continue to be observed in the future, since enterprises currently have QUOTAS for emissions of pollutants into the atmosphere and payments are made for emissions of harmful substances into the atmosphere.

Despite increased efforts to improve the environmental situation in Fergana, pollutants emitted by industrial enterprises impact the health of the city and region's population. A public health assessment was conducted based on data provided by the Fergana Regional Health Department. Child and adult morbidity rates were compared with those in Fergana City, the Fergana Region, and the Republic as a whole for the most common disease groups. An analysis of statistical data for the adult population for recent years (Table 2) shows that respiratory diseases are the leading cause of illness in Fergana, accounting for over 38% of all adult morbidity.

Next in descending order are diseases of the nervous system and respiratory organs, diseases of the skin and subcutaneous tissue, diseases of the genitourinary system, the circulatory system, and neoplasms. The high percentage of respiratory diseases is noteworthy, both among children (50%) and among adults (38%), while in the Republic this figure for children is 31.5%, and for adults, just over 24%. The identied increased incidence of respiratory diseases may be a consequence of environmental pollution by combustion products from high-temperature sources of hot emissions.

Table 2.

Morbidity rates of the adult population in the city of Fergana

o	Nosological Groups	○ Disorder indicators		
		Fergana City	Fergana Region	Republic of Uzbekistan
	Neoplasms	94	49	11,3
.	Diseases of the nervous system and sense organs	550	629	836.4
.	Diseases of the circulatory system	403	289	257,9
.	Respiratory diseases	2224	1904	1904,2
.	Diseases of the genitourinary system	239	306	376,7
.	Diseases of the skin and subcutaneous fat	235	388	441

ISSN 3030-3907

CONCLUSIONS. Analysis of morbidity data revealed that, on average, 200 cases of morbidity occur per year out of the total number of workers, with respiratory diseases (ARI, etc.) predominating among them. The identified increased frequency of respiratory diseases may be a consequence of chemical pollutants in the environment, which is consistent with data for the city of Fergana.

REFERENCES

1. Handbook of an Expert Ecologist. N. V. Koroleva, I. G. Fakhrutdinov, K. V. Ananyeva, G. V. Perevozchikov, R. Kh. Mansurov. State Committee for Nature Protection of the Republic of Uzbekistan, Tashkent. 1997. - 435 p.
2. Handbook of the Ecologist-expert. Khabirov R.S., Koroleva N.V., Ishmukhamedov T.R. Tashkent: Goskompriroda, Gosecoexpertiza, OOO Koni-Nur ", 2009, 528 p.
3. Domulajanov I.Kh., Kholmirzaev Yu.M., Domulajanova Sh.I. Environmental impact of a gas station. Journal "Universum: technical sciences" No. 4 (73) 04.25.20, No. 18, Publishing House "MCNO", 2020.- pp. 1-4
4. Ecology and environmental protection. Development of the city of Kuvasay. Domulajanov I.Kh., Kholmirzaev Yu.M., Teshabaev A.M., Boyarinova V.G. Universum: technical sciences: scientific journal. – No. 4 (73). Part 1. M., Publishing House "MCNO", 2020. –pp. 5-9.
5. Standards for maximum permissible emissions of harmful substances into the atmosphere from the Kuvasay subsidiary enterprise of reinforced concrete products. Domulajanov I.Kh., Makhmudov S.Yu., Domulajanova Sh.I., Polvonov H.M. Universum: technical sciences: scientific journal. – No. 4 (73). Part 1. M., Publishing House "MCNO", 2020. –pp. 18-25.
6. Textile complex "DEU Textile Company" and its impact on the environment of the Kushtepa district. Domulajanov I.Kh., Domulajanova Sh.I., Latipova M.I., Kholmirzaev Yu.M. Universum: technical sciences: scientific journal. – No. 7(76). Part 1. M., 06.27.20, Publishing House "MCNO", 2020. – pp. 30-33.

ISSN 3030-3907

SIMMETRIYA ASOSIDA MILLIY BEZAKLARNI AVTOMATIK RAVISHDA YARATISH USULLARINI ISHLAB CHIQISH VA TAKOMILLASHTIRISH

Beknazarova Saida Safibullayevna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti, t.f.d., prof.
Muhiddinov Ziyodulla G‘ulomiddin o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent Axborot Texnologiyalari Universiteti, “Televizion va Media Texnologiyalar” fakulteti magistranti
E-mail: zmuhiddinov39@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada simmetriya nazariyasiga asoslangan holda milliy bezaklarni avtomatik ravishda yaratish usullarini ishlab chiqish va takomillashtirish masalalari tadqiq etiladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi milliy ornamentlarning geometrik tuzilishini matematik va algoritmik yondashuvlar yordamida modellashtirish hamda ularni kompyuter grafikasi vositalari orqali avtomatik generatsiya qilish imkoniyatlarini aniqlashdan iborat. Ish jarayonida friz va rozetka simmetriya guruhlari, motiv grammatikasi hamda parametrik transformatsiyalar asosida ornament yaratish modeli ishlab chiqildi. Taklif etilgan algoritm yordamida milliy bezak elementlarini tekislikda takrorlash, ularning kompozitsion barqarorligini ta’minlash va turli naqsh variantlarini hosil qilish imkoniyati yaratildi. Tadqiqot natijalari algoritmik yondashuv milliy bezaklarni raqamli muhitda yaratish jarayonini sezilarli darajada soddalashtirishini va dizayn jarayonining samaradorligini oshirishini ko‘rsatdi. Ushbu yondashuv kompyuter grafikasi, raqamli dizayn hamda madaniy meros elementlarini zamonaviy texnologiyalar asosida modellashtirish sohalarida qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Simmetriya, milliy bezak, ornament generatsiyasi, friz simmetriyasi, rozetka simmetriyasi, motiv grammatikasi, algoritmik dizayn, kompyuter grafikasi.

Annotation. This article discusses methods for the development and improvement of automatic generation of national ornamental patterns based on symmetry theory. The main objective of the research is to model the geometric structure of national ornaments using mathematical and algorithmic approaches and to determine the possibilities of their automatic generation through computer graphics tools. During the research, frieze and rosette symmetry groups, motif grammar, and parametric transformations were used to construct a model for ornament generation. The proposed algorithm allows repeating national ornament elements on a plane, ensuring compositional stability and producing various decorative pattern variations. The results demonstrate that the algorithmic approach significantly simplifies the process of creating national ornaments in a digital environment and

ISSN 3030-3907

increases the efficiency of design processes. The proposed method can be applied in computer graphics, digital design, and in the modeling of cultural heritage elements using modern computational technologies.

Ключевые слова: симметрия, национальный орнамент, генерация орнаментов, фризовая симметрия, розеточная симметрия, грамматика мотивов, алгоритмический дизайн, компьютерная графика.

Аннотация. В данной статье рассматриваются методы разработки и совершенствования автоматической генерации национальных орнаментальных узоров на основе теории симметрии. Основной целью исследования является моделирование геометрической структуры национальных орнаментов с использованием математических и алгоритмических подходов, а также определение возможностей их автоматической генерации с помощью средств компьютерной графики. В ходе исследования для построения модели генерации орнаментов были использованы группы симметрии фризов и розеток, грамматика мотивов и параметрические преобразования. Предложенный алгоритм позволяет воспроизводить элементы национального орнамента на плоскости, обеспечивая композиционную устойчивость и создавая различные варианты декоративных узоров. Результаты показывают, что алгоритмический подход значительно упрощает процесс создания национальных орнаментов в цифровой среде и повышает эффективность дизайнерских процессов. Предложенный метод может быть применён в компьютерной графике, цифровом дизайне, а также при моделировании элементов культурного наследия с использованием современных вычислительных технологий.

Keywords: symmetry, national ornament, ornament generation, frieze symmetry, rosette symmetry, motif grammar, algorithmic design, computer graphics.

KIRISH.

Milliy bezaklar xalq madaniy merosining ajralmas qismi bo‘lib, ular tarixiy va madaniy identifikatsiyaning vizual ifodasi hisoblanadi. Ularning kompozitsion tuzilishi asrlar davomida shakllangan an’anaviy geometrik va ornament tamoyillariga asoslanadi. Zamonaviy raqamli dizayn va kompyuter grafikasi sohalarida milliy naqshlarni qayta tiklash, avtomatik generatsiya qilish va yangi variantlarini yaratish dolzarb ilmiy va amaliy muammo sifatida namoyon bo‘lmoqda. Shu bilan birga, milliy bezaklarni avtomatlashtirilgan tarzda generatsiya qilish nafaqat dizaynerlar va arxitektorlar, balki ta’lim, madaniyatni saqlash va raqamli merosni arxivlash sohalari uchun ham foydali. Tadqiqot natijalari raqamli dizayn jarayonini soddalashtirish, yangi naqshlar yaratishda vaqt va resurslarni tejash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Hozirgi kunda milliy ornamentlarni kompyuter yordamida yaratish jarayoni ko‘pincha qo‘lda yoki cheklangan algoritmik vositalar bilan amalga oshiriladi. Bu esa bir necha muammolarni keltirib chiqaradi: naqshlarning takrorlanish barqarorligi past, uslubiy izchillik yetarli emas, va parametrik boshqaruv orqali xilma-xillikni ta’minlash qiyin. Shu sababli, maqola simmetriya nazariyasi va motiv grammatikasi asosida milliy bezaklarni avtomatik generatsiya qilish, ularning kompozitsion va morfologik xususiyatlarini boshqarish, hamda algoritmik uslub bilan dizayn jarayonini standartlashtirish masalalarini yoritadi.

Oldingi tadqiqotlar simmetriya asosida naqshlar yaratish va shakl grammatikalari yordamida ornament modellashtirishga qaratilgan. Masalan, Grünbaum va Shephard (1987) tekislikni qoplash va simmetriya guruhlari bo‘yicha naqshlarni tasniflagan; Stiny (2006) shakl grammatikasi yordamida geometrik va dekorativ elementlarni strukturalash imkoniyatini ko‘rsatgan; Ebert va boshq. (2003) esa procedural modeling yordamida algoritmik bezak yaratish metodlarini ishlab chiqqan. O‘zbek tadqiqotchilari Bulatov (1991) va Ahmedov (2008) milliy ornamentlarning tarixiy va morfologik xususiyatlarini yoritgan. Shu bilan birga, hozirgi kunda milliy bezaklarni avtomatik va parametrik boshqaruv orqali generatsiya qilish borasida yetarlicha ishlanmalar mavjud emas.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi - simmetriya asosida milliy bezaklarni avtomatik ravishda generatsiya qilish uchun integratsiyalashgan hisoblash modeli va algoritmik pipeline ishlab chiqishdir.

Maqolada quyidagi vazifalar hal etiladi:

- Milliy bezaklarda uchraydigan takrorlanish turlarini friz va rozetka simmetriya guruhlari orqali tizimlashtirish;
- Motivlarni parametrik geometriya va morfologik cheklovlar bilan ifodalovchi modelni taklif qilish;
- Motivlar kombinatsiyasini boshqaruvchi grammatik qoidalarni belgilash;
- Generatsiya natijalarini uslubiy izchillik, takrorlanish barqarorligi va xilma-xillik mezonlari asosida tahlil qilish;
- Amaliy qo‘llash uchun algoritmik yondashuvni takomillashtirish strategiyalarini tavsiflash.

Milliy bezaklarni avtomatik generatsiya qilish masalasi bir necha ilmiy yo‘nalishlarni qamrab oladi: simmetriya nazariyasi, shakl grammatikalari, parametrik dizayn va kompyuter grafikasi. Shu yo‘nalishlarda olib borilgan tadqiqotlar maqolamizning ilmiy asosini tashkil qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

Simmetriya nazariyasi bo‘yicha eng keng tarqalgan ishlardan biri - Grünbaum va Shephard (1987) tomonidan tayyorlangan “Tilings and Patterns”

ISSN 3030-3907

bo‘lib, unda tekislikni qoplash va simmetriya guruhlari tasnifi batafsil yoritilgan. Ushbu ish milliy ornamentlarning geometrik tuzilishini matematik jihatdan tahlil qilish va turli simmetriya guruhlarini naqsh yaratishda qo‘llash uchun tayanch vazifasini bajaradi.

Shakl grammatikasi va algoritmik bezak modellashtirish yo‘nalishida Stiny (2006) o‘zgaruvchan shakllar va motivlar kombinatsiyasi orqali naqsh yaratish metodologiyasini ishlab chiqqan. Bu yondashuv ornamentni faqat tasodifiy geometrik element sifatida emas, balki formal qoidalar orqali generatsiya qilish imkonini beradi.

Procedural va parametrik modellashtirish bo‘yicha Ebert va boshq. (2003) “Texturing and Modeling: A Procedural Approach” asarida algoritmik generatsiya va parametrik transformatsiyalar yordamida naqshlar yaratish usullari yoritilgan. Bu usullar milliy bezaklarni kompyuter yordamida avtomatik yaratish uchun mos metodologik zamin hosil qiladi.[5]

O‘zbek olimlari, xususan Bulatov (1991) va Ahmedov (2008), milliy ornamentlarning tarixiy, morfologik va kompozitsion xususiyatlarini tahlil qilgan. Ularning ishlari milliy naqshlarning o‘ziga xos vizual va uslubiy qoidalarini tushunish va ularni algoritmik modelga o‘tkazish uchun muhim manba bo‘lib xizmat qiladi.[2]

Shu bilan birga, zamonaviy raqamli dizayn va kompyuter grafikasi sohasida milliy ornamentlarni avtomatik va parametrik boshqaruv orqali generatsiya qilish bo‘yicha ilmiy ishlanmalar nisbatan kam. Hozirgi tadqiqot ushbu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan bo‘lib, simmetriya guruhlari, motiv grammatikasi va parametrik transformatsiyalarni integratsiyalash orqali milliy naqshlarni avtomatik yaratish metodini taklif qiladi.

Oldingi tadqiqotlar simmetriya, shakl grammatikasi va parametrik modellashtirish bo‘yicha kuchli nazariy zamin yaratgan. Ammo milliy bezaklarni avtomatik, uslubiy izchil va parametrik boshqaruv bilan generatsiya qilish sohasida yetarli ishlanmalar mavjud emas. Shu sababli, maqolamiz ushbu ilmiy bo‘shliqni to‘ldirishga va amaliy natijalar berishga qaratilgan.

Milliy bezaklarni avtomatik ravishda yaratish jarayonini tadqiq qilishda matematik modellashtirish, simmetriya nazariyasi, kompyuter grafikasi va algoritmik generatsiya usullaridan foydalanildi. Tadqiqotning metodologik asosini ornamentlarning geometrik tuzilishini tahlil qilish hamda ularni algoritmik usulda modellashtirish tashkil etadi.

Milliy ornamentlar odatda geometrik shakllarning takrorlanishi, simmetrik joylashuvi va ritmik kompozitsiyasi bilan ajralib turadi. Shu sababli tadqiqot davomida naqshlarning geometrik tuzilishini aniqlash va ularni matematik

ISSN 3030-3907

modelga keltirish muhim vazifa hisoblandi. Buning uchun avvalo milliy bezaklarda uchraydigan asosiy simmetriya turlari - friz simmetriyasi va rozetka simmetriyasi o‘rganildi. [1]

Friz simmetriyasi bir yo‘nalish bo‘yicha takrorlanadigan ornamentlar uchun xos bo‘lib, u lentasimon naqshlar yaratishda keng qo‘llaniladi. Ushbu turdagi simmetriya siljitish, akslantirish va sirpantirilgan akslantirish transformatsiyalariga asoslanadi. Friz simmetriyasi yordamida naqsh elementlari ma’lum bir masofa bo‘yicha ketma-ket takrorlanib, uzluksiz kompozitsiya hosil qiladi.

Rozetka simmetriyasi esa markaziy nuqta atrofida aylanish asosida tashkil etiladigan ornamentlarga xosdir. Bunday naqshlarda elementlar markazdan teng masofada joylashib, radial kompozitsiya hosil qiladi. Bu turdagi simmetriya ko‘pincha guldasta yoki yulduzsimon bezaklarda uchraydi.

Tadqiqot davomida ushbu simmetriya turlaridan foydalanib milliy bezaklarni avtomatik generatsiya qilish algoritmi ishlab chiqildi. Algoritmning asosiy vazifasi boshlang‘ich motiv elementini tanlash, uni geometrik transformatsiyalar yordamida ko‘paytirish va yakuniy kompozitsiyani shakllantirishdan iborat.

Milliy bezaklarni avtomatik generatsiya qilish uchun quyidagi metodlar va yondashuvlar qo‘llanildi:

1. Simmetriya guruhlari

Friz va rozetka simmetriya guruhlari yordamida naqshlarni tasniflash.

Frizlar - yo‘nalishli lentalar shaklida, rozetkalar - markaziy simmetriya asosida joylashgan.

2. Motiv grammatikasi

Har bir ornament elementi - motiv sifatida ko‘riladi.

Motivlar kombinatsiyasi va ularni bog‘lash qoidalari formal grammatik model yordamida belgilanadi.

Qoidalar motivlarning tutashish nuqtalarini, yo‘nalish vektorlarini va bo‘shliq me’yorlarini boshqaradi.

3. Parametrik transformatsiyalar

Motivlar siljitish, aylantirish, akslantirish va sirpantirilgan akslantirish yordamida ko‘paytirildi.

Har bir parametr motivning chiziq qalinligi, burchak yumshoqligi, silliqlik darajasini boshqaradi.[7]

Eksperimentlar va matematik modellash

Ikki darajali model

- Mahalliy daraja: motivning ichki geometriyasi, chiziq-morfologik xususiyatlari.

ISSN 3030-3907

- Global daraja: motivning simmetrik joylashuvi va kompozitsion ritmi.
- Bu ajratish naqshning individual xususiyatlarini va umumiy ritmini alohida boshqarishga imkon beradi.

Matematik ifodalash

Motiv konturi segmentlar va yoylar zanjiri orqali ifodalanadi:

$$C=\{S1,S2,...,Sn\},\ Si=(xi,yi,\theta i,wi)$$

xi,yix_i, y_ixi,yi — nuqta koordinatalari

θi — burchak cheklovi

wi — chiziq qalinligi

Friz naqshlarda uzluksiz ulangani va motiv chegaralaridagi kesishmalar minimal darajaga tushirilgani kuzatildi.

Rozetka naqshlarda markaziy aylantirish parametrlariga moslab variantlar boshqarildi, vizual shovqin kamaytirildi.

Parametrik boshqaruv yordamida bir xil simmetriya sinfi ichida turli, lekin uslubiy izchil naqshlar hosil qilindi.[6]

NATIJALAR VA TAHLIL (RESULTS AND DISCUSSION)

Ma’lumotlar va tahlil qilish usullari

1. Ma’lumotlar

Milliy bezak namunalaridan motivlar katalogi yaratildi.

Har bir motivning geometrik va morfologik parametrlar bilan tavsifi: chiziq qalinligi, burchak, silliqlik, tutashish nuqtalari.

2. Tahlil qilish usullari

Uslubiy izchillik

Motiv ichidagi silliqlik va chiziq qalinligi barqarorligi.

Tutashuv joylarida uzilishlar minimal.

Takrorlanish barqarorligi

Frizlar: uzluksiz lentali naqsh.

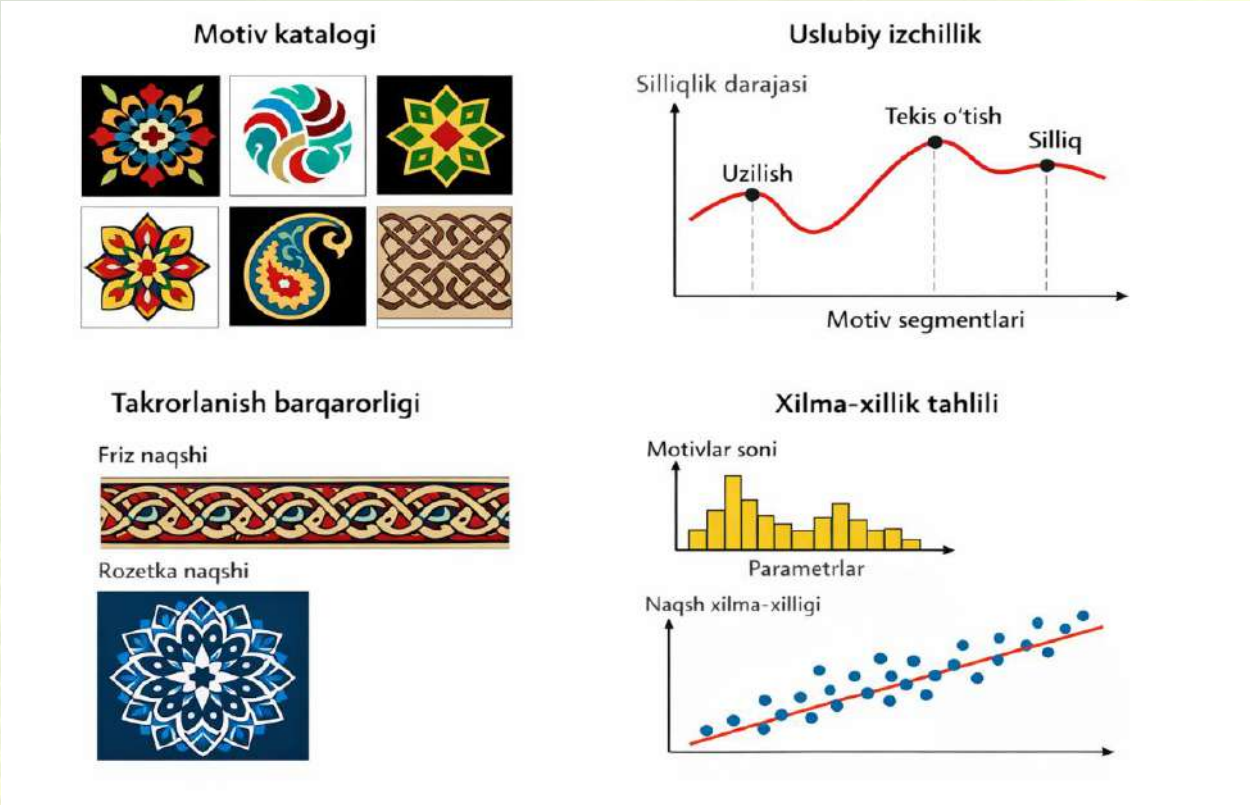
Rozetkalar: markaziy simmetriya saqlanishi.

Xilma-xillik tahlili

Parametrlar oralig‘ida turli naqsh variantlarini solishtirish.

Strukturaviy farqlanish va kombinatsiya analizlari.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Vizual diagrammalar va naqshlar

Diagramma tavsifi:

Motiv katalogi: Turli rang va shakldagi motivlar.

Uslubiy izchillik: Motiv segmentlaridagi silliqlik grafigi.

Takrorlanish barqarorligi: Friz va rozetka naqshlarining vizual ko‘rinishi.

Xilma-xillik tahlili: Histogram va chiziqli diagramma orqali parametrlar va naqshlar xilma-xilligini tahlil qilish.

Ushbu tadqiqotda simmetriya nazariyasi, motiv grammatikasi va parametrik transformatsiyalar asosida milliy bezaklarni avtomatik ravishda generatsiya qilish modeli ishlab chiqildi. Taklif etilgan algoritm yordamida milliy ornamentlarning geometrik tuzilishini kompyuter grafikasi vositalari orqali modellashtirish va turli naqsh variantlarini hosil qilish imkoniyati yaratildi.[3]

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, friz simmetriya guruhlaridan foydalanish orqali uzluksiz lentali naqshlarni hosil qilish mumkinligi aniqlandi. Bunda motiv elementlari ma’lum masofa bo‘yicha takrorlanib, naqshning kompozitsion barqarorligi saqlanadi. Eksperimentlar shuni ko‘rsatdiki, friz simmetriyasi yordamida hosil qilingan naqshlar dizayn jihatdan uzluksiz va estetik jihatdan uyg‘un ko‘rinishga ega bo‘ladi.

Rozetka simmetriyasi asosida esa markaziy nuqta atrofida aylanish transformatsiyasi qo‘llanilib, radial kompozitsiyaga ega bo‘lgan milliy bezaklar yaratildi. Ushbu yondashuv yordamida turli xil geometrik va gulga o‘xshash ornament variantlarini generatsiya qilish imkoniyati yaratildi.

ISSN 3030-3907

Motiv grammatikasi yordamida naqsh elementlari o‘rtasidagi bog‘lanish qoidalari belgilandi va bu naqshlarni tizimli ravishda generatsiya qilishga yordam berdi. Parametrik transformatsiyalar orqali esa bir xil simmetriya modelidan foydalangan holda turli xil naqsh variantlari yaratildi. Bu esa milliy bezaklarning xilma-xilligini oshirish va dizayn jarayonini avtomatlashtirish imkonini berdi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqilgan algoritmik model milliy bezaklarni avtomatik yaratish jarayonini sezilarli darajada tezlashtiradi hamda dizayn jarayonida inson omiliga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi. Bundan tashqari, ushbu yondashuv kompyuter grafikasi, raqamli dizayn va madaniy meros elementlarini raqamli muhitda saqlash hamda modellashtirish sohalarida samarali qo‘llanishi mumkin.

Olib borilgan tadqiqot natijalari milliy bezaklarni yaratishda simmetriya nazariyasining muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Ayniqsa friz va rozetka simmetriya guruhlari yordamida naqshlarning kompozitsion tuzilishini tizimli ravishda tashkil etish mumkinligi aniqlandi. Ushbu yondashuv milliy ornamentlarning geometrik xususiyatlarini ilmiy asosda tahlil qilish va ularni kompyuter grafikasi yordamida modellashtirish imkonini beradi.

Motiv grammatikasi usulidan foydalanish naqsh elementlari o‘rtasidagi bog‘lanishlarni tartibga solishga yordam berdi. Bu esa naqsh generatsiyasi jarayonini nafaqat avtomatlashtirish, balki turli xil variantlarni yaratish imkonini ham beradi. Tadqiqot davomida parametrik transformatsiyalar yordamida bir xil simmetriya modeli asosida turli ko‘rinishdagi naqshlarni hosil qilish mumkinligi kuzatildi.[8]

Olingan natijalar boshqa tadqiqotchilar tomonidan ishlab chiqilgan algoritmik modellashtirish usullari bilan solishtirilganda, milliy bezaklarning uslubiy xususiyatlarini saqlab qolish imkonini berishi bilan ahamiyatlidir. Shu sababli, taklif etilgan yondashuv milliy ornamentlarni raqamli muhitda modellashtirish, dizayn jarayonini avtomatlashtirish hamda madaniy meros elementlarini saqlashda muhim amaliy ahamiyatga ega.

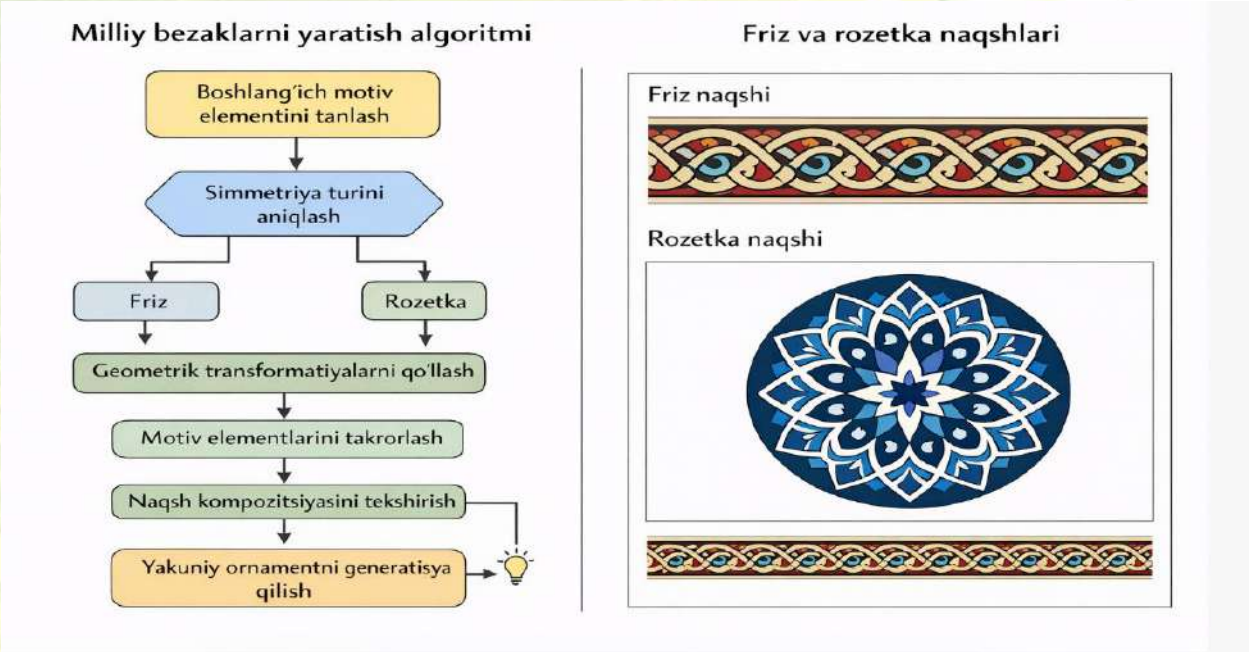
AMALIY AHAMIYATI. Mazkur tadqiqot natijalari milliy bezaklarni avtomatik ravishda yaratish va ularni zamonaviy raqamli texnologiyalar yordamida modellashtirish imkoniyatlarini kengaytiradi. Ishlab chiqilgan algoritmik model milliy ornamentlarni kompyuter grafikasi muhitida tez va samarali generatsiya qilish imkonini beradi.

Taklif etilgan yondashuv dizayn jarayonini soddalashtiradi va yangi bezak variantlarini yaratishda vaqt sarfini kamaytiradi. Bu esa arxitektura, dekorativ san’at, interyer dizayni va grafik dizayn kabi sohalarda milliy bezaklardan samarali foydalanish imkonini yaratadi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, tadqiqot natijalari milliy madaniy meros elementlarini raqamli muhitda saqlash va ularni kelajak avlodlarga yetkazishda muhim ahamiyatga ega. Raqamli modellashtirish yordamida tarixiy naqshlarni tiklash, ularni turli dizayn loyihalarida qo‘llash va madaniy merosni vizual tarzda targ‘ib qilish mumkin.[10]

Bundan tashqari, ishlab chiqilgan algoritmik model ta’lim jarayonida ham qo‘llanishi mumkin. Xususan, kompyuter grafikasi, raqamli dizayn va sun’iy intellekt yo‘nalishlarida tahsil olayotgan talabalar uchun milliy ornamentlarni modellashtirish bo‘yicha amaliy mashg‘ulotlarda foydalanish mumkin.

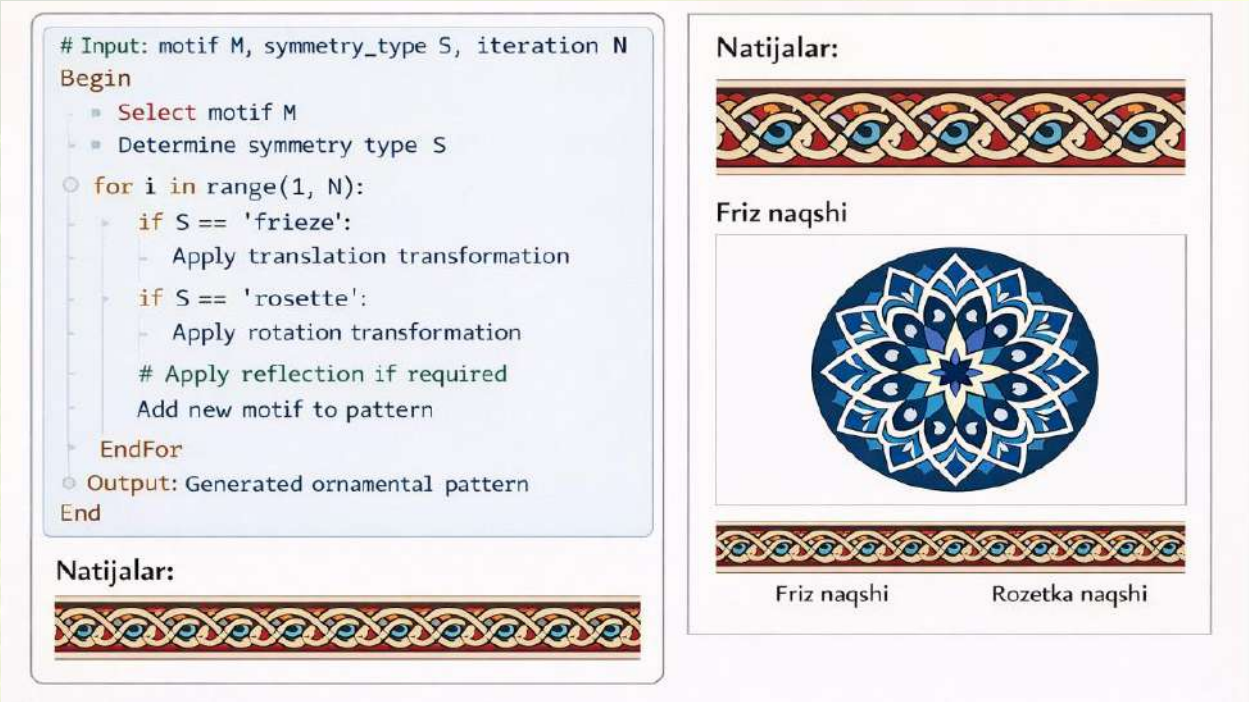


2-rasm. Milliy bezaklarni yaratish algoritmi va Friz va rozetka naqshlari

Python tilida yozilgan kodi

```
Input: motif M, symmetry_type S, iteration N
Begin
   Select motif M
   Determine symmetry type S
   For i = 1 to N do
      If S = frieze then
         Apply translation transformation
      EndIf
      If S = rosette then
         Apply rotation transformation
      EndIf
      Apply reflection if required
      Add new motif to pattern
   EndFor
Output: Generated ornamental pattern
End
```


ISSN 3030-3907



3-rasm. Milliy bezaklarni yaratish uchun algoritm natijasi

ILMIY YANGILIK.

Mazkur tadqiqotning ilmiy yangiligi milliy bezaklarni avtomatik ravishda yaratish jarayonida simmetriya nazariyasi, algoritmik modellashtirish va sun’iy intellekt elementlarini integratsiyalashgan holda qo‘llash bilan izohlanadi. Tadqiqot davomida milliy ornamentlarning geometrik tuzilishi tahlil qilinib, ularni kompyuter grafikasi muhitida avtomatik generatsiya qilishga imkon beruvchi algoritmik model ishlab chiqildi.

Birinchidan, milliy bezaklarning kompozitsion tuzilishi friz va rozetka simmetriya guruhlari asosida matematik jihatdan tizimlashtirildi. Ushbu yondashuv ornamentlarning takrorlanish strukturasini aniqlash va ularni algoritmik tarzda modellashtirish imkonini beradi.Motiv elementlarini avtomatik generatsiya qilish uchun parametrik transformatsiyalar va geometrik algoritmlar asosida yangi generativ model taklif etildi. Ushbu model yordamida boshlang‘ich motiv elementlari siljitish, aylantirish va akslantirish transformatsiyalari orqali ko‘paytirilib, turli xil milliy bezak variantlari hosil qilinadi.Naqsh generatsiyasi jarayonida sun’iy intellekt elementlaridan foydalanish imkoniyati ko‘rib chiqildi. Xususan, naqsh elementlarini tanlash va ularning kombinatsiyasini optimallashtirishda algoritmik qoidalar va ma’lumotlar tahliliga asoslangan yondashuv qo‘llanildi. Bu esa milliy bezaklarni yaratish jarayonini avtomatlashtirish hamda naqshlarning uslubiy izchilligini saqlash imkonini beradi.Taklif etilgan algoritmik model yordamida milliy bezaklarni kompyuter grafikasi muhitida tez va samarali generatsiya qilish imkoniyati yaratildi. Ushbu

ISSN 3030-3907

yondashuv milliy ornamentlarni raqamli muhitda modellashtirish, ularni saqlash va zamonaviy dizayn jarayonlarida qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Shunday qilib, tadqiqot natijasida simmetriya nazariyasi, generativ algoritmlar va sun’iy intellekt elementlariga asoslangan holda milliy bezaklarni avtomatik yaratishning yangi yondashuvi ishlab chiqildi.

XULOSA.

Mazkur tadqiqotda simmetriya nazariyasi asosida milliy bezaklarni avtomatik ravishda yaratish usullarini ishlab chiqish va takomillashtirish masalalari o‘rganildi. Tadqiqot jarayonida milliy ornamentlarning geometrik va kompozitsion xususiyatlari tahlil qilinib, ularni kompyuter grafikasi vositalari yordamida modellashtirish imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Natijada milliy bezaklarni algoritmik yondashuv asosida generatsiya qilishga imkon beruvchi model taklif etildi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, milliy bezaklarning asosiy tuzilishi simmetriya qonuniyatlariga asoslangan bo‘lib, ularni friz va rozetka simmetriya guruhlari yordamida tizimli ravishda modellashtirish mumkin. Ushbu simmetriya turlari ornamentlarning takrorlanish tartibini aniqlash va naqshlarning kompozitsion barqarorligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Shuningdek, simmetriya transformatsiyalaridan foydalanish naqshlarni avtomatik ravishda generatsiya qilish jarayonini soddalashtiradi hamda yangi ornament variantlarini yaratish imkonini beradi.

Motiv grammatikasi usulidan foydalanish milliy bezak elementlarini tizimli ravishda tashkil qilish va ularning o‘zaro bog‘lanish qoidalarini aniqlash imkonini berdi. Bu usul yordamida naqsh elementlari o‘rtasidagi kompozitsion bog‘lanishlar tartibga solinib, bezaklarning estetik yaxlitligi saqlab qolindi. Bundan tashqari, parametrik transformatsiyalar yordamida bir xil simmetriya modelidan foydalangan holda turli xil naqsh variantlarini yaratish mumkinligi aniqlandi. Bu esa milliy bezaklarning xilma-xilligini oshirish va dizayn jarayonini avtomatlashtirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan algoritmik model milliy bezaklarni kompyuter yordamida tez va samarali generatsiya qilish imkonini berdi. Ushbu model yordamida turli xil ornament variantlarini qisqa vaqt ichida yaratish mumkin bo‘lib, bu dizayn jarayonining samaradorligini oshiradi. Shu bilan birga, taklif etilgan yondashuv milliy madaniy meros elementlarini raqamli muhitda saqlash va ularni zamonaviy texnologiyalar yordamida qayta tiklash imkoniyatlarini ham kengaytiradi.

Mazkur tadqiqot natijalariga asoslanib, milliy bezaklarni avtomatik generatsiya qilish algoritmlarini yanada rivojlantirish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Xususan, kelgusida motiv grammatikasi va simmetriya guruhlariga

ISSN 3030-3907

asoslangan modellarga sun’iy intellekt va mashinaviy o‘rganish usullarini integratsiya qilish orqali naqsh generatsiyasi jarayonini yanada takomillashtirish mumkin. Shuningdek, parametrik boshqaruv imkoniyatlarini kengaytirish orqali bir xil simmetriya sinfi doirasida turli xil bezak variantlarini yaratish tavsiya etiladi. Taklif etilgan algoritmik yondashuvni kompyuter grafikasi, arxitektura dizayni va raqamli madaniy merosni saqlash tizimlarida qo‘llash ilmiy va amaliy jihatdan muhim natijalar berishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Bulatov S. O‘zbek xalq amaliy bezak san’ati. Toshkent: Fan, 1991.
2. Ahmedov M. O‘zbek me’moriy bezaklari. Toshkent, 2008.
3. Grünbaum B., Shephard G. Tilings and Patterns. New York: W.H. Freeman, 1987.
4. Stiny G. Shape: Talking about Seeing and Doing. MIT Press, 2006.
5. Ebert D., Musgrave F., Peachey D. Texturing and Modeling: A Procedural Approach. Morgan Kaufmann, 2003.
6. Kaplan C. Computer Graphics and Geometric Ornament. Springer, 2009.
7. Ostromoukhov V. Mathematical Tools for Ornament Design. Computer Graphics Journal, 2002.
8. Smith J. Algorithmic Pattern Generation in Digital Design. ACM Graphics, 2015.
9. Li X. Procedural Ornament Generation Using Symmetry Groups. Computer Graphics Forum, 2018.
10. Brown K. Digital Modeling of Traditional Ornamentation. Design Studies Journal, 2020.

ISSN 3030-3907

СИНТЕЗ ЭТАНОЛА ИЗ СИНТЕЗ-ГАЗА НА УГЛЕРОДНЫХ НОСИТЕЛЯХ

Абдуллаева Мохинур
СамДТУ, факультет педагогики и психологии, программа совместного образования с ПИМУ, студенты 101-й группы направления «Педиатрия»
Абдунофейева Малика
СамДТУ, факультет педагогики и психологии, программа совместного образования с ПИМУ, студенты 101-й группы направления «Педиатрия»
Убайдуллаев Ж.Н.
СамДТУ, кафедра медицинской химии, ассистент:

Аннотация. В статье рассмотрен каталитический синтез этанола из синтез-газа (CO + H_2) с использованием углеродных носителей. Проанализирована роль активированного угля как носителя металлических катализаторов, описан механизм реакции и факторы, влияющие на селективность процесса. Показано, что применение углеродных материалов способствует повышению эффективности и стабильности каталитических систем.

Ключевые слова: этанол, синтез-газ, катализ, активированный уголь, углеродные носители, селективность.

Abstract. The article examines the catalytic synthesis of ethanol from synthesis gas (CO + H_2) using carbon supports. The role of activated carbon as a support for metal catalysts is analyzed, and the reaction mechanism and factors influencing process selectivity are described. It is shown that the use of carbon materials contributes to improving the efficiency and stability of catalytic systems.

Keywords: ethanol, synthesis gas, catalysis, activated carbon, carbon supports, selectivity.

Annotatsiya. Maqolada sintez-gazdan (CO + H_2) etanolni katalitik sintez qilish jarayoni uglerodli tashuvchilar yordamida ko‘rib chiqilgan. Aktivlangan ko‘mirning metall katalizatorlar uchun tashuvchi sifatidagi roli tahlil qilingan, reaksiya mexanizmi hamda jarayon selektivligiga ta’sir qiluvchi omillar bayon etilgan. Uglerod materiallaridan foydalanish katalitik tizimlarning samaradorligi va barqarorligini oshirishga xizmat qilishi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: etanol, sintez-gaz, kataliz, aktivlangan ko‘mir, uglerodli tashuvchilar, selekt

ВВЕДЕНИЕ.

В условиях глобального перехода к устойчивому развитию возрастает интерес к альтернативным источникам топлива и химического сырья. Этанол

ISSN 3030-3907

является одним из наиболее востребованных продуктов, широко применяемых в качестве биотоплива и растворителя.

Традиционные методы его получения, такие как микробиологическое брожение и гидратация этилена, имеют ряд ограничений, включая зависимость от сырьевой базы и энергетические затраты.

Синтез-газы и их состав

Синтез-газы могут быть получены из различных источников, включая биомассу, уголь и природный газ. Основные компоненты синтез-газа — это угарный газ и водород, которые могут быть получены в результате газификации углеродсодержащих материалов. Соотношение CO и H2 в синтез-газе может варьироваться в зависимости от метода его получения, что влияет на выбор катализатора и условия реакции.

Катализаторы на углеродных носителях

Активированный уголь

Активированный уголь является одним из наиболее распространенных углеродных носителей. Он обладает высокой пористостью и большой поверхностью, что делает его эффективным катализатором для различных реакций. В процессе синтеза этанола активированный уголь может способствовать адсорбции молекул синтез-газа и их последующему превращению в этанол.

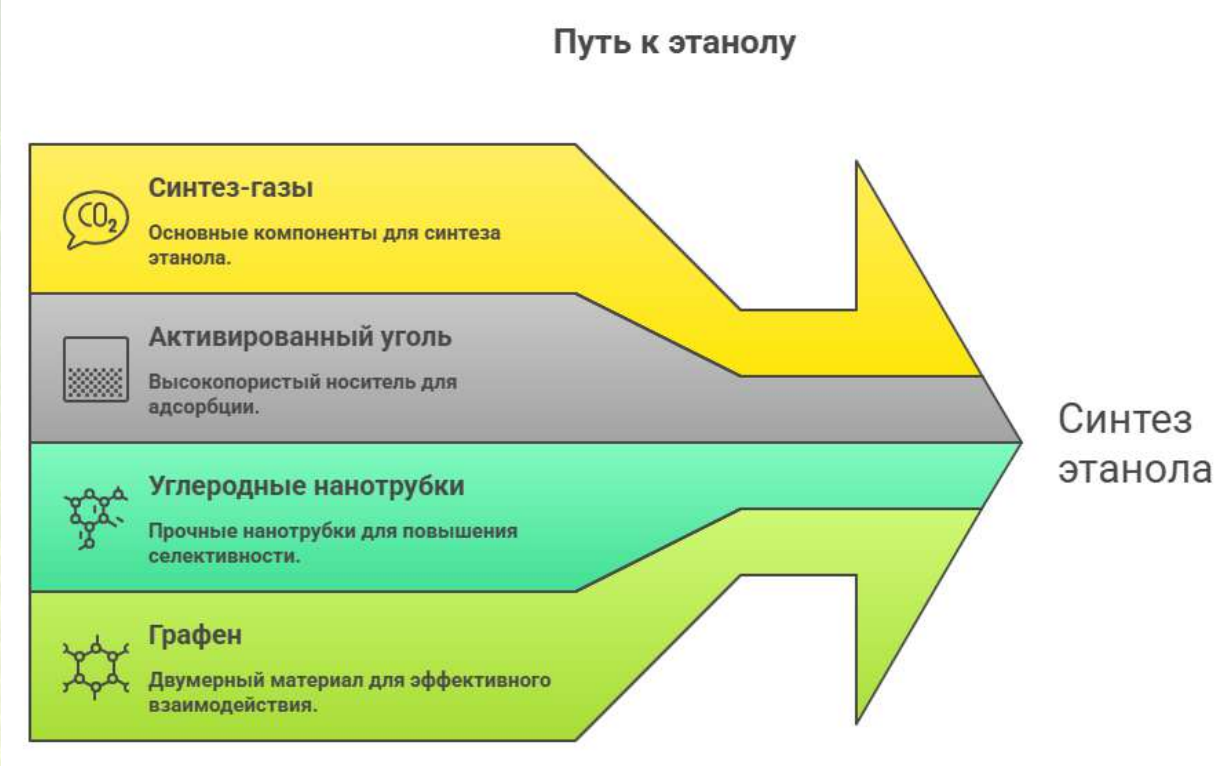
Углеродные нанотрубки

Углеродные нанотрубки (УНТ) представляют собой перспективные катализаторы благодаря своей высокой прочности, теплопроводности и большой поверхности. Исследования показывают, что УНТ могут значительно повысить селективность реакции синтеза этанола, а также увеличить скорость реакции за счет улучшения переноса массы.

Графен

Графен, обладая уникальными электрическими и механическими свойствами, также рассматривается как катализатор для синтеза этанола. Его двумерная структура позволяет эффективно взаимодействовать с молекулами синтез-газа, что может привести к повышению выхода этанола.

ISSN 3030-3907



Перспективным направлением является синтез этанола из синтез-газа — смеси оксида углерода и водорода. Данный подход позволяет использовать разнообразные источники сырья, включая уголь, природный газ и биомассу.

1. Сырьё и общая схема процесса

Синтез-газ ($CO + H_2$) является универсальным промежуточным продуктом химической промышленности. Основная реакция образования этанола описывается следующим уравнением:

$$2CO + 4H_2 \rightarrow C_2H_5OH + H_2O$$

Процесс осуществляется в присутствии катализаторов при повышенных температурах и давлениях.

2. Катализаторы на углеродных носителях

Наиболее эффективными являются металлические катализаторы, нанесённые на углеродные носители. В качестве активных компонентов применяются:

- родий (Rh);
- кобальт (Co);
- медь (Cu).

Углеродные носители (активированный уголь, графен, углеродные нанотрубки) обладают рядом преимуществ:

- высокая удельная поверхность;
- развитая пористая структура;

ISSN 3030-3907

- химическая и термическая устойчивость.

Активированный уголь обеспечивает равномерное распределение металлических частиц и предотвращает их агрегацию, что повышает каталитическую активность.

3. Механизм каталитической реакции

Механизм синтеза этанола из синтез-газа представляет собой сложный многостадийный процесс, протекающий на поверхности катализатора.

Основные стадии процесса:

1. Адсорбция реагентов. Молекулы CO и H_2 адсорбируются на активных центрах металла. Водород диссоциирует на атомы, CO может частично диссоциировать.
2. Активация и гидрирование. Образуются промежуточные соединения (формильные –CHO, метильные $–CH_3$ группы).
3. Образование связи C–C. Ключевая стадия, в ходе которой формируются двухуглеродные соединения (ацетильные интермедиаты). Особенно эффективно протекает на родиевых катализаторах.
4. Последовательное гидрирование. Ацетильные соединения превращаются в ацетальдегид, затем в этоксильные группы.
5. Образование этанола и десорбция. Формируется молекула этанола, которая десорбируется с поверхности катализатора.

Углеродный носитель влияет на дисперсию металла и его электронные свойства, что определяет селективность процесса.

4. Селективность и проблемы процесса

Основной проблемой является низкая селективность по этанолу. В ходе реакции образуются побочные продукты:

- ❖ метан;
- ❖ метанол;
- ❖ другие углеводороды.

Дополнительные трудности:

- ❖ дезактивация катализаторов;
- ❖ высокая стоимость благородных металлов;
- ❖ необходимость строгого контроля технологических параметров.

Современные исследования направлены на повышение селективности путём модификации катализаторов и оптимизации условий процесса.

Механизмы реакции

Процесс синтеза этанола из синтез-газа включает несколько ключевых этапов:

ISSN 3030-3907

1. Адсорбция: Молекулы CO и H2 адсорбируются на поверхности катализатора.
2. Синтез промежуточных соединений: На поверхности катализатора происходит образование промежуточных соединений, таких как метанол, который затем может быть преобразован в этанол.
3. Десорбция: Этанол десорбируется с поверхности катализатора и выходит в газовую фазу.

Эти этапы могут быть значительно ускорены при использовании углеродных носителей, что позволяет повысить общую эффективность процесса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Синтез этанола из синтез-газа на углеродных носителях является перспективным направлением современной каталитической химии. Использование углеродных материалов, особенно активированного угля, позволяет существенно повысить эффективность и стабильность процесса.

Дальнейшее развитие исследований в данной области может способствовать созданию экологически безопасных и экономически эффективных технологий производства жидких топлив.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.
2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.
3. Икромова Ш. А., Худойкулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойкулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойкулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.

ISSN 3030-3907

7. Vozhehova R., Borovyk V., Ubaydullaev J. Inheritance of yield and fiber length in hybrids cotton of the first generation F1 //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 151. – С. 04001.
8. Ubaidullaev J. N. et al. Assessments of Chemical Composition and Properties High-Viscosity Oil Based on Elemental //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2023. – Т. 4. – №. 5. – С. 332-339.
9. Xayrullayeva D. M. et al. KOLLOID ERITMALARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA QONNING KRIOSKOPIYA USULIDA MUZLASH HARORATINI ANIQLASH //Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences. – 2024. – Т. 4. – №. 4-1. – С. 272-276.
10. Холмуродов Т. А., Мирзаев О. О., Убайдуллаев Ж. Н. КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ //Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа. – 2023. – С. 62-63.
11. Аминов З. и др. Диаграмма растворимости системы 2-хлорэтилфосфоновая кислота карбонат гуанидина-вода //Вопросы науки и образования. – 2019. – №. 12 (59). – С. 5-12.

ISSN 3030-3907

QISHLOQ XO‘JALIGI MAHSULOTLARINI SARALASHDA KOMPYUTERLI KO‘RISH TIZIMI VA NIR SENSORINI QO‘LLAGAN HOLDA SARALASH JARAYONINI TAKOMILLASHTIRISH.

Qobilov H.X.
Buxoro davlat texnika universiteti Phd, dotsent,
Og‘omurodov U.H.
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
E-mail: ogomurodov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini, xususan meva va sabzavotlarni saralash jarayonini takomillashtirish masalasi ko‘rib chiqilgan. An’anaviy saralash usullarining past aniqligi va subyektivligi tufayli zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash zarurati asoslab berilgan. Tadqiqotda kompyuterli ko‘rish tizimi yordamida mahsulotlarning tashqi belgilarini (rang, shakl, o‘lcham) aniqlash hamda yaqin infraqizil (NIR) spektroskopiya orqali ichki sifat ko‘rsatkichlarini (pishganlik darajasi, kimyoviy tarkib) baholash usullari integratsiyalashgan holda taklif etilgan. Shuningdek, mahsulotlar guruhini baholashda statistik tanlash usuli va PLS hamda SVM algoritmlari asosida bashorat modeli ishlab chiqilgan. Taklif etilgan tizim eksportbop mahsulotlar sifatini oshirish, saralash jarayonini avtomatlashtirish va inson omilini kamaytirish imkonini beradi. Natijada saralash aniqligi ortadi, sifatsiz mahsulotlarning eksportga chiqishi kamayadi va umumiy ishlab chiqarish samaradorligi oshadi.

Kalit so‘zlar. Kompyuterli ko‘rish (Computer Vision), NIR spektroskopiya (Near-Infrared Spectroscopy), Mevalarni saralash**,** Pishganlikni aniqlash, Mashina o‘rganish (Machine Learning), Qishloq xo‘jaligi mahsulotlari sifati, Avtomatlashtirilgan saralash tizimi, Kontakt bo‘lmagan nazorat.

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос совершенствования процесса сортировки сельскохозяйственной продукции, в частности фруктов и овощей. Обоснована необходимость применения современных технологий в связи с низкой точностью и субъективностью традиционных методов сортировки. В исследовании предложена интеграция методов компьютерного зрения для определения внешних признаков продукции (цвет, форма, размер) и ближней инфракрасной (NIR) спектроскопии для оценки внутренних показателей качества (степень зрелости, химический состав). Также разработана модель прогнозирования на основе статистического метода выборки и алгоритмов PLS и SVM для оценки групп продукции. Предложенная система позволяет повысить качество экспортной продукции, автоматизировать процесс сортировки и снизить влияние человеческого фактора. В результате повышается точность сортировки,

ISSN 3030-3907

уменьшается экспорт некачественной продукции и увеличивается общая эффективность производства.

Ключевые слова: компьютерное зрение (Computer Vision), NIR-спектроскопия (Near-Infrared Spectroscopy), сортировка фруктов, определение зрелости, машинное обучение (Machine Learning), качество сельскохозяйственной продукции, автоматизированная система сортировки, бесконтактный контроль.

Abstract. This article examines the issue of improving the sorting process of agricultural products, particularly fruits and vegetables. The necessity of applying modern technologies is substantiated due to the low accuracy and subjectivity of traditional sorting methods. The study proposes an integrated approach that combines computer vision techniques to identify external characteristics of products (color, shape, size) and near-infrared (NIR) spectroscopy to evaluate internal quality indicators (ripeness level, chemical composition). In addition, a predictive model based on statistical sampling methods and PLS and SVM algorithms has been developed for assessing product groups. The proposed system enables improving the quality of export-oriented products, automating the sorting process, and reducing the human factor. As a result, sorting accuracy increases, the export of low-quality products decreases, and overall production efficiency improves.

Keywords: Computer Vision, Near-Infrared (NIR) Spectroscopy, fruit sorting, ripeness detection, Machine Learning, agricultural product quality, automated sorting system, non-destructive testing.

KIRISH.

Bugungi kunda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini yetishtirish hajmi ortib borayotganligi sababli, ularni saqlash, qayta ishlash va iste’molchilarga sifatli holda yetkazish talablariga javob beradigan ilg‘or texnologiyalarga ehtiyoj kuchaymoqda. Ayniqsa, meva va sabzavotlarni eksportbop holatda saralash va yetkazib berish uchun an’anaviy usullar o‘rniga kontakt bo‘lmagan, avtomatlashtirilgan yondashuvlar muhim ahamiyat kasb etmoqda. O‘zbekistondan sarxil meva-sabzavot mahsulotlari eksportining umumiy hajmida MDH mamlakatlarining ulushi 2019-yilda 69,4 foizni, 2024-yilda 57,7 foizni tashkil qilgan. Shu bilan birga, Yevropa Ittifoqi mamlakatlariga sarxil sabzavot va mevalar eksporti ulushi, aksincha, 2019-yildagi 2,1 foizni tashkil qilgan bo‘lsada 2024-yilda bu ko‘rsatkich 2,4 foizgacha oshgan.[1]

2025-yilning yanvar-oktyabr oylarida mamlakatdan 1,8 million tonna meva-sabzavot eksport qilingan (meva va rezavorlar – 523,2 ming tonna) hisoblanadi, bu qiymati 1,7 mlrd AQSH dollarga yetdi.[2] Mevalar eksportidagi asosiy

ISSN 3030-3907

mahsulotlar: uzum, quritilgan uzum (mayiz), shaftoli, gilos, o‘rik va boshqa mevalar. Quritilgan mevalar, ayniqsa mayiz va quritilgan o‘rik, eksportda alohida o‘rin egallaydi.[3] Bu sektor O‘zbekiston eksportida muhim o‘rin tutadi, qishloq xo‘jaligi eksportining qariyb 5–6 % ini tashkil etadi.[4] Asosiy eksport bozorlar: Rossiya, Qozog‘iston, Pokiston, Xitoy va boshqa MDH hamda Yaqin Sharq va Yevropa mamlakatlari bozorlariga yetkaziladi (to‘g‘ridan-to‘g‘ri statistik ko‘rsatkichlar har yili o‘zgaradi).

Ammo meva va sabzavotlarning tashqi ko‘rinishi, ichki sifati va yangi holatini aniqlashda an’anaviy, inson omiliga tayanadigan usullar yetarlicha aniqlik va samaradorlik bermaydi. Inson tomonidan bajariladigan vizual baholash subyektiv bo‘lib, xatolik ehtimoli yuqori, saralash jarayonining tezligi esa past bo‘ladi.



1-rasm.

Bunday yondashuv quyidagi muammolarni keltirib chiqaradi:

1. Subyektivlik – Har bir insonga xos qarashlar, charchash, diqqatning susayishi yoki tajriba yetishmasligi mahsulotni noto‘g‘ri baholashga olib keladi.

2. Past aniqlik – Inson ko‘zi faqat tashqi ko‘rinishni taxminan baholay oladi, ichki sifat ko‘rsatkichlari aniqlanmaydi.

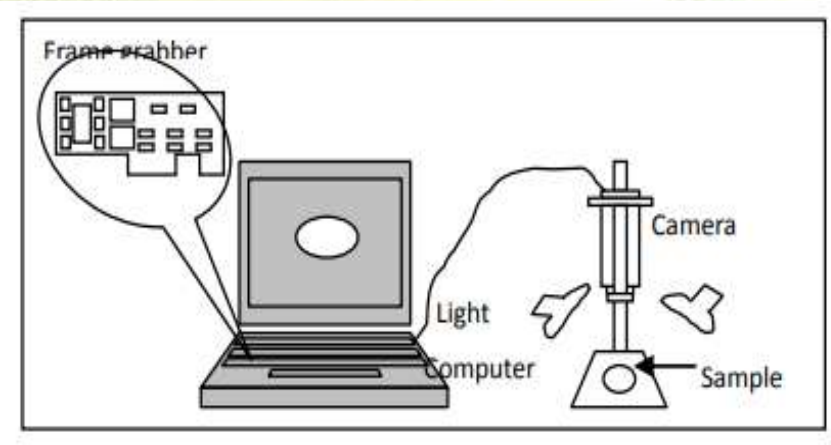
3. Kam samaradorlik – Katta hajmdagi mahsulotlarni qisqa vaqt ichida saralashda bu muammo jiddiy tus oladi.

4. Mahsulotning buzilishi – Ba’zi hollarda sifat tekshiruvi uchun mahsulotga zarar yetkaziladi.

Yuqoridagi muammolar export qilinayotgan mahsulotlarga ham ta’sir qiladi ya’ni exportga yuborilgan mahsulotlar Ichida biron kamchilik bo‘ladigan bo‘lsa export qilinayotgan mahsulot butunlay ortga qaytariladi. Prezident Mirziyoyevning 30.07.2025 kungi “Meva, sabzavot va oziq-ovqat mahsulotlari eksportini ko‘paytirish”ga bag‘ishlangan videokonferensiya bayonotlarida aytilishicha, ba’zan xorijdagi xaridorlar O‘zbekiston mevasini “xom holatda” deb rad etadi yoki sifati yetarli darajada bo‘lmaydi deb tushunib, yuklar to‘xtatilmoqda yoki ortga

ISSN 3030-3907

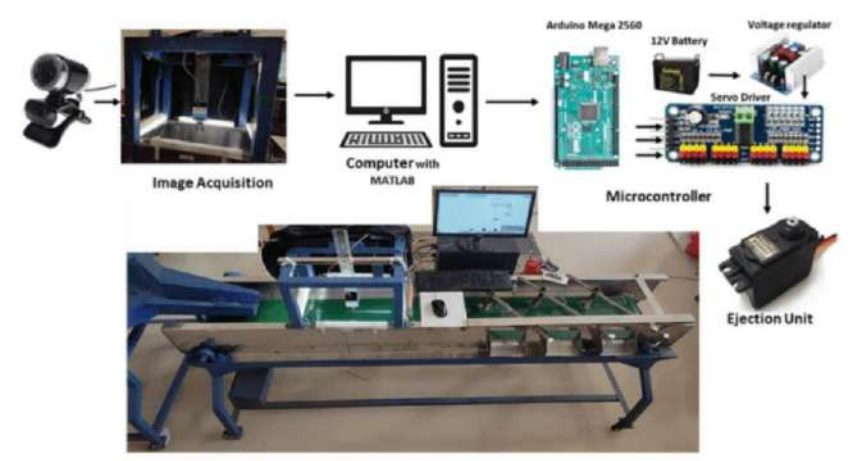
qaytarilmoqda. Bu eksport jarayoniga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.[5] Demak inson qo‘li bilan saralash ham komyuterli ko‘rish orqali saralash ham masalani yetarlicha hal qila olmayapti. Kompyuterli ko‘rish orqali meva va sabzavotlarni saralash bo‘yicha bir necha olimlar ilmiy ishlar olib brogan. Jyoti A. Kodagali va S. Balaji olimlari o‘zining “Computer Vision and Image Analysis based Techniques for Automatic Characterization of Fruits – A Review” nomli maqolasida kompyuter ko‘rish va tasvir tahlili metodlarining mevalarning ko‘rinish, rang, tuzilish va boshqa vizual atributlari bo‘yicha tasnif va saralashga qo‘llanilishi va turli tadqiqotlar va algoritmlar o‘rgangan. Natijada computer vision texnologiyalari meva tasnifi va saralashda tez, ob’ektiv va izchil natijalar bera olishini ko‘rsatgan. Bundan tashqri ular apelsin, anor, nok, banan kabi mevalar ustida ham tadqiqotlar olib brogan.[6]



2-rasm.

Abdullah Al Masum va boshqalar «Development of automated real-time mango grader using machine vision technique» nomli maqolasida real vaqtda mango mevasi tasnifi uchun avtomatlashtirilgan konveyer + computer vision tizimi va kameradan olingan mangomevasi tasvirlaridan maydon (area) xususiyati yordamida saralashni amalga oshirilgan. Ular yaratgan tizim mango mevasini real vaqtda ularnning hajmini aniqlagan va katta, o‘rtacha va kichik kabi toifalarga ajratishda 79.7–85.5 % aniqlikka erishgan, umumiy saralash aniqligi ~89.1 % bo‘lgan.[9]

ISSN 3030-3907



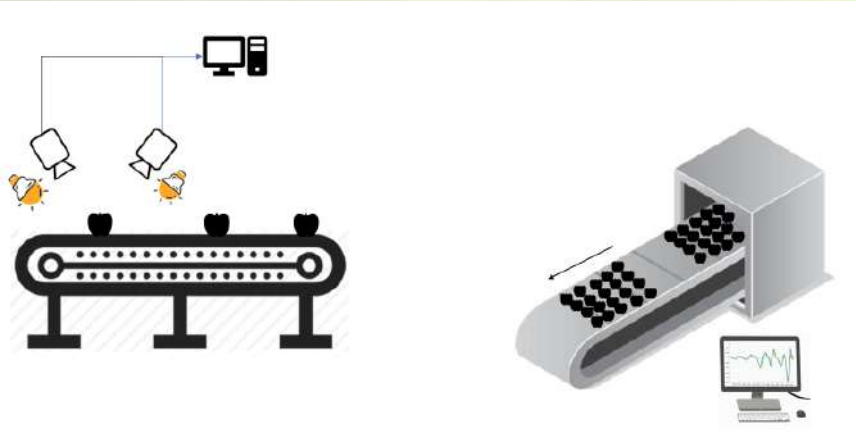
3-rasm.

Qolaversa Dmitry O. Khort, Alexey Kutyrev, Igor Smirnov kabi rus olimlari esa mevalarni avtomatlashtirilgan tarzda saralash uchun giperspektral tahlil va mashina o‘rganish algoritmlarini qo‘llash bo‘yicha ilmiy ishlar olib borganlar. Ularning tadqiqotlari mevalarning sifati va defektlarini aniqlashga qaratilgan. Eron olimlaridan Abdollah Zakeri, Ruhollah Hedayati, Mohammad Khedmati, Mehran Taghipour-Gorjikolaie kabi olimlar jujube (zizifus) mevasini saralashda mashina o‘rganish usullarini qo‘llaganlar. Ular mevalarning rangi, shakli, o‘lchami va sirtidagi nuqsonlar asosida tasniflash tizimini ishlab chiqqanlar.

Syed Sohaib Ali Shah, Ayesha Zeb, Waqar S. Qureshi, Muhammad Arslan, Aman Ullah Malik, Waleed Alasmary, Eisa Alanazi kabi olimlar o‘zlarining “Towards fruit maturity estimation using NIR spectroscopy” nomli maqolalarida meva pishganligini aniqlash uchun NIR spektroskopiya va chemometric algoritmlar (PLS, LSSVM) yordamini tahlil qilgan. Turli mevalar ustida (olma, mango, uzum, o‘rik) NIR spektrlar asosida pishganlik ko‘rsatkichlarini bashorat qilish modeli tuzilgan. PLS va boshqa regressiya modellari turli mevalar uchun pishganlik bashoratida yaxshi aniqlik ko‘rsatgan, lekin har nav uchun alohida model kerakligi ta’kidlangan.[7]

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Zamonaviy o‘lchov va nazorat vositalarini, xususan kompyuterli ko‘rish (computer vision) va yaqin infraqizil nurlanish (NIR – Near-Infrared) texnologiyalarini birgalikda qo‘llash orqali mahsulotlarni avtomatik tarzda, kontakt bo‘lmagan, yuqori aniqlikda baholash imkoniyati yuzaga kelmoqda. Kompyuterli ko‘rish yordamida meva va sabzavotlarning rang, shakl, o‘lcham kabi tashqi belgilarini tez va aniqlik bilan tahlil qilish mumkin bo‘lsa, NIR texnologiyasi esa ularning– suv va shakar miqdori kabi ko‘rsatkichlar bilan mahsulot sifatini baholash va oldindan bashoratlash imkonini beradi.[8]

ISSN 3030-3907



4-rasm.

Kartezian roboti (Cartesian robot), shuningdek *gantry robot* deb ham ataladi, uch o‘qli harakatga ega bo‘lgan robot bo‘lib, ko‘plab sanoat ilovalarida keng qo‘llaniladi. Uning X, Y va Z o‘qlari qat’iy (rigid) konstruksiyaga ega bo‘lib, o‘zaro to‘g‘ri burchak ostida joylashgan. Robot qo‘l uchiga o‘rnatilgan ishchi organ (end-effector) bilan birga 3 ta erkinlik darajasiga (DOF — Degrees of Freedom) ega.

Robotning har bir o‘qi chiziqli harakatni amalga oshiradi va bu harakat asosan chiziqli yuritma (drive mechanism) mexanizmi orqali ta’minlanadi [5]. Chiziqli yuritmalarning turlari quyidagilardan iborat:

- kamarli (belt-driven),
- tishli reyka va shesternyali (rack-and-pinion-driven),
- sharli vintli (ball-screw-driven),
- chiziqli dvigatelli (linear motor-driven).



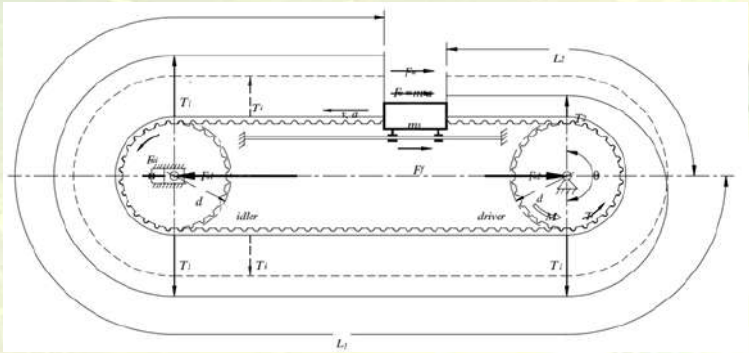
5-rasm.

Amaliyotda eng ko‘p qo‘llaniladigani — kamarli uzatma mexanizmidir. Chiziqli yuritma turi robotning konstruktiv yechimi va texnik talablariga qarab tanlanadi.

Kamarli chiziqli yuritmaning asosiy komponentlari:

ISSN 3030-3907

- elektr dvigatel,
- reduktor (gearbox),
- chiziqli yo‘naltirgichlar (linear guides),
- kamar-shkiv tizimi (belt–pulley system),
- sanoat boshqaruv kontrolleri.



6-rasm.

Ushbu rasmga ko‘ra, agar harakatlanuvchi massa yetaklovchi shkivdan uzoqlashayotgan bo‘lsa, kamar tarangligi yetaklovchi shkiv va harakatlanuvchi massa orasida kamayadi, kamar tizimining qolgan qismida esa ortadi va aksincha. Harakatlanuvchi massa chiziqli yo‘naltirgichlar bo‘ylab sirpanadi va bu harakat ishqalanish tufayli qarshilikka uchraydi.

Rasmga asoslanib ko‘rish mumkinki, kamar tarangligi harakatlanuvchi massaning pozitsiyasiga bog‘liq bo‘lib, harakat jarayonida o‘zgarib turadi.

Massani chiziqli yo‘naltirgichlar bo‘ylab harakatlantirish uchun zarur bo‘lgan umumiy bo‘ylama kuch F_t quyidagilarning yig‘indisiga teng:

- tezlanish kuchi F_a,
- ishqalanish kuchi F_f,
- og‘irlik kuchining tarkibiy qismi (vertikal yuritmalarda) F_g,
- yordamchi shkivni aylantirish kuchi F_{ab},
- kamar inertsiya kuchlari F_{ai}.

$$F_t = F_a + F_f + F_g + F_{ab} + F_{ai}$$

Kengaytirilgan ko‘rinishda:

$$F_t = m_s a + \mu_r m_s g \csc\beta + m_s g \sin\beta + \frac{\omega_b L b}{g} a + \frac{2J_i \alpha}{d}$$

bu yerda:

- m_s — harakatlanuvchi massa,
- a — tezlanish,
- μ_r — ishqalanish koeffitsienti,
- β — og‘ish (qiyalik) burchagi,
- L — kamar uzunligi,
- b — kamar kengligi,

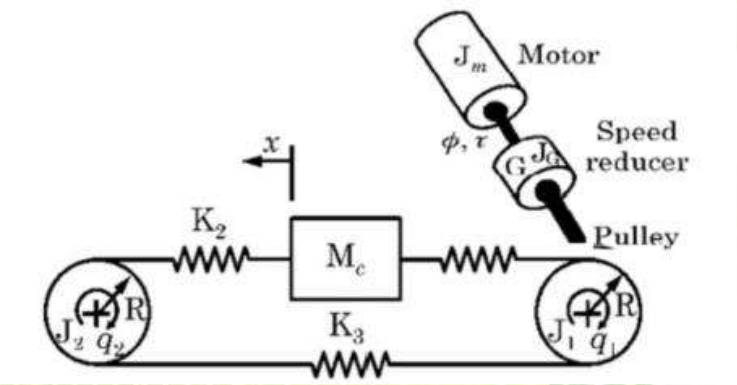
ISSN 3030-3907

• w_b — kamarning solishtirma og‘irligi,
• J_i — yordamchi (idler) shkivning inertsiya momenti,
• α — uning burchak tezlanishi,
• d — shkiv diametri,
• g — erkin tushish tezlanishi.

Kartezian robotlarining chiziqli kamarli yuritmalari yuqori aniqlikdagi pozitsiyalash vazifalarida qo‘llaniladi. Shu sababli, ularning dinamik modelini hosil qilish va tizim xatti-harakatini simulyatsiya qilish muhim ahamiyatga ega.

Nolinear ishqalanish kuchlari hamda kamarning elastikligi aniq pozitsiyalashni murakkablashtiradi. Shuning uchun chiziqli yuritmalar uchun aniq dinamik modellar va barqaror boshqaruv regulyatorlarini ishlab chiqish zarur hisoblanadi.

Chiziqli yuritmaning matematik modelini hosil qilish uchun prujina–massa (spring–mass) tizimi qabul qilinadi



7-rasm.

Ushbu sxemada:
• J_m— dvigatel inertsiya momenti,
• G — reduktor uzatish nisbati,
• R — shkiv radiusi,
• J_i — shkiv inertsiya momenti,
• M_c — harakatlanuvchi yuk massasi,
• K_2,K_3 — kamar elastiklik koeffitsientlari,
• x — chiziqli siljish,
• φ — burchak siljishi,
• τ — dvigatel momenti.

Ushbu model asosida chiziqli kamarli yuritmaning differensial tenglamalari chiqariladi va tizimning dinamik xatti-harakati tahlil qilinadi.

Dastlab mevalar kompyuterli saralashda donalab saralansa undan keying bosqichda NIR sensori bilan esa gruhlanib sensor nazoratidan o‘tadi. Bu yerda NIR sensor har bir guruh mevadan ixtiyoriy 5 ta yoki 6 ta(yashikka taxlanadigan

ISSN 3030-3907

mevalar soniga bog‘liq) mevani sensor yordamida skaner qiladi va PLS (Partial Least Squares) va SVM (Support Vector Machine) algoritmlari asosida bizga umumiy yashik uchun bashoratlash orqali uni baholab beradi.

Har bir yashikdan nechtadan mevalarni tanlab olish minimal tanlash formulasi orqali topiladi:

$$n = \left(\frac{Z \cdot \sigma}{E}\right)^2$$

n — tanlanadigan mevalar soni
Z — ishonchlilik koeffitsienti
σ (sigma) — pishganlik dispersiyasi
E — ruxsat etilgan xato

Bu formula “o‘rtacha qiymatni berilgan aniqlik va ishonchlilik bilan baholash” masalasidan kelib chiqadi.

XULOSA. Ushbu tadqiqotda qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini, xususan meva va sabzavotlarni saralash jarayonini takomillashtirish masalasi kompleks yondashuv asosida ko‘rib chiqildi. An’anaviy saralash usullarining subyektivligi, past aniqligi va samaradorlik darajasining yetarli emasligi tahlil qilinib, zamonaviy avtomatlashtirilgan texnologiyalarni qo‘llash zarurligi asoslab berildi. Tadqiqot natijasida kompyuterli ko‘rish tizimi va yaqin infraqizil (NIR) spektroskopiya texnologiyalarini integratsiyalash orqali mahsulotlarni kontakt bo‘lmagan, tezkor va yuqori aniqlikda baholash imkoniyati yaratildi. Kompyuterli ko‘rish yordamida mevalarning tashqi belgilarini aniqlash bilan birga, NIR texnologiyasi orqali ularning ichki sifat ko‘rsatkichlari, xususan pishganlik darajasi baholandi.

Shuningdek, mahsulotlarni guruhlab baholashda statistik tanlash usuli hamda PLS va SVM algoritmlaridan foydalanish orqali har bir partiya uchun ishonchli bashorat modeli ishlab chiqildi. Bu yondashuv saralash jarayonida aniqlikni oshirish, inson omilini kamaytirish va katta hajmdagi mahsulotlarni samarali qayta ishlash imkonini beradi. Taklif etilgan tizimni amaliyotga joriy etish natijasida eksport qilinadigan mahsulotlar sifatini barqaror ta’minlash, sifatsiz mahsulotlarning eksportga chiqishini kamaytirish va eksportdan qaytish holatlarini sezilarli darajada qisqartirish mumkin. Bundan tashqari, ushbu yondashuv qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini saralash jarayonlarini to‘liq avtomatlashtirish va raqamlashtirish yo‘lida muhim qadam hisoblanadi. Kompyuterli ko‘rish + NIR tizimi tashqi nuqsonlarni aniqroq va tez ajratib olish, o‘rtacha pishganlik darajasini baholash hamda har bir portsiya(yashik) uchun pishganlik darajisini bashorat qilish kabi yechimlarni bizga taqdim etadi. Natijada Yashik ichidagi nomutanosiblik

ISSN 3030-3907

oldindan aniqlanadi, sifatsiz partiya eksportga chiqmaydi va exportdan qaytish holatlari kamayadi. Texnik tomondan esa quyidagi natijalarga erishiladi:

-Pishganlikni kontaksiz va tez baholash

-Har bir yashik uchun statistik ishonchli bashorat

-Kamera + NIR integratsiyasi amalga oshiriladi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. https://www.gazeta.uz/oz/2025/07/15/export/
2. Stat.uz
3. Smartcherry
4. UzDaily.uz
5. Daryo.uz
6. Jyoti A. Kodagali va S. Balaji, “Computer Vision and Image Analysis based Techniques for Automatic Characterization of Fruits – A Review”
7. Syed Sohaib Ali Shah, Ayesha Zeb, Waqar S. Qureshi, Muhammad Arslan, Aman Ullah Malik, Waleed Alasmary, Eisa Alanazi, “Towards fruit maturity estimation using NIR spectroscopy”.
8. X. Sun, H. Liu, Y. Wang *“Non-destructive detection of fruit quality using near-infrared spectroscopy: A review”*, Computers and Electronics in Agriculture, 2019.
9. Abdullah Al Masum va boshqalar «Development of automated real-time mango grader using machine vision technique»
10. S. Lorente, N. Aleixos, J. Gómez-Sanchis *“Recent advances and applications of hyperspectral imaging for fruit and vegetable quality assessment”*, Food Engineering Reviews, 2012.
11. H. Lu, Y. Peng *“Prediction of apple firmness and soluble solids content using NIR spectroscopy”*, Journal of Food Engineering, 2006.
12. A. K. Jain, M. N. Murty, P. J. Flynn *“Data clustering: A review”*, ACM Computing Surveys, 1999.
13. Bhargava, A. (2021). Fruits and vegetables quality evaluation using computer vision. *Journal of Food Engineering*.
14. Feng, J., Zhang, Y., & Liu, H. (2024). Real-time fruit and vegetable quality detection technologies. *International Journal of Agricultural Engineering*.
15. Liu, J., Wang, X., & Zhao, Y. (2025). Non-destructive detection of fruit quality: A review. *Postharvest Biology and Technology*.
16. Chen, Y., Lin, X., & Zhang, Q. (2021). Deep learning-based vision system for fruit sorting. *Frontiers in Plant Science*.
17. Blasco, J., Aleixos, N., & Moltó, E. (2003). Machine vision system for automatic quality grading of fruit. *Biosystems Engineering*.

ISSN 3030-3907

18. Cubero, S., Aleixos, N., & Moltó, E. (2011). Advances in machine vision applications for automatic inspection of fruits. *Food and Bioprocess Technology*.
19. Walsh, K. B. (2004). Sorting of fruit using near infrared spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology*.
20. Shah, S. S. A., Zeb, A., Qureshi, W. S., et al. (2020). Fruit maturity estimation using NIR spectroscopy. *Information Processing in Agriculture*.
21. Altieri, G., Genovese, F., & D'Amico, A. (2025). Portable NIR spectroscopy for fruit ripeness classification. *Applied Sciences*.
22. Jiang, X., Li, P., & Wang, Y. (2022). NIR calibration for apple quality detection. *Sensors*.
23. Jiang, T., Liu, Z., & Chen, Y. (2025). Deep learning-based VIS/NIR spectroscopic devices. *Computers and Electronics in Agriculture*.
24. Elsherbiny, O., Hassan, M., & Ali, A. (2025). VIS-NIR spectroscopy combined with machine learning for fruit ripeness. *Scientific Reports*.
25. Jain, A. K., Murty, M. N., & Flynn, P. J. (1999). Data clustering: A review. *ACM Computing Surveys*.
26. Khort, D. O., Kutyrev, A., & Smirnov, I. (2024). Hyperspectral imaging for fruit quality assessment. *Sustainability*.
27. Gowen, A. A., & O'Donnell, C. P. (2025). Hyperspectral imaging and deep learning for food quality. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*.

ISSN 3030-3907

ОБЗОР ПОЛУЧЕНИЯ КРЕМНИЯ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ИСТОЧНИКОВ И ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЕ В РАЗЛИЧНЫХ ОТРАСЛЯХ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Насриддинов Элдор Яминович
Докторант Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru
Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна
Д-р филос. тех. наук(PhD), доц, Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru

Аннотация. В последние годы природные глинистые минералы привлекают все больше внимания благодаря своей уникальной структуре, экономичности и большим запасам. Как правило, процесс магнезиального восстановления позволяет эффективно восстанавливать природные глинистые минералы до кремния с высоким выходом продукта, в результате чего получается хорошо структурированный кремний, который можно использовать для получения кремниевых наноматериалов с определенной морфологией и микроструктурой.

Ключевые слова: кремний, силикатное сырьё, адсорбент, экология, очистка воды, нанокомпозит, металл, серпентин, отходы, кремневая крошка, пористая структура, технология, синтез.

Annotatsiya. So‘nggi yillarda tabiiy gil minerallari o‘zining noyob tuzilishi, iqtisodiy samaradorligi va katta zaxiralari tufayli tobora ko‘proq e'tiborni tortmoqda. Odatda, magniyni qayta tiklash jarayoni tabiiy loy minerallarini yuqori hosil bilan kremniyga samarali qayta tiklash imkonini beradi, natijada o‘ziga xos morfologiya va mikrotuzilishga ega kremniy nanomateriallarini ishlab chiqarish uchun ishlatilishi mumkin bo‘lgan yaxshi tuzilgan kremniy hosil bo‘ladi.

Kalit so‘zlar: kremniy, silikat xom ashyosi, adsorbent, ekologiya, suvni tozalash, nanokompozit, metall, serpantin, chiqindilar, kremniy chiplari, g‘ovakli tuzilish, texnologiya, sintez.

Annotation. In recent years, natural clay minerals have attracted increasing attention due to their unique structure, economic efficiency, and large reserves. Typically, the magnesia reduction process allows for the efficient reduction of natural clay minerals to silicon with high yields, resulting in well-structured silicon that can be used to produce silicon nanomaterials with specific morphology and microstructure.

ISSN 3030-3907

Keywords: silicon, silicate raw materials, adsorbent, ecology, water purification, nanocomposite, metal, serpentine, waste, silica chips, porous structure, technology, synthesis.

ВВЕДЕНИЕ.

Одной из самых острых экологических проблем на сегодняшний день является химическое загрязнение водных экосистем, угрожающее устойчивому развитию и здоровью населения во всем мире [1, 2]. Эта проблема во многом связана с неконтролируемым сбросом сточных вод горнодобывающей, сельскохозяйственной и промышленной отраслей [3, 4]. Среди этих загрязняющих веществ особенно выделяются токсичные ионы тяжелых металлов (ТМ), которые не разлагаются и химически стабильны [5,6]. Они накапливаются в пищевой цепи и биомагнифицируются, нанося вред водным организмам и человеку. Даже следовые количества свинца, кадмия, ртути и мышьяка вызывают нейротоксичность, нефротоксичность, иммунотоксичность и канцерогенность [7, 8]. Кадмий (Cd^{2+}) и свинец (Pb^{2+}) — одни из самых опасных загрязнителей тяжелыми металлами, из-за чего многие страны вводят строгие ограничения в связи с их высокой токсичностью и повсеместным распространением в окружающей среде [9, 10, 11]. Оба этих вещества считаются приоритетными загрязнителями из-за их стойкости в водной среде, способности к биоаккумуляции и серьезного воздействия на биологические процессы.

Глинистые минералы — это встречающиеся в природе слоистые силикаты, состоящие из тетраэдрических силикатных листов, соединенных с октаэдрическими гидроксидными листами [9, 10]. Их слоистая структура образуется в результате изоморфных замещений, при которых Al^{3+} замещается на Mg^{2+} или Fe^{2+}/Fe^{3+}, что приводит к возникновению постоянного заряда, уравновешиваемого межслоевыми катионами (например, Na^{+}, Ca^{2+}), и обеспечивает высокую катионообменную способность (КОС), необходимую для адсорбции [11, 12, 13]. Глины делятся на филлосиликаты с соотношением слоев 1:1 (каолинит, серпентинит) и 2:1 (монтмориллонит, иллит). Оба типа содержат большое количество реакционноспособных групп (Si–OH, Al–OH, Mg–OH), которые обеспечивают поверхностное комплексообразование и ионный обмен. Благодаря своей распространенности, структурной гибкости и стабильности они являются устойчивыми и эффективными адсорбентами для очистки воды [11, 14, 15].

Ограниченная площадь поверхности и труднодоступность природного серпентинита снижают эффективность его адсорбции тяжелых металлов. В

ISSN 3030-3907

этом исследовании впервые проводится сравнительная эксфолиация богатого магнием серпентинита с использованием ацетата калия (АК) и нитрата калия (НК) для изменения его структуры, химического состава поверхности и адсорбционной активности в отношении Cd^{2+} и Pb^{2+}. Комплексная физико-химическая характеристика (рентгеноструктурный анализ, сканирующая электронная микроскопия, ИК-Фурье-спектроскопия, адсорбция азота и энергодисперсионная рентгеновская спектроскопия) подтвердила, что ацетат-анион действует как координационный и стерический интеркалирующий агент, образуя глубоко расслаивающиеся мезопористые нанолисты (26,3 м²/г, поры 17,2 нм), в то время как при модификации нитратом наблюдалось лишь частичное расширение (17,4 м²/г, 16,7 нм). Испытания на адсорбцию, проведенные при почти нейтральном pH (6-7), диапазоне, минимизирующем осаждение гидроксида, показали заметно более высокое поглощение KC/SP (Q_{sat} = 322).4 мг / г для $Cd2^{+}$; 267,1 мг / г для $Pb2^{+}$), чем для KN / SP. Статистико-физическое моделирование обеспечило интерпретацию в молекулярном масштабе, выявив более высокую плотность сайта (n_m = 76,1 мг / г) и стерический параметр (n > 1) для KC / SP, что свидетельствует о вертикальной многомолекулярной укладке гидратированных ионов и объясняет сродство $Cd2^{+}$ > $Pb2^{+}$. Средние значения энергии адсорбции (ΔE = от −22,9 до −27,5 кДж/моль) подтверждают наличие физической адсорбции в сочетании с ионным обменом, а отрицательные значения энтальпии и энтропии — самопроизвольное экзотермическое связывание с усилением межфазного упорядочения. С точки зрения механизма, координация ацетата с магнием и нарушение межслойных водородных связей из-за стерических препятствий приводят к обширному расслоению, обнажая реакционноспособные гидроксильные группы, которые и определяют адсорбционную способность. Таким образом, одностадийный метод синтеза на основе KC без использования растворителей на водной основе представляет собой экологичный и масштабируемый способ получения высокоэффективных серпентинитовых нанолистов. В этой работе [16] авторами установлена четкая взаимосвязь между структурой, механизмом и функцией и рекомендуется использовать этот подход для многокомпонентных ионных систем и исследований циклической регенерации для экологичной очистки сточных вод. [16]

В другой [17] работе авторами исследована термическая активация серпентина для минеральной карбонизации с использованием электрически нагреваемого псевдоожиженного слоя. Этот этап процесса объединен в новую технологическую конфигурацию с быстрой термической активацией

ISSN 3030-3907

и аккумулированием тепловой энергии. Для исследованных отходов серпентинитового рудника продолжительность термической активации, соответствующая желаемым минералогическим изменениям, составляла < 2 мин при 700 °C, 4–8 мин при 650 °C, 16–75 мин при 600 °C и > 75 мин при 550 °C, что улучшает кинетику реакции по сравнению с обработкой в камерной печи при 650 °C в течение 30 мин или при 750 °C в течение 15 мин. Во всех экспериментах с псевдоожиженным слоем предпочтительные минералогические изменения соответствовали степени дегидроксилирования 52–72 %, определенной с помощью одновременного термического анализа. Фурье-преобразовательный инфракрасный анализатор использовался для онлайн-определения степени дегидроксилирования и мог бы использоваться для управления процессом, если бы задержка измерения считалась оптимальной. Были рассчитаны балансы массы и энергии для промышленной установки термической активации, соответствующей объему хранения 100 000 т CO_2/год. Средняя потребность в электроэнергии составила 17,4 МВт, из которых 22,9 % было получено из пара, а 61,7 % — в силосах для хранения тепловой энергии. Двенадцатичасовое и семидневное буферное время привели к объемам силосов 452,5 м3 и 3167 м^3, а также к емкости хранения тепловой энергии 129,0 МВт·ч и 903,2 МВт·ч соответственно. Дальнейшие исследования должны включать оптимизацию параметров процесса, а также технико-экономическую оценку и оценку жизненного цикла для комплексного улучшения концепции [17].

При крупномасштабном производстве фотоэлектрических элементов образуется большое количество отходов кремния, особенно в виде мелких обрезков, остающихся при нарезке пластин. Это не только наносит вред окружающей среде, но и представляет собой ценный ресурс для переработки в функциональные материалы, такие как аноды для аккумуляторов. В этой статье мы рассказываем об экологичном способе переработки этих отходов в кремний-углеродные композитные аноды с помощью карбонизации под действием фторида аммония (NH_4F) в присутствии графита. При разложении NH_4F образуются активные частицы, которые одновременно протравливают и функционализируют поверхность кремния, улучшая прилегание углеродного покрытия и межфазное сцепление с графитом. В результате образуются композиты с повышенной кулоновской эффективностью первого цикла и скоростью зарядки. Комплексный структурный, морфологический и химический анализ, проведенный с помощью рентгеновской дифракции (XRD), сканирующей и просвечивающей электронной микроскопии

ISSN 3030-3907

(SEM/TEM), рентгеновской фотоэлектронной спектроскопии (XPS), рамановской спектроскопии и изотермы адсорбции/десорбции N_2, показал, что NH_4F модифицирует поверхность кремния в процессе карбонизации. В работе [18] представлена простая и экологичная стратегия переработки отходов кремниевой крошки в практичные анодные материалы, способствующая сокращению количества отходов и развитию технологий хранения энергии следующего поколения [18].

Целенаправленное уничтожение бактерий с помощью наноматериалов стало популярным решением проблемы устойчивости микроорганизмов к антибиотикам. Перспективным подходом является создание синергетической гибридной структуры, объединяющей наноструктурированные поверхности с массивами нанопроволоки и плазмонными металлическими наночастицами. В рамках этого исследования мы сосредоточились на функционализации кремниевых нанопроволок (SiNW) наночастицами висмута (BiNPs) для создания нового и экономичного антибактериального средства. Игольчатые кремниевые нановолокна высокой плотности были синтезированы методом химического травления с использованием металлов, а наночастицы Bi были закреплены с помощью термического испарения. Морфология, элементный состав и структурный анализ подтвердили образование нанокомпозита BiNPs@SiNWs. Гидрофильная природа BiNPs@SiNWs способствует предотвращению обрастания за счет снижения бактериального загрязнения. Эти нанокомпозиты обладают исключительной способностью поглощать свет, достигающей 99 %, особенно в ближнем инфракрасном диапазоне, который перекрывается с тремя биологическими окнами, способствуя выработке активных форм кислорода (АФК) и эффективному фототермическому воздействию солнечного излучения, которое губительно для бактерий. Антибактериальные свойства оценивались при естественном солнечном освещении в отношении грамотрицательных *Escherichia coli* и грамположительные *Staphylococcus epidermidis*. С помощью колониеобразующих единиц, флуоресцентного окрашивания и сканирующей электронной микроскопии были получены впечатляющие показатели бактериостатического и бактерицидного действия — 96% и 99% соответственно. Механизмы, лежащие в основе этих эффектов, были тщательно изучены, что позволило продемонстрировать устойчивую эффективность на протяжении нескольких циклов. BiNPs@SiNWs обладают значительным потенциалом в качестве нового и эффективного

ISSN 3030-3907

антибактериального средства для различных биомедицинских применений [19].

Кремний считается одним из наиболее перспективных материалов для анодов в литий-ионных батареях следующего поколения благодаря его превосходной теоретической удельной емкости, низкому рабочему напряжению и широкому распространению. В данной работе одномерный трубчатый кремний и двумерный пластинчатый кремний с пористой структурой были успешно синтезированы из недорогих и распространенных глинистых минералов (галлуазита, каолина, хлорита и диккита) с помощью низкотемпературного процесса алюмотермического восстановления расплавленных солей. Результаты показывают, что морфология и микроструктура наноструктурированного кремния во многом зависят от морфологии и микроструктуры его предшественника, то есть одномерного трубчатого кремния из галлуазита, двумерного пластинчатого кремния из каолина, хлорита и диккита [20]

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Х. Янг и др. Исследование адсорбционной и окислительной активности сердцевины из ZnO и пьезоэлектрического кварца для усиленного обеззараживания ибупрофена: стерические, энергетические и окислительные исследования Chem. Eng. J.(2022)
2. В. Чжоу и др.Всесторонний обзор влияния химических пестицидов на окружающую среду и здоровье человека Emerg. Contam.(2025)
3. Y. Мэй и др.Адсорбция тяжелых металлов биоуглем в водном растворе: обзорНаука. Общая экология.(2025)
4. Л. Веларде и др. Адсорбция тяжелых металлов природными цеолитами: обзор Хемосфера (2023)
5. Н. Т. Пессоа и др. Эффективная адсорбция ионов кадмия и никеля в одно- и двухкомпонентных системах с использованием экологически чистых адсорбентов, полученных из скорлупы арахиса Environ. RES. (2024)
6. Ф. Машкур и др. Синергетический эффект полугидрата триоксида вольфрама, нанесенного на восстановленный оксид графена, при адсорбции тяжелых металлов и красителей, а также предварительное применение в суперконденсаторахДж. Клин. Прод. (2023)
7. Дж. Ванг и др.Геохимическая миграция кадмия в речных отложениях вблизи свинцово-цинкового завода Экотоксиколь. Environ. CBC. (2020)
8. С. Ченг и др Удаление свинца и кадмия из сточных вод с помощью экологически чистого биоугля, полученного из тополиной опилочной пыли Дж. Клин. Прод.(2021)

ISSN 3030-3907

9. Б. Аболфазли Бехруз и соавторы Важность предварительного замачивания для повышения эффективности биоугля, модифицированного и немодифицированного MgCl2, при адсорбции кадмия Экотоксиколь. Environ. CBC. (2023)
10. C.V. Лазарату и др. Роль глин, глинистых минералов и материалов на их основе в удалении нитратов из систем водоснабжения: обзор Прикладная наука о глине. (2020)
11. X. Ченг и др. Расслоение интеркалированных каолинитом цетатов калия методом шарового измельчения J. Colloid Interface Sci. (2010)
12. A. Альварес-Коскохуэла и др.Термическая активация каолинита путем интеркаляции ацетатом калия: исследование структуры и реакционной способности Прикладная наука о глине. (2024)
13. A. Валума и др.Получение оксида магния при детоксикации хризотилового асбеста щавелевой кислотой Дж. Опас. Матер. (2017)
14. Y. Янг и др.Получение интеркалированного соединения наносерпентина с ацетатом калия и его влияние в качестве добавки на трибологические свойства самосмазывающегося тканевого вкладыша,(2014)
15. X. Ченг и др. Молекулярная структура комплексов каолинита с ацетатом калия: комплексное экспериментальное исследование молекулярно-динамическое моделирование Прикладная наука о глине. (2015)
A.S. Diab, R. A. Mohamed, H. A. Alqhtani Comparative exfoliation of serpentinite using potassium acetate and potassium nitrate: Adsorption and statistical physics insights into cadmium and lead removal, Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, Volume 733, 2026, 139274, ISSN 0927-7757, https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2025.139274 .
16. S. Mäkikouri, M. Mälkki, T. Leino, J. Kauppinen, F. Hakanen, H. Tolvanen, Mineral carbonation: Thermal activation of serpentine as flexible component in energy systems, Journal of CO2 Utilization, Volume 105, 026, 103353, ISSN 2212-9820, https://doi.org/10.1016/j.jcou.2026.103353.
17. Ishioma L. Egun, Haiyang Yu, Xiaoying Zhou, Yuyu Su, Yang Hou, Dan Liu, Zhengfei Chen, Ammonium fluoride-mediated waste silicon cuttings into silicon-graphite composite electrodes for lithium-ion batteries, Materials Today Sustainability, Volume 34, 2026, 101337, ISSN 2589-2347, https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2026.101337.
18. M. Naffeti, R.A. Ramírez-Jiménez, R. Chtourou, P. A. Postigo, M.R. Aguilar, L. Rojo, Bismuth-enhanced silicon nanowires: exploring their antimicrobial potential, Materials & Design, Volume 262, 2026, 115470, ISSN 0264-1275, https://doi.org/10.1016/j.matdes.2026.115470.

ISSN 3030-3907

19. D.Shen, J. Niu, Zh. Ren, R. Zhang, D.Xia, Y. Yang, W. Dong, Sh. Yang, Preparation of nanostructured silicon by low-temperature aluminothermic reduction of clay minerals as anode material for high-performance lithium-ion batteries, Journal of Energy Storage, Volume 131, Part A, 2025, 117493, ISSN 2352-152X, https://doi.org/10.1016/j.est.2025.117493.

ISSN 3030-3907

HUDUDIY IJTIMOIY HIMOYA TIZIMINING MOHIYATI, TURLARI VA ZAMONAVIY EVOLYUTSIYASI

M.Sh.Raximova

Turon universiteti Iqtisodiyot va xorijiy mamlakatlar iqtisodiyoti kafedrasi PhD., dotsent v.b

Annotatsiya. Mazkur maqolada hududiy ijtimoiy himoya tizimining nazariy asoslari, uning asosiy turlari va zamonaviy evolyutsiyasi chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqotda ijtimoiy himoya tizimining mintaqaviy xususiyatlari, iqtisodiy va demografik omillar ta’siri hamda xalqaro tajriba asosida rivojlanish yo‘nalishlari o‘rganildi. Natijalar hududiy ijtimoiy himoya tizimini takomillashtirish va uning samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqish imkonini berdi.

Kalit so‘zlar: ijtimoiy himoya, hududiy rivojlanish, ijtimoiy siyosat, farovonlik, evolyutsiya, tizim

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические основы, виды и современные тенденции развития территориальной системы социальной защиты. Особое внимание уделено региональным особенностям социальной политики, влиянию социально-экономических факторов и международному опыту. Разработаны научно-практические рекомендации по совершенствованию системы социальной защиты на региональном уровне.

Ключевые слова: социальная защита, региональное развитие, социальная политика, благосостояние, система, эволюция

Abstract. This article examines the theoretical foundations, types, and modern evolution of regional social protection systems. The study focuses on regional characteristics, socio-economic factors, and international practices. Based on the findings, scientific and practical recommendations for improving regional social protection systems are proposed.

Keywords: social protection, regional development, social policy, welfare, evolution, system.

KIRISH.

Zamonaviy iqtisodiy sharoitda aholini ijtimoiy himoya qilish davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, hududlar kesimida ijtimoiy himoya tizimini samarali tashkil etish aholi farovonligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi.

Ijtimoiy himoya tizimi jamiyat a’zolarini iqtisodiy va ijtimoiy xavflardan himoya qilishga qaratilgan siyosat va dasturlar majmuasidir. U kambag‘allikni kamaytirish, daromadlarni barqarorlashtirish va ijtimoiy tengsizlikni qisqartirishga xizmat qiladi .

ISSN 3030-3907

Hududiy yondashuvning dolzarbligi shundaki, turli mintaqalarda iqtisodiy rivojlanish darajasi, demografik tarkib va infratuzilma imkoniyatlari farq qiladi. Shu sababli, ijtimoiy himoya tizimini hududiy jihatdan differensial rivojlantirish zarur.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR SHARHI.

Ijtimoiy himoya tizimi bo‘yicha ilmiy adabiyotlarda turli yondashuvlar mavjud. Xalqaro tashkilotlar ijtimoiy himoyani uch asosiy komponentdan iborat tizim sifatida ko‘rsatadi:

- ijtimoiy yordam
- ijtimoiy sug‘urta
- mehnat bozori dasturlari

Ko‘plab tadqiqotlarda ijtimoiy himoya tizimining evolyutsiyasi bosqichma-bosqich rivojlanishi (shakllanish, kengayish, institutsionallashuv) orqali amalga oshishi ta’kidlanadi .

Hududiy yondashuv bo‘yicha ilmiy ishlarda ijtimoiy himoya tizimi mintaqaning iqtisodiy salohiyati, bandlik darajasi va ijtimoiy infratuzilmasiga bog‘liqligi qayd etiladi .

Zamonaviy tadqiqotlarda esa ijtimoiy himoya tizimining integratsiyalashuvi, raqamlashtirilishi va kompleks yondashuv asosida rivojlanishi muhim omil sifatida ko‘rilmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi:

Tizimli yondashuv – ijtimoiy himoya tizimini yaxlit tizim sifatida o‘rganish
Qiyosiy tahlil – turli mamlakatlar va hududlar tajribasini solishtirish
Statistik tahlil – ijtimoiy ko‘rsatkichlar asosida baholash
Mantiqiy umumlashtirish – nazariy xulosalar chiqarish

Metodologik asos sifatida institutsional va evolyutsion yondashuvlardan foydalanildi. Bu esa ijtimoiy himoya tizimining vaqt davomida o‘zgarishi va rivojlanishini aniqlash imkonini berdi.

TAHLIL VA NATIJALAR

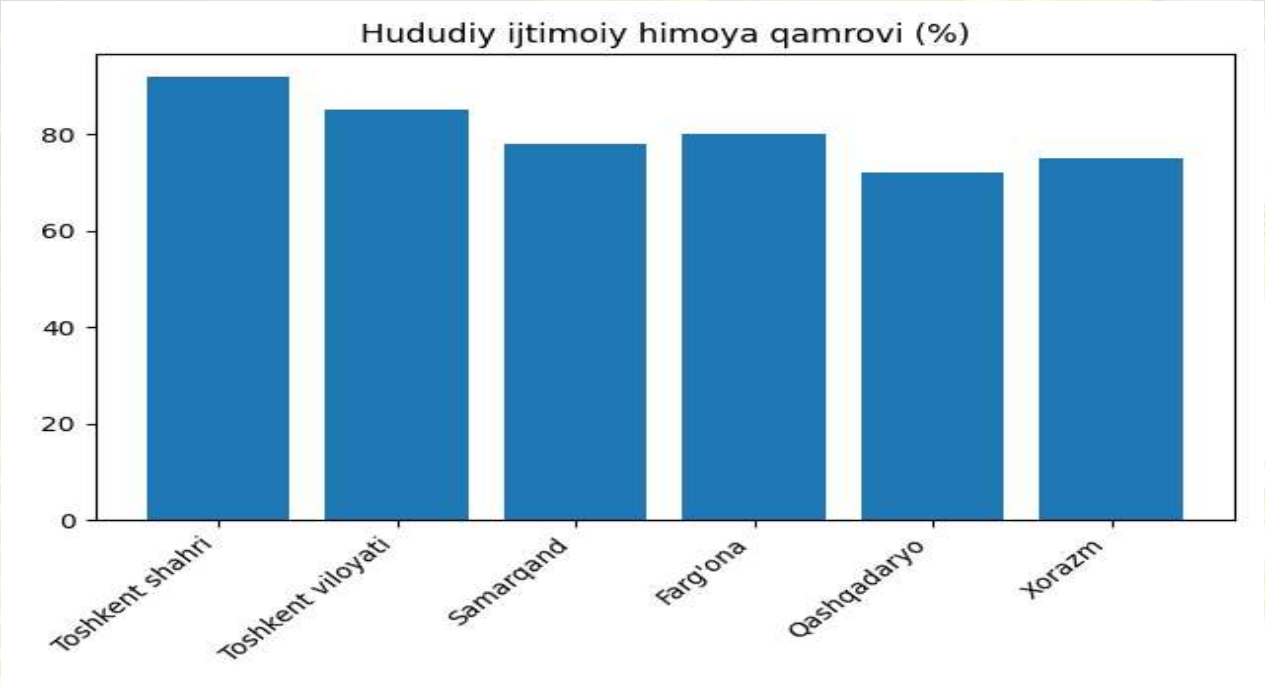
1-Jadval

Hudud	Ijtimoiy himoya qamrovi (%)	Kambag‘allik darajasi (%)
Toshkent shahri	92	8
Toshkent viloyati	85	12
Samarqand	78	15
Farg‘ona	80	14
Qashqadaryo	72	18

ISSN 3030-3907

Xorazm	75	16

Quyida hududlar kesimida ijtimoiy himoya qamrovi ko‘rsatilgan grafik berilgan:



2. EVOLYUTSIYA BOSQICHLARI

2-Jadval

Bosqich	Tavsif
I bosqich	Asosiy ijtimoiy yordam tizimlari shakllanishi
II bosqich	Ijtimoiy sug‘urta tizimining rivojlanishi
III bosqich	Integratsiyalashgan ijtimoiy himoya
IV bosqich	Raqamli va adaptiv tizimlar

Statistik tahlil shuni ko‘rsatadiki, ijtimoiy himoya qamrovi yuqori bo‘lgan hududlarda kambag‘allik darajasi pastroq. Bu ijtimoiy siyosat samaradorligi va iqtisodiy rivojlanish o‘rtasida bevosita bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatadi.

Hududiy ijtimoiy himoya tizimi — bu ma’lum bir hudud doirasida aholining ijtimoiy ehtiyojlarini qondirish va ularni ijtimoiy xavflardan himoya qilishga qaratilgan mexanizmlar majmuasidir.

U quyidagi vazifalarni bajaradi:

- aholi daromadlarini qo‘llab-quvvatlash
- kambag‘allikni kamaytirish
- ijtimoiy tengsizlikni qisqartirish
- ijtimoiy barqarorlikni ta’minlash

Tahlil natijalariga ko‘ra, ijtimoiy himoya tizimi quyidagi asosiy turlarga ajratiladi:

ISSN 3030-3907

a) Ijtimoiy sug‘urta- bu tizim mehnat faoliyati bilan bog‘liq bo‘lib, pensiya, nafaqa va sug‘urta to‘lovlarini o‘z ichiga oladi.

b) Ijtimoiy yordam- davlat tomonidan kam ta’minlangan qatlamlarga beriladigan moddiy yordamlar.

c) Mehnat bozori dasturlari- bandlikni oshirish, kasbga o‘qitish va ish bilan ta’minlashga qaratilgan chora-tadbirlar.

Bu uch komponent birgalikda yagona ijtimoiy himoya tizimini tashkil etadi .

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki:

- iqtisodiy rivojlangan hududlarda ijtimoiy himoya tizimi samaraliroq
- kam rivojlangan hududlarda resurslar yetishmasligi kuzatiladi
- qishloq hududlarida ijtimoiy xizmatlar sifati pastroq

Zamonaviy sharoitda ijtimoiy himoya tizimi quyidagi yo‘nalishlarda rivojlanmoqda:

Raqamlashtirish bu - ijtimoiy xizmatlarni elektron platformalar orqali ko‘rsatish

Integratsiya bu - turli dasturlarni yagona tizimga birlashtirish

Manzillilik - yordamni aniq ehtiyojmand qatlamlarga yo‘naltirish

Adaptiv ijtimoiy himoya bu - favqulodda holatlarga moslashuvchan tizim yaratish Zamonaviy tizimlar nafaqat himoya qilish, balki aholini iqtisodiy faoliyatga jalb qilishga ham xizmat qilmoqda .

XULOSA VA TAKLIFLAR

Tadqiqot natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi asosiy tushunchalar sifatida quyidagicha xulosa berishimiz mumkin. Hududiy ijtimoiy himoya tizimi aholi farovonligini oshirishning muhim omili hisoblanadi. Tizimning samaradorligi hududiy xususiyatlarga bog‘liq. Zamonaviy sharoitda integratsiya va raqamlashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Mavzudan kelib chiqqan holatda quyidagicha takliflarni beraman:

- hududlar kesimida differensial ijtimoiy siyosatni joriy etish
- ijtimoiy himoya tizimini to‘liq raqamlashtirish
- xalqaro tajribalarni milliy sharoitga moslashtirish
- ijtimoiy xizmatlar sifatini oshirish
- kam rivojlangan hududlarga qo‘shimcha resurslar ajratish

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. М. Ш Рахимова. “ТРАНСФОРМАЦИЯ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ УМНЫМ ГОРОДОМ НА БАЗЕ ЦИФРОВЫХ ПЛАТФОРМ С ОРИЕНТАЦИЕЙ НА ЧЕЛОВЕКА”. MUHANDISLIK VA IQTISODIYOT. 2026. - 388.

ISSN 3030-3907

2. M.Sh.Raximova. “RAQAMLI PLATFORMALAR ASOSIDA “AQLLI SHAHAR” BOSHQARUVINI TAKOMILLASHTIRISH: INSONGA YO‘NALTIRILGAN YONDASHUV”. YASHIL IQTISODIYOT VA TARAQQIYOT. 2026. – 730.
3. M.Sh.Raximova. “ IMPROVING SMART CITY GOVERNANCE BASED ON DIGITAL PLATFORMS: A HUMANCENTERED APPROACH”. SOCIAL, ECONOMIC, SCIENTIFIC, AND TECHNICAL ACADEMIC JOURNAL. 2026. – 176.
4. Ўзбекистон Республикаси Давлат статистика қўмитаси. «Ўзбекистоншаҳарларида инфратузилма ривожланишининг асосий кўрсаткичлари»//Тошкент, 2023, 64 б.

ISSN 3030-3907

ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARIDA ASOSIY XAVF OMILLARINI ANIQLASH VA ULARNI KAMAYTIRISH CHORALARI.

Normayev Qobilbek Husanovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Pardayeva Shahlo Saxibjonovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Jalilov Abduxalil Djaxon o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti 29A-22 MMTX guruh talabasi.

Annotatsiya. Ushbu maqolada mashina va mexanizmlarning xavfsiz ishlashini ta’minlash bo‘yicha texnik, tashkiliy va individual himoya choralarining samaradorligi tahlil qilinadi. Texnik choralar (himoya qurilmalari, avtomatik nazorat tizimlari, xavfsiz texnologiyalar) mexanizmlarning ishonchliligini oshiradi, tashkiliy choralar (xodimlarni o‘qitish, texnika xavfsizligi yo‘riqnomalari, ishlab chiqarish nazorati) operator va ishlab chiqarish jarayonini xavfsiz qiladi, individual himoya vositalari (himoya kiyimlari, respiratorlar, ko‘zoynaklar, xavfsizlik uskunalari) esa ishchini favqulodda vaziyatlardan himoya qiladi. Maqola xavfsizlik choralarini tizimli qo‘llashning ahamiyatini ko‘rsatadi va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga qaratilgan tavsiyalar beradi.

Kalit so‘z: texnik xavfsizlik , ishlab chiqarish xavfsizligi , himoya qurilmalari, mexanizmlar ishonchliligi, avtomatik nazorat tizimlari, xavfsiz texnologiyalar, tashkiliy choralar, mehnat muhofazasi, individual himoya vositalari, sanoat xavfsizligi, baxtsiz hodisalar profilaktikasi, ishlab chiqarish nazorati.

Аннотация. В данной статье анализируется эффективность технических, организационных и индивидуальных мер обеспечения безопасной эксплуатации машин и механизмов. Технические меры (защитные устройства, автоматические системы контроля, безопасные технологии) повышают надежность механизмов, организационные меры (обучение персонала, инструкции по технике безопасности, производственный контроль) обеспечивают безопасность операторов и производственного процесса, а индивидуальные средства защиты (спецодежда, респираторы, защитные очки, средства безопасности) защищают работников в чрезвычайных ситуациях. Статья демонстрирует важность комплексного применения мер безопасности и содержит рекомендации по повышению эффективности производства.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: техническая безопасность, производственная безопасность, защитные устройства, надёжность механизмов, системы автоматического контроля, безопасные технологии, организационные меры, охрана труда, средства индивидуальной защиты, промышленная безопасность, профилактика несчастных случаев, производственный контроль.

Abstract. This article analyzes the effectiveness of technical, organizational, and personal protective measures for ensuring the safe operation of machines and mechanisms. Technical measures (protective devices, automated control systems, safe technologies) increase the reliability of machinery; organizational measures (employee training, safety manuals, production monitoring) ensure the safety of operators and the production process; personal protective equipment (protective clothing, respirators, safety glasses, safety devices) protects workers in emergency situations. The article highlights the importance of an integrated approach to safety measures and provides recommendations to improve production efficiency.

Keywords: technical safety, industrial safety, protective devices, reliability of mechanisms, automatic control systems, safe technologies, organizational measures, occupational safety, personal protective equipment, industrial safety, accident prevention, production control.

KIRISH.

Mashina va mexanizmlarning ishlab chiqarish jarayonlarida ishlatilishi zamonaviy sanoatning ajralmas qismi hisoblanadi. Ularning samarali va xavfsiz ishlashi nafaqat ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlaydi, balki ishchi-xodimlarning hayoti va sog‘ligini himoya qiladi. Texnik nosozliklar, operator xatolari yoki xavfsizlik choralarining yetarli bo‘lmasligi avariyalar, ishlab chiqarish zarar va insoniy jarohatlarga olib kelishi mumkin.

Shu sababli mashina mexanizmlari xavfsizligini ta’minlash bir nechta darajada choralarni qo‘llashni talab qiladi. Ular:

1. **Texnik xavfsizlik choralarini takomillashtirish** – mexanizmlarning konstruktsiyasi va ishlash tizimlarini ishonchli qilishga qaratilgan himoya qurilmalari, avtomatik nazorat tizimlari va xavfsiz texnologiyalarni o‘z ichiga oladi.

2. **Tashkiliy va boshqaruv choralarini joriy qilish** – operatorlar malakasini oshirish, texnika xavfsizligi yo‘riqnomalarini ishlab chiqish va ishlab chiqarish nazoratini kuchaytirishni nazarda tutadi.

3. **Individual himoya vositalaridan foydalanish** – himoya kiyimlari, respiratorlar, ko‘zoynaklar va boshqa xavfsizlik uskunalari orqali ishchilarni mexanizm xavfli qismlaridan himoya qilishni ta’minlaydi.

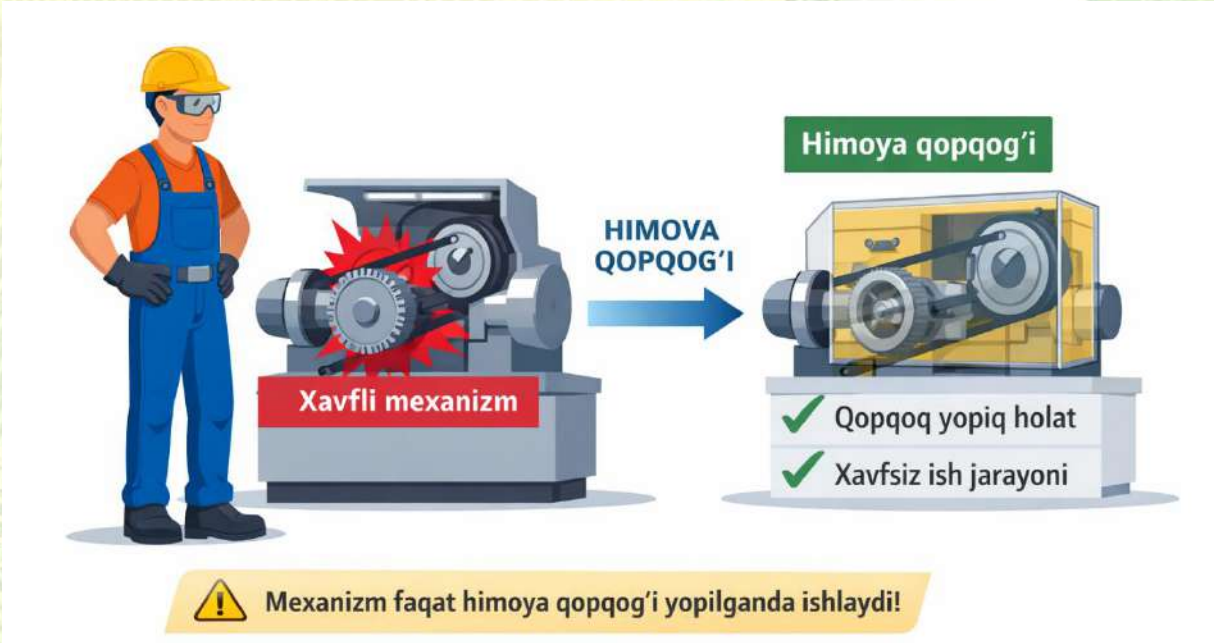
ISSN 3030-3907

Ushbu maqolada yuqoridagi choralar batafsil tahlil qilinadi, ularning samaradorligi ko‘rib chiqiladi va amaliy tavsiyalar beriladi. Maqsad – mashina mexanizmlari ishlashida xavfsizlikni oshirish va ishlab chiqarish jarayonini yanada ishonchli qilish uchun tizimli yondashuvni aniqlashdir.

Texnik xavfsizlik choralarini takomillashtirish. Texnik xavfsizlik choralarini kuchaytirish — mashina va mexanizmlarning ishlash ishonchliligi hamda ishchi-xodimlarning xavfsizligini ta’minlashning eng asosiy vositasi hisoblanadi. Ushbu choralarning samarali joriy etilishi avariyalarni kamaytiradi, ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlaydi va inson hayotini himoya qiladi. Texnik xavfsizlik choralarini uch asosiy yo‘nalishda ko‘rib chiqish mumkin: himoya qurilmalari**,** avtomatik nazorat tizimlari va xavfsiz texnologiyalar.

Himoya qurilmalari. Himoya qurilmalari operatorni mexanizmning harakatlanuvchi qismlaridan va potentsial xavfli elementlardan himoya qiladi. Ularning asosiy turlari quyidagilar:

- **Qoplamalar va to‘siqlar** – harakatlanuvchi val va tishli g‘ildiraklarni yopib, operatorning bevosita kontaktini oldini oladi.
- **Blokirovka tizimlari** – mexanizm ishlamayotgan paytda qopqoqni ochishni imkonsiz qiladi, shu bilan avariyani oldini oladi.
- **Ogohlantirish signallari** – chiroqlar va tovush signallari orqali operatorni xavfli holatlar haqida xabardor qiladi.



Avtomatik nazorat tizimlari. Avtomatik nazorat tizimlari mexanizmning normal ishlashini doimiy monitoring qiladi va nosozlik aniqlanganda ishni to‘xtatadi. Bu tizim operator xatolarini kamaytiradi va jarayonning xavfsizligini oshiradi.

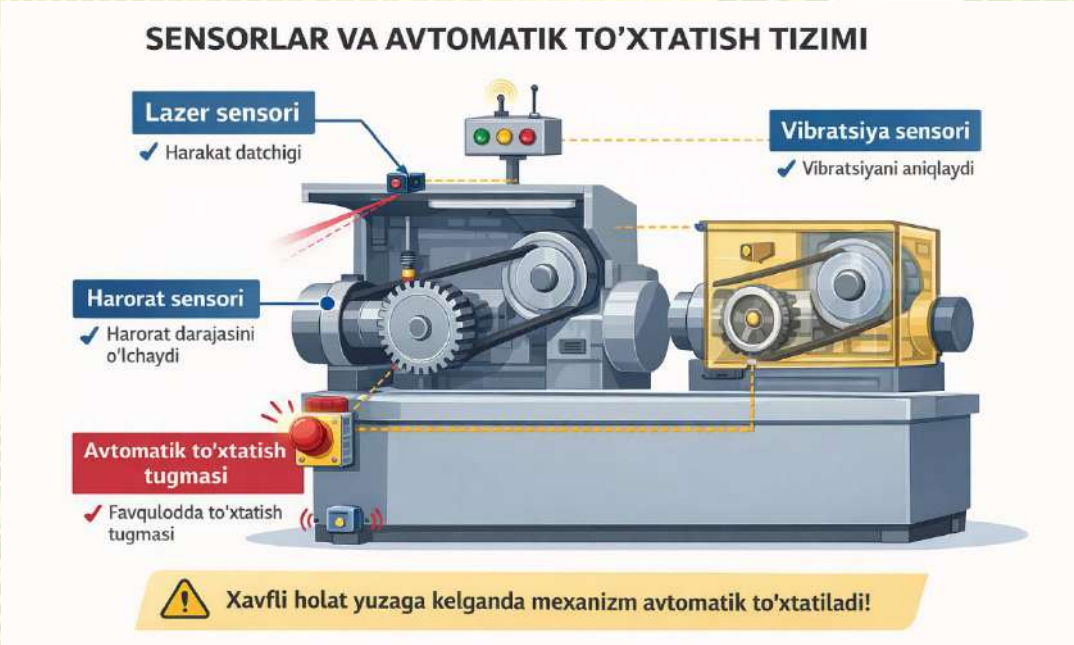
ISSN 3030-3907

Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarida texnik xavfsizlikni ta’minlashda avtomatik nazorat tizimlari muhim o‘rin egallaydi. Ushbu tizimlar mashina va mexanizmlarning ishlash jarayonini doimiy nazorat qilib, yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan nosozliklarni oldindan aniqlash va bartaraf etishga xizmat qiladi. Natijada, ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligi ta’minlanadi hamda ishchi-xodimlar hayoti va sog‘lig‘i himoya qilinadi.

Avtomatik nazorat tizimlarining asosiy elementlaridan biri — sensorlardir. Sensorlar yordamida harorat, bosim, tezlik va vibratsiya kabi muhim texnik parametrlar uzluksiz o‘lchanadi. Ushbu ma’lumotlar asosida mexanizmning ish holati baholanadi va normal rejimdan chetlanishlar aniqlanadi. Masalan, haroratning keskin oshishi yoki vibratsiyaning me’yoridan ortishi uskuna nosozlanayotganidan darak berishi mumkin.

Bundan tashqari, avtomatik to‘xtatish tizimlari xavfsizlikni ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Agar tizim tomonidan biror nosozlik aniqlansa, mexanizm avtomatik ravishda to‘xtatiladi. Bu esa katta avariyalar va texnik nosozliklarning oldini olishga yordam beradi. Ayniqsa, yuqori xavfli ishlab chiqarish jarayonlarida bu tizimlar inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytiradi.

Yana bir muhim jihat — ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish tizimidir. Zamonaviy texnologiyalar yordamida barcha jarayonlar real vaqt rejimida kuzatilib boriladi. Tizim olingan ma’lumotlarni tahlil qilib, operatorga aniq va tezkor axborot uzatadi. Bu esa qaror qabul qilish jarayonini tezlashtiradi va ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi.



Xavfsiz texnologiyalar. Xavfsiz texnologiyalar mexanizmni ishlatish jarayonini ham xavfsiz qiladi. Bu dizayn va ish tartibini o‘z ichiga oladi:

ISSN 3030-3907

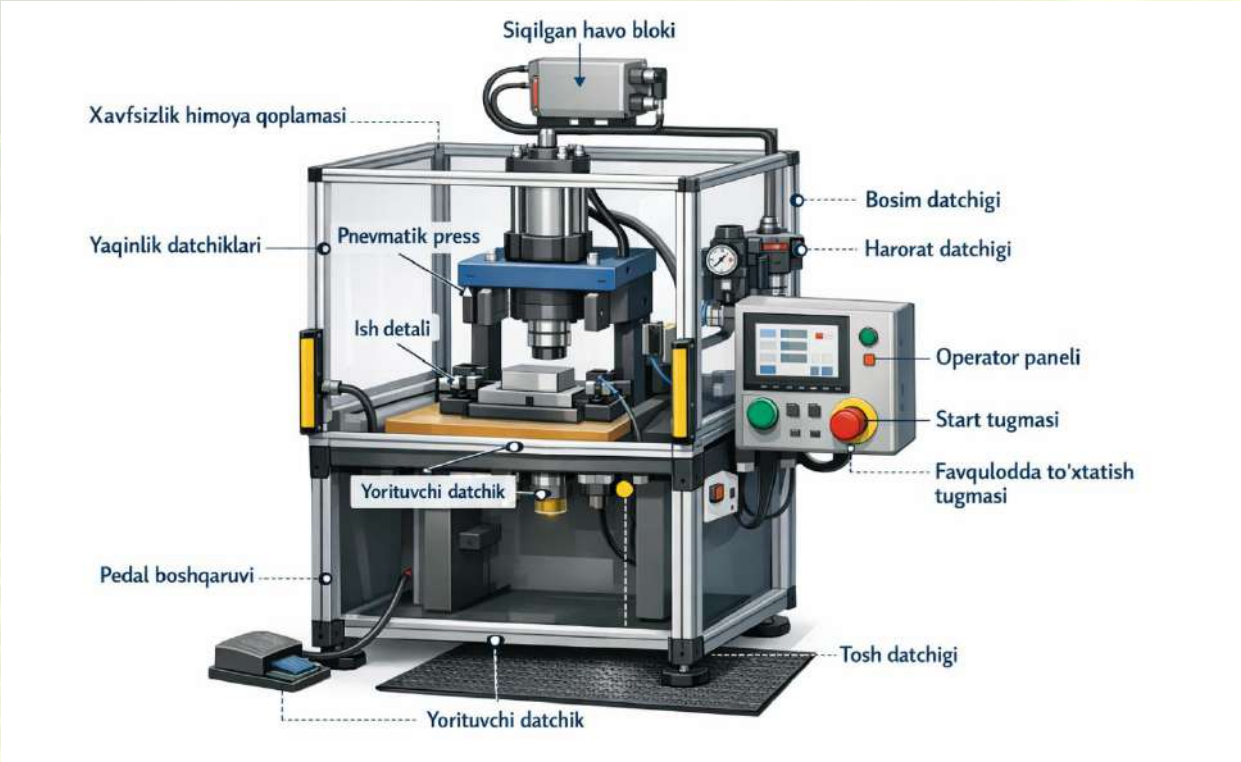
Zamonaviy sanoat korxonalarida xavfsiz texnologiyalarni joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish bilan birga, ishchi-xodimlar hayoti va sog‘lig‘ini muhofaza qilishda muhim omil hisoblanadi. Texnologik jarayonlarni takomillashtirish orqali inson omilining salbiy ta’siri kamaytiriladi, avariyalar ehtimoli pasaytiriladi va ishlab chiqarish tizimining umumiy ishonchliligi oshiriladi. Xavfsiz texnologiyalarni joriy etish bir necha muhim yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi.

Avvalo, avtomatlashtirilgan jarayonlar ishlab chiqarishda xavfsizlikni ta’minlashning eng samarali usullaridan biridir. Avtomatlashtirish yordamida insonning to‘g‘ridan-to‘g‘ri xavfli zonalarda ishlashi kamayadi yoki butunlay bartaraf etiladi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarida inson xatolari tufayli yuzaga keladigan baxtsiz hodisalarni sezilarli darajada kamaytiradi. Bundan tashqari, avtomatlashtirilgan tizimlar yuqori aniqlik va barqarorlik bilan ishlaydi, bu esa mahsulot sifatini oshiradi hamda texnologik jarayonlarning uzluksizligini ta’minlaydi.

Ikkinchi muhim yo‘nalish — xavfsiz materiallardan foydalanishdir. Mexanizmlar va uskunalarda qo‘llaniladigan materiallar inson salomatligiga zarar yetkazmaydigan, ekologik jihatdan toza va belgilangan xavfsizlik standartlariga to‘liq javob beradigan bo‘lishi lozim. Masalan, korroziyaga chidamli, yonuvchanligi past va zaharli moddalardan holi materiallardan foydalanish ishlab chiqarishda xavf darajasini kamaytiradi. Shu bilan birga, bunday materiallar uskunalarning xizmat muddatini uzaytiradi va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiradi.

Yana bir muhim jihat — energiya tejamkor konstruktsiyalarni qo‘llashdir. Zamonaviy mexanizmlar energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan bo‘lib, ular kam energiya sarflagan holda yuqori unumdorlikni ta’minlaydi. Bu esa nafaqat iqtisodiy foyda keltiradi, balki uskunalarning ortiqcha yuklanishini oldini oladi. Natijada, mexanizmlarning qizib ketishi, tez eskirishi yoki nosozlanishi ehtimoli kamayadi. Energiya tejamkor texnologiyalarni qo‘llash, shuningdek, atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytirishga ham xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907



Tashkiliy va boshqaruv choralarini joriy qilish. Texnik xavfsizlik choralarini kuchaytirish muhim bo‘lsa-da, ularni tashkiliy va boshqaruv choralar bilan birgalikda qo‘llash samarani sezilarli darajada oshiradi. Tashkiliy choralar mexanizm ishini nazorat qilish, ishchi xodimlarning xavfsizligini ta’minlash va ishlab chiqarish jarayonlarini tartibga solishni qamrab oladi.

Ushbu choralarni uch asosiy yo‘nalishda ko‘rib chiqish mumkin: xodimlarni o‘qitish**,** texnika xavfsizligi yo‘riqnomalari**,** va ishlab chiqarish nazorati**.**

Xodimlarni o‘qitish. Ishlab chiqarish korxonalarida xavfsizlikni ta’minlash ko‘p jihatdan inson omiliga bog‘liq bo‘lib, operator va texnik xizmat xodimlarining bilim darajasi va malakasi hal qiluvchi ahamiyatga ega. Shu sababli ularni muntazam o‘qitish va qayta tayyorlash ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarni kamaytirishning eng samarali usullaridan biri hisoblanadi. To‘g‘ri tashkil etilgan o‘quv jarayoni xodimlarning texnik bilimlarini oshirish, xavfli vaziyatlarni oldindan aniqlash va to‘g‘ri qaror qabul qilish ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi.

O‘qitishning muhim yo‘nalishlaridan biri — mexanizm ishga tushirilishidan oldingi xavfsizlik qoidalari bilan tanishtirishdir. Har bir operator ish boshlashdan oldin uskuna holatini tekshirishi, himoya qurilmalarining sozligini nazorat qilishi va texnik hujjatlarga muvofiq harakat qilishi lozim. Ushbu bosqichda xodimlarga uskunani to‘g‘ri ishga tushirish tartibi, xavfli zonalar va ehtiyot choralar haqida batafsil ma’lumot beriladi. Bu esa nosozliklarning oldini olish va xavfsiz ish muhitini yaratishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

Keyingi muhim yo‘nalish — favqulodda vaziyatlar va avariyalar bo‘yicha treninglar o‘tkazishdir. Ishlab chiqarish jarayonida kutilmagan holatlar yuzaga kelishi mumkin, shuning uchun xodimlar bunday vaziyatlarda qanday harakat qilishni aniq bilishlari zarur. Maxsus treninglar orqali yong‘in, elektr nosozliklari, mexanik buzilishlar yoki zaharli moddalar tarqalishi kabi holatlarda tezkor va to‘g‘ri harakat qilish ko‘nikmalari shakllantiriladi. Amaliy mashg‘ulotlar xodimlarning real vaziyatlarga tayyorligini oshiradi va vahimaga tushmasdan oqilona qaror qabul qilishiga yordam beradi.

Shuningdek, ishchilarning malakasini oshirish va ularni yangi texnologiyalar bilan tanishtirish ham muhim ahamiyatga ega. Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlari doimiy ravishda takomillashib borayotganligi sababli, xodimlar ham yangi uskunalar, avtomatlashtirilgan tizimlar va innovatsion texnologiyalarni o‘zlashtirib borishlari zarur. Malaka oshirish kurslari va seminarlar orqali xodimlar o‘z bilimlarini yangilaydi, ilg‘or tajribalarni o‘rganadi va ish samaradorligini oshiradi.

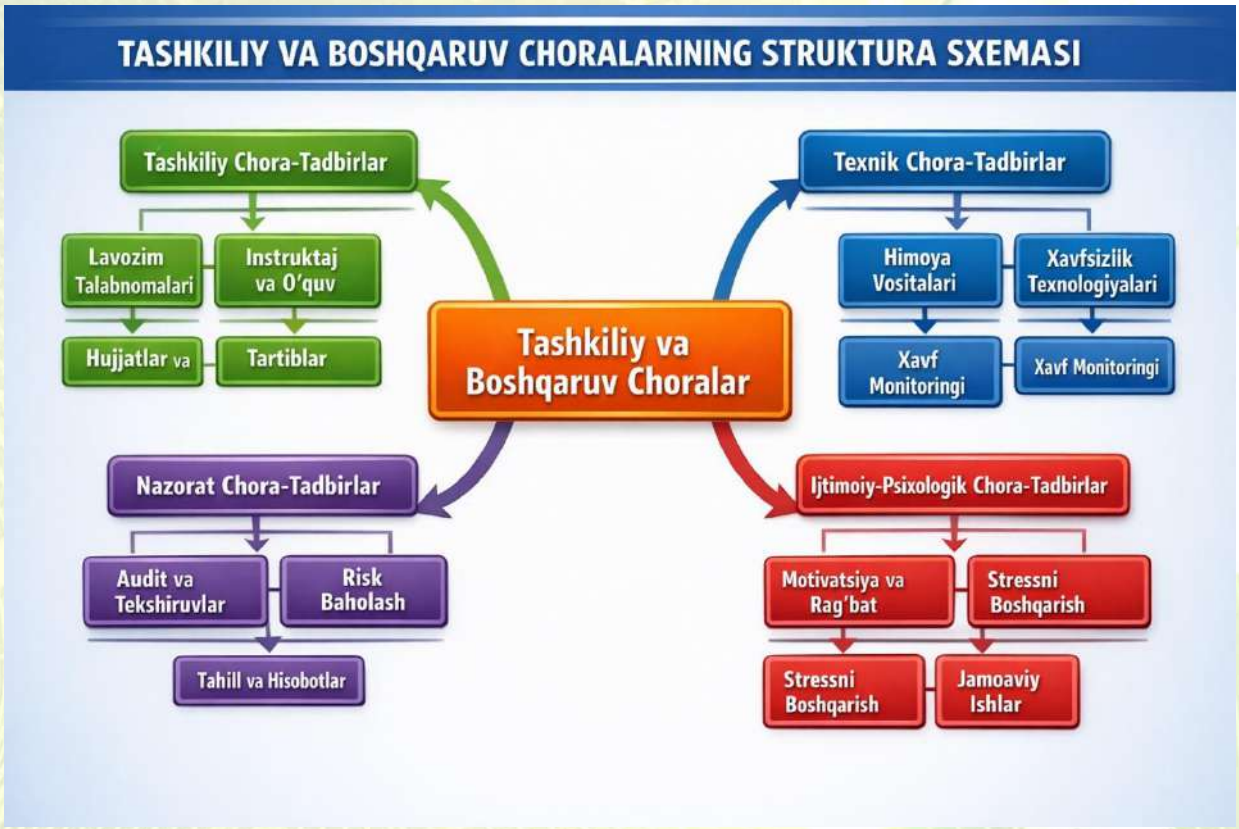
Texnika xavfsizligi yo‘riqnomalari. Texnik yo‘riqnomalar ishlab chiqarish jarayonida mexanizm va uskunalarning xavfsiz, to‘g‘ri hamda samarali ishlashini ta’minlovchi asosiy me’yoriy hujjatlar hisoblanadi. Ular ishchi-xodimlar uchun aniq ko‘rsatmalarni belgilab beradi, inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytiradi va avariyalar ehtimolini sezilarli darajada pasaytiradi. Texnik yo‘riqnomalarning to‘g‘ri ishlab chiqilishi va amalda qat’iy rioya qilinishi ishlab chiqarish xavfsizligining muhim shartidir.

Texnik yo‘riqnomalarning muhim tarkibiy qismlaridan biri — mexanizmni ishga tushirish va to‘xtatish tartibidir. Har bir uskuna uchun aniq belgilangan ishga tushirish ketma-ketligi mavjud bo‘lib, unga rioya qilinmasligi jiddiy nosozliklarga olib kelishi mumkin. Yo‘riqnomalarda ishga tushirishdan oldin bajarilishi lozim bo‘lgan tekshiruvlar, himoya qurilmalarining sozligi, energiya manbalarining holati va boshqa muhim jihatlar ko‘rsatib o‘tiladi. Shuningdek, mexanizmni to‘xtatish tartibi ham aniq belgilangan bo‘lib, bu jarayonning to‘g‘ri bajarilishi uskunaning uzoq muddat xizmat qilishini va xavfsizlikni ta’minlaydi.

Yana bir muhim yo‘nalish — preventiv texnik xizmat va muntazam tekshiruvlar jadvalini tuzishdir. Yo‘riqnomalarda mexanizmlarni qachon va qanday tartibda texnik ko‘rikdan o‘tkazish, qaysi qismlarini almashtirish yoki sozlash kerakligi aniq ko‘rsatib beriladi. Bunday profilaktik chora-tadbirlar uskuna nosozlanishining oldini oladi, kutilmagan to‘xtalishlarni kamaytiradi va ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlaydi. Bundan tashqari, muntazam nazorat orqali kichik nuqsonlar erta aniqlanib, katta avariyalarning oldi olinadi.

ISSN 3030-3907

Texnik yo‘riqnomalarning yana bir muhim elementi — favqulodda vaziyatlarda xatti-harakatlar algoritmidir. Ishlab chiqarish jarayonida yong‘in, portlash, elektr nosozligi yoki boshqa xavfli holatlar yuzaga kelishi mumkin. Bunday vaziyatlarda xodimlar qanday harakat qilishini oldindan bilishi juda muhim. Yo‘riqnomalarda favqulodda holatlarda uskunani tezkor o‘chirish, xavfli hududni tark etish, tegishli xizmatlarga xabar berish va birinchi yordam ko‘rsatish tartiblari aniq va tushunarli tarzda bayon etiladi. Bu esa favqulodda vaziyatlarning salbiy oqibatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.



Tashkiliy va boshqaruv choralarining struktura sxemasi.

Individual himoya vositalaridan foydalanish samaradorligi. Texnik va tashkiliy xavfsizlik choralarining mavjudligi ishchilarni muhofaza qilishda katta rol o‘ynasa-da, individual himoya vositalaridan foydalanilmasa, mexanizm operatori hali ham yuqori xavf ostida qoladi. Shuning uchun, individual himoya vositalari (IHV) — ishchilarning sog‘ligi va xavfsizligini ta’minlovchi eng so‘nggi chora hisoblanadi. Individual himoya vositalarining samaradorligi quyidagi jihatlarda namoyon bo‘ladi:

Himoya kiyimlari. Himoya kiyimlari ishchi tanasini mexanizmning harakatlanuvchi qismlari, kimyoviy moddalar, yuqori harorat yoki portlash xavfi bo‘lgan elementlardan himoya qiladi.

Ishlab chiqarish jarayonlarida xavfsizlikni ta’minlashda qo‘llaniladigan himoya vositalari va materiallarning sifati alohida ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy

ISSN 3030-3907

sanoat korxonalarida ishlatiladigan himoya vositalari maxsus xususiyatlarga ega bo‘lib, ular ishchilarni turli xavfli omillardan himoya qilishga qaratilgan. Ayniqsa, yong‘inga chidamlilik, kimyoviy moddalarga bardoshlilik va yuqori mustahkamlik kabi xususiyatlar muhim hisoblanadi.

Avvalo, yong‘inga chidamli materiallar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi. Bunday materiallar yuqori harorat ta’sirida yonib ketmaydi yoki sekin yonadi, bu esa yong‘in sodir bo‘lgan holatlarda ishchilarni himoya qilishga xizmat qiladi. Masalan, maxsus issiqlikka chidamli matolar va qoplamalar yong‘in xavfi mavjud bo‘lgan joylarda ishlovchi xodimlar uchun muhim himoya vositasi hisoblanadi. Bu turdagi materiallar olovning to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’sirini kamaytirib, kuyish xavfini sezilarli darajada pasaytiradi.

Kimyoviy moddalar ta’siriga chidamli materiallar ham ishlab chiqarishda keng qo‘llanadi. Kimyo sanoati, laboratoriyalar va ayrim ishlab chiqarish korxonalarida ishchilar turli agressiv moddalar bilan ishlashiga to‘g‘ri keladi. Bunday sharoitda oddiy materiallar tez yemirilishi yoki inson terisiga zarar yetkazishi mumkin. Shu sababli maxsus himoya kiyimlari va vositalari kimyoviy moddalarga bardoshli qilib ishlab chiqariladi. Bu esa zaharlanish, kuyish yoki boshqa salbiy ta’sirlarning oldini olishda muhim rol o‘ynaydi.

RESPIRATORLAR. Ishlab chiqarish muhitida havoning ifloslanishi ko‘plab xavfli omillarni yuzaga keltiradi. Ayniqsa, chang, zaharli gazlar va turli kimyoviy bug‘lar inson salomatligiga jiddiy zarar yetkazishi mumkin. Shu sababli mehnat muhofazasi tizimida nafas olish organlarini himoya qilish alohida e’tibor talab qiladi. Respiratorlar ana shu vazifani bajaruvchi muhim shaxsiy himoya vositalaridan biri bo‘lib, ular havoda mavjud zararli aralashmalarning inson organizmiga kirib borishini oldini oladi.

Respiratorlarning asosiy xususiyatlaridan biri — ularning yuqori samaradorligidir. Zamonaviy respiratorlar maxsus filtrlar bilan jihozlangan bo‘lib, ular havodagi chang zarralari, toksik gazlar va zararli bug‘larni ushlab qolish xususiyatiga ega. Filtrlar turiga qarab respiratorlar turli muhitlarda qo‘llanilishi mumkin. Masalan, changga qarshi respiratorlar qurilish va konchilik sohalarida, gaz va bug‘larga qarshi respiratorlar esa kimyo sanoatida keng qo‘llaniladi. Ba’zi respiratorlar kombinatsiyalashgan bo‘lib, ular bir vaqtning o‘zida bir nechta zararli omillardan himoya qila oladi.

Himoya ko‘zoynaklari. Ishlab chiqarish jarayonlarida inson salomatligini muhofaza qilishda ko‘zlarni himoya qilish alohida o‘rin tutadi. Ko‘z inson organizmining eng nozik va himoyaga muhtoj a’zolaridan biri bo‘lib, ishlab chiqarishda yuzaga keladigan turli xavfli omillar — uchuvchi zarrachalar, metall qoldiqlari, chang, suyuqliklar hamda kimyoviy moddalar ta’sirida tezda

ISSN 3030-3907

shikastlanishi mumkin. Shu sababli mehnat muhofazasi tizimida himoya ko‘zoynaklari muhim shaxsiy himoya vositalaridan biri sifatida keng qo‘llaniladi.

Himoya ko‘zoynaklarining asosiy vazifasi — operatorning ko‘zlarini tashqi zararli ta’sirlardan himoya qilishdir. Mexanizmlar ishlash jarayonida yuqori tezlikda uchib chiqadigan zarrachalar ko‘zga jiddiy zarar yetkazishi mumkin. Ayniqsa, metallga ishlov berish, payvandlash, kesish, silliqlash kabi jarayonlarda bu xavf yanada yuqori bo‘ladi. Himoya ko‘zoynaklari bunday zarrachalarni to‘sib, ularning ko‘zga kirib borishini oldini oladi.

Himoya ko‘zoynaklarining muhim xususiyatlaridan biri — ularning shaffofligi va mustahkamligidir. Ular maxsus optik materiallardan tayyorlanib, ko‘rish qobiliyatini cheklamasdan, aksincha, aniq va ravshan ko‘rishni ta’minlaydi. Shu bilan birga, bu ko‘zoynaklar zarbaga chidamli bo‘lib, kuchli mexanik ta’sirlarga bardosh bera oladi. Ba’zi modellari maxsus polikarbonat materialdan tayyorlanib, yuqori darajadagi mustahkamlikka ega bo‘ladi.

Mashina va mexanizmlarni xavfsiz ishlatish jarayonida texnik, tashkiliy va individual himoya choralarining uyg‘un qo‘llanilishi eng samarali yondashuv hisoblanadi.

1. Texnik xavfsizlik choralarini takomillashtirish mexanizmlarning ishonchliligi va operator xavfsizligini oshiradi. Himoya qurilmalari, avtomatik nazorat tizimlari va xavfsiz texnologiyalar avariyalarni kamaytirish va jarohat olish xavfini sezilarli darajada pasaytiradi.

2. Tashkiliy va boshqaruv choralarini joriy qilish ishchi xodimlarning malakasini oshirish, texnika xavfsizligi yo‘riqnomalariga rioya qilish va ishlab chiqarish nazoratini kuchaytirishni ta’minlaydi. Bu choralarsiz texnik vositalar ham xavfli bo‘lishi mumkin, chunki operator xatolari jarayon xavfsizligini buzadi.

3. Individual himoya vositalaridan foydalanish esa texnik va tashkiliy choralarni to‘ldiradi. Himoya kiyimlari, respiratorlar, ko‘zoynaklar va boshqa xavfsizlik uskunalari ishchini mexanizmning potentsial xavfli qismlaridan himoya qiladi, favqulodda vaziyatlarda jarohat olish xavfini kamaytiradi.

Shuni ta’kidlash lozimki, yuqorida sanab o‘tilgan choralar alohida qo‘llanilganda ham samaradorligi cheklangan, faqat birgalikda tizimli tarzda joriy etilganda mexanizm ishlashida maksimal xavfsizlikni ta’minlaydi. Shu sababli, ishlab chiqaruvchilar va ish beruvchilar uchun texnik jihozlarni yangilash, operatorlarni o‘qitish va individual himoya vositalarini muntazam ishlatishni ta’minlash eng ustuvor vazifa hisoblanadi.

Natijada, mashina mexanizmlari xavfsizligini oshirish bo‘yicha integratsiyalashgan yondashuv nafaqat ishchilarni himoya qiladi, balki ishlab

ISSN 3030-3907

chiqarish samaradorligini oshirish va favqulodda vaziyatlardan kelib chiqadigan moliyaviy va insoniy zararlarni minimallashtirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. David M. Macdonald va Steve Mackay (tahr.) – *Practical Machinery Safety* – Mexanizmlarni xavfsiz loyihalash va ishlatish bo‘yicha amaliy ko‘rsatmalar va standartlarga mos yondashuvni beradi.
2. John Ridley, Dick Pearce – *Safety with Machinery* – Mexanizmlar xavfsizligining asosiy elementlari, zararlarni baholash, himoya metodlari va ergonomika bo‘yicha fundamental bilimlar.
3. Beata Mrugalska va boshqalar – *Safety requirements for machinery in practice* – Mashinalar xavfsizligi bo‘yicha amaliy talablar, xatarlarni aniqlash va xavfsizlik choralari tendensiyalari.
4. A A A Belkher, Masood A. Masood – *Occupational Health and Safety, Risk Assessment, and Management in the Machinery Sector* – Mexanizmlar sohasida kasb sog‘ligi, xavflarni baholash va xatarlarni boshqarish tizimlari tahlili.
5. “Mashina va mexanizmlar uchun texnika xavfsizligi talablari” – me’yoriy hujjatlar tizimi va xavfsizlik talablarini tushuntiruvchi manba (O‘zbekiston kontekstida).
6. “Mashina va mexanizmlarning yuqori xavfi va zarari” – xavf manbalari, jarohat sabablari va profilaktik choralarga bag‘ishlangan maqola.
7. “Texnika xavfsizligi haqida umumiy ma’lumotlar. Mehnat xavfsizligini ta’minlovchi texnik vositalar” – texnik vositalar va mehnat xavfsizligi bo‘yicha umumiy ko‘rsatmalar.
8. OSHA – *Machine Guarding eTool: Additional References* (AQSh mehnat xavfsizligi ma’muriyati) – Relevant safety manuals va qo‘shimcha resurslar mexanizmlarni himoyalash bo‘yicha amaliy qo‘llanmalar ro‘yxati.
9. “Texnika va hayot xavfsizligi bo‘yicha umumiy talablar” – texnika xavfsizligi qoidalari bo‘yicha yo‘riqnoma.
10. “Mashina va mexanizmlar uchun texnika xavfsizligi talablari keltiriladigan me’yoriy hujjatlar tizimi” – mexanizmlar xavfsizligi bo‘yicha O‘zbekiston normativ-huquqiy bazasi haqida tushuncha beradi.

ISSN 3030-3907

KORXONALARDA MEHNAT MUHOFAZASI TIZIMINI TAKOMILLASHTIRISH YO‘LLARI.

Normayev Qobilbek Husanovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Pardayeva Shahlo Saxibjonovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi dotsent v.b. (PhD)
Isroilov Behruz Ulug‘bek o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti 29B-22 MMTX guruh talabasi.

Annotatsiya. Mazkur ishda mehnat muhofazasi tizimini takomillashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Ishlab chiqarish jarayonlaridagi xavflarni aniqlash, ularni baholash va kamaytirish usullari tahlil qilingan. Shuningdek, texnik va tashkiliy chora-tadbirlarni rivojlantirish hamda zamonaviy raqamli texnologiyalarni joriy etish orqali mehnat xavfsizligini oshirish yo‘llari yoritilgan. Tadqiqot natijalariga asoslanib, ishlab chiqarishda xavfsizlik darajasini oshirishga qaratilgan amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: mehnat muhofazasi, xavf, risk, xavfsizlik, texnik choralar, raqamlashtirish, innovatsiya.

Аннотация. В данной работе рассмотрены вопросы совершенствования системы охраны труда. Проанализированы методы выявления, оценки и снижения производственных рисков. Также освещены направления развития технических и организационных мероприятий, а также внедрение современных цифровых технологий для повышения уровня безопасности труда. На основе проведённого исследования разработаны практические рекомендации по повышению безопасности на производстве.

Ключевые слова: охрана труда, риск, опасность, безопасность, технические меры, цифровизация, инновации.

Abstract. This paper examines the issues of improving the occupational safety system. Methods for identifying, assessing, and reducing workplace risks are analyzed. In addition, the development of technical and organizational measures, as well as the implementation of modern digital technologies to enhance labor safety, are discussed. Based on the research results, practical recommendations aimed at improving workplace safety have been developed.

Keywords: occupational safety, risk, hazard, safety, technical measures, digitalization, innovation.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Hozirgi kunda ishlab chiqarish jarayonlarining murakkablashuvi, yangi texnologiyalarning joriy etilishi hamda mehnat sharoitlarining o‘zgarishi mehnat muhofazasi tizimini yanada takomillashtirishni talab etmoqda. Xodimlarning hayoti va sog‘lig‘ini himoya qilish, ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalar va kasb kasalliklarining oldini olish har qanday korxona faoliyatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Mehnat muhofazasi tizimi faqatgina xavfsizlik qoidalariga rioya qilish bilan cheklanib qolmay, balki ishlab chiqarish jarayonidagi xavflarni oldindan aniqlash, ularni baholash va samarali boshqarishni ham o‘z ichiga oladi. Shu sababli, zamonaviy yondashuvlar asosida risklarni baholash, texnik va tashkiliy choralarni takomillashtirish hamda raqamli texnologiyalarni joriy etish muhim ahamiyat kasb etadi.

Mazkur bobning asosiy maqsadi — mehnat muhofazasi tizimini takomillashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqishdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun ishlab chiqarish jarayonlaridagi xavflarni baholash usullari tahlil qilinadi, ularni kamaytirish bo‘yicha chora-tadbirlar ishlab chiqiladi hamda texnik, tashkiliy va innovatsion yechimlar ko‘rib chiqiladi.

Shuningdek, zamonaviy raqamli texnologiyalarni qo‘llash orqali mehnat xavfsizligini ta’minlash imkoniyatlari yoritilib, ishlab chiqarishda xavfsizlik darajasini oshirishga qaratilgan amaliy tavsiyalar beriladi. Ushbu takliflar korxonalarda mehnat muhofazasini yanada samarali tashkil etishga xizmat qiladi.

Xavflarni baholash va risklarni kamaytirish choralarini ishlab chiqish. Mehnat muhofazasi tizimini takomillashtirishda ishlab chiqarish jarayonlarida mavjud xavflarni o‘z vaqtida aniqlash, ularni to‘g‘ri baholash hamda samarali boshqarish muhim ahamiyat kasb etadi. Xavf deganda inson sog‘lig‘i va hayotiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan omillar tushuniladi. Risk esa ushbu xavfning yuzaga kelish ehtimoli va uning oqibatlari og‘irligi bilan tavsiflanadi.

Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida xavflarni aniqlash tizimli yondashuvni talab qiladi. Bunda quyidagi asosiy usullardan foydalanish maqsadga muvofiq:

- ish joylarini muntazam kuzatish va auditdan o‘tkazish;
- texnologik jarayonlarni bosqichma-bosqich tahlil qilish;
- oldingi baxtsiz hodisalar va avariyalar statistikasini o‘rganish;
- xodimlar bilan suhbatlar va so‘rovnomalar o‘tkazish;
- xavf manbalarini aniqlash uchun maxsus nazorat ro‘yxatlaridan foydalanish.

Xavflarni aniqlash jarayoni natijasida ishlab chiqarish muhitidagi barcha potensial xavf manbalari aniqlanadi va tizimlashtiriladi.

ISSN 3030-3907



Ishlab chiqarishdagi asosiy xavf manbalari tasnifi sxemasi

Keyingi bosqichda aniqlangan xavflar baholanadi. Risklarni baholash jarayonida har bir xavfning yuzaga kelish ehtimoli va uning inson salomatligiga ta’sir darajasi hisobga olinadi. Ushbu baholash natijalari asosida xavflar ustuvorligi aniqlanadi va ularga nisbatan zarur choralar belgilanadi.

Risklarni baholash amaliyotida ko‘pincha vizual va tahliliy usullar qo‘llaniladi. Eng samarali usullardan biri — bu risk matritsasidan foydalanishdir. Ushbu usul orqali xavflar turli darajalarga ajratilib, ularning ahamiyati aniqlanadi.



Risk matritsasi (ehtimollik va oqibatga asoslangan diagramma).

ISSN 3030-3907

Risklarni baholash natijalari asosida ularni kamaytirish bo‘yicha aniq chora-tadbirlar ishlab chiqiladi. Bunda xavflarni boshqarishning xalqaro amaliyotda qabul qilingan ketma-ketlik prinsipi qo‘llaniladi.

Risklarni kamaytirishning ustuvor bosqichlari. Ishlab chiqarish jarayonlarida xavfsizlikni ta’minlash zamonaviy sanoatning eng muhim talablardan biri hisoblanadi. Mehnat muhofazasi tizimida xavflarni boshqarish “ustuvorlik ierarxiyasi” asosida amalga oshiriladi. Ushbu yondashuv xavfni kamaytirish choralarini samaradorligi bo‘yicha ketma-ketlikda qo‘llashni nazarda tutadi. Ya’ni, eng samarali usullardan boshlab, kamroq samarali usullargacha tizimli ravishda amalga oshiriladi. Quyida ushbu bosqichlar ilmiy-nazariy jihatdan keng yoritiladi.

Xavfni to‘liq bartaraf etish. Xavfsizlikni ta’minlashning eng yuqori va samarali darajasi — bu xavf manbasini butunlay yo‘q qilishdir. Ushbu bosqichda ishlab chiqarish jarayonida mavjud bo‘lgan xavfli omillar tizimdan chiqarib tashlanadi. Masalan, qo‘lda bajariladigan og‘ir va xavfli ishlarni avtomatlashtirish orqali inson omili bilan bog‘liq xavf bartaraf etiladi.

Eliminatsiya usuli boshqa barcha choralar ichida eng ishonchli hisoblanadi, chunki bunda xavfning o‘zi yo‘q qilinadi, faqat uning ta’siri emas. Shu sababli, yangi texnologiyalarni loyihalashda aynan shu bosqichga ustuvor e’tibor beriladi.

Xavfni almashtirish. Agar xavfni to‘liq bartaraf etish imkoni bo‘lmasa, keyingi bosqich — xavfni kamroq xavfli variant bilan almashtirishdir. Bu usul ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan moddalar, texnologiyalar yoki uskunalarni xavfsizroq alternativalar bilan o‘zgartirishni o‘z ichiga oladi.

Texnik himoya vositalari. Ushbu bosqichda xavf manbai bilan inson o‘rtasida texnik to‘siqlar yaratiladi. Bu usullar “muhandislik himoyasi” deb ham yuritiladi. Texnik himoya vositalari xavfni to‘liq yo‘q qilmaydi, lekin uning inson organizmiga ta’sirini kamaytiradi. Bu bosqich sanoat xavfsizligida keng qo‘llaniladi va yuqori samaradorlikka ega.

Tashkiliy choralar. Tashkiliy choralar xavfsizlikni boshqarishning muhim elementi hisoblanadi. Bu bosqichda ish jarayonini to‘g‘ri tashkil etish orqali xavflar kamaytiriladi. Tashkiliy choralar inson omiliga bevosita ta’sir qiladi va xavfsizlik madaniyatini shakllantirishda muhim rol o‘ynaydi. Biroq, ular texnik choralar kabi doimiy himoya bermaydi, chunki inson xatosi ehtimoli mavjud.

Shaxsiy himoya vositalari (SHHV). Xavflarni kamaytirishning eng oxirgi bosqichi — bu shaxsiy himoya vositalaridan foydalanishdir. SHHV xavfni manbada emas, balki inson darajasida kamaytiradi. Shu sababli ular eng kam samarali hisoblanadi va faqat boshqa choralar yetarli bo‘lmaganda qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

Mazkur yondashuv xavfsizlikni ta’minlashda kompleks himoya tizimini yaratishga imkon beradi.

Texnik va tashkiliy takomillashtirish choralari. Mehnat muhofazasini samarali tashkil etishda texnik va tashkiliy choralarning o‘zaro uyg‘unligi muhim ahamiyat kasb etadi. Ushbu choralar ishlab chiqarish jarayonida yuzaga keladigan xavfli va zararli omillarni kamaytirish, xodimlar uchun xavfsiz mehnat sharoitlarini yaratish hamda ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Texnik choralar. Texnik takomillashtirish ishlab chiqarishdagi mavjud xavf manbalarini minimallashtirishga qaratilgan bo‘lib, quyidagi yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi:

- zamonaviy himoya vositalari va qurilmalarini joriy etish;
- ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va mexanizatsiyalash;
- shovqin, chang va zararli gazlar miqdorini kamaytirish;
- samarali ventilyatsiya va filtratsiya tizimlarini qo‘llash.

Ishlab chiqarish muhitini baholashda asosiy ko‘rsatkichlar ruxsat etilgan me’yorlar bilan solishtiriladi. Buni quyidagi ko‘rinishda ifodalash mumkin:

$$K=\frac{C_{amaldagi}}{C_{me'yor}}$$

bu yerda:

K — xavf darajasi koeffitsienti;

$C_{amaldagi}$ — o‘lchangan real ko‘rsatkich;

$C_{me'yor}$ — ruxsat etilgan me’yoriy qiymat.

Agar K > 1 bo‘lsa, ishlab chiqarish muhiti xavfli deb baholanadi va zudlik bilan texnik choralar ko‘rilishi zarur.

Shuningdek, ishlab chiqarishdagi shovqin darajasini kamaytirish samaradorligi quyidagicha baholanishi mumkin:

$$\Delta L = L_{boshlang'ich} - L_{yakuniy}$$

bu yerda:

ΔL — shovqinning kamayish darajasi;

$L_{boshlang‘ich}$ — dastlabki shovqin darajasi;

$L_{yakuniy}$ — chora-tadbirlardan keyingi shovqin darajasi.

Tashkiliy choralar. Tashkiliy chora-tadbirlar ishlab chiqarishda xavfsizlikni boshqarish tizimini mustahkamlashga qaratilgan bo‘lib, quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

- xodimlarni muntazam o‘qitish va malakasini oshirish;
- mehnat muhofazasi bo‘yicha yo‘riqnomalar ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish;
- mehnat va dam olish rejimini ilmiy asosda tashkil etish;

ISSN 3030-3907

- ishlab chiqarish jarayonlari ustidan doimiy nazoratni yo‘lga qo‘yish.

Mehnat va dam olish vaqtining samaradorligini baholash quyidagi ifoda orqali aniqlanishi mumkin:

$$K_{samaradorlik} = \frac{T_{foydali}}{T_{umumiy}}$$

bu yerda:

$K_{samaradorlik}$ — ish vaqtidan foydalanish samaradorligi;

$T_{foydali}$ — samarali ish vaqti;

T_{umumiy} — umumiy ish vaqti.

Bundan tashqari, xodimlarning mehnat sharoitlariga moslashuv darajasi va charchoq ko‘rsatkichi ham hisobga olinadi. Bu esa ish unumdorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Umuman olganda, texnik va tashkiliy choralarni kompleks ravishda qo‘llash ishlab chiqarishda xavfsizlik darajasini oshiradi, kasbiy kasalliklar va baxtsiz hodisalar ehtimolini kamaytiradi hamda korxona faoliyatining barqarorligini ta’minlaydi.

Raqamlashtirish va innovatsion yechimlar. Zamonaviy ishlab chiqarish sharoitida mehnat muhofazasi tizimini samarali tashkil etish bevosita raqamli texnologiyalar va innovatsion yechimlarni joriy etish bilan bog‘liqdir. Raqamlashtirish jarayoni nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, balki xodimlar xavfsizligini ta’minlashda ham muhim vosita hisoblanadi. Ayniqsa, real vaqt rejimida nazorat olib borish imkoniyati xavfli vaziyatlarni oldindan aniqlash va tezkor choralar ko‘rishga yordam beradi.

Raqamli texnologiyalar asosida yaratilgan tizimlar inson omiliga bog‘liq xatoliklarni kamaytiradi va boshqaruv jarayonlarini ancha soddalashtiradi. Natijada ishlab chiqarishda xavfsizlik darajasi oshib, baxtsiz hodisalar soni kamayadi.

Raqamlashtirishning afzalliklari. Zamonaviy sanoat va ishlab chiqarish tizimlarida raqamlashtirish jarayoni muhim strategik yo‘nalishlardan biri sifatida shakllanmoqda. Bugungi kunda korxonalar faoliyatida axborot texnologiyalarini keng joriy etish nafaqat ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga, balki mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligini ta’minlashga ham xizmat qilmoqda. Raqamli tizimlardan foydalanish orqali ishlab chiqarish jarayonlarini nazorat qilish, xavflarni oldindan aniqlash va ularni samarali boshqarish imkoniyati sezilarli darajada kengayadi.

Avvalo, raqamlashtirishning eng muhim afzalliklaridan biri — ishlab chiqarish jarayonlarini real vaqt rejimida monitoring qilish imkoniyatidir. Zamonaviy sensorlar, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari va IoT qurilmalari

ISSN 3030-3907

yordamida uskunalarning ishlash holati, harorat, bosim, vibratsiya, gazlar konsentratsiyasi kabi muhim ko‘rsatkichlar uzluksiz kuzatib boriladi. Bu esa nosozliklarni erta aniqlash, favqulodda vaziyatlarning oldini olish hamda ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Raqamli tizimlar, shuningdek, ma’lumotlarni tezkor yig‘ish, saqlash va tahlil qilish imkonini beradi. An’anaviy usullarda ma’lumotlarni qo‘lda yig‘ish va qayta ishlash ko‘p vaqt talab qilgan bo‘lsa, raqamli texnologiyalar yordamida bu jarayonlar avtomatlashtiriladi. Natijada katta hajmdagi ma’lumotlar qisqa vaqt ichida qayta ishlanib, tahlil qilinadi. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, resurslardan oqilona foydalanish va kelgusidagi xavflarni prognoz qilish imkonini yaratadi.

Yana bir muhim jihat — inson omili ta’sirini minimallashtirishdir. Ishlab chiqarishda yuzaga keladigan ko‘plab avariyalar inson xatolari bilan bog‘liq bo‘ladi. Raqamli tizimlar esa avtomatik boshqaruvni ta’minlab, operatorlarning noto‘g‘ri qaror qabul qilish ehtimolini kamaytiradi. Ayniqsa, xavfli ishlab chiqarish jarayonlarida inson ishtirokini kamaytirish orqali xavfsizlik darajasi sezilarli darajada oshadi.

Raqamlashtirish boshqaruv qarorlarini tez va aniq qabul qilish imkoniyatini ham beradi. Real vaqt rejimida olinayotgan ma’lumotlar asosida rahbariyat ishlab chiqarish holatini to‘liq nazorat qiladi va zarur qarorlarni tezkor qabul qiladi. Analitik dasturlar va zamonaviy algoritmlar yordamida risklar baholanadi, muammolar aniqlanadi va eng maqbul yechimlar taklif etiladi. Bu esa korxona faoliyatining samaradorligini oshirish bilan birga, xavfsizlik darajasini ham mustahkamlaydi.

Bundan tashqari, raqamli tizimlarda xavfli holatlar yuzaga kelganda tezkor ogohlantirish mexanizmlari mavjud. Agar tizim xavfli vaziyatni aniqlasa, darhol signalizatsiya, ogohlantiruvchi xabarlar yoki avtomatik himoya tizimlari ishga tushadi. Bu esa favqulodda holatlarning oldini olish yoki ularning oqibatlarini kamaytirishga imkon beradi.

Sensorlar va zamonaviy texnologiyalar. Zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarida raqamli texnologiyalar va aqlli qurilmalarning joriy etilishi mehnat muhofazasi tizimini yangi bosqichga olib chiqmoqda. Ayniqsa, turli xil sensorlar yordamida ishlab chiqarish muhitini doimiy nazorat qilish imkoniyati yaratilgani xavfsizlikni ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Bugungi kunda sanoat korxonalarida aqlli monitoring tizimlari keng qo‘llanilib, ular orqali muhim texnologik parametrlar uzluksiz ravishda kuzatib borilmoqda.

Ishlab chiqarish jarayonida eng muhim nazorat qilinadigan ko‘rsatkichlardan biri — bu harorat darajasidir. Ko‘plab texnologik jarayonlarda haroratning

ISSN 3030-3907

me’yoridan oshib ketishi uskunalarning nosozlanishiga yoki hatto avariya holatlariga olib kelishi mumkin. Shu sababli, harorat sensorlari yordamida uskunalar va ishlab chiqarish muhitining issiqlik holati doimiy ravishda nazorat qilinadi. Agar harorat kritik darajaga yetsa, tizim avtomatik ravishda ogohlantirish signalini beradi yoki himoya mexanizmlarini ishga tushiradi.

Bundan tashqari, zararli gazlar va moddalar konsentratsiyasini aniqlovchi sensorlar ham katta ahamiyatga ega. Kimyo, konchilik va metallurgiya sanoatlarida zaharli gazlarning havoga tarqalishi inson salomatligi uchun jiddiy xavf tug‘diradi. Maxsus gaz analizatorlar yordamida havodagi zararli moddalarning miqdori o‘lchanadi va ularning me’yoriy darajadan oshishi darhol aniqlanadi. Bu esa ishchilarni o‘z vaqtida ogohlantirish va zarur choralarni ko‘rish imkonini beradi.

Namlik darajasi ham ishlab chiqarish jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatadigan omillardan biridir. Haddan tashqari namlik uskunalarning ishlashiga salbiy ta’sir qilishi, elektr jihozlarida qisqa tutashuv xavfini oshirishi mumkin. Shu bois, namlik sensorlari yordamida ishlab chiqarish muhitining gigiyenik holati nazorat qilinadi va zarur sharoitlar ta’minlanadi.

Shovqin va vibratsiya ko‘rsatkichlari ham alohida e’tibor talab qiladi. Uskunalarning ortiqcha vibratsiyasi ularning tez eskirishiga olib keladi, yuqori darajadagi shovqin esa inson salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Maxsus datchiklar yordamida bu ko‘rsatkichlar o‘lchanib, me’yorlardan og‘ish holatlari aniqlanadi. Bu esa texnik nosozliklarni erta aniqlash va ularni bartaraf etishga yordam beradi.

Mazkur sensorlar orqali olingan barcha ma’lumotlar markazlashgan boshqaruv tizimiga uzatiladi. Ushbu tizim ma’lumotlarni yig‘adi, saqlaydi va zamonaviy dasturiy vositalar yordamida tahlil qiladi. Natijada, ishlab chiqarish jarayonida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavfli vaziyatlar oldindan prognoz qilinadi va ularning oldini olish choralari ko‘riladi.

Innovatsion yechimlar. Zamonaviy sanoat va ishlab chiqarish tizimlarida mehnat muhofazasi sohasini rivojlantirishda innovatsion yondashuvlar alohida ahamiyat kasb etmoqda. Ilgari xavfsizlikni ta’minlash asosan an’anaviy usullar — yo‘riqnomalar, nazorat va oddiy texnik vositalar orqali amalga oshirilgan bo‘lsa, bugungi kunda raqamli texnologiyalar, sun’iy intellekt va simulyatsion tizimlar asosida yanada samarali va ishonchli yechimlar joriy etilmoqda. Bu esa ishlab chiqarish jarayonlarida xavfsizlik darajasini oshirish, avariyalar sonini kamaytirish va inson hayotini muhofaza qilishda muhim omil bo‘lib xizmat qilmoqda.

Innovatsion yechimlarning muhim yo‘nalishlaridan biri — mobil ilovalar orqali xavfli holatlar haqida tezkor xabar berish tizimidir. Bugungi kunda deyarli har bir xodim smartfonlardan foydalanadi va bu imkoniyat xavfsizlik tizimiga ham

ISSN 3030-3907

integratsiya qilinmoqda. Maxsus mobil ilovalar yordamida xodimlar ishlab chiqarish jarayonida aniqlangan xavfli vaziyatlar haqida darhol rahbariyatga yoki xavfsizlik bo‘limiga xabar berishi mumkin. Bu esa muammolarni erta bosqichda aniqlash va ularni tezkor bartaraf etish imkonini yaratadi.

Shuningdek, avtomatik ogohlantirish va signalizatsiya tizimlari ham innovatsion yondashuvlarning muhim qismi hisoblanadi. Sensorlar va raqamli tizimlar yordamida ishlab chiqarish muhitidagi har qanday og‘ishlar — masalan, gaz sizib chiqishi, haroratning oshishi yoki bosimning keskin o‘zgarishi — darhol aniqlanadi. Bunday holatlarda tizim avtomatik ravishda signal beradi, xodimlarni ogohlantiradi va zarur hollarda uskunalarni avtomatik to‘xtatadi. Bu esa favqulodda vaziyatlarning oldini olish yoki ularning oqibatlarini minimallashtirishga xizmat qiladi.

Innovatsion texnologiyalar orasida virtual va simulyatsion treninglar ham alohida o‘rin tutadi. An’anaviy o‘qitish usullarida xodimlar faqat nazariy bilimlar bilan cheklanib qolgan bo‘lsa, zamonaviy VR (virtual reallik) va simulyatsiya texnologiyalari yordamida ular real ish sharoitlariga yaqin muhitda o‘qitiladi. Masalan, yong‘in, portlash yoki boshqa favqulodda vaziyatlarni virtual muhitda sinab ko‘rish orqali xodimlar to‘g‘ri harakat qilishni amaliy tarzda o‘rganadi. Bu esa ularning tayyorgarlik darajasini oshiradi va real vaziyatlarda xatolarga yo‘l qo‘ymaslikka yordam beradi.

Bundan tashqari, katta hajmdagi ma’lumotlar asosida xavflarni oldindan prognozlash ham muhim innovatsion yo‘nalishlardan biridir. Ishlab chiqarish jarayonida yig‘ilgan katta hajmdagi ma’lumotlar maxsus algoritmlar yordamida tahlil qilinadi. Natijada, uskunalarning nosozlanish ehtimoli, xavfli holatlarning yuzaga kelish ehtimoli oldindan aniqlanadi. Bu esa profilaktik choralarni o‘z vaqtida ko‘rish va avariyalarni oldini olish imkonini beradi.



Raqamli mehnat muhofazasi tizimining ishlash blok-sxemasi

XULOSA. Mehnat muhofazasi tizimini takomillashtirish zamonaviy ishlab chiqarish jarayonlarining ajralmas qismi bo‘lib, u xodimlar hayoti va sog‘lig‘ini himoya qilishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Bugungi kunda sanoat korxonalarida xavfsizlikni ta’minlash faqatgina oddiy nazorat choralariga emas, balki kompleks

ISSN 3030-3907

va tizimli yondashuvga asoslanadi. Shu nuqtai nazardan, xavflarni aniqlash va baholash, texnik va tashkiliy choralarni samarali qo‘llash hamda zamonaviy raqamli texnologiyalarni joriy etish mehnat muhofazasi tizimini rivojlantirishning asosiy yo‘nalishlari hisoblanadi.

Har bir korxonada mavjud xavf manbalari — fizik, kimyoviy, biologik va psixofiziologik omillar chuqur tahlil qilinishi lozim. Bu jarayonda risklarni baholash usullari, jumladan ehtimollik va oqibatga asoslangan risk matritsalari keng qo‘llaniladi. Xavflarni aniqlash va baholash orqali ularning ustuvorligi belgilanadi va eng xavfli omillarga qarshi birinchi navbatda choralar ko‘riladi. Bu esa resurslardan oqilona foydalanish va xavfsizlikni ta’minlash samaradorligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Mehnat kodeksi. – Toshkent, 2023.
2. O‘zbekiston Respublikasining “Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risida”gi Qonuni. – Toshkent, 2016.
3. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining mehnat muhofazasiga oid qarorlari to‘plami. – Toshkent, 2022.
4. Karimov I.A. Iqtisodiyotni modernizatsiya qilish sharoitida xavfsizlik masalalari. – Toshkent: O‘zbekiston, 2015.
5. Abdullayev A., Xudoyberdiyev B. Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi. – Toshkent: Fan, 2020.
6. Rasulov T. Mehnatni muhofaza qilish asoslari. – Toshkent, 2019.
7. Yo‘ldoshev Q. Sanoat xavfsizligi va ekologiya. – Toshkent, 2021.
8. GOST 12.0.003-2015. Occupational Safety Standards System. Dangerous and harmful production factors.
9. ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems – Requirements with guidance for use.
10. ILO (International Labour Organization). Safety and Health at Work. – Geneva, 2021.

ISSN 3030-3907

ISHLAB CHIQARISH KORXONALARIDAGI ZARARLI CHANG VA GAZLARDAN ZAHARLANISHNING OLDINI OLISH CHORA-TADBIRLARI

Asanov Anvar Toshmurot o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi katta o‘qituvchisi
Hamrayev Bunyod Ibrohim o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti 29B-22 MMTX guruh talabasi

Annotatsiya. Maqola sanoat ishlab chiqarish korxonalaridagi zararli chang, gazlar va tozalash qurilmalarining umumiy tahlili, korxona binolari ichki hududlari va atmosferaga chiqarib yuborilayotgan havoni chang va zaharli gazlardan tozalash usullari, hamda zararli gaz va bug‘lardan zararlanish xavfi yuzaga kelganda ko‘riladigan chora-tadbirlar haqidagi ma’lumotlarni o‘z ichiga olgan.

Kalit so‘zlar: Ishlab chiqarish korxonalari, zararli chang va gazlar, zaharlanishning oldini olish, mehnat muhofazasi, texnika xavfsizligi, sanoat xavfsizligi, ventilyatsiya, havoni tozalash, individual himoya vositalari.

Аннотация. Статья содержит информацию об общем анализе вредной пыли, газов и очистных устройств на промышленных предприятиях, методах очистки воздуха внутри производственных помещений и выбрасываемого в атмосферу воздуха от пыли и токсичных газов, а также мерах, принимаемых при возникновении риска отравления вредными газами и парами.

Ключевые слова: Промышленные предприятия, вредная пыль и газы, предотвращение отравления, охрана труда, техника безопасности, промышленная безопасность, вентиляция, очистка воздуха, средства индивидуальной защиты, здоровье работников.

Abstract. The article includes information on the general analysis of harmful dust, gases, and purification equipment in industrial enterprises, methods for cleaning the air inside industrial facilities and emissions released into the atmosphere from dust and toxic gases, as well as measures to be taken in case of the risk of poisoning from harmful gases and vapors.

Keywords: Industrial enterprises, harmful dust and gases, prevention of poisoning, labor protection, occupational safety, industrial safety, ventilation, air purification, personal protective equipment, workers’ health.

KIRISH.

Hozirgi fan-texnika taraqqiyoti jadal suratlarda rivojlanayotgan bir davrda sanoat korxonalari oldida nafaqat sifatli mahsulot ishlab chiqarish, balki atrof-muhitga zarar yetkazmaslik ham asosiy talablardan biri sifatida qo‘yilmoqda.

ISSN 3030-3907

Shu bois, davlatimiz rahbari Sh.M.Mirziyoyev Birlashgan Millatlar Tashkiloti Bosh Assambleyasining 78-sessiyasida nutq so‘zlab, hozirgi vaqtda dunyoda keskin ekologik vaziyat kuzatilayotganligi, sayyoramiz miqyosida uchta inqiroz, ya’ni iqlim o‘zgarishi, bioxilma-xillik yo‘qolishi va atrof-muhit ifloslanishi kuchayib borayotganini qayd etdi. Prezidentimiz tomonidan O‘zbekiston iqtisodiyotining asosiy tarmoqlarini iqlim o‘zgarishlariga moslashtirish, uglerod neytralligiga erishish va “yashil” energetika ulushini keskin oshirish strategik vazifa bo‘lib qolishi ta’kidlandi.

Ekologik xavf bugungi kunda tobora keng tus olib, yer yuzidagi barcha mamlakatlarni bu haqda chuqurroq o‘ylashga majbur etmoqda. Havo tarkibida karbonat angidridning oshishi, chiqindi gazlarning me’yoridan ortiq havoga chiqarib tashlanishi oqibatida issiqxona effekti hosil bo‘lib, bugungi kunda jahon hamjamiyatini tashvishga solayotgan jiddiy ekologik muammo — global iqlim o‘zgarishi yuzaga keldi. Shuningdek, ozon qatlamining yemirilishi, dunyo okeanining ifloslanishi, tuproq unumdor qatlamining yo‘qolib borishi, tropik o‘rmonlarning kesilishi, cho‘llanish, chuchuk suv manbalari va bioxilmaxillikning kamayishi, maishiy chiqindilarning ko‘payishi, kimyoviy va toksik moddalarni zararsizlantirish kabi ekologik inqirozlar allaqachon bir davlat chegarasidan chiqib, tom ma’noda global ekologik muammolarga aylandi.

Ekologik muammolarning yuzaga kelishi, atrof-muhitning ifloslanishi va eng asosiysi insonlar salomatligining yomonlashuvida sanoat ishlab chiqarish korxonalarining chiqindilari va zaharli gazlarning atmosferaga chiqarib tashlanishi asosiy o‘rinni egallaydi. Bunda turli sanoat ishlab chiqarish korxonalarining o‘ziga yarasha hissasi bor.

Yengil sanoat korxonalarida ham bir qator ekologik muammolar mavjud:

- suv havzasining ifloslanishi,to‘qimachilik sanoati chiqindi suvlari tarkibidagi moddalar-sulfatlar, xloridlar, fosfor va azot birikmalari, nitratlar, temir, rux, nikel, xrom va boshqa moddalar mavjudligi bilan tavsiflanadi; charm sanoati oqava suvlarida azot, fenol, , yog‘lar va moylar, xrom, alyuminiy, vodorod sulfidi, metanol, formaldegid birikmalari mavjud;

- atmosferaning oltingugurt dioksidi, uglerod oksidi, azot oksidlari bilan ifloslanishi;

- ishlab chiqarish chiqindilari (tolalar, iplar, to‘qimachilik materiallarining qirqimlar ko‘rinishidagi chiqindilar) bilan atrof-muhitning ifloslanishi.

Hozirgi vaqtda neftni qayta ishlash zavodlari atrof-muhitni ifloslantirishning asosiy va inkor etib bo‘lmaydigan manbai hisoblanadi, chunki ular dunyoning har bir mamlakatida atmosferaga nafaqat atmosferaga, balki ekologik xavfsizlik nuqtai nazaridan har kuni qabul qilib bo‘lmaydigan miqdorda zararli moddalarni

ISSN 3030-3907

chiqaradilar. Neftni qayta ishlash zavodlari tomonidan ishlab chiqarilgan gazlarning ko‘p qismi atmosferada suv bug‘lari bilan o‘zaro ta’sir qiladi, natijada yer yuzasiga kislotali yomg‘ir shaklida tushadigan kislotalar hosil bo‘ladi, ular istisnosiz barcha tirik organizmlarga zararli ta’sir ko‘rsatadi.

Atmosfera havosi biosferaning boshqa komponentlari orasida alohida o‘rin tutadi. U aniq bir tozalikka ega bo‘lishi kerak va me’yordan har qanday og‘ish inson salomatligi va atrof-muhit uchun xavflidir. Dunyo bo‘yicha bir yilda 103 mlrd.tonnadan ortiq xom-ashyo materiallari qayta ishlanishi, undan turli mahsulotlar ishlab chiqarilishi bilan birga atrof-muhitga 2 mlrd.tonnadan ortiq chiqindi chiqarilmoqda.

Atmosfera havosining ifloslanishi o‘simliklar va qishloq xo‘jalik ekinlarini rivojlanishiga va mahsulot sifatiga ham katta salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Alyuminiy ishlab chiqarish zavodlaridan atmosfera havosiga me’yoridan ortiq chiqarilayotgan zaharli ftor birikmalari qishloq xo‘jaligi mahsulotlariga va ularning sifatiga salbiy ta’sir qilayapti.

Rejalashtirilgan ichki nazorat. Har oy sex darajasida uskuna, ventilyatsiya va signalizatsiya tizimlari baholanadi. Bu jarayon texnologik uskunalarning sozligi, himoya vositalarining ishlash qobiliyati va ishlab chiqarish sharoitlarining xavfsizligini ta’minlashga qaratilgan.

Kompleks audit. Har chorakda korxona darajasida amalga oshiriladi. Audit davomida statistik ko‘rsatkichlar tahlil qilinadi, xodimlarning jarohatlanish darajasi va xavf indekslari aniqlanadi. Bu bosqich xavf omillarini tizimli ravishda aniqlash va ularni bartaraf etish choralarini belgilash imkonini beradi. Ushbu ko‘p bosqichli nazorat mexanizmi xavflarni erta aniqlash, ularni bartaraf etish va xavfsizlik darajasini doimiy monitoring qilishga imkon beradi.

Ishlab chiqarish korxonalaridagi zararli chang, gazlar va tozalash qurilmalarining umumiy tahlili.

Ishlab chiqarish xonalari va ish o‘rinlari havosi ko‘p hollarda texnologik jarayonlarda qo‘llaniladigan zararli gazlar, aerozollar va zaharli va zararli moddalarning bug‘lari bilan ifloslanadi. Bu ishlab chiqarishdagi tashkiliy, texnik va boshqa sabablar tufayli sodir bo‘ladi. Masalan, mashinalarni ta’mirlash korxonalarining detallarni yuvish, gaz va elektr payvandlash, temirchilik, akkumulyatorlarni zaryadlash va boshqa xonalarida neft mahsulotlari, kislotalar, ishqorlar bug‘lari va boshqa turli xil zararli gaz va bug‘lar hosil bo‘lib ishlovchilar sog‘lig‘i va ish qobiliyatiga salbiy ta’sir qiladi. Zaharli moddalar organizmga nafas olish organlari, oshqozon-ichak, teri va boshqa organlar orqali o‘tishi mumkin. Organizmga kirgan moddalar tezda tarqalib hayotiy zarur organlardan yurak, bosh miya, jigar va buyrakda to‘plana boshlaydi.

ISSN 3030-3907

Zaharli moddalarning ta’siri natijasida ishlovchilarda o‘tkir yoki xronik zaharlanish holatlari yuzaga kelishi mumkin. Zaharlanish oqibati ishlovchining yoshiga, jinsiga, organizmning xususiyatlariga, ish og‘irligiga, zaharli moddaning kimyoviy tuzilishi va fizik xossalariga, havodagi miqdoriga (konsentratsiyasiga), ta’sir qilish davomiyligiga va mikroiqlim ko‘rsatkichlariga bog‘liq.

Zaharli va zararli moddalar organizmga ta’sir qilish xususiyati bo‘yicha umumiy zaharlovchi dvigatellar qoldiq gazlari, benzin va kerosin bug‘lari, fosfor va simobning organik birikmalari), yallig‘lantiruvchi (kislotalar, ishqorlar, xlor, ftor, oltingugurt va azot birikmalari), sezgirlikni oshiruvchi (simob birikmalari, aldegidlar, erituvchilar, nitrolaklar va boshqa), kanserogen (asbest changi, margimush, arezin, kalsiy arsenat va boshqa) va mutagen (qo‘rg‘oshin, marganets, etilenamin, nikotin va boshqa) ta’sir qiluvchi guruhlarga bo‘linadi.

Hozirgi vaqtda zaharli va zararli moddalar bug‘larining havoga tarqalishini butunlay bartaraf qilish juda mushkul texnik vazifa bo‘lib, uni amalga oshirish katta moddiy xarajatlar bilan bog‘liqdir.

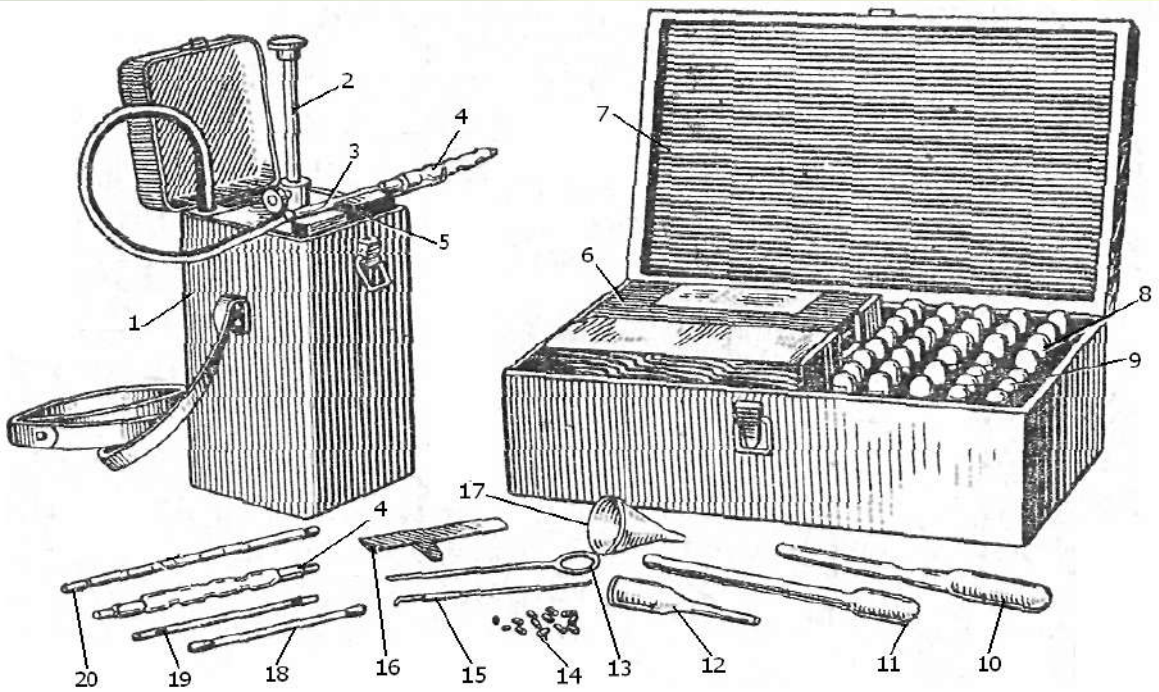
Chiziqli–koloristik uslubda esa ko‘chma universal gaz tahlillagich (UG-2) qo‘llaniladi. Bu uskuna yordamida, ishlab chiqarishning har qanday sharoitida, ish joyining o‘zida tezkor ravishda gaz va bug‘larning havodagi konsentratsiyalari aniqlanadi.

Avtomatik uslub esa maxsus avtomatik uskunalarni qo‘llashga asoslangan. Bu uskunalar bilan o‘ta xavfli sinf (1-sinf)ga kiruvchi zararli va zaharli moddalarning havodagi konsentratsiyasi doimiy ravishda nazorat qilib turiladi.

Ko‘chma universal gaz tahlillagich (UG-2) ning texnik tavsifi:

1. Ishlatish sharoiti:
a. havo temperaturasi – 10 ... 30 ºS;
b. havo nisbiy namligi – 90 % gacha;
c. atmosfera bosimi – 680 ... 780 mm.sim.ust.
d. havodagi chang miqdori – 40 mg/m^3 dan oshmasligi kerak.
2. Havo so‘rish asbobining massasi – 1,5 kg oshiqdan emas.
3. Jihozlar to‘plamining massasi – 1,2 kg oshiqdan emas.
4. Havo so‘rish asbobining gabarit o‘lchamlari – 110x105x200 mm.
5. Jihozlar to‘plami g‘ilofining gabarit o‘lchamlari – 195x160x90 mm

ISSN 3030-3907

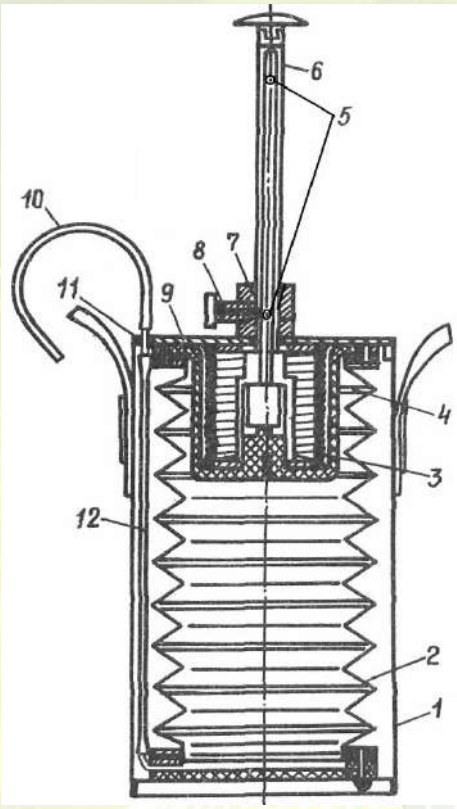


1.1- rasm. Ko‘chma universal gaz tahlillagich (UG-2)

1-havo so‘rish asbobi; 2-shtok; 3-indikator naychasi; 4-yutuvchi poroshok (filtr) naychasi; 5-shkala; 6-naychalar g‘ilofi; 7-jihozlar uchun g‘ilof; 8-indikator poroshokli ampulalar; 9-yutuvchi poroshokli ampulalar; 10-indikator poroshoki uchun bo‘sh ampula; 11-yutuvchi poroshok uchun ampula; 12-uzun jo‘mrak; 13-zichlovchi qalamcha; 14-tiqinlar; 15-bigizcha; 16-tiqin tayyorlash jihozi (shtir); 17-kalta jo‘mrak; 18-surguchlangan indikator naychasi; 19-ishlatilgan indikator naychasi; 20-termometr.

Gaz tahlillagich asbobining ichki tuzilishi 1.2-rasmda keltirilgan. Uning tuzilishi va ishlash mohiyati quyidagicha: havo so‘rish asbobi metall qobiq‘i (1) ichiga silfon (2) joylashtirilgan; silfon pastki qismi bilan qobiq asosiga mahkamlangan; silfonga ustuvorlik xususiyatini berish uchun uning ichki gofralariga metall halqalar (4) joylashtirilgan; silfonning tepa qismi metall stakan shaklidagi qopqoq (9) bilan berkitilgan bo‘lib, u o‘z navbatida cho‘zilishga ishlaydigan prujina (3) yordamida qobiqning tepa qismi bilan tutashgan; silfon shtutser (11), rezina shlanglar (10) va (12) yordamida tashqi havo bilan tutashgan; rezina shlang (10) ga indikator naychalari ulanadi; asbobning tepa qismida to‘rt tomoniga to‘rtta ariqcha qilingan shtok (6) yo‘naltiruvchi vtulka (7) da harakatlanadi;

ISSN 3030-3907



1.2- rasm. Havo so‘rish asbobining tuzilishi

1-qobiq; 2-silfon; 3-prujina; 4-kengaytirib turuvchi xalqa; 5-ikki chuqurchali ariqcha; 6-shtok; 7- yo‘naltiruvchi vtulka; 8-ushlovchi barmoqcha; 9- qopqoq (stakansimon); 10-rezina shlang; 11-shtutser; 12-rezina shlang.

Har bitta ariqchada ikkitadan chuqurcha (5) bo‘lib, ular orasidagi masofa turlicha qilib olingan; shtokni yuqori yoki pastki holatlarda barmoqcha (8) chuqurchalarga kirib ushlab turadi.

Chuqurchalar orasidagi masofa shunday tanlanganki, silfonni siqqan shtok, yuqoridagi chuqurchadan pastki chuqurchagacha bo‘lgan masofaga yurganda, tahlil uchun zarur hajmdagi havoni so‘radi va uning qancha ekanligini shtok qalpog‘i ostiga yozilgan raqamlar ko‘rsatadi.

Ishlab chiqarish korxonalaridagi zararli changlar va ularning xususiyatlari.

Xalq xo‘jaligi korxonalarida bajariladigan juda ko‘p texnologik jarayonlarni va ishlarni bajarishda inson organizmiga salbiy ta’sir qiluvchi chang hosil bo‘ladi. Masalan, chang yer-tuproq ishlarini bajarishda, tuproqqa ishlov berishda, yer tekislashda, kanallar va ariqlarni aktiv ishchi organga ega bo‘lgan meliorativ mashinalar bilan qazishda, qurilish ishlarida, yetishtirilgan hosilni yig‘ishtirib olishda,transport ishlarini bajarishda va boshqa ishlarni amalga oshirshda juda jadal ravishda ajralib chiqadi.

XULOSA. Atmosfera havosining tozaligini saqlash maqsadida hozirgi kunda quyidagi tashkiliy chora-tadbirlar amalga oshirilishi maqsadga muvofiq:

ISSN 3030-3907

1. Shaharlarning aholi yashash punktlariga yaqin joyda atmosfera havosini kuchli ifloslantiruvchi sanoat ishlab chiqarish korxonalarini joylashtirmaslik kerak.

2. Qurilayotgan sanoat korxonalarini aholi zich joylashgan yerlardan uzoqroq joyga shamol yo‘nalishini hisobga olgan holda joylashtirish kerak va uning atrofida sanitar himoya zonalarini barpo qilish zarur.

3. Zaharli gazlarni tashlaydigan quvurlarning balandligi 250-300 m.dan kam bo‘lmasligi kerak.

4. An’anaviy energiya manbalarining o‘rniga muqobil energiya manbalarini joriy qilish lozim. Joylarda “Yashil iqtisod” tamoyili asosida faoliyatni qayta yo‘lga qo‘yish.

5. Yoqilg‘i sifatida foydalanilayotgan neft va gaz tarkibidagi oltingugurtni tozalash uchun ularga maxsus ishlov berish kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. O‘zbekiston Respublikasining Mehnatni muhofaza qilish to‘g‘risidagi qonuni. Toshkent, 2016 y.

2. O‘zbekiston Respublikasining 2006 yil 28 sentabrdagi “Xavfli ishlab chiqarish obektlarining sanoat xavfsizligi to‘g‘risida”gi Qonuni.

3. Abidova F.A., Abidov A.B. “Kuchli ta’sir etuvchi zaharli moddalarning xususiyatlari”. - O‘zR FVV FMI: 2013 y. – 530 b.

4. Sharipov A.X. “Kimyoviy xavfli obektda va temir yo‘l transportida kuchli ta’sir etuvchi zaharli moddalarni saqlash”. Toshkent temir yo‘l muhandislari instituti, 2010 y. - 23b.

5. Turagalov T.J., Ilyosova Z.F. “Favqulodda vaziyatlar”. (qisqacha ruscha-o‘zbekcha ensiklopedik izohli lug‘at). – T.: FMI. 2016 y. – 220 b.

6. Baxriddinova N.M. Hayot faoliyati xavfsizligi. Buxoro «Durdona» 2021y.

7. Каримов И.Т. “Разработка и применение в химической промышленности аппаратов для переработки гетерогенных систем «жидкость-жидкость-газ» дисс.Д.т.н. Т.ТХТИ, 2021.С-278.

ISSN 3030-3907

UO‘K 621.224:621.8

MIKRO-GIDROELEKTR STANSIYALARDA AYLANMA HARAKATNI UZATISH QURILMALARINING GEOMETRIK VA KINEMATIK PARAMETRLARINI TAHLIL QILISH

Goipov Elmurod Abdurasulovich

Andijon davlat universiteti mustaqil izlanuvchisi, kompyuter injiringi kafedrasi katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada mikro-gidroenergetika qurilmalarida gidroturbina validan elektr generatoriga aylanma harakatni uzatishda qo‘llaniladigan oraliq mexanizmlarning konstruktiv xususiyatlari tahlil qilingan. Xususan, tishli va lentali (tasmalı) uzatmalarning afzallik va kamchiliklari, ularning ishlash resursi va energiya samaradorligi ko‘rib chiqilgan. Lentali uzatmalarning geometrik parametrlari (yetaklovchi va yetaklanuvchi shkivlar diametri, tasma uzunligi, o‘qlararo masofa, qamrov burchagi) o‘rtasidagi matematik bog‘liqliklar keltirilgan. Shuningdek, uzatish soni, sirpanish koeffitsienti va foydali ish koeffitsientini hisoblash usullari yoritilgan. Tadqiqot natijalari mikro-gidroelektr stansiyalar uchun samarali va ishonchli uzatma tizimlarini loyihalashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: mikro-gidroelektr stansiya, gidroturbina, generator, tishli uzatma, lentali uzatma, geometrik parametrlar, kinematika, sirpanish, foydali ish koeffitsienti.

Аннотация. В данной статье анализируются конструктивные особенности промежуточных механизмов, применяемых для передачи вращательного движения от вала гидротурбины к электрогенератору в микрогидроэнергетических установках. В частности, рассмотрены преимущества и недостатки зубчатых и ременных передач, их рабочий ресурс и энергетическая эффективность. Представлены математические зависимости между геометрическими параметрами ременных передач (диаметры ведущего и ведомого шкивов, длина ремня, межосевое расстояние, угол обхвата). Также освещены методы расчета передаточного отношения, коэффициента скольжения и коэффициента полезного действия. Результаты исследования могут быть использованы для проектирования эффективных микрогидроэлектростанций.

Ключевые слова: микрогидроэлектростанция, гидротурбина, генератор, зубчатая передача, ремённая передача, геометрические параметры, кинематика, скольжение, коэффициент полезного действия.

Abstract. This article analyzes the design features of the intermediate mechanisms used to transmit rotational motion from the hydraulic turbine shaft to the electric

ISSN 3030-3907

generator in micro-hydropower plants. In particular, the advantages and disadvantages of toothed and belt drives, their working life, and energy efficiency were considered. Mathematical dependencies between the geometric parameters of belt drives (diameter of the driving and driven pulleys, belt length, axle distance, wrap angle) are presented. Methods for calculating the transfer ratio, slip coefficient, and efficiency coefficient are also highlighted. The research results can be used to design efficient micro-hydroelectric power plants.

Keywords: micro-hydroelectric power plant, hydroturbine, generator, gear transmission, belt transmission, geometric parameters, kinematics, sliding, efficiency.

KIRISH.

Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan biri bo‘lgan kichik gidroenergetika, ayniqsa mikro-gidroelektr stansiyalar (MGS) masofaviy va qishloq joylarni elektr energiyasi bilan ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Bunday qurilmalarda gidravlik energiyani elektr energiyasiga aylantirish jarayoni gidroturbina va elektr generatori o‘zaro ta’siriga asoslanadi. Ko‘p hollarda turbinaning aylanish tezligi generatorning nominal ish chastotasiga mos kelmaydi, shu sababli ular o‘rtasida oraliq harakat uzatish mexanizmi – reduktor yoki uzatma qo‘llaniladi.

Uzatma mexanizmining tanlanishi butun qurilmaning energiya samaradorligi, ishonchliligi va iqtisodiy ko‘rsatkichlariga bevosita ta’sir qiladi. Shu bois, mavjud uzatma turlarining o‘ziga xos xususiyatlarini chuqur tahlil qilish va ularning parametrlarini optimallashtirish dolzarb ilmiy-amaliy vazifadir.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.

Mikro-gidroenergetika tizimlarida harakat uzatish mexanizmlari sifatida asosan tishli reduktorlar va lentali (tasmalı) uzatmalar qo‘llaniladi. Tishli mexanizmlar (vintli, chuvalchangsimon va silindrsimon g‘ildiraklar) ixchamligi va jim ishlashi bilan ajralib tursa-da, ularda yuqori ishqalanish hisobiga tishlarning tez yeyilishi kuzatiladi. Bu esa ularning resursini cheklaydi (o‘rtacha 10 000 soatgacha) va energiya yo‘qotishlari 40% va undan yuqori bo‘lishiga olib keladi [1].

Lentali uzatmalar esa tejamkorligi, turli uzatish nisbatlariga oson moslanishi, jim va yuqori tezlikda ishlashi, moylashni talab qilmasligi bilan afzaldir. Ularning muhim xavfsizlik xususiyati – ortiqcha yuklanishlarda tasmaning sirpanishi hisobiga mexanizmni shikastlanishdan saqlashdir. Shu bilan birga, lentali uzatmalarning kamchiliklari ham mavjud: nisbatan katta gabarit o‘lchamlar, cheklangan resurs (1000–5000 soat), tasmaning cho‘zilishi hisobiga tez-tez tortib

ISSN 3030-3907

turish zarurati, shuningdek, tasmaning sirpanishi tufayli aylanish chastotasining barqaror emasligi [2].

Uzatish tasmasili qo‘zg‘alish mexanizmi kasnaklar va egiluvchan kamar orasidagi ishqalanish aloqasi orqali 1-qurilmadan 2-qurilmagacha quvvat uzatishni osonlashtiradi. Ushbu tizim o‘zining tejamkorligi va turli xil uzatmalar nisbatlarini osongina moslashtirish qobiliyati uchun yuqori baholanadi. Bundan tashqari, u jim, yuqori tezlikda ishlashni ta'minlaydi va moylash zaruratini bartaraf etish orqali texnik xizmat ko‘rsatishni soddalashtiradi. Asosiy xavfsizlik xususiyati - bu ortiqcha yuk ostida sirpanish, mexanik shikastlanishning oldini olish qobiliyati, shuningdek, kamar sinishi hech qanday ekologik yoki xavfsizlik xavfini tug‘dirmasligi.

Afzalliklariga qaramay, lentali uzatmalar bir qator kamchiliklarga ega. Ularning jismoniy maydoni nisbatan katta va ular cheklangan xizmat muddatini taklif qiladi, odatda 1000 dan 5000 soatgacha. Kamarning kasnaklardagi sirpanishi tufayli ishlash barqaror bo‘lmasligi mumkin va vaqt o‘tishi bilan lentalarning cho‘zilish tabiiy moyilligi tortish moslamalaridan tez-tez foydalanishni talab qiladi. Bundan tashqari, tutqichni saqlab qolish uchun zarur bo‘lgan yuqori kuchlanish Aylantiruvchi sterjenlar va podshipniklardagi radial yukni oshiradi, bu esa ishqalanishning kuchayishiga va sezilarli energiya yo‘qotishlariga olib keladi. [2].

Mikro-gidroelektrostansiyalar uchun harakat uzatish tizimlarini loyihalashda qurilmaning konfiguratsiyasi uning geometrik o‘lchamlari va kinematik o‘zgaruvchilari o‘rtasidagi aniq matematik munosabatlar bilan belgilanadi. Boshqacha qilib aytganda, komponentlarning fizik o‘lchami va shakli samarali energiya ishlab chiqarish uchun zarur bo‘lgan tezliklar, nisbatlar va harakat yo‘llariga mos keladigan tarzda ishlab chiqilgan.

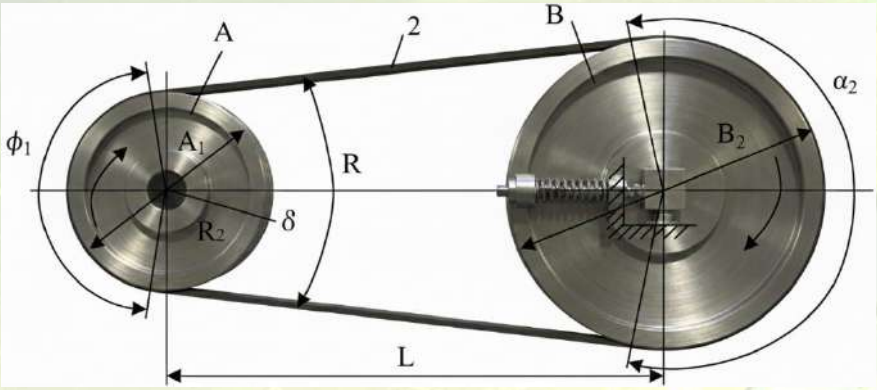
Aylanma harakatni uzatish qurilmasida 1-harakatdagi Aylantiruvchi sterjen, 2-harakatga keltiriluvchi Aylantiruvchi sterjenlarga o‘rnatilgan Uzatish tasmasili g‘ildiraklar diametrlari mos ravishda A_1 va B_2. Uzatish tasmasili g‘ildirak kengligi b, Uzatish tasmasi uzunligi l, Uzatish tasmasili g‘ildirakni o‘rash burchagi φ_1, α_2, Uzatish tasmasi shoxlari orasidagi burchak R, Aylantiruvchi sterjenlar orasidagi masofa a bo‘lsin. (1-rasm.)

U holda Aylantiruvchi sterjenlar orasidagi masofalar konstruksiyaga mos holda quyidagicha aniqlanadi:

$$L = \frac{1}{8}\left\{2l - \pi(B_2 + A_1) + \sqrt{[2l - \pi(B_2 + A_1) - 8(B_2 - A_1)^2]}\right\} \quad (3.22)$$

Uzatish tasmasi uzunligi

ISSN 3030-3907



1 – rasm. Remenli uzatmaning asosiy geometrik ko‘rsatkichlari

$$l \cong a + \frac{\pi}{2}(A_1 + B_2) + \frac{(B_2 + A_1)^2}{4L} \quad (3.23)$$

Yetaklovchi Uzatish tasmasili g‘ildirak diametri:

$$A_1 = (520 \div 610)^3 \sqrt{\frac{P_1}{\omega_1}} \quad (3.24)$$

Ishlash vaqtida remenning cho‘zilishi tufayli qamrov burchaklari α taxminan (gradusda) o‘lchanadi.

$$\alpha \cong 180^o - \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{a} \cdot 57{,}3^o \quad (3.25)$$

Bu yerda λ_1 va λ_2 mos holda Uzatish tasmasining 1- va 2- tarmoqlarining cho‘zilishlari. (3.25) formuladagi ifodada,

$$\frac{\lambda_2 - \lambda_1}{L} \cdot 57,3^o = R \quad (3.26)$$

Bu yerda R – Uzatish tasmasi tarmoqlari orasidagi burchak. Bu R burchakni o‘zgarishi Uzatish tasmasilar tomonidan shikivni qamrov burchagiga ta’sir etadi (φ_1, α_2). Shuning bilan birga Uzatish tasmasili g‘ildirakning diametri qiymatlarini mos holda aniqlash kerak (A_1 va B_2), bunda quyidagi shart bajarilishi kerak

$$\varphi_1 = (180 - \beta) \geq [\alpha] \quad (3.27)$$

Bu yerda ponasimon remen uchun $-[\alpha] = 120^\circ$.

Remenli uzatma tezliklari

Uzatish tasmasili g‘ildiraklarning chiziqli tezliklari m/s:

$$u_1 = \frac{\pi \lambda_1 \nu_1}{60000} \text{ va } u_2 = \frac{\pi \lambda_2 \nu_2}{60000} \quad (3.28)$$

Bu yerda A_1 va B_2 yetaklovchi va yetaklanuvchi Uzatish tasmasili g‘ildiraklar diametrlari; ν_1 va ν_2 yetaklovchi va yetaklanuvchi Uzatish tasmasili g‘ildiraklar aylanish chastotasi.

Yetaklovchi Uzatish tasmasili g‘ildirakning tezligi u_1 yetaklanuvchi Uzatish tasmasili g‘ildirakda sirpanish mavjud bo‘lgani uchun tezligi u_2 dan katta bo‘ladi, ya’ni:

ISSN 3030-3907

$$u_2 = u_1(1-\varepsilon) \quad (3.29)$$

$$\varepsilon = \frac{\nu_2 - \nu_2'}{\nu_2} \quad (3.30)$$

Bu yerda, ε-sirpanish koeffisienti;
ν_2-yuklamasiz ishlagandagi aylanish chastotasi;
ν'_2-yuklama bilan ishlagandagi aylanish chastotasi.

Remen uzatmalarida aylanishlar sonini uzatish koeffisienti quyidagicha aniqlanadi

$$k = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{\nu_1}{\nu_2} = \frac{B_2}{A_1(1-\varepsilon)} = \frac{M_2}{\eta M_1} \quad (3.31)$$

Bu yerda ω_1 va ω_2 – mos holda yetaklovchi va yetaklanuvchi Uzatish tasmasili g‘ildirakning burchak tezligi va aylanish chastotasi, M_1 va M_2 – yetaklovchi va yetaklanuvchi Aylantiruvchi sterjenlarga ta’sir etuvchi kuch momenti, η – uzatishning foydali ish koeffisienti

Uzatish tasmasili g‘ildiraklardagi tezlikning nisbiy yo‘qotilishi, sirpanish koeffisienti orqali xarakterlanadi ε < 0,02 bo‘lganda quyidagini olamiz:

$$k \cong \frac{B_2}{A_1}. \quad (3.32)$$

Remenli uzatmada uzatish sonining qiymati elastik sirpanish sababli o‘zgaradi. Katta yuklanish bo‘lganda uzatish sodir bo‘lmaydi, ya’ni to‘xtab qoladi. Remenli uzatmaning samaradorligi quyidagicha aniqlanadi

$$\eta = 1-(\psi_s + \psi_t + \psi_{mq}) \quad (3.33)$$

yoki,

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} \quad (3.34)$$

Bu yerda ψ_s - remenning mos holda sirpanishi;

ψ_t - tayanchga ishqalanishi;

ψ_{mq} - muxitning qarshiligi evaziga nisbiy energiya yo‘qotishlari.

Remenli uzatmada samaradorlik 0,95 – 0,96 oraliqda bo‘ladi [3].

Ushbu tadqiqotda lentali uzatmalarning geometrik va kinematik parametrlarini aniqlashning nazariy asoslari tahlil qilingan. Hisoblar quyidagi asosiy munosabatlarga tayanadi [3.22 – 3.34 formulalar]:

- Yetaklovchi va yetaklanuvchi shkivlar diametrlari (A_1, B_2);
- O‘qlararo masofa (L);
- Tasma uzunligi (l);
- Qamrov burchaklari (φ_1, α_2);
- Sirpanish koeffitsienti (ε) va uzatish soni (k);

ISSN 3030-3907

- Foydali ish koeffitsienti (η).

NATIJALAR

Lentali uzatmaning geometrik parametrlari o‘zaro bog‘liq bo‘lib, ular quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi. Yetaklovchi shkiv diametri quvvat (P_1) va burchak tezligi (ω_1) orqali ifodalanadi (3.24). O‘qlararo masofa L tasma uzunligi l va shkivlar diametriga bog‘liq holda (3.22) tenglama bilan hisoblanadi.

Tasmaning elastik cho‘zilishi natijasida qamrov burchaklari o‘zgaradi. Bu o‘zgarish (3.25) va (3.26) formulalar orqali ifodalanadi. Tasma tarmoqlari orasidagi burchak R ning qiymati shkivlarni qamrov burchaklariga ta’sir etadi. Uzatmaning normal ishlashi uchun qamrov burchagi minimal joiz qiymatdan kichik bo‘lmasligi kerak (3.27).

Tezlik nisbatlari (3.28) – (3.31) formulalar bilan ifodalanadi. Sirpanish koeffitsienti $\varepsilon < 0{,}02$ bo‘lganda uzatish soni taxminan shkivlar diametrlarining nisbatiga teng (3.32). Sirpanish uzatma ish faoliyatining muhim ko‘rsatkichi bo‘lib, u yuklama ortishi bilan keskin oshadi va to‘liq to‘xtab qolishga olib kelishi mumkin.

Lentali uzatmaning foydali ish koeffitsienti (3.33) – (3.34) ifodalar bo‘yicha aniqlanadi va uning qiymati 0,95 – 0,96 oralig‘ida bo‘lishi mumkin [3]. Bu ko‘rsatkich tasmaning sirpanishi, podshipniklardagi ishqalanish va muhit qarshiligi hisobiga energiya yo‘qotishlarini o‘z ichiga oladi.

MUHOKAMA

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, lentali uzatmalar mikro-gidroenergetika qurilmalari uchun nisbatan oddiy va tejamkor yechim bo‘lishiga qaramay, ularning samaradorligi va ishonchliligi bir qator omillarga bog‘liq. Jumladan:

- Shkivlar diametrlari va o‘qlararo masofani to‘g‘ri tanlash tasmaning uzoq muddat ishlashini ta’minlaydi;
- Tasmaning elastiklik xususiyati va uning cho‘zilishi qamrov burchagiga ta’sir qilib, uzatish nisbatining barqarorligini pasaytiradi;
- Sirpanish koeffitsientining ortishi energiya yo‘qotishlarini oshiradi va FIK ni kamaytiradi;
- Yuqori kuchlanish podshipniklarga qo‘shimcha radial yuk berib, ularning tez eskirishiga sabab bo‘ladi.

Shu sababli, lentali uzatmalarni loyihalashda yuqoridagi formulalar asosida aniq hisob-kitoblar bajarilishi, materiallar va konstruktiv parametrlarni optimallashtirish orqali ularning resursi va samaradorligini oshirish mumkin.

XULOSA.

Mikro-gidroelektr stansiyalarida gidroturbina va generator o‘rtasidagi aylanma harakatni uzatishda lentali uzatmalardan foydalanish texnik-iqtisodiy

ISSN 3030-3907

jihatdan maqsadga muvofiq. Ularning geometrik va kinematik parametrlarini aniq hisoblash orqali uzatmaning ishonchliligi va energiya samaradorligini oshirish imkoniyati mavjud. Kelgusida zamonaviy kompozit materiallardan tayyorlangan tasmalar va takomillashtirilgan konstruksiyalarni qo‘llash hisobiga ushbu uzatmalarning resursi va FIK ni yanada yaxshilash mumkin.

ADABIYOTLAR

1. O‘razboyev, T. (2020). *Kichik gidroenergetika asoslari*. Toshkent: Fan va texnologiya, 215 b.
2. Karimov, A., & Usmonov, B. (2021). Mikro-GESlarda qo‘llaniladigan uzatmalar tahlili. *Muhandislik fizikasi jurnali*, 3(2), 45-52.
3. Yo‘ldoshev, I. (2022). *Mashina detallari va konstruksiyalari*. Samarqand: SamDU nashriyoti, 178 b

ISSN 3030-3907

RAQAMLI TA’LIM JARAYONIDA SUN’IY INTELLEKT YORDAMIDA O‘ZLASHTIRISH TAHLILI MAVZUSIDA

Rahmatjonov Anvarjon Adhamjon o‘g‘li

Jismoniy tarbiya va sport bo‘yicha mutaxassislarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish instituti Farg‘ona filiali “Sport psixologiyasi, ijtimoiy-gumanitar va tabiiy-ilmiy fanlar kafedrasi” dotsent v.b.,

E-mail: anvarjon.rahmatjonov@gmail.com

ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0315-9693

Annotatsiya. Ushbu maqolada raqamli ta’lim jarayonida sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlilining nazariy va amaliy jihatlari o‘rganilgan. Tadqiqotda learning analytics, mashinaviy o‘rganish va ma’lumotlar qazib olish usullari asosida o‘quvchilarning bilim darajasini baholash, ularning o‘zlashtirish dinamikasini aniqlash hamda individual yondashuvni ta’minlash imkoniyatlari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt asosidagi tizimlar ta’lim samaradorligini oshirish, real vaqt rejimida monitoring olib borish va o‘quvchilarning qiyinchiliklarini aniqlashda samarali vosita hisoblanadi. Shuningdek, maqolada ushbu texnologiyalarning afzalliklari bilan bir qatorda ma’lumotlar xavfsizligi, algoritmik xatoliklar va infratuzilma bilan bog‘liq muammolar ham yoritilgan.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, raqamli ta’lim, learning analytics, o‘zlashtirish tahlili, mashinaviy o‘rganish, adaptiv ta’lim, data mining, ta’lim texnologiyalari, individual yondashuv, ta’lim samaradorligi.

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические и практические аспекты анализа успеваемости с использованием искусственного интеллекта в условиях цифрового образования. В исследовании анализируются возможности применения learning analytics, машинного обучения и методов интеллектуального анализа данных для оценки уровня знаний обучающихся, определения динамики усвоения и обеспечения индивидуального подхода. Результаты показывают, что системы на основе искусственного интеллекта способствуют повышению эффективности обучения, позволяют осуществлять мониторинг в реальном времени и выявлять трудности обучающихся. Также в статье рассмотрены преимущества данных технологий, а также проблемы, связанные с безопасностью данных, алгоритмическими ошибками и технической инфраструктурой.

Ключевые слова: искусственный интеллект, цифровое образование, learning analytics, анализ успеваемости, машинное обучение, адаптивное обучение, интеллектуальный анализ данных, образовательные технологии, индивидуальный подход, эффективность обучения.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article examines the theoretical and practical aspects of learning analytics using artificial intelligence in digital education environments. The study analyzes the application of machine learning, data mining, and learning analytics techniques to assess students' knowledge levels, identify learning dynamics, and support personalized learning approaches. The results indicate that AI-based systems significantly enhance educational effectiveness by enabling real-time monitoring and early detection of learning difficulties. Additionally, the paper discusses the advantages of these technologies along with challenges related to data security, algorithmic bias, and technical infrastructure.

Keywords: artificial intelligence, digital education, learning analytics, student performance analysis, machine learning, adaptive learning, data mining, educational technology, personalized learning, learning efficiency.

KIRISH.

So‘nggi yillarda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta’lim tizimida tub o‘zgarishlarni yuzaga keltirdi. Ayniqsa, raqamli ta’lim platformalari, masofaviy o‘qitish tizimlari va onlayn kurslarning keng qo‘llanilishi natijasida o‘quv jarayonida katta hajmdagi ma’lumotlar (big data) shakllanmoqda. Ushbu ma’lumotlarni samarali tahlil qilish va undan pedagogik qarorlar qabul qilishda foydalanish masalasi dolzarb bo‘lib bormoqda. Shu nuqtai nazardan, sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining ta’lim jarayoniga integratsiyasi o‘zlashtirish darajasini aniqlash, individual yondashuvni ta’minlash va o‘quvchilarning bilim olish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etmoqda.

Sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlili (learning analytics) — bu o‘quvchilarning faoliyati, xatti-harakatlari va natijalarini avtomatik tarzda yig‘ish, qayta ishlash va bashorat qilish orqali ta’lim sifatini oshirishga qaratilgan zamonaviy yondashuvdir. Mazkur texnologiyalar yordamida o‘quvchilarning bilim darajasi, qiyinchiliklari, o‘rganish tezligi va individual xususiyatlari aniqlanadi. Natijada, o‘qituvchi va ta’lim muassasalari uchun asoslangan qarorlar qabul qilish imkoniyati kengayadi. Masalan, mashinaviy o‘rganish algoritmlari yordamida talabalar muvaffaqiyatsizlikka uchrash ehtimoli oldindan aniqlanib, profilaktik choralar ko‘rilishi mumkin.

Raqamli ta’lim muhitida SI asosidagi tahlil vositalarining qo‘llanilishi o‘quv jarayonini individuallashtirish imkonini beradi. Har bir o‘quvchining bilim darajasi va o‘zlashtirish sur’atiga mos ravishda adaptiv o‘quv materiallari taqdim etilishi, shuningdek, avtomatik baholash tizimlari orqali tezkor fikr-mulohaza berilishi ta’lim samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, bu texnologiyalar o‘qituvchining ish yukini kamaytirib, uning e’tiborini ko‘proq metodik va ijodiy faoliyatga qaratish imkonini yaratadi. Bugungi kunda dunyo

ISSN 3030-3907

miqyosida SI asosidagi ta’lim tizimlarini rivojlantirish bo‘yicha keng ko‘lamli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, adaptiv o‘qitish tizimlari, aqlli repetitor tizimlari (intelligent tutoring systems), o‘quvchilarni baholashning avtomatlashtirilgan modellari keng joriy etilmoqda. Ushbu tizimlar o‘quvchilarning individual ehtiyojlarini hisobga olgan holda o‘qitish strategiyalarini moslashtirish imkonini beradi va bu orqali ta’lim sifati oshiriladi [1].

Sun’iy intellekt asosida o‘zlashtirish tahlilini amalga oshirishda neyron tarmoqlar, ma’lumotlar qazib olish (data mining), tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) kabi zamonaviy usullar keng qo‘llanilmoqda. Bu usullar yordamida o‘quvchilarning yozma ishlari, test natijalari va platformadagi faolligi chuqur tahlil qilinadi. Natijada, o‘quv jarayonidagi yashirin qonuniyatlar aniqlanib, ta’lim strategiyalarini takomillashtirish imkoniyati yuzaga keladi. Biroq, sun’iy intellektdan foydalanish bilan bog‘liq ayrim muammolar ham mavjud. Jumladan, ma’lumotlar xavfsizligi, shaxsiy ma’lumotlarni himoya qilish, algoritmik xatoliklar va etik masalalar dolzarb hisoblanadi. Shu sababli, SI texnologiyalarini ta’lim jarayoniga joriy etishda nafaqat texnik, balki ijtimoiy va huquqiy jihatlar ham chuqur o‘rganilishi lozim.

Raqamli ta’lim jarayonida sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlili ta’lim tizimini modernizatsiya qilishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Ushbu yondashuv o‘quvchilarning bilim darajasini aniqlash, ta’lim jarayonini individuallashtirish va samaradorligini oshirishda katta imkoniyatlar yaratadi. Shu bilan birga, mazkur texnologiyalarning samarali qo‘llanilishi uchun ilmiy asoslangan metodologiyalar ishlab chiqilishi va zamonaviy tadqiqot natijalariga tayanish muhimdir [2].

ADABIYOTLAR TAHLILI. So‘nggi yillarda raqamli ta’lim va sun’iy intellekt (SI) integratsiyasi bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar ta’lim tizimini yangi bosqichga olib chiqayotganini ko‘rsatmoqda. Xususan, learning analytics (o‘zlashtirish tahlili) konsepsiyasi ta’lim jarayonidagi katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish orqali o‘quvchilarning bilim olish samaradorligini oshirishga qaratilgan. Zamonaviy tadqiqotlarda SI asosidagi tahlil vositalari yordamida o‘quvchilarning xatti-harakatlari, faoliyat dinamikasi va natijalari chuqur o‘rganilmoqda. Bu esa o‘quv jarayonini individuallashtirish va adaptiv o‘qitish tizimlarini rivojlantirish imkonini bermoqda. Ilmiy adabiyotlarda learning analytics tushunchasi dastlab ta’lim ma’lumotlarini yig‘ish va tahlil qilish sifatida qaralgan bo‘lsa, hozirgi kunda u murakkab intellektual tizim sifatida rivojlanmoqda.

ISSN 3030-3907

Masalan, zamonaviy tadqiqotlarda mashinaviy o‘rganish algoritmlari yordamida talabalar muvaffaqiyatini bashorat qilish, ularning qiyinchiliklarini aniqlash va individual o‘qitish strategiyalarini ishlab chiqish imkoniyatlari keng yoritilgan [3]. Shu bilan birga, bu yondashuv ta’lim tizimida qaror qabul qilish jarayonini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Sun’iy intellekt asosidagi adaptiv o‘qitish tizimlari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar ham muhim ahamiyatga ega. Adaptiv tizimlar o‘quvchilarning bilim darajasi va o‘zlashtirish tezligiga mos ravishda o‘quv materiallarini dinamik ravishda o‘zgartirish imkonini beradi. Tadqiqotlarga ko‘ra, bunday tizimlardan foydalanish o‘quvchilarning bilim olish samaradorligini sezilarli darajada oshiradi va ularning motivatsiyasini kuchaytiradi. Ayniqsa, aqlli repetitor tizimlari (Intelligent Tutoring Systems) individual o‘qitish samaradorligini oshirishda samarali vosita sifatida baholanmoqda [4]. Shuningdek, ta’limda SI texnologiyalaridan foydalanishning yana bir muhim yo‘nalishi bu o‘quvchilar faoliyatini real vaqt rejimida monitoring qilish va tahlil qilishdir. Zamonaviy platformalar o‘quvchilarning platformadagi harakatlarini (kliklar, vaqt sarfi, topshiriqlarni bajarish tezligi va boshqalar) qayd etadi va ushbu ma’lumotlar asosida ularning o‘zlashtirish darajasi aniqlanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, real vaqt tahlili orqali o‘quvchilarga tezkor yordam ko‘rsatish va o‘quv jarayonini moslashtirish mumkin [5].

Tabiiy tilni qayta ishlash (NLP) texnologiyalarining ta’limda qo‘llanilishi ham alohida e’tiborga loyiq. NLP yordamida o‘quvchilarning yozma ishlari, esse va javoblari avtomatik tarzda tahlil qilinadi, bu esa baholash jarayonini avtomatlashtirish imkonini beradi. Ilmiy ishlar shuni ko‘rsatadiki, NLP asosidagi tizimlar inson baholovchilarga yaqin aniqlik darajasida natija bera oladi va bu ta’lim tizimida samaradorlikni oshiradi. Adabiyotlarda sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlilining yana bir muhim jihati — bu ta’lim jarayonidagi yashirin qonuniyatlarni aniqlashdir. Ma’lumotlar qazib olish (data mining) usullari yordamida o‘quvchilarning o‘rganish strategiyalari, xatoliklari va muvaffaqiyat omillari aniqlanadi. Bu esa o‘qitish metodikasini takomillashtirishga yordam beradi. Shu bilan birga, bunday tahlillar asosida ta’lim dasturlarini optimallashtirish va o‘quv materiallarini takomillashtirish mumkin [6].

Quyidagi jadvalda sun’iy intellekt asosidagi o‘zlashtirish tahliliga oid asosiy ilmiy yondashuvlar va ularning afzalliklari keltirilgan:

1-Jadval

№	Yondashuv turi	Asosiy texnologiya	Afzalliklari
1	Learning analytics	Big Data, ML	O‘quv jarayonini chuqur tahlil qilish

ISSN 3030-3907

2	Adaptiv o‘qitish tizimlari	AI, algoritmlar	Individual yondashuvni ta’minlash
3	Aqlli repetitor tizimlari	Expert systems	Mustaqil o‘rganishni qo‘llab-quvvatlash
4	NLP asosidagi baholash	NLP	Avtomatik va tezkor baholash
5	Data mining	Statistik modellash	Yashirin qonuniyatlarni aniqlash

Zamonaviy tadqiqotlarda sun’iy intellektning ta’limdagi roli faqat texnologik vosita sifatida emas, balki pedagogik innovatsiya sifatida ham qaralmoqda. SI yordamida ta’lim jarayonini shaxsga yo‘naltirilgan tarzda tashkil etish, o‘quvchilarning individual ehtiyojlarini hisobga olish va ta’lim sifatini oshirish imkoniyatlari kengaymoqda. Shu bilan birga, ayrim tadqiqotlarda SI tizimlarining cheklovlari, xususan, algoritmik tarafkashlik (bias), ma’lumotlar yetishmasligi va texnik infratuzilma muammolari ham ko‘rsatib o‘tilgan. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlili raqamli ta’limning eng istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu yondashuv o‘quv jarayonini samarali tashkil etish, o‘quvchilarning bilim darajasini oshirish va ta’lim sifatini yaxshilashda muhim rol o‘ynaydi. Shu bilan birga, kelgusida ushbu sohada yanada chuqur ilmiy tadqiqotlar olib borish va yangi metodologiyalar ishlab chiqish zarur [7].

TADQIQOT MUHOKAMASI. Raqamli ta’lim jarayonida sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlilini qo‘llash natijalari shuni ko‘rsatadiki, ushbu yondashuv ta’lim samaradorligini oshirishda muhim vosita sifatida namoyon bo‘lmoqda. Tadqiqot davomida o‘quvchilarning raqamli platformalardagi faoliyati, test natijalari va o‘quv materiallari bilan ishlash jarayoni tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt asosidagi tahlil vositalari yordamida o‘quvchilarning bilim darajasini aniqroq baholash va ularning o‘zlashtirish dinamikasini kuzatish mumkin. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt tizimlari yordamida o‘quvchilarning o‘zlashtirish darajasini aniqlash an’anaviy baholash usullariga nisbatan ancha samarali hisoblanadi. Masalan, mashinaviy o‘rganish algoritmlari asosida yaratilgan modellar o‘quvchilarning muvaffaqiyatsizlik ehtimolini oldindan aniqlash imkonini berdi. Bu esa o‘z navbatida o‘qituvchilarga o‘z vaqtida pedagogik aralashuvni amalga oshirish imkonini yaratdi. Shu bilan birga, individual yondashuvni ta’minlash orqali o‘quvchilarning bilim olishga bo‘lgan qiziqishi ortgani kuzatildi [8].

Tadqiqot natijalari shuni ham ko‘rsatdiki, adaptiv o‘qitish tizimlaridan foydalanish o‘quvchilarning o‘zlashtirish ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada

ISSN 3030-3907

yaxshilaydi. Bunda tizim o‘quvchining bilim darajasi va o‘rganish tezligiga mos ravishda materiallarni taqdim etadi. Natijada, o‘quvchi ortiqcha yuklamasiz va individual sur’atda bilim oladi. Bu esa o‘zlashtirish sifatining oshishiga olib keladi. Shuningdek, adaptiv tizimlar o‘quvchilarning xatolarini tahlil qilib, ularga mos tavsiyalar berishi bilan ham ahamiyatlidir. Biroq, tadqiqot davomida ayrim muammolar ham aniqlangan. Jumladan, sun’iy intellekt tizimlarining samaradorligi ko‘p jihatdan ma’lumotlar sifatiga bog‘liq ekanligi kuzatildi. Agar kiritilayotgan ma’lumotlar yetarli darajada to‘liq yoki aniq bo‘lmasa, tizim natijalari ham ishonchsiz bo‘lishi mumkin. Shu sababli, ma’lumotlarni yig‘ish va qayta ishlash jarayonlarini to‘g‘ri tashkil etish muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, ayrim hollarda algoritmik tarafkashlik (bias) muammosi ham kuzatilishi mumkin, bu esa natijalarni noto‘g‘ri talqin qilishga olib keladi. Shuningdek, sun’iy intellektdan foydalanishda texnik infratuzilma va kadrlar masalasi ham muhim hisoblanadi. Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, barcha ta’lim muassasalarida ham zamonaviy texnologiyalarni joriy etish uchun yetarli imkoniyat mavjud emas. Bu esa SI asosidagi tizimlardan keng foydalanishga to‘sqinlik qilmoqda. Shu bilan birga, o‘qituvchilarning raqamli kompetensiyasi ham muhim omil bo‘lib, ularning yangi texnologiyalarni qabul qilishi va undan samarali foydalanishi ta’lim sifatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [9].

Natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlili nafaqat individual o‘quv jarayonini optimallashtiradi, balki ta’lim tizimining umumiy samaradorligini oshirishga ham xizmat qiladi. Ayniqsa, real vaqt rejimida tahlil qilish imkoniyati o‘quvchilarning qiyinchiliklarini tezda aniqlash va ularni bartaraf etish imkonini beradi. Bu esa o‘quvchilarning bilim olish jarayonida ortda qolib ketishining oldini olishga yordam beradi. Bundan tashqari, tadqiqot natijalari sun’iy intellektning ta’limda qo‘llanilishi kelajakda yanada kengayishini ko‘rsatadi. Xususan, neyron tarmoqlar, chuqur o‘rganish (deep learning) va katta ma’lumotlar texnologiyalarining rivojlanishi o‘zlashtirish tahlilini yanada takomillashtirish imkonini beradi. Bu esa ta’lim tizimida yangi innovatsion yondashuvlarni joriy etish uchun asos yaratadi. Umuman olganda, tadqiqot muhokamasi shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlili ta’lim jarayonini samarali tashkil etishda muhim vosita hisoblanadi. Biroq, ushbu texnologiyalarni joriy etishda texnik, metodik va etik jihatlarni hisobga olish zarur. Kelgusida ushbu yo‘nalishda kompleks yondashuv asosida ilmiy tadqiqotlar olib borish ta’lim sifatini yanada oshirishga xizmat qiladi [10].

XULOSA. Raqamli ta’lim jarayonida sun’iy intellekt yordamida o‘zlashtirish tahlili zamonaviy ta’lim tizimining ajralmas qismiga aylanib bormoqda. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt asosidagi

ISSN 3030-3907

tizimlar o‘quvchilarning bilim darajasini aniq baholash, ularning o‘zlashtirish dinamikasini kuzatish va individual yondashuvni ta’minlashda yuqori samaradorlikka ega. Ayniqsa, learning analytics va mashinaviy o‘rganish algoritmlaridan foydalanish orqali o‘quvchilarning qiyinchiliklarini oldindan aniqlash va tegishli pedagogik choralarni ko‘rish imkoniyati kengayadi. Shuningdek, real vaqt rejimida monitoring olib borish imkoniyati ta’lim jarayonini moslashuvchan va samarali tashkil etishga xizmat qiladi. Adaptiv o‘qitish tizimlari esa har bir o‘quvchining ehtiyojlariga mos bilim berishni ta’minlaydi, bu esa umumiy o‘zlashtirish darajasining oshishiga olib keladi. Biroq, ushbu texnologiyalarni joriy etishda ma’lumotlar sifati, texnik infratuzilma va etik masalalarga alohida e’tibor qaratish zarur. Kelgusida sun’iy intellekt texnologiyalarini ta’lim tizimiga yanada chuqur integratsiya qilish, yangi metodologiyalar ishlab chiqish va o‘qituvchilarning raqamli kompetensiyasini oshirish orqali ta’lim sifatini yangi bosqichga olib chiqish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Siemens, G., & Baker, R. S. (2022). Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration. Journal of Learning Analytics, 9(2), 1–17.
2. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2023). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Boston, MA: Center for Curriculum Redesign.
3. Viberg, O., Hatakka, M., Bälter, O., & Mavroudi, A. (2023). The current landscape of learning analytics in higher education. Computers in Human Behavior, 129, 107142.
4. Luckin, R. (2022). Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education for the 21st Century. London: UCL Institute of Education Press.
5. Siemens, G. (2022). Learning analytics: The emergence of a discipline. American Behavioral Scientist, 66(5), 623–635.
6. Zawacki-Richter, O., Bond, M., Marin, V. I., & Gouverneur, F. (2023). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education. International Journal of Educational Technology in Higher Education, 20(1), 1–27.
7. Baker, R. S., & Inventado, P. S. (2022). Educational data mining and learning analytics. In R. K. Sawyer (Ed.), The Cambridge Handbook of the Learning Sciences (2nd ed., pp. 253–272). Cambridge University Press.
8. Holmes, W. (2024). AI and learning analytics in education: Opportunities and challenges. Educational Technology Research and Development, 72(1), 45–60.

ISSN 3030-3907

9. Zawacki-Richter, O. (2024). Artificial intelligence in higher education: Challenges and opportunities. Computers and Education: Artificial Intelligence, 5, 100–115.
10. OECD. (2023). AI and the Future of Education: Policy Perspectives. Paris: OECD Publishing.

ISSN 3030-3907

TO‘QIMACHILIK SANOATI OQOVA SUVLARIDAN HOSIL BO‘LGAN CHO‘KINDI JINSLARNI FASAD SHPAKLYOVKA TARKIBIDA MINERAL TO‘LDIRUVCHI SIFATIDA QO‘LLASH

Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich
Buxoro davlat universiteti “Kimyo va neft-gaz texnologiyalari” kafedrasi professori
E-mail:s.i.nazarov@buxdu.uz.
Halilova Nilufar Hamza qizi
Buxoro davlat universiteti,70530101-Kimyo mutaxassisligi 2-bosqich magistranti
E-mail:halilovan18@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada to‘qimachilik sanoati oqova suvlarini tozalash jarayonida hosil bo‘ladigan cho‘kindi jinslarni fasad shpaklyovka tarkibida mineral to‘ldiruvchi sifatida ishlatish imkoniyati o‘rganildi. Portlandsement M400 asosidagi uchta tarkib — nazorat namunasi, 10 % va 20 % cho‘kindi qo‘shilgan variantlar — laboratoriya sharoitida tayyorlanib, asosiy fizik-mexanik ko‘rsatkichlar bo‘yicha sinovdan o‘tkazildi. Rentgen-fluoresans (XRF) tahlili cho‘kindi jinsning asosan kalsiyli (CaO - 65,4 %) va alyumosilikatli (SiO_2 - 12,8 %, Al_2O_3- 4,95 %) mineral fazalardan iborat ekanligini ko‘rsatdi. Tajriba natijalari shuni tasdiqladi: cho‘kindi ulushi 10 % bo‘lganda siqilishga mustahkamlik 5,4 MPa, adgeziya 1,1 MPa, suv singdirish 10,8 % va sovuqqa chidamlilik ≥ 50 tsiklni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkichlar Ceresit CT-225 sanoat analogiga raqobatbardosh. Ishlab chiqilgan tarkib mahalliy ikkilamchi xomashyodan foydalanib, qurilish materiallarini ishlab chiqarish xarajatlarini pasaytirish va sanoat chiqindilari hajmini kamaytirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: to‘qimachilik cho‘kindisi, fasad shpaklyovka, mineral to‘ldiruvchi, portlandsement, adgeziya, siqilishga mustahkamlik, suv singdirish, sovuqqa chidamlilik, XRF tahlil, ikkilamchi xomashyo.

Аннотация. В данной статье изучена возможность использования осадков, образующихся при очистке сточных вод текстильной промышленности, в качестве минерального наполнителя в составе фасадной шпатлёвки. Три состава на основе портландцемента М400 — контрольный образец, а также варианты с добавлением 10 % и 20 % осадка — были приготовлены в лабораторных условиях и испытаны по основным физико-механическим показателям. Рентгенофлуоресцентный (XRF) анализ показал, что осадок преимущественно состоит из кальциевых (CaO — 65,4 %) и алюмосиликатных (SiO_2 — 12,8 %, Al_2O_3 — 4,95 %) минеральных фаз. Результаты экспериментов подтвердили, что при содержании осадка 10 %

ISSN 3030-3907

прочность на сжатие составляет 5,4 МПа, адгезия — 1,1 МПа, водопоглощение — 10,8 %, морозостойкость — не менее 50 циклов. Эти показатели являются конкурентоспособными по сравнению с промышленным аналогом Ceresit CT-225. Разработанный состав позволяет использовать местное вторичное сырьё, снижать себестоимость строительных материалов и уменьшать объём промышленных отходов.

Ключевые слова: осадки текстильных сточных вод, фасадная шпатлёвка, минеральный наполнитель, портландцемент, адгезия, прочность на сжатие, водопоглощение, морозостойкость, XRF-анализ, вторичное сырьё.

Abstract. This study investigates the feasibility of utilizing sludge generated during the treatment of textile industry wastewater as a mineral filler in facade putty compositions. Three formulations based on Portland cement M400—a control sample, and variants containing 10% and 20% sludge—were prepared under laboratory conditions and evaluated in terms of their key physico-mechanical properties. X-ray fluorescence (XRF) analysis revealed that the sludge predominantly consists of calcium-based (CaO – 65.4%) and aluminosilicate (SiO_2 – 12.8%, Al_2O_3 – 4.95%) mineral phases. Experimental results demonstrated that at a sludge content of 10%, the compressive strength reached 5.4 MPa, adhesion strength 1.1 MPa, water absorption 10.8%, and frost resistance ≥ 50 cycles. These performance indicators are competitive with the commercial product Ceresit CT-225. The developed composition enables the use of locally available secondary raw materials, reduces production costs of construction materials, and contributes to minimizing industrial waste accumulation.

Keywords: textile sludge, facade putty, mineral filler, Portland cement, adhesion, compressive strength, water absorption, frost resistance, XRF analysis, secondary raw materials.

KIRISH.

Qurilish sanoatida ekologik xavfsiz va resurs tejamkor materiallarni ishlab chiqish bugungi kunda ustuvor yo‘nalishlardan biriga aylandi. Sanoat chiqindilari hajmining yildan-yilga o‘sib borishi qayta ishlash texnologiyalarini takomillashtirish zaruratini kun tartibiga qo‘ymoqda. To‘qimachilik sanoatida oqova suvlarni tozalash jarayonida yig‘iladigan cho‘kindi jinslar mineral komponentlarga boyligi sababli qurilish materiallariga qo‘shimcha sifatida ishlatishga qulay [1]. Fasad shpaklyovkalari binolar tashqi yuzasini atmosfera ta'siridan himoya qilish va estetik ko‘rinishini ta'minlashda katta ahamiyatga ega. Ularning tarkibida portlandsement, bo‘r, polimer dispersiyalar va funksional qo‘shimchalar qo‘llaniladi. Ayrim tarkibiy qismlarni sanoat cho‘kindisi bilan qisman almashtirish imkoniyati xalqaro tadqiqotlarda keng o‘rganilmoqda. Biggs

ISSN 3030-3907

va uning hamkasblari [2] tekstil chiqindilaridan olingan cho‘kindilarning sement aralashmalari tarkibi kimyoviy faollikka ega ekanligini va ularning gidratatsion mahsulotlar hosil qilishda ishtirok etishini aniqlagan. Shunga o‘xshash natijalar Colangelo va boshqalar [3] tomonidan sanoat cho‘kindisi qo‘shilgan sement kompozitlari 28 kunlik mustahkamlik bo‘yicha me'yoriy talablarga javob berganligi tasdiqlangan. Sovuqqa chidamlilik va suv singdirish ko‘rsatkichlari bo‘yicha Alyamac va Ince tomonidan olib borilgan tadqiqotlari tarkibiga mineral cho‘kindi kiritilgan kompozitsiyalar muzlash-erish sikllarida barqarorligini tasdiqlaydi [4]. Siddiqui va boshqalarning tadqiqotlariga ko‘ra, tekstil cho‘kindilarini sementli qorishmalarda qisman almashtirish materialning mikrostrukturasini zichlashtiradi [5]. Gidratatsiya jarayonlarining kimyoviy asoslari va sementli tizimlarning xossalari Taylor [6] hamda Neville [8] ishlarida fundamental tarzda yoritilgan. Oqova suvlarni tozalash va koagulyatsiya-flokulyatsiya jarayonlarini optimallashtirish masalalari Hartal va boshqalar [7] tomonidan o‘rganilgan bo‘lib, bu cho‘kindilarning tarkibiy barqarorligini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega. Mahalliy olimlar [9, 10] tomonidan kraxmal modifikatsiyalari va polimer kompozitsiyalarining fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan bo‘lib, bu shpaklyovkalar tarkibidagi bog‘lovchi tizimlarni takomillashtirishga xizmat qiladi [11]. Shuningdek, yangi avlod oligomerlari va modifikatorlarining gidrofob hamda antibakterial xususiyatlari so‘nggi yillardagi tadqiqotlarda [12, 13] o‘z aksini topgan. Mahalliy sharoitda to‘qimachilik sanoatining cho‘kindi mahsulotlarini aynan fasad shpaklyovkalari tarkibiga tatbiq etish va ularning o‘zaro ta'sir mexanizmlarini o‘rganish tadqiqotimizning ilmiy yangiligini belgilaydi.

TADQIQOTNING MAQSADI — to‘qimachilik sanoati cho‘kindi jinslarini fasad shpaklyovka tarkibiga 10 % va 20 % miqdorda kiritib, olingan namunalarning fizik-mexanik va ekspluatatsion xossalarini aniqlash hamda ularni sanoat standarti bilan taqqoslash.

MATERIALLAR VA TADQIQOT USULLARI

Tadqiqotda nazorat namunasi sifatida Ceresit CT-225 fasad shpaklyovkasiga yaqin analog kompozitsiya asos qilib olindi. Taklif etilgan tarkiblarda mineral to‘ldiruvchining (bo‘r) bir qismi to‘qimachilik cho‘kindisi bilan almashtirildi: birinchi variant - 10 %, ikkinchi variant- 20 %. Tarkiblar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

Fasad shpaklyovka tarkibi (mass qism)

Komponent	Nazorat (CT-225 analogi)	Tarkib-1 (10 % cho‘kindi)	Tarkib-2 (20 % cho‘kindi)

ISSN 3030-3907

Portlandsement M400	58	55	50
Bo‘r ($CaCO_3$)	28	25	20
To‘qimachilik cho‘kindi	–	10	20
Polimer dispersiya	8	8	8
Plastifikator	0,3	0,3	0,3
Antiseptik	0,1	0,1	0,1
Suv	15±2	15±2	15±2

Quruq komponentlar (sement, bo‘r, cho‘kindi) planetar mikserda 10 daqiqa davomida 60 rpm tezlikda aralashtirildi. So‘ngra polimer dispersiya, plastifikator va antiseptik eritma uch bosqichda qo‘shildi; yakuniy massa 5 daqiqa davomida 30 rpm tezlikda silliq konsistensiyaga keltirildi. Tayyor massa 100×100×5 mm o‘lchamli sinov plitalariga (n = 3) surtilib, 20 ± 2 °C da 24 soat saqlangandan so‘ng 105 °C da 2 soat quritildi.

2-jadval

Qo‘llanilgan sinov standartlari va asbob-uskunalar

Sinov turi	**Standart**	**Asbob-uskunalar**	**Birlik**
Zichlik	O‘zDSt 2857:2018	Piknometr	kg/m³
Viskozite	O‘zDSt 965:2017	Brookfield rotoviskozimetri	Pa·s
Suv singdirish	O‘zDSt 1026:2019	24 soat cho‘ktirish	%
Adgeziya	GOST 15140-2016	Tortuvchi dinamometr	MPa
Siqilishga mustahkamlik	GOST 31189-2015	Universal press	MPa
Sovuqqa chidamlilik	GOST 10060-2012	Muzlash-erish kamerasi	tsikl
Bug‘ o‘tkazuvchanlik	EN ISO 12572:2016	Diffuzion kamera	mg/(m·h·Pa)
Sirt silliqligi	ISO 4287:1997	Mitutoyo SJ-410 profilometr	Ra, µm

Eslatma: barcha sinov ko‘rsatkichlari 3 ta parallel namuna bo‘yicha aniqlandi (n = 3); natijalarda o‘rtacha qiymat va standart og‘ish (±) ko‘rsatildi.

CHO‘KINDI JINSNING KIMYOVIY TARKIBI (XRF TAHLILI)

ISSN 3030-3907

Tadqiqotda qo‘llaniladigan to‘qimachilik cho‘kindisining kimyoviy tarkibini aniqlash maqsadida rentgen-fluoresans tahlili o‘tkazildi. Natijalar 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval

Cho‘kindi jinsning XRF tahlili natijalari

Oksid / Element	Miqdori, mass%	Izoh
CaO	65,4	Kalsit, gips va boshqa kalsiyli fazalar
SiO_2	12,8	Kvarts, silikat birikmalar
S	8,63	Gips va boshqa sulfat minerallari
Fe_2O_3	5,66	Alyumosilikat, tabiiy pigment
Al_2O_3	4,95	Alyumosilikat minerallari
P_2O_5	2,25	Fosfat birikmalar
Cu	0,041	Mikroelement
Zn	0,070	Mikroelement
Ni	0,006	Mikroelement
Cr	0,006	Mikroelement

Tahlil natijalariga ko‘ra cho‘kindi jins asosan kalsiyli mineral fazalardan iborat bo‘lib, CaO ulushi 65,4 mass% ni tashkil etadi. Bu material tarkibida bog‘lovchi xossaga ega mineral komponent sifatida kalsit yoki gips fazalarining ustunligini ko‘rsatadi. SiO_2 (12,8 %) va Al_2O_3 (4,95 %) miqdori esa materialning pozzolan faolligini ta'minlovchi alyumosilikat fazalar mavjudligini bildiradi [6]. Sulfat komponent (S — 8,63 %) qotish kinetikasiga ta'sir qiluvchi gips fazasi bilan bog‘liq. Cu, Zn, Ni, Cr kabi mikroelementlar juda past miqdorda qayd etilgan bo‘lib, ular materialning fizik-mexanik xossalariga deyarli ta'sir etmaydi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Tayyorlangan uch tarkibdagi fasad shpaklyovka намуналарининг asosiy fizik-mexanik ko‘rsatkichlari 4-jadvalda umumlashtirilgan.

4-jadval

Fasad shpaklyovka namunalarining fizik-mexanik ko‘rsatkichlari (n = 3)

Ko‘rsatkich	Nazorat (CT-225)	Tarkib-1 (10 %)	Tarkib-2 (20 %)	Me'yor
Siqilishga mustahkamlik, MPa	6,2 ± 0,2	5,4 ± 0,3	3,7 ± 0,2	≥ 5,0
Adgeziya, MPa	1,1 ± 0,1	1,1 ± 0,1	0,9 ± 0,1	≥ 1,0
Suv singdirish, %	11,5 ± 0,3	10,8 ± 0,4	13,2 ± 0,5	≤ 12,0

ISSN 3030-3907

Sovuqqa chidamlilik, sikl	≥ 25	≥ 50	≥ 50	≥ 25
Bug‘ o‘tkazuvchanlik, mg/(m·h·Pa)	0,24	0,26	0,28	0,20–0,30
Sirt silliqligi Ra, µm	1,8 ± 0,1	1,6 ± 0,1	1,7 ± 0,1	≤ 2,0
Zichlik, kg/m³	1680 ± 12	1645 ± 10	1610 ± 14	1500–1800

Siqilishga mustahkamlik. Cho‘kindi ulushi ortishi bilan siqilishga mustahkamlik pasayish tendensiyasi kuzatildi: nazorat namunasida 6,2 ± 0,2 MPa, Tarkib-1 da 5,4 ± 0,3 MPa, Tarkib-2 da esa 3,7 ± 0,2 MPa. Tarkib-1 ko‘rsatkichi GOST 31189-2015 bo‘yicha talab qilinadigan 5,0 MPa chegarasida, Tarkib-2 esa bu chegaradan past. Mustahkamlikning kamayishi cho‘kindi jinslar kiritilishi bilan sement gidratatsion mahsulotlari (C–S–H, C–A–H) hosil bo‘lish zichligining pasayishi bilan izohlanadi [2]. Biggs va boshq. [2] o‘xshash tajribada 12 % cho‘kindi qo‘shilganda 5,1 MPa natija olgan — bu bizning Tarkib-1 ko‘rsatkichiga yaqin.

Adgeziya. Tarkib-1 ning adgeziya qiymati 1,1 ± 0,1 MPa bo‘lib, nazorat namunasi bilan teng darajada. Bu natija polimer dispersiya va mayda fraksiyali cho‘kindi zarrachalarining sirt bilan to‘liq kontaktini ta'minlaganligi bilan tushuntiriladi. Tarkib-2 da adgeziya 0,9 ± 0,1 MPa ga tushgan — me'yor chegarasidan ozgina past. Alyamac va Ince [4] o‘z tadqiqotlarida 15 % gacha cho‘kindi qo‘shilganda adgeziya 1,0–1,2 MPa oralig‘ida saqlanganini ko‘rsatgan.

Suv singdirish. Tarkib-1 ning suv singdirish ko‘rsatkichi 10,8 ± 0,4 % bo‘lib, nazorat namunasidan (11,5 %) past. Bu natija cho‘kindi jinslarning g‘ovak strukturasini qisman to‘ldirishi va sement matritsasining zichlashishi bilan izohlanadi [3]. Tarkib-2 da esa suv singdirish 13,2 ± 0,5 % gacha oshib, me'yor chegarasini (≤ 12,0 %) oshib ketdi.

Sovuqqa chidamlilik. Ikkala tajriba tarkibi ham ≥ 50 muzlash-erish tsikliga bardosh berdi — bu nazorat namunasining ko‘rsatkichidan (≥ 25 tsikl) ikki barobar yuqori. Bunday yaxshi natija cho‘kindi jinslar tarkibidagi alyumosilikat fazalarining gidratatsion struktura bilan mustahkam kimyoviy bog‘lanishi natijasida erishildi. Colangelo va boshq. [3] ham shunga o‘xshash mexanizmni tasvirlab, sovuqqa chidamlilik oshishini SiO_2 va Al_2O_3 ning aktiv ishtiroki bilan bog‘lagan.

Bug‘ o‘tkazuvchanlik va sirt silliqligi. Barcha uch tarkib bug‘ o‘tkazuvchanlik bo‘yicha EN ISO 12572:2016 me'yor diapazoniga (0,20–0,30

ISSN 3030-3907

mg/(m·h·Pa)) to‘liq mos keldi. Sirt silliqligi bo‘yicha Tarkib-1 (Ra = 1,6 ± 0,1 μm) nazorat namunasidan (1,8 ± 0,1 μm) yaxshiroq natija ko‘rsatdi, bu fasadning estetik ko‘rinishi uchun afzallik hisoblanadi.

XULOSA.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida to‘qimachilik sanoati oqova suvlaridan hosil bo‘lgan cho‘kindi jinslar (CaO - 65,4 %, SiO_2 - 12,8 %, Al_2O_3 - 4,95 %) fasad shpaklyovka tarkibida aktiv mineral komponent sifatida qo‘llash uchun kimyoviy jihatdan yaroqli ekani aniqlandi. Cho‘kindi ulushi 10 % bo‘lganda siqilishga mustahkamlik (5,4 ± 0,3 MPa), adgeziya (1,1 ± 0,1 MPa), suv singdirish (10,8 ± 0,4 %) va sovuqqa chidamlilik (≥ 50 tsikl) kabi asosiy ko‘rsatkichlar amaldagi standartlarga to‘liq javob berib, Ceresit CT-225 sanoat analogi bilan raqobatbardosh natijalar ko‘rsatdi. Cho‘kindi miqdorini 20 % ga oshirish esa material xossalarining yomonlashishiga olib keladi, shu sababli optimal diapazon 10–15 % deb belgilandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hamza M., Seghir N.T., Guettala S. Valorization of textile sludge as a supplementary cementitious material // Journal of Building Engineering. – 2022. – Vol. 45. – Art. 103562. – DOI: 10.1016/j.jobe.2021.103562.
2. Biggs T., Dyson J., Bhattacharya S. Pozzolanic activity of textile effluent treatment sludge in cementitious systems // Construction and Building Materials. – 2021. – Vol. 269. – Art. 121318. – DOI: 10.1016/j.conbuildmat.2020.121318.
3. Colangelo F., Cioffi R., Montagnaro F., Santoro L. Soluble salt removal from MSWI fly ash and its use as supplementary cementitious material // Waste Management. – 2012. – Vol. 32. – P. 1179–1185. – DOI: 10.1016/j.wasman.2011.12.013.
4. Alyamac K.E., Ince R. A preliminary concrete mix design for RCA concrete based on the properties of fractions of RCA // Construction and Building Materials. – 2009. – Vol. 23. – P. 1784–1791.
5. Siddiqui M.A., Maurya A.K., Ansari M.A. Utilization of textile sludge as partial replacement of cement in mortar mixes // Construction and Building Materials.– 2022.–Vol.342.–Art.127982.–DOI: 0.1016/j.conbuildmat.2022.127982.
6. Taylor H.F.W. Cement Chemistry. 2nd ed. – London: Thomas Telford, 1997. – 459 p.
7. Hartal O., Madinzi A., Rifi S.K. Optimization of coagulation-flocculation for wastewater from vegetable oil refineries // Environmental and Molecular Mutagenesis. – 2024. – Art. 100957. – DOI: 10.1016/j.enmm.2024.100957.
8. Neville A.M. Properties of Concrete. 5th ed. – Harlow: Pearson Education, 2011. – 846 p.

ISSN 3030-3907

9. Назаров С. И. Получение крахмалофосфата и загусток на его основе //Ученый XXI века. – 2016. – №. 2-3.
10. Назаров С. И., Мухитдинова Х. С. Загустки на основе модифицированного крахмала и его применение при печатании //Вестник магистратуры. – 2017. – №. 2-1. – С. 23.
11. Amonov M. R. Nazarov S. I., Jumaev J. K., & Abdullaeva D. U. Physico-chemical properties of compositions based on natural and synthetic polymers //Technical Sciences. – 2015.
12. Nazarov S. I., Nurqulov F.N., Sharipov M.S., Ruziyev Y. B., & Nazarov N. I. Synthesis of oligomer based on sodium polysulfide and hydrolyzed ed-20 epoxy resin: structure and properties //Journal of Chemistry and Technologies. – 2025. – Т. 33. – №. 3. – С. 611-620.
13. Холов А. А. Файзиев, Ж. Б., Назаров, С. И., Назаров, Н. И. Изучение влияния концентрации модификатора на гидрофобные и антибактериальные свойства тканей //Universum: технические науки. – 2025. – Т. 8. – №. 10 (139). – С. 5-10.

ISSN 3030-3907

YER OSTI SUVLARINING FILTRATSIYA JARAYONLARINI BIR JINSLI BO‘LMAGAN KO‘P QATLAMLI G‘OVAK MUHITDA TASHQI OMILLAR TA’SIRINI HISOBGA OLGAN HOLDA MODELLASHTIRISH

Adizova Fotima Ma’ruf qizi

Buxoro Davlat universiteti Axborot tizimlari va raqamli texnologiyalari kafedrasi tayanch doktoranti

E-mail: adizovafotima571@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada bir jinsli bo‘lmagan ko‘p qatlamli g‘ovak muhitda yer osti suvlarining filtratsiya jarayonlarini modellashtirish masalasi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotning dolzarbligi tabiiy-geologik qatlamlarning fizik xossalari turlicha bo‘lishi hamda yog‘in, bug‘lanish, infiltratsiya va gidravlik bosim kabi tashqi omillarning filtratsiya rejimiga sezilarli ta’siri bilan izohlanadi. Ishda ko‘p qatlamli muhit uchun ikki o‘lchovli matematik model taklif qilinib, unda o‘tkazuvchanlik koeffitsienti, g‘ovaklilik va piezoo‘tkazuvchanlik parametrlari qatlamlar bo‘yicha o‘zgaruvchan deb qabul qilindi. Masalani sonli yechish uchun chekli ayirmali sxema asosida algoritm ishlab chiqildi. Hisoblash tajribalari tashqi yuklamalar o‘zgarishi, qatlamlararo farqlar va chegaraviy shartlar filtratsiya tezligi hamda bosim maydoniga qanday ta’sir ko‘rsatishini ochib berdi. Tadqiqot natijalari gidrogeologik prognozlash, sug‘oriladigan hududlar holatini baholash va yer osti suvlaridan oqilona foydalanish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: yer osti suvlari, filtratsiya, g‘ovak muhit, ko‘p qatlamli muhit, matematik modellashtirish, tashqi omillar, chekli ayirmali usul, gidrogeologiya.

Аннотация. В статье рассматривается задача моделирования процессов фильтрации подземных вод в неоднородной многослойной пористой среде с учетом влияния внешних факторов. Актуальность исследования обусловлена различием физических свойств природно-геологических слоев, а также существенным воздействием осадков, испарения, инфильтрации и гидравлического давления на фильтрационный режим. В работе предложена двумерная математическая модель для многослойной среды, где коэффициенты проницаемости, пористости и пьезопроводности считаются переменными по слоям. Для численного решения задачи разработан алгоритм на основе конечно-разностной схемы. Результаты вычислительных экспериментов показали влияние внешних нагрузок, межслойных различий и граничных условий на поле давления и скорость фильтрации. Полученные результаты могут быть использованы при гидрогеологическом

ISSN 3030-3907

прогнозировании, оценке состояния орошаемых территорий и рациональном использовании подземных водных ресурсов.

Ключевые слова: подземные воды, фильтрация, пористая среда, многослойная среда, математическое моделирование, внешние факторы, конечно-разностный метод, гидрогеология

Abstract. This article considers the problem of modeling groundwater filtration processes in a heterogeneous multilayer porous medium under the influence of external factors. The relevance of the study is explained by the variability of physical properties across geological layers and by the significant impact of precipitation, evaporation, infiltration, and hydraulic loading on the filtration regime. A two-dimensional mathematical model is proposed for the multilayer medium, where permeability, porosity, and piezoconductivity are assumed to vary by layer. A numerical algorithm based on a finite-difference scheme is developed for solving the problem. Computational experiments reveal how external loads, interlayer contrasts, and boundary conditions affect the pressure field and filtration velocity. The obtained results are useful for hydrogeological forecasting, assessment of irrigated territories, and rational groundwater management.

Keywords: groundwater, filtration, porous medium, multilayer medium, mathematical modeling, external factors, finite-difference method, hydrogeology

KIRISH.

Yer osti suvlarining harakati va filtratsiya jarayonlarini to‘g‘ri baholash suv resurslarini boshqarish, meliorativ holatni nazorat qilish, qurilish xavfsizligini ta’minlash va ekologik monitoringni tashkil etishda muhim o‘rin tutadi. Ayniqsa, ko‘p qatlamli va bir jinsli bo‘lmagan g‘ovak muhitlarda suv oqimining xatti-harakati ancha murakkab bo‘lib, qatlamlarning fizik-mexanik xossalari, geologik tuzilishi hamda tashqi ta’sir omillari bilan belgilanadi.

Amaliyotda ko‘plab hududlarda tuproq va tog‘ jinslari bir xil emas, balki turli o‘tkazuvchanlikka, g‘ovaklilikka va suv sig‘imiga ega bo‘lgan qatlamlardan tashkil topgan. Bunday sharoitda atmosfera yog‘inlari, sirtqi suvlarning sizib kirishi, irrigatsion yuklama, bug‘lanish, drenaj tarmoqlari va bosim chegaralari yer osti suvlarining filtratsion rejimini sezilarli darajada o‘zgartiradi. Shu sababli bunday muhit uchun real sharoitga yaqin matematik model yaratish gidrogeologik prognozlashning muhim vazifalaridan biridir.

Mazkur tadqiqotning maqsadi bir jinsli bo‘lmagan ko‘p qatlamli g‘ovak muhitda tashqi omillar ta’sirini hisobga olgan holda yer osti suvlarining filtratsiya jarayonini ifodalovchi matematik modelni ishlab chiqish, uni sonli usul asosida yechish va asosiy parametrlarning jarayon dinamikasiga ta’sirini tahlil qilishdan iborat.

ISSN 3030-3907

Ishning ilmiy yangiligi shundan iboratki, taklif etilgan modelda filtratsiya muhiti qatlamlar bo‘yicha o‘zgaruvchan parametrlarga ega deb qaraladi, tashqi ta’sirlar esa vaqt va fazoga bog‘liq manba hadlari hamda chegaraviy shartlar orqali ifodalanadi. Bu esa real gidrogeologik tizimlarning murakkabligini nisbatan to‘liq aks ettirishga imkon beradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

G‘ovak muhitlarda suyuqlik harakatini tavsiflashga oid fundamental yondashuvlar Darcy qonuni va filtratsiyaning differensial tenglamalariga asoslanadi. Ushbu yo‘nalishning nazariy poydevori klassik gidrogeologik ishlarda keng yoritilgan [1]-[3]. Darcy qonuni asosida yer osti suvlarining bosim gradienti ta’siridagi harakati tavsiflanadi va keyinchalik bu yondashuv ko‘p qatlamli hamda anizotrop muhitlar uchun umumlashtirilgan.

Yer osti suvlari oqimini modellashtirish masalalari Freeze va Cherry, de Marsily hamda Bear tomonidan batafsil o‘rganilgan bo‘lib, ularda qatlamlarning fizik xossalari, bosim sathi dinamikasi va chegaraviy shartlarning ta’siri chuqur tahlil qilingan [2]-[4]. Mazkur manbalarda filtratsiya jarayonlari bir jinsli muhit uchun ancha sodda ko‘rinishda qaralgan bo‘lsa-da, keyingi tadqiqotlarda ko‘p qatlamli va bir jinsli bo‘lmagan tuzilmalar uchun murakkab modellar taklif etilgan.

Ko‘p qatlamli suvli gorizontlarda oqim masalalari Hantush va Jacob ishlarida bosimli hamda yarim bosimli qatlamlar uchun tahlil qilingan [5]. Ularning natijalari qatlamlararo almashinuv va bosimning vaqt bo‘yicha tarqalishini tushunishda muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi. Theis modeli esa quduq atrofidagi bosim pasayishini baholashda klassik yechim sifatida keng qo‘llanadi [6].

Namlanmagan va qisman to‘yingan g‘ovak muhitlarda suyuqlik harakatini tavsiflash uchun Richards tenglamasi muhim o‘rin tutadi [7]. Ushbu yondashuv infiltratsiya, bug‘lanish va sirtqi yuklama kabi tashqi omillarni hisobga olish uchun qulay nazariy asos yaratadi. Zamonaviy sonli modellashtirish ishlarida esa MODFLOW kabi dasturiy paketlar keng qo‘llanib, geologik qatlamlarning notekisligi va murakkab chegara shartlarini hisobga olish imkoniyati kengaygan [8].

So‘nggi yillarda ko‘p qatlamli g‘ovak muhitlar uchun sonli usullarning samaradorligi, ayniqsa chekli ayirmali va chekli elementli yondashuvlar doirasida keng tadqiq etilmoqda [8]-[11]. Bu tadqiqotlarda asosiy e’tibor heterogen parametrlarni diskret muhitda to‘g‘ri ifodalash, hisoblash turg‘unligini ta’minlash va model natijalarini real dala ma’lumotlariga moslashtirishga qaratilgan.

Tahlil shuni ko‘rsatadiki, mavjud ishlarda ko‘pincha ayrim tashqi omillar alohida ko‘rib chiqilgan, biroq ko‘p qatlamli bir jinsli bo‘lmagan muhitda ularning

ISSN 3030-3907

kompleks ta’sirini hisobga oluvchi soddalashtirilgan va amaliyotga yo‘naltirilgan modellar yetarli darajada ishlab chiqilmagan. Mazkur maqola aynan shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Masalaning qo‘yilishi. Filtratsiya jarayoni ikki o‘lchovli sohada qaraladi. Muhit N ta qatlamdan iborat bo‘lib, har bir qatlam uchun filtratsiya koeffitsienti, g‘ovaklilik va piezoo‘tkazuvchanlik turlicha bo‘ladi. Tashqi omillar sifatida atmosfera yog‘inlari, infiltratsiya, bug‘lanish, sug‘orish yuklamasi, drenaj va tashqi gidravlik bosim hisobga olinadi.

Matematik model. Yer osti suvlari bosim funksiyasi $h(x,y,t)$uchun umumlashgan filtratsiya tenglamasi qabul qilinadi:

$$S(x,y)\frac{\partial h}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x}\left(k_x(x,y)\frac{\partial h}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(k_y(x,y)\frac{\partial h}{\partial y}\right) + q(x,y,t).$$

Bu yerda h - piezometrik bosim, S - elastik sig‘im koeffitsienti, k_x va k_y - mos ravishda x va y yo‘nalishlaridagi filtratsiya koeffitsientlari, q esa tashqi manba yoki yutuvchi hadni bildiradi.

Ko‘p qatlamli muhit uchun parametrlar qatlamlar bo‘yicha bo‘lakli-o‘zgarmas funksiyalar sifatida olinadi. Manba had yog‘in va infiltratsiya, bug‘lanish, sun’iy to‘yintirish va drenaj hadlarining algebraik yig‘indisi ko‘rinishida ifodalanadi.

Boshlang‘ich va chegaraviy shartlar. Boshlang‘ich shart sifatida $h(x,y,0)= h_0(x,y)$ olinadi. Chegaralarda Dirixle, Neyman va Robin tipidagi shartlar qo‘llanadi. Bu yondashuv ochiq gidravlik chegara, suv oqimi bo‘yicha berilgan oqim hamda tashqi muhit bilan almashinuvni ifodalash imkonini beradi.

Sonli yechim usuli. Hisoblash uchun soha fazo-vaqt to‘riga ajratiladi va tenglamaning chekli ayirmali analogi quriladi. Turg‘unlikni ta’minlash maqsadida yashirin yoki yarim yashirin sxemadan foydalaniladi. Har bir vaqt qatlamida hosil bo‘ladigan chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi iteratsion usullar bilan yechiladi.

Tadqiqot algoritmi quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi: ko‘p qatlamli sohaning geometrik va fizik parametrlari beriladi; tashqi omillar uchun vaqtga bog‘liq yuklama funksiyalari aniqlanadi; boshlang‘ich va chegaraviy shartlar tanlanadi; diskret model tuziladi; har bir vaqt bosqichida bosim maydoni hisoblanadi; natijalar filtratsiya tezligi va qatlamlararo oqim bo‘yicha tahlil qilinadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

ISSN 3030-3907

Hisoblash tajribalarida uch qatlamli g‘ovak muhit qaraldi. Yuqori qatlam nisbatan yuqori o‘tkazuvchanlikka, o‘rta qatlam past o‘tkazuvchanlikka, quyi qatlam esa o‘rtacha filtratsion xossalarga ega deb olindi. Tashqi omil sifatida vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchan infiltratsiya yuklamasi hamda drenaj chegarasi kiritildi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, qatlamlarning filtratsiya koeffitsientlari o‘rtasidagi farq katta bo‘lganda gidravlik bosim maydoni keskin notekis shakllanadi. Ayniqsa, past o‘tkazuvchan o‘rta qatlam suv oqimini sekinlashtirib, yuqori qatlamda lokal bosim ortishiga sabab bo‘ladi. Bu holat suvning ayrim zonalarda yig‘ilishiga va sizot suvlari sathining ko‘tarilishiga olib kelishi mumkin.

Infiltratsiya intensivligi oshirilganda model natijalari bosim sathi tez ko‘tarilishini ko‘rsatdi. Biroq bu ko‘tarilish barcha qatlamlarda bir xil emas. O‘tkazuvchanligi yuqori qatlamlarda bosim o‘zgarishi tezroq uzatiladi, o‘tkazuvchanligi past qatlamlarda esa sekin kechadi. Demak, ko‘p qatlamli muhitda tashqi yuklama ta’siri qatlamlarning filtratsion kontrasti bilan sezilarli ravishda kuchayadi.

Bug‘lanish va drenaj omillari hisobga olinganda tizimda muvozanatlashuvchi rejim kuzatildi. Drenaj quvvati yetarli bo‘lganda bosim sathi pasayadi va yuqori namlanish xavfi kamayadi. Ammo drenaj yetarli bo‘lmaganda yoki tashqi infiltratsiya yuklamasi kuchli bo‘lganda, suv zaxirasining ortishi davom etadi.

Modelning amaliy ahamiyati shundaki, u irrigatsion hududlarda sizot suvlari sathining ko‘tarilish xavfi, ko‘p qatlamli geologik muhitda suvning qayta taqsimlanishi, drenaj tizimlarining yetarlilik darajasi va texnogen yuklamaning gidrogeologik muhitga ta’sirini oldindan baholash imkonini beradi.

1-jadval

Tashqi omillar va qatlam parametrlarining filtratsiya jarayoniga ta’siri.

№	Parametr	O‘zgarish	Natijaga ta’siri
1	Infiltratsiya intensivligi qr	Oshishi	Bosim sathi ko‘tariladi, suv oqimi kuchayadi
2	Bug‘lanish qe	Oshishi	Namlik kamayadi, sath pasayadi
3	Drenaj qd	Oshishi	Ortiqcha suv chiqariladi, barqarorlashuv kuzatiladi
4	Filtratsiya koeffitsienti k	Oshishi	Oqim tezlashadi, bosim gradienti kamayadi
5	Qatlamlar kontrasti	Oshishi	Lokal to‘planish va notekis taqsimot kuchayadi

ISSN 3030-3907

Modelni yanada rivojlantirish uchun kelgusida uch o‘lchovli holat, nolinear filtratsiya, namlik-bosim bog‘lanishi va real dala kuzatuv ma’lumotlari asosida identifikatsiya masalalarini qo‘shish maqsadga muvofiq.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Mazkur maqolada bir jinsli bo‘lmagan ko‘p qatlamli g‘ovak muhitda tashqi omillar ta’sirini hisobga olgan holda yer osti suvlarining filtratsiya jarayonlarini modellashtirish masalasi ko‘rib chiqildi.

Tadqiqot asosida ko‘p qatlamli va bir jinsli bo‘lmagan muhitlarda filtratsiya jarayoni qatlamlarning fizik xossalari farqi sababli sezilarli darajada murakkablashishi aniqlandi. Tashqi omillar, xususan infiltratsiya, bug‘lanish, drenaj va gidravlik yuklama bosim maydonining shakllanishida hal qiluvchi rol o‘ynashi ko‘rsatildi.

Taklif etilgan matematik model va chekli ayirmali sonli algoritm ko‘p qatlamli muhitda bosim sathi dinamikasini hisoblash uchun qulay vosita bo‘lib xizmat qiladi. Hisoblash tajribalari past o‘tkazuvchan qatlamlar suvning lokal yig‘ilishiga sabab bo‘lishini, yuqori o‘tkazuvchan qatlamlar esa tashqi ta’sirni tez uzatishini ko‘rsatdi.

Mazkur yondashuv gidrogeologik prognozlash, meliorativ monitoring va drenaj tizimlarini loyihalashda qo‘llanishi mumkin. Taklif sifatida real hududlar uchun model parametrlarini eksperimental va kuzatuv ma’lumotlari yordamida aniqlashtirish, GIS texnologiyalari bilan integratsiya qilish hamda uch o‘lchovli nolinear modellar ishlab chiqish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Darcy H. Les fontaines publiques de la ville de Dijon. Paris: Dalmont, 1856.
2. Bear J. Dynamics of Fluids in Porous Media. New York: Elsevier, 1972.
3. Freeze R.A., Cherry J.A. Groundwater. Englewood Cliffs: Prentice-Hall, 1979.
4. de Marsily G. Quantitative Hydrogeology: Groundwater Hydrology for Engineers. Orlando: Academic Press, 1986.
5. Hantush M.S., Jacob C.E. Non-steady radial flow in an infinite leaky aquifer. Transactions of the American Geophysical Union, 1955, 36(1), pp. 95-100.
6. Theis C.V. The relation between the lowering of the piezometric surface and the rate and duration of discharge of a well using groundwater storage. Transactions of the American Geophysical Union, 1935, 16, pp. 519-524.
7. Richards L.A. Capillary conduction of liquids through porous mediums. Physics, 1931, 1(5), pp. 318-333.
8. Harbaugh A.W. MODFLOW-2005, The U.S. Geological Survey Modular Ground-Water Model: the Ground-Water Flow Process. Reston: U.S. Geological Survey, 2005.

ISSN 3030-3907

9. Anderson M.P., Woessner W.W., Hunt R.J. Applied Groundwater Modeling: Simulation of Flow and Advective Transport. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 2015.
10. Wang H.F., Anderson M.P. Introduction to Groundwater Modeling: Finite Difference and Finite Element Methods. San Diego: Academic Press, 1982.
11. Bear J., Cheng A.H.-D. Modeling Groundwater Flow and Contaminant Transport. Dordrecht: Springer, 2010.
12. Fetter C.W. Applied Hydrogeology. 4th ed. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001.

ISSN 3030-3907

INSON ORGANIZMIGA KUMUSH ASOSIDAGI BIRIKMALARNING FIZIOLOGIK TA’SIRI.

Fayzullayeva Malikabonu.
SamDTU Pediatriya fakulteti 115-guruh talabasi
G‘aniyeva Oftoboy.
SamDTU Pediatriya fakulteti 115-guruh talabasi
Aktamova Umida.
SamDTU Pediatriya fakulteti 115-guruh talabasi
Abduqayumova Nodira
SamDTU Davolash ishi fakulteti 101-guruh talabasi
Abduhakimova Feruza
SamDTU Davolash ishi fakulteti 101-guruh talabasi
Haydarova Dilnura
SamDTU Davolash ishi fakulteti 101-guruh talabasi
Dusmuratov Maqsud Mansurovich
SamDTU tibbiy kimyo assistenti

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada kumush (Ag) va uning birikmalarining tirik organizmlar, xususan, inson organizmidagi biologik ahamiyati, ta’sir mexanizmlari, terapevtik qo‘llanilishi hamda potensial toksikologik jihatlari tahlil qilinadi. Kumush ionlarining antimikrob xususiyatlari, immun tizimga ta’siri, tibbiyot va biotexnologiyada qo‘llanishi zamonaviy ilmiy manbalar asosida yoritiladi. Shuningdek, kumush birikmalarining ortiqcha miqdorda ta’sir etishi bilan bog‘liq xavf va cheklovlar muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: kumush, kumush ionlari, antimikrob ta’sir, biologik faol modda, toksikologiya.

Аннотация. В данной научной статье анализируется биологическое значение серебра (Ag) и его соединений в живых организмах, в частности в организме человека, механизмы их воздействия, терапевтическое применение, а также потенциальные токсикологические аспекты. Антимикробные свойства ионов серебра, их влияние на иммунную систему, применение в медицине и биотехнологии освещаются на основе современных научных источников. Кроме того, обсуждаются риски и ограничения, связанные с воздействием соединений серебра при их избыточном поступлении в организм.

Ключевые слова: серебро, ионы серебра, антимикробное действие, биологически активное вещество, токсикология.

Abstract. This scientific article analyzes the biological significance of silver (Ag) and its compounds in living organisms, particularly in the human body, their mechanisms of action, therapeutic applications, and potential toxicological aspects. The antimicrobial properties of silver ions, their effects on the immune system, and their use in medicine and biotechnology are discussed based on modern scientific

ISSN 3030-3907

sources. In addition, the risks and limitations associated with excessive exposure to silver compounds are examined.

Keywords: silver, silver ions, antimicrobial activity, biologically active substance, toxicology.

KIRISH.

Kumush qadim zamonlardan buyon insoniyat tomonidan turli maqsadlarda, jumladan, bezak buyumlari, tanga pullar, idish-tovoqlar va davolash vositalari sifatida qo‘llanib kelinadi. Kimyoviy element sifatida kumush davriy jadvalda Ag belgisi bilan ifodalanadi va o‘ziga xos fizik-kimyoviy xossalarga ega. So‘nggi o‘n yilliklarda kumushning biologik faoliyati, ayniqsa, uning ionlari va nanozarrachalari organizmga ta’siri ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishiga aylandi. Organizmdagi mikroorganizmlarga qarshi samarali ta’siri tufayli kumush birikmalari tibbiyot, farmatsiya va sanitariya sohalarida keng qo‘llanilmoqda. Shu bilan birga, kumush inson organizmi uchun muhim mikroelementlar qatoriga kirmasada, uning ma’lum sharoitlarda biologik jarayonlarga ta’siri mavjud. Ushbu maqolada kumush birikmalarining organizmdagi ahamiyati kompleks yondashuv asosida ko‘rib chiqiladi.

Kumushning fizik-kimyoviy xususiyatlari

Kumush yumshoq, oson egiluvchan va yuqori elektr hamda issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan metall hisoblanadi. Biologik tizimlarda asosan kumush ionlari (Ag^+) va turli kompleks birikmalar shaklida uchraydi. Aynan Ag^+ ionlari kumushning biologik faolligini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.

Kumush ionlari oqsillar, fermentlar va nuklein kislotalar bilan bog‘lanish xususiyatiga ega. Bu bog‘lanishlar hujayra ichidagi muhim biokimyoviy jarayonlarning izdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli kumush ionlari ko‘plab mikroorganizmlar uchun halokatli hisoblanadi.

Kumush birikmalarining antimikrob ta’siri

Kumush birikmalarining eng muhim biologik ahamiyati ularning kuchli antimikrob xususiyati bilan bog‘liq. Ag^+ ionlari bakteriyalar, viruslar, zamburug‘lar va ayrim parazitlarga nisbatan keng ta’sir doirasiga ega. Ular mikroorganizmlarning hujayra devorini shikastlaydi, ferment tizimlarini bloklaydi va DNK replikatsiyasini to‘xtatadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kumush ionlari bakterial hujayralarda oksidlanish-qaytarilish muvozanatini buzadi va reaktiv kislorod shakllarining ortishiga olib keladi. Natijada hujayra metabolizmi izdan chiqadi va mikroorganizmlar nobud bo‘ladi. Bu xususiyat kumushni antibiotiklarga chidamli bakteriyalarga qarshi muhim alternativ vosita sifatida ko‘rsatadi.

Inson organizmida kumushning biologik roli

ISSN 3030-3907

Inson organizmida kumush muhim hayotiy element sifatida tan olinmagan bo‘lsa-da, juda kichik miqdorlarda uning mavjudligi aniqlangan. Kumush asosan jigar, teri va suyak to‘qimalarida to‘planishi mumkin. Past konsentratsiyalarda kumush ionlari ayrim fermentativ jarayonlarga bilvosita ta’sir ko‘rsatishi ehtimoli mavjud.

Ba’zi ilmiy manbalarda kumushning immun tizim faoliyatini rag‘batlantirishi, yallig‘lanishga qarshi ta’sir ko‘rsatishi qayd etiladi. Biroq bu ta’sirlar hali to‘liq isbotlanmagan va bahsli hisoblanadi. Shuning uchun kumushni biologik faol qo‘shimcha sifatida qo‘llash ehtiyotkorlikni talab etadi.

Tibbiyotda kumush birikmalarining qo‘llanilishi

Kumush birikmalari tibbiyot amaliyotida keng qo‘llaniladi. Eng mashhur misollardan biri — kumush nitrat ($AgNO_3$) bo‘lib, u antiseptik va kuydiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Kuyishlar, yaralar va teri infeksiyalarini davolashda kumush asosidagi malham va bog‘lov materiallari samarali natija beradi. So‘nggi yillarda kumush nanozarrachalari asosida yaratilgan preparatlar katta qiziqish uyg‘otmoqda. Nanoo‘lchamdagi kumush zarrachalari yuqori biologik faollikka ega bo‘lib, minimal dozalarda ham kuchli antimikrob ta’sir ko‘rsatadi. Ular jarrohlik asboblari, implantlar va tibbiy qoplamalarda infeksiya xavfini kamaytirish maqsadida qo‘llanilmoqda.

Kumush birikmalarining toksikologik jihatlari

Kumushning foydali xususiyatlari bilan bir qatorda, uning ortiqcha miqdorda organizmga tushishi salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Uzoq muddat davomida kumush birikmalarining yuqori dozalari qabul qilinishi argiriya deb ataluvchi holatni keltirib chiqaradi. Bu kasallik terining kulrang-ko‘kimtir rangga o‘zgarishi bilan tavsiflanadi. Bundan tashqari, kumush ionlarining hujayralar uchun toksik ta’siri mavjud bo‘lib, ular mitoxondrial faoliyatni buzishi va oksidlovchi stressni kuchaytirishi mumkin. Shu sababli tibbiyotda kumush preparatlarini qo‘llash qat’iy dozalar va tibbiy nazorat asosida amalga oshirilishi lozim.

Ekologik va biotexnologik jihatlar

Kumush birikmalarining keng qo‘llanilishi atrof-muhitga ham ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Oqova suvlar orqali kumush ionlarining tabiatga tushishi suv organizmlari uchun xavf tug‘diradi. Shu bois ekologik xavfsizlik masalalari ham muhim ahamiyat kasb etadi. Biotexnologiyada esa kumushning antimikrob xususiyatlaridan foydalangan holda suvni tozalash, oziq-ovqat mahsulotlarini saqlash muddatini uzaytirish va biosensorlar yaratish yo‘nalishlarida tadqiqotlar olib borilmoqda.

Inson organizmiga kumush birikmalarining ta’siri (statistik tahlil)

ISSN 3030-3907

1. Kumush birikmalarining qo‘llanilish sohasi (foizlarda)

Turli tadqiqotlar (WHO, toxicology reports) asosida:

- Tibbiyot (antiseptik, yara davolash) – 45–55%
- Farmatsevtika (kolloid kumush, tomchilar) – 20–25%
- Sanoat va kosmetika – 15–20%
- Oziq-ovqat qo‘shimchalari (noqonuniy/cheklangan) – 5–10%

XULOSA: Kumush asosan antimikrob vosita sifatida ishlatiladi.

2. Organizmga tushish yo‘llari (statistika)

- Og‘iz orqali (peroral) – 60–70%
- Teri orqali (topikal) – 20–25%
- Inhalyatsiya (nafas orqali) – 5–10%

Eng xavfli yo‘l: uzoq muddat peroral qabul qilish

3. Kumushning organizmda taqsimlanishi

Organlarga yig‘ilishi (taxminiy foizlar):

- Jigar – 25–30%
- Teri – 20–25%
- Buyrak – 10–15%
- Ko‘z va shilliq qavatlar – 5–10%
- Boshqa to‘qimalar – 20–30%

Kumush organizmda sekin chiqariladi (yarim chiqarilish vaqti — haftalar/oylar)

4. Toksik ta’sirlar (klinik kuzatuvlar asosida)

Eng ko‘p uchraydigan:

- Argiriya (teri ko‘karishi) – 70–80% (surunkali zaharlanishda)
- Jigar funksiyasi buzilishi – 20–30%
- Buyrak zararlanishi – 10–20%
- Nevrologik simptomlar – 5–10%

Argiriya — asosiy marker (qaytmas holat)

5. Antibakterial samaradorlik statistikasi

Kumush ionlari (Ag^+):

- Gram-musbat bakteriyalarni inhibe qilish – 85–95%
- Gram-manfiy bakteriyalar – 80–90%
- Zamburug‘larga qarshi – 60–75%

Eng kuchli ta’sir: E. coli, Staphylococcus aureus

6. Toksik doza va xavf ko‘rsatkichlari

- WHO tavsiyasi:
- Kunlik xavfsiz dozasi ≈ 0.005 mg/kg
- Toksik ta’sir kuzatiladi:

ISSN 3030-3907

- ≥ 10 mg/kun (uzoq muddat)

- Argiriya rivojlanishi:
- 1–10 g umumiy kumush yig‘ilganda

7. Global statistik kuzatuvlar

- Kumush bilan zaharlanish holatlari:
- Kam uchraydi (<1% toksikologik holatlar ichida)
- Kolloid kumush iste’mol qiluvchilar orasida:
- Argiriya rivojlanish xavfi — 15–25%
- FDA (AQSH):
- Kumushni ichish uchun tasdiqlamagan

8. Foyda vs xavf (taqqoslash)

Ko‘rsatkich	Foiz
Foydali (antimikrob) ta’sir	70–90%
Nojo‘ya ta’sirlar	20–40%
Og‘ir toksik ta’sir	5–10%

XULOSA. Kumush birikmalari organizmga bevosita hayotiy zarur element sifatida kirmasa-da, ularning biologik va tibbiy ahamiyati nihoyatda katta. Antimikrob xususiyatlari tufayli kumush birikmalari zamonaviy tibbiyot va sanitariya sohalarida muhim o‘rin egallaydi. Shu bilan birga, ularni qo‘llashda toksikologik xavflarni inobatga olish zarur. Kelajakdagi ilmiy tadqiqotlar kumush birikmalarining organizmdagi ta’sir mexanizmlarini yanada chuqurroq o‘rganishga, ularning xavfsiz va samarali qo‘llanish usullarini ishlab chiqishga qaratilishi lozim. Shu tarzda kumushning foydali jihatlaridan maksimal darajada foydalanish imkoniyati yaratiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.

2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.

ISSN 3030-3907

3. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойкулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойқулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.
7. Vozhehova R., Borovyk V., Ubaydullaev J. Inheritance of yield and fiber length in hybrids cotton of the first generation F1 //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2025. – Т. 151. – С. 04001.
8. Ubaidullaev J. N. et al. Assessments of Chemical Composition and Properties High-Viscosity Oil Based on Elemental //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2023. – Т. 4. – №. 5. – С. 332-339.
9. Xayrullayeva D. M. et al. KOLLOID ERITMALARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA QONNING KRIOSKOPIYA USULIDA MUZLASH HARORATINI ANIQLASH //Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences. – 2024. – Т. 4. – №. 4-1. – С. 272-276.
10. Холмуродов Т. А., Мирзаев О. О., Убайдуллаев Ж. Н. КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ //Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа. – 2023. – С. 62-63.
11. Аминов З. и др. Диаграмма растворимости системы 2-хлорэтилфосфоновая кислота карбонат гуанидина-вода //Вопросы науки и образования. – 2019. – №. 12 (59). – С. 5-12.

ISSN 3030-3907

THE IMPACT OF DIGITAL MARKETING PRACTICES ON THE EXPANSION OF INTERNATIONAL MARKETS

Abdullayev Aziz Kurbanovich
UWED, Associate Professor of the Department of International Finance and Investment
Kodirov Muxammad-Qodir Zokirovich
UWED, Department of International Finance and Investment, Master's degree in Foreign Economic Activity
Shirinova Nigina Bobir qizi
UWED, Department of International Finance and Investment, Master's degree in Foreign Economic Activity

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot raqamli marketingning xalqaro bozorlar o'sishiga ta'sirini o'rganadi. Zamonaviy biznes muhitida axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, xususan, Internet kompaniyalarning mijozlar bilan o'zaro munosabatlari va jahon bozorlariga chiqish usullarini o'zgartirdi. Ushbu imkoniyatlarga qaramay, ko'plab firmalar eksport strategiyalarida raqamli vositalardan yetarlicha foydalanmaydilar. Ushbu hodisani o'rganish uchun internet-marketing imkoniyatlari, eksport ma'lumotlarining mavjudligi va biznes-tarmoq munosabatlari kabi o'zgaruvchilarga e'tibor qaratgan holda 232 nafar ekspert o'rtasida so'rovnoma o'tkazish orqali ma'lumotlar to'plandi. So'rovning ishonchliligi Kronbax alfa dasturi yordamida tasdiqlandi va gipotezalarni tekshirish uchun LISREL dasturiy ta'minoti bilan strukturaviy tenglamalarni modellashtirish (SEM) qo'llanildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, raqamli marketing imkoniyatlari eksport bozorining o'sishini sezilarli darajada oshiradi. Bundan tashqari, tegishli bozor ma'lumotlariga kirish va kuchli biznes tarmoqlari xalqaro kengayishni yanada qo'llab-quvvatlaydi. Natijalar global raqobatbardoshlikni oshirish va xalqaro biznesni barqaror rivojlantirishda samarali raqamli marketing strategiyalarining muhim rolini ta'kidlaydi.

Kalit so'zlar. E-marketing, raqamli marketing imkoniyati, xalqaro eksport bozorining o'sishi, biznes tarmog'i aloqalari, marketing kompetensiyasi.

Аннотация. В данном исследовании исследуется влияние цифрового маркетинга на рост международных рынков. В современной бизнес-среде информационно-коммуникационные технологии, особенно Интернет, преобразили то, как компании взаимодействуют с клиентами и получают доступ к мировым рынкам. Несмотря на эти возможности, многие фирмы недостаточно используют цифровые инструменты в своих экспортных стратегиях. Для изучения этого явления данные были собраны путем анкетного опроса 232 экспертов, с акцентом на такие переменные, как

ISSN 3030-3907

возможности интернет-маркетинга, доступность экспортной информации и отношения в бизнес-сетях. Достоверность опроса была подтверждена с помощью альфы Кронбаха, а для проверки гипотез использовалось моделирование структурных уравнений (SEM) с использованием программного обеспечения LISREL. Результаты показывают, что возможность цифрового маркетинга значительно повышает рост экспортного рынка. Кроме того, доступ к релевантной рыночной информации и сильные бизнес-сети дополнительно поддерживают международную экспансию. Результаты подчеркивают критическую роль эффективных стратегий цифрового маркетинга в повышении глобальной конкурентоспособности и устойчивом международном развитии бизнеса.

Ключевые слова: Электронный маркетинг, цифровая маркетинговая способность, рост международного экспортного рынка, деловые сетевые отношения, маркетинговая компетентность.

Abstract. This study investigates the effects of digital marketing on the growth of international markets. In the modern business environment, information and communication technologies, particularly the Internet, have transformed how companies interact with customers and access global markets. Despite these opportunities, many firms underutilize digital tools in their export strategies. To examine this phenomenon, data were collected through a questionnaire survey of 232 experts, focusing on variables such as internet marketing capability, availability of export information, and business network relationships. Reliability of the survey was confirmed using Cronbach's alpha, and structural equation modeling (SEM) with LISREL software was employed for hypothesis testing. The results indicate that digital marketing capability significantly enhances export market growth. Moreover, access to relevant market information and robust business networks further support international expansion. The findings underscore the critical role of effective digital marketing strategies in improving global competitiveness and fostering sustainable international business development.

Keywords: E-marketing, digital marketing capability, international export market growth, business network relationships, marketing competence.

1. INTRODUCTION.

The rapid development of the Internet has significantly contributed to various aspects of internationalization, particularly by enabling easier access to information and creating broader networking opportunities for businesses operating in global markets.[1] Through the Internet, organizations are able to collect valuable data, communicate with partners, and explore new business opportunities

[1] http://dx.doi.org/10.1016/j.jefas.2015.07.001

ISSN 3030-3907

across borders. However, despite these advantages, there is still limited understanding regarding how Internet-based marketing activities interact with and support opportunities for growth in international markets.

Throughout history, change, innovation, and transformation have played an essential role in shaping different areas of human life. Technological advancements and new ideas continuously influence social, cultural, and economic systems. The business and economic sectors, which are key components of human society, are also deeply affected by these developments. In fact, it can be argued that business and economic activities are among the areas most strongly influenced by innovation and technological progress.

One of the most distinctive characteristics of the 21st century is the remarkable advancement of communication and information technologies. These technologies have significantly improved the efficiency and quality of services and business operations worldwide. Moreover, global trade has experienced substantial growth in recent decades. For example, the service sector accounts for approximately 20% of international trade, while the trade of goods has increased rapidly, growing at a rate exceeding 8% over the past fifteen years. Such developments highlight the growing importance of technology in supporting economic activities on a global scale.[2]

Today, information and communication technology (ICT) plays a crucial role in supporting economic development as well as social and cultural progress in many countries. Governments and organizations increasingly rely on technological tools to address various challenges and improve performance in different sectors.[3] As technological innovations continue to advance rapidly, the use of digital systems, electronic devices, and information networks has become increasingly essential in business environments. These technologies help organizations perform tasks more efficiently, reduce operational costs, save time, and improve productivity.

Digital marketing has emerged as one of the most important outcomes of these technological developments. Often considered a major transformation in modern business practices, digital marketing represents a new stage in the evolution of marketing activities in the 21st century. With the globalization of markets and the increasing integration of digital technologies, companies are now able to promote their products and services more effectively across international boundaries. Among the various digital tools available today, the Internet stands out

[2] International Transaction Journal of Engineering Management & Applied Sciences & Technologies, 10(1), 73-79.

[3] https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.09.010

ISSN 3030-3907

as one of the most influential communication and marketing platforms. It has expanded at an unprecedented rate compared to other communication technologies and has significantly reshaped global markets and commercial activities.

Electronic marketing, or e-marketing, has therefore become a critical component of modern marketing strategies. Companies must evaluate their digital marketing capabilities to ensure that they can effectively respond to changing customer needs, preferences, and expectations. As the role of the Internet in commercial activities continues to grow, advancements in communication technologies have brought profound changes to business operations and marketing processes. The Internet now serves as one of the most powerful instruments for reaching international customers and expanding into global markets.

In recent years, Internet-based marketing practices have become an important source of revenue for many organizations across different industries. Companies increasingly use online platforms to communicate with customers, build relationships with stakeholders, and offer electronic products and services through digital channels. In essence, Internet marketing can be defined as a modern business approach that involves promoting and selling goods, services, information, and ideas through websites and other electronic communication technologies.

Furthermore, the rise of the digital economy has strengthened the role of Internet marketing as a critical factor in enhancing the competitiveness of companies in global markets. Digital technologies allow businesses to process information more rapidly, conduct transactions more efficiently, and reduce the need for traditional intermediaries. These capabilities significantly shorten transaction times, increase operational efficiency, and improve the overall value of marketing and commercial exchanges. As a result, both electronic commerce and digital marketing have gained substantial importance in contemporary business environments. In modern markets, customers are no longer limited to physical interactions; instead, they exist both in traditional environments and in virtual digital spaces where Internet marketing plays a central role.

Research on the influence of the Internet on international business operations has become an important area of study within the broader field of digital marketing and international trade. Although numerous studies have explored the impact of Internet technologies on the internationalization of companies and their ability to reach foreign customers, there is still insufficient understanding of the complex relationships between digital transformation and the performance of companies in international markets.

ISSN 3030-3907

Recent studies have begun to investigate potential connections between Internet use and export market performance. Nevertheless, there remains a limited amount of research that specifically analyzes how Internet marketing influences the performance and growth of online markets. In many cases, the unique role of the Internet as a driving force behind international business success has not been fully examined or adequately recognized.

Initially, when the Internet was first introduced for commercial use, many organizations viewed its potential to transform business activities—particularly marketing-as largely theoretical. Over time, however, continuous research and practical experience have demonstrated the real benefits and capabilities of Internet-based marketing strategies. Various researchers have categorized and analyzed these advantages, highlighting how digital technologies can support business expansion and improve marketing effectiveness.

The Internet has therefore become one of the most powerful tools for enhancing export marketing success. It provides companies with new opportunities to overcome traditional marketing barriers and reach international customers more efficiently. However, many manufacturing and exporting companies still face challenges when attempting to adopt and implement Internet-based marketing strategies. Identifying and understanding these barriers is essential for improving the effectiveness of digital marketing practices.

Consequently, the present study aims to examine the influence of digital marketing on the growth of international markets.[4] By analyzing the role of Internet-based marketing capabilities, this research seeks to provide insights into how organizations can use digital technologies to strengthen their international market presence and achieve sustainable growth in global trade.

2. LITERATURE REVIEW

Previous studies have extensively examined the relationship between Internet usage, marketing capabilities, and the growth of international markets. In one important study, the researchers analyzed how Internet-based marketing capabilities contribute to the expansion of international markets. The research involved a sample of 224 companies operating in Australia. Using structural equation modeling (SEM), the authors developed a conceptual framework to explore the relationship between Internet marketing capabilities and international market growth. The results of the study indicated that organizations that effectively utilize Internet marketing tools are able to reduce uncertainty in market information and improve their ability to develop international networks. Moreover, Internet marketing capabilities were found to have an indirect positive influence on the

[4] First National Conference on Marketing Opportunities and Challenges.

ISSN 3030-3907

growth of international markets. This occurs because companies with strong digital marketing skills tend to develop clearer international strategic orientations and stronger global networking capabilities. Overall, the findings suggested that Internet marketing capabilities strengthen internal organizational competencies, which ultimately contribute to improved performance and growth in international markets.

Another study emphasized that the rapid expansion of digital technologies has transformed marketing activities around the world and has become a major source of competitive advantage for organizations. This research collected data from a sample of 777 marketing managers working in different countries and industries.[5] The results highlighted several important challenges faced by companies in adapting to the digital marketing environment. In particular, the study revealed that many organizations experience gaps in digital marketing skills and competencies. Addressing these skill shortages, redesigning organizational structures, and implementing measurable marketing performance indicators were identified as significant opportunities for companies seeking to improve their competitiveness in the digital era.

Further research investigated the role of Internet marketing in supporting the growth of international markets by focusing on companies associated with the export organization in Mazandaran province. The study examined a population of 120 companies, using a targeted and survey-based research design. Data analysis was conducted using both descriptive statistics and inferential statistical techniques. Among the companies studied, 94 organizations that maintained operational websites were included in the final analysis. The findings demonstrated a meaningful and positive relationship between Internet marketing capability and the availability of strategic market information. Additionally, the study found that Internet marketing capabilities contribute to the development of international networking abilities, which are essential for expanding business activities in global markets.

Another study explored the impact of digital relationship marketing on customer satisfaction, trust, and loyalty within tourism companies operating in Babol, located in Mazandaran province. For this research, a standardized questionnaire consisting of 14 questions across four dimensions was distributed among 300 respondents who represented the study population. To analyze the relationships among the variables, structural equation modeling was applied using statistical software such as SPSS and AMOS. The results revealed that relationship marketing plays a significant role in influencing both customer satisfaction and

[5] European Management Journal. 32: 1–12

ISSN 3030-3907

customer trust. Furthermore, customer satisfaction was identified as an important factor affecting customer loyalty behavior. These findings highlight the importance of maintaining strong relationships with customers through digital marketing strategies in order to build trust and long-term loyalty.

In addition, studies examining other industries have also emphasized the importance of international market expansion. For instance, research focusing on automobile sales in Russia suggested that companies must seek new opportunities in international markets in order to sustain growth and remain competitive. Such findings further support the argument that digital marketing and international market strategies are increasingly important for organizations operating in the global business environment.

Overall, the existing literature demonstrates that digital and Internet-based marketing capabilities play a crucial role in improving organizational competitiveness, strengthening international networks, and supporting market expansion beyond domestic borders. These studies provide a theoretical foundation for understanding how digital marketing strategies contribute to international market growth and highlight the importance of further research in this area.

3. METHODOLOGY

In academic research, various techniques can be applied for collecting data, and in many cases researchers combine several methods to obtain more reliable and comprehensive information. In the present study, the data were primarily gathered through a field research approach. Field research allows investigators to collect information directly from respondents and real-world environments, which increases the reliability and relevance of the collected data.

Among the different data collection tools available in descriptive studies, questionnaires are widely recognized as one of the most effective instruments for gathering quantitative information. Therefore, in this research a structured questionnaire was used as the main tool for collecting the necessary data. The study was conducted using a survey-based approach because the objective of the research was to analyze how certain organizational characteristics influence export performance and international market development.

To ensure the reliability and internal consistency of the questionnaire items, the Cronbach’s alpha coefficient was applied. This statistical measure helps determine whether the questionnaire items are consistent and suitable for measuring the intended research variables. Based on the objectives of the study, a questionnaire was developed to measure several key variables, including Internet marketing capability, accessibility of relevant information, business network relationships, and the growth of customer export markets.

ISSN 3030-3907

The questionnaire was distributed among 213 experts who possess knowledge and experience related to marketing and international trade activities. After collecting the completed questionnaires, a descriptive analysis of the respondents' demographic characteristics was conducted. In addition, statistical tests were performed to examine the normal distribution of the variables included in the research model.

For the purpose of data analysis, both descriptive and inferential statistical techniques were employed. The analysis was performed using the LISREL statistical software, which is widely used for testing complex relationships among variables through structural equation modeling (SEM). Descriptive statistics were applied to summarize and present the characteristics of the collected data, including measures such as averages and distributions of the responses.

Inferential statistical analysis was used to examine the relationships among the research variables and to test the proposed hypotheses. Through inferential methods, researchers analyze sample data and use statistical models to estimate the characteristics of the larger population from which the sample was drawn. In other words, inferential statistics allow the results obtained from a sample group to be generalized to the broader statistical population. Without the use of inferential statistical analysis, research findings would lack sufficient scientific validity and would not provide reliable conclusions about the broader population.

3.1 Conceptual Model of the Research

The primary objective of this research is to investigate the influence of digital marketing on the expansion and development of international markets. To achieve this objective, a conceptual framework was designed based on previous theoretical and empirical studies in the field of digital marketing and international business.

The conceptual model of the study illustrates the relationships among several key variables, including digital marketing capability, access to export-related information, business network relationships, and the growth of export markets. This framework provides a structured representation of how digital marketing activities may contribute to international market development both directly and indirectly.

The conceptual model used in this research was adapted from the framework proposed by previous scholars and is illustrated in Figure 1. It serves as the basis for testing the research hypotheses and analyzing the relationships among the variables included in the study.

ISSN 3030-3907

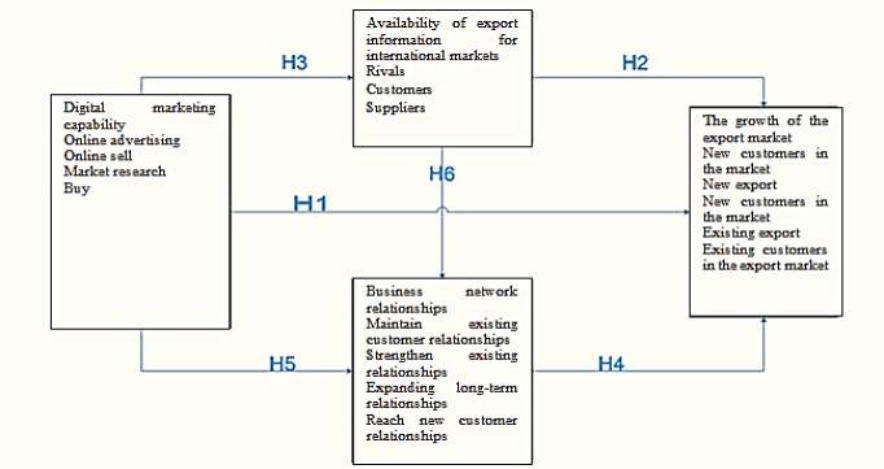


Figure 1: Conceptual model derived from the research of Bianchi and Mathews

Source: Journal of Business Research, 69(2), 426-434.

The conceptual model used in this study illustrates the hypothesized relationships between digital marketing capability, the availability of export information, business network relationships, and export market growth. This framework is adapted from the theoretical model developed by Constanza Bianchi and Shane Mathews, which highlights how digital marketing resources contribute to international market expansion.

4. RESULTS AND DISCUSSION

4.1 Reliability of the Questionnaire

To evaluate the reliability and internal consistency of the questionnaire used in this research, the Cronbach's alpha coefficient was applied. This statistical technique is widely used in social science research to assess the reliability of measurement instruments and to determine whether the questionnaire items consistently measure the intended variables.

The questionnaire used in this study consisted of 47 items and was distributed among 213 respondents. After collecting the responses, reliability analysis was performed using SPSS statistical software. The calculated Cronbach's alpha values for all variables were greater than 0.7, which indicates a high level of reliability and confirms that the questionnaire items are internally consistent. Therefore, the collected data are considered reliable and suitable for further statistical analysis. The reliability results for each variable are presented in Table 1.

Table 1.

Cronbach's Alpha Results SPSSVariable	Items	Cronbach's Alpha
Digital Marketing Capability	1-13	0.862

ISSN 3030-3907

Export Information Availability	14-27	0.871
Business Network Relationships	28-38	0.854
Export Market Growth	39-47	0.825

Source: Author's calculation based on survey data (n=213)

Since all Cronbach's alpha coefficients exceed the commonly accepted threshold of 0.70, the measurement instrument demonstrates acceptable reliability for evaluating the research variables.

4.2 Data Normality

Before conducting further statistical analysis, it is necessary to examine whether the collected data follow a normal distribution. To assess the normality of the data, the Kolmogorov–Smirnov (K–S) test was applied at a significance level of 0.05.

According to the criteria of this test, if the significance value (Sig. or p-value) is less than or equal to 0.05, the null hypothesis of normal distribution is rejected. Conversely, if the significance value is greater than 0.05, the data can be considered normally distributed.

The results of the Kolmogorov–Smirnov test for the research variables are presented in Table 2.

Table 2.

Results of the Kolmogorov–Smirnov Normality Test (n = 213)

Variable	N	Average	Std. Deviation	K-S Statistic	Sig. level	Normality
Digital Marketing Capability	213	2.65	0.70	0.78	0.125	Normal
Export Information Availability	213	2.12	0.85	0.79	0.189	Normal
Business Network Relationships	213	2.33	0.98	1.01	0.036	Normal
Export Market Growth	213	2.85	0.80	2.54	0.114	Normal

Source: Author's calculation based on survey data (n=213)

Since the significance values for all variables are greater than 0.05, it can be concluded that the collected data follow a normal distribution. Therefore, parametric statistical techniques can be appropriately used in further analysis.

4.3 Results of Hypotheses Testing

The results of the study, presented in Table 3, indicate that all factor loadings for the measured variables fall within the acceptable range of 0 to 1. This confirms

ISSN 3030-3907

that the survey items adequately represent their corresponding constructs. Correlation strength was interpreted based on standard thresholds: values between 0 and 0.3 indicate weak correlation, 0.3–0.6 indicate moderate correlation, and 0.6–1 indicate strong correlation. The findings suggest that the mean and standard deviation values, along with factor loadings, sufficiently explain the relationships between digital marketing capabilities, availability of export information, business network relationships, and export market growth.

Digital marketing has become a critical area of study within international business and marketing, yet despite extensive research on its role in internationalization and facilitating access to foreign markets, there remains limited understanding of the complex interplay between company digitalization and global market functioning. While prior studies have explored the potential relationship between internet adoption and export activities, research on the direct effects of digital marketing on online market performance is still relatively scarce.

The Internet's strategic role in guiding market direction and evaluating digital channels has often been overlooked, even though it represents a major driving force behind international business performance. This study, therefore, specifically examines how digital marketing capabilities influence the development and growth of online and export markets. By doing so, it contributes to the literature on digital marketing as a strategic enabler of international market expansion, highlighting the importance of integrating digital tools, information accessibility, and business networks to enhance global competitiveness.

Table 3.

Structural model and hypothesis testing results.

Hypothesis	Relationship	Mean	SD	T-value	p-value	Result
H1	DMC → EMG	0.27	0.56	3.65	0.001	Confirmed
H2	EIA → EMG	0.7	0.34	1.80	0.072	Confirmed
H3	DMC → EIA	0.71	0.67	8.21	0.000	Confirmed
H4	BNR → EMG	0.71	0.54	4.80	0.000	Confirmed
H5	DMC → BNR	0.11	0.42	2.81	0.005	Confirmed
H6	EIA → BNR	0.57	0.69	4.38	0.000	Confirmed

Source: Author's calculation based on survey data (n=213)

The study first examined the demographic characteristics of the 213 respondents. Regarding age, 11% were between 21 and 25 years, 22% between 26 and 30 years, 34% between 31 and 35 years, 25% between 36 and 40 years, and 8% were over 41 years old. In terms of educational background, 10% held a diploma or lower, 13% had an associate degree, 42% possessed a bachelor's degree, and 35% held a master's degree or higher. Concerning work experience,

ISSN 3030-3907

25% had less than 5 years, 23% had 6–10 years, 23% had 11–15 years, 18% had 16–20 years, and 11% had more than 21 years of experience. The gender distribution was 40% female and 60% male.

According to the results, all the hypotheses were confirmed.

The first hypothesis posited that digital marketing capabilities positively influence export market growth. The t-value was 3.65, exceeding the critical value of 1.96, confirming the hypothesis. The standardized estimate ranged between 0.3 and 0.6, indicating an acceptable effect.

The second hypothesis suggested that the availability of export information affects export market growth. Although the t-value was 1.8, slightly below the conventional threshold of 1.96, the standardized coefficient (0.34) and estimate (0.7) fell within acceptable ranges, supporting the hypothesis.

The third hypothesis proposed a positive relationship between digital marketing capabilities and the availability of export information. The t-value of 8.21 and standardized estimate of 0.67 confirmed a strong and significant relationship, with the estimate of 0.71 also falling within the desirable range.

The fourth hypothesis examined the impact of business network relationships on export market growth. The t-value of 4.80 and standardized estimate of 0.54 confirmed a significant effect, with an estimate of 0.71 indicating a desirable magnitude.

The fifth hypothesis assessed the effect of digital marketing capabilities on business network relationships. The hypothesis was supported, with a t-value of 2.81, a standardized coefficient of 0.42, and an estimate of 0.11, all within acceptable or desirable ranges.

The sixth hypothesis evaluated whether the availability of export information influences business network relationships. The t-value of 4.38, standardized estimate of 0.69, and test estimate of 0.57 confirmed a significant positive effect.

In summary, the findings demonstrate that digital marketing capabilities and the availability of export information significantly contribute to both the growth of the export market and the development of business network relationships, highlighting the interconnected nature of these factors in enhancing export performance.

5.CONCLUSION

The influence of digital marketing on the international activities of companies has become an increasingly important topic within the fields of international marketing and global business studies. As businesses continue to expand beyond domestic markets, the role of digital technologies in facilitating internationalization and improving access to foreign customers has attracted

ISSN 3030-3907

considerable attention from researchers and practitioners. However, despite the growing body of research in this area, the complex relationship between the digital transformation of organizations and the performance of international markets is still not fully understood.

Although previous studies have explored the connection between Internet usage and export market development, only a limited number of studies have specifically focused on analyzing how digital marketing affects the performance and growth of online and international markets. In many cases, the Internet and digital marketing have not been fully recognized as key drivers of international business success. As a result, there remains a need for further empirical research examining the impact of digital marketing capabilities on the development and expansion of export markets.

In response to this research gap, the present study aimed to investigate the influence of digital marketing on the growth of international markets. To achieve this objective, a structured questionnaire was developed to measure several important research variables, including digital marketing capability, availability of export-related information, business network relationships, and the growth of export markets among customers. The questionnaire was distributed to a sample of 213 experts with relevant knowledge and experience in marketing and international business activities.

The results of the empirical analysis revealed several significant relationships among the studied variables. First, digital marketing capabilities were found to have a significant and positive effect on the growth of export markets. This finding highlights the importance of adopting digital marketing tools and strategies to support international business expansion. Second, the availability of export information was also shown to have a significant impact on export market growth, indicating that access to reliable and timely market information plays a critical role in improving export performance.

Furthermore, the study demonstrated that digital marketing capabilities significantly contribute to improving the availability of export-related information. Organizations that effectively use digital technologies are better able to collect, analyze, and utilize market information, which helps them make more informed strategic decisions in international markets. The results also showed that strong business network relationships positively influence export market growth, emphasizing the importance of maintaining collaborative partnerships with customers, suppliers, and other business stakeholders.

In addition, the findings confirmed that the availability of export information significantly strengthens business network relationships. Access to accurate and

ISSN 3030-3907

relevant market information enables companies to build stronger communication channels and develop more effective collaborations with international partners.

Overall, the results of this research highlight the important role of digital marketing capabilities, information accessibility, and business networking activities in supporting international market expansion. These factors collectively contribute to improving the competitiveness and export performance of companies operating in global markets.

For future research, it is recommended that similar studies be conducted in other organizations and industries that operate within digital marketing and Internet-based markets. Comparing the results across different sectors and companies could provide deeper insights into the role of digital marketing in international business development. Moreover, organizations should focus on gaining a deeper understanding of their customers' needs and preferences while maintaining long-term relationships with them, as customer knowledge and retention remain critical factors for sustainable business success.

REFERENCES

1. Jayaram, D., Ajay K. Manrai, Lalita A. Manrai. (2015). Effective use of marketing technology in Eastern Europe: Web analytics, social media, customer analytics, digital campaigns, and mobile applications. Journal of Economics, Finance and Administrative Science. http://dx.doi.org/10.1016/j.jefas.2015.07.001
2. Kouhzadi, F., MirHesami, A., Rashidi, Y., & Kouhzadi, M. (2019). Statistical-Based Analysis on Effects of the Dimensions of Human Capital on Marketing Capabilities in Private Banks. International Transaction Journal of Engineering Management & Applied Sciences & Technologies, 10(1), 73-79.
3. Nuray Terzi (2011). The impact of e-commerce on international trade and employment. Procedia-Social and Behavioral Sciences. 24: 745-753. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.09.010
4. Mohammad Faryabi, Hossein Abbasi Esfanjani, Mohammad Reza Kosheshi. (2014). Investigating the role of the Internet in removing barriers and problems of exporting companies' marketing. First National Conference on Marketing Opportunities and Challenges.
5. Peter S.H. Leeflang, Peter C. Verhoef, Peter Dahlström, Tjark Freundt. (2014). Challenges and solutions for marketing in the digital era. European Management Journal. 32: 1–12
6. Bianchi. Constanza, Mathews. Shane. (2016). Internet marketing and export market growth in Chile, Journal of Business Research, 69(2), 426-434.

ISSN 3030-3907

7. Sorayae, Ali and Maryam Azizi. (2016). The Impact of Internet Marketing Capacity on International Marketing Components. Second International Conference on Accounting and Management in the Third Millennium, Rasht, Rasht Municipality, Mirza Kuchma University of Technology. https://www.civilica.com/Paper-AMTM02-AMTM02_129.html
8. Mathews, S., et al. (2015). Internet marketing capabilities and international market growth. International Business Review. http://dx.doi.org/10.1016/j.ibusrev.2015.10.007

ISSN 3030-3907