ISNN 3030-3907

2025/12
VOLUME 10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

ISSUE/12 VOLUME 10

ISSN 3030 -3907

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

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

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Influence of geometric parameters of granular particles on fluidization quality *Jalilov R.S.*	9
2	Qoraqalpoq tilidagi matnlarni mashinali o‘qitish algoritmlari yordamida tasniflash *Jalelova Malika Moyatdin qizi* *Komekova Gulzira Sharbayevna*	22
3	Zamonaviy yuqori tezlikdagi simsiz texnologiyalarni turli geografik sharoitlarda qo‘llash *Abdug‘afur Hotamov* *X.R. Bobobekova*	27
4	Sun’iy intellektning ta’limdagi o‘rni: o‘qitish va o‘rganishni transformatsiya qilish *Abdulatif Meyliev Rakhmatillayevich*	37
5	Ingliz tilida metafora va metonimiya asosida shakllangan leksik birliklar. *Saidova Gulsevar Husan qizi* *Isamuxamedova Munisxon Najmitdinova*	46
6	Markaziy osiyo mintiqasida iqlim o‘zgarishi holati va moslashuv strategiyalari *I.B.Savriyeva*	51
7	Trikotaj mashinalarida issiqlik almashinuvi jarayonining asosiy nazariyasi *Salayeva Nozima Sattarovna*	61
8	Havo o‘tkazuvchanlik darajasini modellashtirish uchun mahalliy xomashyolardan olingan trikotaj mahsulotlarining 3d modellarini ishlab chiqish *Salayeva Nozima Sattarovna*	70
9	Oziq-ovqat va qishloq xo‘jaligi mahsulotlari xavfsizligini ta’minlashda sovuq atmosferik plazma texnologiyasining salohiyati: tahliliy maqola *Xumoyun Omonov* *Davronjon Abduvokhidov* *Dilshod Mansurov* *Maksudbek Yusupov* *Jamoliddin Razzokov*	75
10	Le pain leksemali fransuz maqollarida kontrast *Umirzakov Ulug‘bek Sindarovich* *Sindorov Rajapboy Ulug‘bek o‘g‘li*	107
11	Oliy ta’lim muassasalarida axborot-resurs markazlarini raqamlashtirish jarayonida sun’iy intellektning roli va istiqbollari *Abdullayeva Zamira Shamshaddinovna* *Turg‘unov Sharifjon Shavkatjon o‘g‘li* *Babajanov Mumin Rajabovich*	116
12	Yarimo‘kazgich materiallarning kristall panjara tuzilishi va xossalari *Soxibova Zarnigorxon Mutalibjon qizi*	124
13	Гранулаланган кремний яримўтказгичларининг электрофизик ва термоэлектрик хоссалари *Сохибова Зарнигорхон Муталибжон қизи*	133
14	Asinxron dvigatel ish rejimlarini rostlash orqali markazdan qochma nasoslarning bep da ishlashini ta’minlash *U.T.Berdiyev* *N.A.Samatov* *X.A.Mamajonov*	141
15	Ko‘ylakbop to‘qimalar ishlab chiqarish texnologiyasi *Joldasova Ayzada Bekbaulievna*	150
16	Использование эффективных педагогических технологий при подготовке кадров в энергетическом отрасли *А. Н. Маматкулов* *Холиёр Сайёид Сафаров* *Бобокулова Муҳаббат Маҳаммадиевна*	158
17	Kontrafakt va falsifikatsiya qilingan mahsulotlarnin aniqlash va ularga qarshi kurashish.	169

ISSN 3030-3907

	L.R.Radjabova. *Nabiyeva Muazzam*	
18	Alkogolli ichimliklarni qalbaki ichimliklardan farqlash usullari *Radjabova Lobar Ramazonovna.* *Gulomova Sitora Shuxratovna*	175
19	Экзистенциальный герой в европейской и русской литературе xx века : от кафки и камю к достоевскому и платонову *Шадыева Дильфуза Аббасовна* *Мухаммадов Шохмирзо Шерали угли*	180
20	Faol tajribada regression bir omilli matematik modelni aniqlash metodikasi *Joldasova Ayzada Bekbaulievna*	186
21	To‘qimalarning fazaviy tuzilishini o‘rganish *Joldasova Ayzada Bekbaulievna*	194
22	Blokcheynda ma’lumotlarni xeshlash mexanizmlari: nazariy asoslar, algoritmlar arxitekturasi va xavfsizlik tahlili *Raimov Ulug‘bek Yorqinbek o‘g‘li*	204
23	Uglevodorodlarni qizdirishda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish usullari *Murtazayev Feruzbek Ismatovich* *Qurbonov Ravshanbek Tursunboyevich*	215
24	“Synthesis of octane-boosting additives for automotive gasoline based on waste heavy hexane.” *Abdullayev Hasan Rakhmatovich* *Panoyev Nodir Shavkatovich* *Safarov Jasur Alijon o‘g‘li*	224
25	Developing the intellectual potential of students based on digital pedagogy in higher education *Akmalova Aziza Najmiddinovna*	233
26	Development of technology for the production of new types of carbon adsorbents based on domestic raw materials for wastewater treatment *Bokieva Shakhnoza Komilovna* *Khamraeva Laylo Rahmatiloevna* *Sharipov Kakhramon Kandierovich* *Obidov Shavkiddin Sharofiddinovich*	245
27	Fransuz tili o‘qitish jarayonida madaniyatshunoslik integratsiyasi: oliy ta’lim misolida *Sindorov Rajapboy Ulugbek o‘g‘li*	251
28	Biometrik face id terminallari orqali oliy ta’lim muassasalari infratuzilmasida talabalarning kirish–chiqish statistikasi va xavfsizlikni boshqarishning avtomatlashtirilgan axborot tizimi *G‘oyibberdiyev Abdullajon Mirzoxidovich*	256
29	Kichik hajmli transport vositalarini komponovkalash sxemalarini ishlab chiqish *Halimov Shohjahon Rayim o‘g‘li*	261
30	Oliy ta’lim muassasalari va talabalar turar joylarida face id biometrik texnologiyalari asosida kirish–chiqish jarayonlarini avtomatlashtirish va xavfsizlikni ta’minlashning nazariy-asoslangan modeli *G‘oyibberdiyev Abdullajon Mirzoxidovich*	268
31	Tozalash jarayonidan keyin tola tarkibidagi nuqson va chiqindilar miqdorining seleksiya navlari bo‘yicha o‘zgarishi *Nilufar Abduxalim qizi Mamatisaqova* *Abdusattar Abdujabbarovich Abdugaffarov*	273
32	Mobil ta’limning afzalliklari, muammolari va o‘zbekistondaki joriy qilish istiqbollari *Esonova Moxiraxon Sodiqjon qizi*	281
33	Elektr qarshilikli issiqlik pechlarida qizdiruvchi elementlar parametrlarini optimallashtirish va samaradorlik tahlili *Axmadaliyev Utkirbek Akramjonovich* *Jahongirov Xurshidbek Jahongir o‘g‘li*	287
34	Aromatik uglevodorodlarni ajratish ekstragentlarining xossalari *G‘aybullayev Saidjon Abdusalimovich*	294

ISSN 3030-3907

35	Cultural and cognitive specificity of proverbs: a linguocognitive perspective *Omonova Barno Najim qizi*	305
36	Zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlash *Rahmatjonov Anvarjon Adhamjon o'g'li*	313
37	O'zbekiston energetika tizimida podstansiyalarni modernizatsiyalash jarayonlari *A.X.Eraliyev* *S.Esajonova*	320
38	Yuqori kuchlanishli podstansiyalarda kommutatsiya apparatlarining o'rni *A.X.Eraliyev* *A.SH.Ismoilov*	326
39	Ore loss and dilution in the sublevel caving *Nurboboyev Y.T.*	332
40	O'zbek tili dependency parserini tuzish algoritmi *Oqila Abdullayeva Xolmo'minovna* *Fotima O'tkirova Baxtiyorovna* *Bozorqulova O'g'iloy Erkinovna*	339
41	Xorazm viloyati iqtisodiyotni rivojlantirishda xorijiy investitsiyalardan samarali foydalanish tahlili *Matniyazova Iqboloy Baxramovna*	346
42	Materiallarni brinell usulida qattiqlikka sinash *Xadjieva Salima Sadikovna*	355
43	Yangi tarkibli burg'ilash eritmasini tayyorlash hamda asosiy parametrlarini tanlash tahlili *Rahimov Bobomurod Rustamovich* *Abduraimov Jahongir Baxtiyor o'g'li*	363
44	The significance and function of cyberspace in the advancement of the digital economy *Rustamov Alisher Bahadirovich*	368
45	Mintaqa eksportini samarali oshirishning nazariy va metodologik asoslari *Raximov To'xtabek Jumaboyevich*	373
46	Propagation of linear waves in multilayered structural - inhomogeneous cylindrical shells *Doniyor G'afurovich Rayimov*	385
47	Talabalar yotoqxonasida yuz tanish texnologiyasi asosidagi nazorat tizimini joriy etish va ota-onalarni xabardor qilish tizimi *G'oyibberdiyev Abdullajon Mirzoxidovich*	404
48	Parametric identification of a nonlinear state-space model of the ammonia synthesis process *Khalilov Azim Jurakulovich*	414
49	Oliy ta'lim muassasalarida "elektr texnik materiallar" fanini o'qitishda ishlab chiqarish korxonalari bilan integratsiyalash *Xalilova Feruza Abdulvosiyevna*	420
50	Задача о распространение одномерной плоской и сферической ударной волны в нелинейно-сжимаемой среде *Атабаев Камил*	425
51	Технологические особенности получения низкотемпературных термоэлектрических материалов на основе соединений теллурида висмута *Латипова М.И.*	431
52	Кичик қувватли биогаз қурилмаси параметрларини оптималлаштиришда асосий кўрсаткичлар *Ш.Имомов* *А.Худойбердиев*	440
53	Математическая модель для образование изолированной области в двухслойной среде с целью охраны окружающей среды *К.Р. Кодиров*	454
54	Шаҳар ҳудудлари учун грунтларнинг сейсмик хусусиятларини баҳолашда микросейсмик тадқиқотлар *Рахматов Асилбек*	463
55	Геохимические особенности и рудоконтролирующие факторы формирования редкоземельного оруденения в меловых отложениях гор кульджуктау	471

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

УДК 66.081.3

INFLUENCE OF GEOMETRIC PARAMETERS OF GRANULAR PARTICLES ON FLUIDIZATION QUALITY

Jalilov R.S.

Associate Professor of the Department of Chemical Technology, Navoi State Mining and Technologies University (NSMTU), PhD

Annotatsiya. Hozirgi vaqtda energiyaning eng qimmat turlaridan biri bu issiqlik energiyasidir. Uning yuqori narxi nafaqat ishlab chiqarish jarayoni, balki uni uzatish va undan foydalanish samaradorligi bilan ham belgilanadi. Energetika, kimyo, neftni qayta ishlash, oziq-ovqat va boshqa sanoat tarmoqlarida katta o‘lchamlarga ega, tez ifloslanadigan hamda quvur to‘plamining xizmat muddati qisqa bo‘lgan qobiq-quvurli issiqlik almashinuvchilardan keng foydalaniladi. Ma’lumki, issiqlik almashinuvchilarining og‘irligi va o‘lchamlarini kamaytirish yoki bir xil o‘lchamlarda ularning issiqlik quvvatini oshirishning eng istiqbolli yo‘li issiqlik almashinuvini jadallashtirish hisoblanadi. Konvektiv issiqlik almashinuvini kuchaytirishning turli usullari taklif qilingan va tadqiq etilgan. Issiqlik almashinuvini jadallashtirish usulini amaliyotda qo‘llashda faqatgina issiqlik almashinuvi yuzasining samaradorligi emas, balki uning turli bir fazali va ikki fazali issiqlik tashuvchilar uchun mosligi, ishlab chiqarish texnologiyasiga qulayligi, mustahkamlik talablari, sirtning ifloslanishi, ekspluatatsiya xususiyatlari va boshqa omillarni ham hisobga olish zarur. Biroq, eng avvalo, issiqlik almashinuvini jadallashtirishning muayyan usulini tanlashda uning aynan qurilmaning aniq ish sharoitlarida yetarli darajada samarali ekanligiga ishonch hosil qilish kerak. Ushbu talablarga eng ko‘p darajada oqim turbulentligini oshirishga xizmat qiluvchi passiv issiqlik almashinuvi jadallashtirish usullari javob beradi. Quvurlarda bosim yo‘qotilishining o‘rtacha darajada ortishi sharoitida issiqlik almashinuvini kuchaytirish masalasi asosiy issiqlik tashuvchi oqimida qattiq zarrachalarni psevdosuyuqlantirish orqali hal etilishi mumkin. Psevdosuyuqlantirilgan qatlamdagi issiqlik almashinuvi intensivligi bo‘sh quvurdagi yoki qo‘zg‘almas donador material bilan to‘ldirilgan quvurdagi bir fazali gaz oqimiga nisbatan ancha yuqori bo‘ladi. Devor bilan gazli psevdosuyuqlantirilgan qatlam orasidagi issiqlik almashinuvi yetarlicha chuqur o‘rganilgan bo‘lib, issiqlik berish koeffitsienti qattiq zarrachalarsiz apparatga nisbatan ikki martadan ortiq oshishi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: Issiqlik almashinuvini jadallashtirish, qobiq-quvurli issiqlik almashinuvchi, psevdosuyuqlantirilgan qatlam, donador zarrachalar, konvektiv issiqlik almashinuvi, passiv jadallashtirish usullari, bosim yo‘qotilishi, issiqlik samaradorligi, gaz–qattiq fazali oqim, issiqlik berish koeffitsienti.

Аннотация. В настоящее время одним из самых дорогих видов энергии является тепловая энергия. Её высокая стоимость определяется как самим процессом производства, так и эффективностью её передачи и использования. В энергетической, химической, нефтеперерабатывающей, пищевой и других отраслях промышленности широко применяются кожухотрубчатые теплообменники, отличающиеся значительными габаритами, высокой степенью загрязнения и малым сроком службы трубного пучка. Хорошо известно, что наиболее перспективным способом решения задачи уменьшения массы и габаритов теплообменников либо увеличения их теплопроизводительности при тех же размерах является интенсификация теплообмена. Предложены и исследованы различные методы интенсификации конвективного теплообмена. При выборе метода интенсификации теплообмена для практического применения необходимо учитывать не только эффективность самой поверхности, но и её универсальность для различных однофазных и двухфазных теплоносителей, технологичность теплообменной поверхности или способа повышения эффективности теплообменного оборудования, требования к прочности, загрязнение поверхности, особенности эксплуатации и другие факторы. Однако прежде всего при выборе конкретного метода интенсификации теплообмена необходимо убедиться в его достаточной эффективности именно для конкретных условий эксплуатации аппарата. Этим требованиям в наибольшей степени отвечают пассивные методы интенсификации теплообмена, способствующие увеличению турбулентности потока. Задача интенсификации теплообмена в трубах при умеренном увеличении гидравлического сопротивления может быть решена за счёт создания псевдоожижения твёрдых частиц в потоке основного теплоносителя. Интенсивность теплообмена в псевдоожиженном слое значительно выше, чем в однофазном газовом потоке в пустой трубе или трубе, заполненной неподвижным зернистым материалом. Интенсификация теплообмена от стенки к газовому псевдоожиженному слою изучена достаточно глубоко, и установлено, что коэффициент теплоотдачи увеличивается более чем в два раза по сравнению с аппаратом без твёрдых частиц..

Ключевые слова: Интенсификация теплообмена, кожухотрубчатый теплообменник, псевдоожиженный слой, гранулированные частицы, конвективный теплообмен, пассивные методы интенсификации, гидравлическое сопротивление, тепловая эффективность, газотвёрдый поток, коэффициент теплоотдачи.

Annotation. Currently, one of the most expensive types of energy is thermal. Its high cost is determined both by the production itself and by the efficiency of its

ISSN 3030-3907

transfer and use. Shell-and-tube heat exchangers with significant dimensions, high degree of contamination and short service life of the tube bundle are widely used in the energy, chemical, oil refining, food and other industries.It is well known that the most promising way to solve the problem of reducing weight and dimensions, or increasing heating capacity with the same size of heat exchangers is to intensify heat exchange. Various methods of intensification of convective heat transfer are proposed and investigated. When choosing a method of heat exchange intensification for practical use, one has to take into account not only the efficiency of the surface itself, but also its versatility for various single-phase and two-phase heat transfer media, the manufacturability of the heat exchange surface or a method for increasing the efficiency of heat exchange equipment, strength requirements, surface contamination, operational features, etc. But, first of all, when choosing a specific method of heat exchange intensification, you need to be sure that it is effective enough, and not at all, but for specific operating conditions of the device. Passive methods of heat transfer intensification, which contribute to increased flow turbulence, meet these requirements most of all. The problem of heat exchange intensification in pipes with a moderate increase in pressure drop can be solved by creating fluidization of solid particles in the upstream of the main coolant. The intensity of heat transfer in a fluidized bed is significantly higher than in a single-phase gas stream in an empty pipe or filled with a fixed granular material. The intensification of heat transfer from the wall to the fluidized gas layer has been studied in sufficient depth and it has been found that the heat transfer coefficient increases more than twofold compared to an apparatus without solid particles.

Keywords: Heat transfer intensification, shell-and-tube heat exchanger, fluidized bed, granular particles, convective heat transfer, passive enhancement methods, pressure drop, thermal efficiency, gas–solid flow, heat transfer coefficient

Introduction.

Currently, one of the most expensive types of energy is thermal. Its high cost is determined both by the production itself and by the efficiency of its transfer and use. Shell-and-tube heat exchangers with significant dimensions, high degree of contamination and short service life of the tube bundle are widely used in the energy, chemical, oil refining, food and other industries.It is well known that the most promising way to solve the problem of reducing weight and dimensions, or increasing heating capacity with the same size of heat exchangers is to intensify heat exchange. Various methods of intensification of convective heat transfer are proposed and investigated. When choosing a method of heat exchange intensification for practical use, one has to take into account not only the efficiency of the surface itself, but also its versatility for various single-phase and two-phase heat transfer media, the manufacturability of the heat exchange surface or a method

ISSN 3030-3907

for increasing the efficiency of heat exchange equipment, strength requirements, surface contamination, operational features, etc. But, first of all, when choosing a specific method of heat exchange intensification, you need to be sure that it is effective enough, and not at all, but for specific operating conditions of the device. Passive methods of heat transfer intensification, which contribute to increased flow turbulence, meet these requirements most of all. The problem of heat exchange intensification in pipes with a moderate increase in pressure drop can be solved by creating fluidization of solid particles in the upstream of the main coolant. The intensity of heat transfer in a fluidized bed is significantly higher than in a single-phase gas stream in an empty pipe or filled with a fixed granular material. The intensification of heat transfer from the wall to the fluidized gas layer has been studied in sufficient depth and it has been found that the heat transfer coefficient increases more than twofold compared to an apparatus without solid particles.

The modern development of the chemical, oil refining, food and metallurgical industries is associated with the improvement of existing and the development of new, more productive types of heat exchange equipment. The thermal efficiency coefficient of shell-and-tube heat exchangers, which make up more than 80% of all heat exchange equipment, often does not exceed 40%. They have significant dimensions and corresponding weight, as well as a high degree of contamination.

One of the most promising methods of heat transfer intensification is the use of a fluidized bed of solid granular material as an intermediate coolant. The main advantages of this method are: high values of heat transfer coefficients due to turbulence of the coolant flow by intensive mixing of the solid phase, a developed specific contact surface of the phases, mobility of the suspended layer and the possibility of continuous circulation of the solid phase, low hydraulic resistance of the fluidized bed, a relatively simple device and the availability of their automation, as well as the possibility of using this method in existing devices.

The selected intensifier should act on the boundary layer with the greatest thermal resistance, destroying it with subsequent turbulence of the flow in the wall layer. The impact only on the wall layer does not cause a significant increase in hydraulic resistance. The efficiency of the heat exchange intensification method is significantly increased if it also helps to reduce surface contamination.

The organization of fluidization of polydisperse granular material of solid particles in the pipes of the heat exchanger eliminates the above disadvantages due to the destruction and turbulence of the wall layer of the liquid flow. However, the intensity of heat transfer from the surface to a liquid fluidized bed of a polydisperse granular material has not been studied in practice. There is no data in the literature on the effect of particle size and concentration, physical properties of granular

ISSN 3030-3907

material and liquefying liquid, as well as parameters of the fixed and fluidized bed, such as porosity and layer height on the value of the heat transfer coefficient. In engineering practice, it is especially important to be able to estimate in advance the specific flow rate of the liquid required to transfer particles of a granular layer of various diameters and densities to a fluidized state.

The lack of experimental generalizations on the hydrodynamics, structure, and external heat exchange of fluidized media of polydisperse granular material with heat exchange surfaces makes it difficult to create modules for this interaction, without which it is impossible to develop methods to intensify heat transfer in these media. The development of effective methods for intensifying heat transfer in both mono- and polydisperse pseudo-liquefied media is possible only on the basis of an adequate model of external heat transfer, reflecting the real picture of the structural and hydrodynamic effects that occur when a surface comes into contact with a heterogeneous medium, and the degrees of their impact on processes. These circumstances determine the relevance of the tasks set in the work, which correspond to the main directions of creating energy-saving equipment

The issues of hydrodynamics, structure and external heat transfer in apparatuses with a liquid fluidized bed of polydisperse granular material, which would serve as a scientific basis for the development of engineering calculation methods for this type of heat exchangers and their use on an industrial scale, are insufficiently equipped in the domestic and foreign scientific literature.

The purpose of the study is to develop a method for intensifying convective heat transfer in tubes based on the continuous mechanical action of chaotically moving particles of polydisperse granular material driven into a fluidized state by a liquid coolant flow on the boundary layer of the flow with the greatest thermal resistance. Creation of equipment for heat and mass transfer in fluidized media of polydisperse granular material, aimed at increasing the intensity of heat exchange, reducing the size and metal consumption of equipment during heat exchange processes.

The experimental part.

The importance of the fluidization method is especially great for conducting heat and mass transfer processes, since it reduces thermal or diffusion resistance by tens and sometimes hundreds of times compared to processes occurring in a stationary state of granular material. However, the lack of an accurate methodology for calculating hydrodynamics and heat and mass transfer in stationary and fluidized bed devices limits the use of fluidization in industry.

From our point of view, a significant disadvantage of many previous studies is the lack of a reference dependence of the coefficient of resistance on velocity, on the basis of which it would be possible to determine the effect of particle shape

ISSN 3030-3907

on the value of the coefficient of friction. In [3], the resistance of a layer consisting of identical particles of regular spherical shape was taken as a reference. Balls of rolling bearings with diameters of 2, 4 and 5 mm were chosen as such particles.

The analysis of the research results [4] allowed us to easily establish a reference dependence, and based on similar experiments, numerical values of the shape coefficient for particles of various geometric shapes and various fractional compositions.

Experimental studies of the hydrodynamics of a fixed layer of polydisperse solid particles with an upward flow of liquid were carried out at a pilot plant, the scheme of which is shown in Fig. 1. The main element of the installation, i.e. the working apparatus, are cylindrical glass tubes with an inner diameter of 20, 36; and 45 mm and a height of 1.0 m. The diameter of the glass tube apparatus was checked by the volume of water in a measuring cylinder. Layers of irregularly shaped particles (particles have almost all oval shapes), gravel particles, rounded glass particles, and lead shot were studied as a working granular material. The characteristics of the studied particles are given in Table 1.

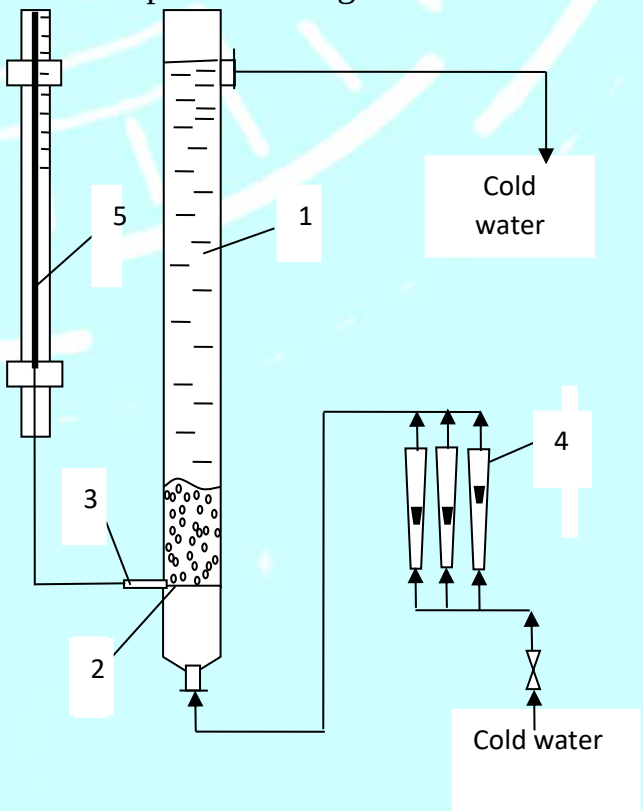


Fig. 1. Scheme of an experimental setup for determining the hydrodynamics of particles.

1–apparatus; 2–distribution grid; 3–pulse pressure extraction tube; 4-rotameters; 5–piezometer.

ISSN 3030-3907

The volume of the granular material layer occupied by solid particles was determined by the water displaced in the measuring cylinder. The particle density was found by weighing the counted amounts of grains of a certain volume and size.

The distribution grid of the main unit had slots 4 mm long and 0.2 mm wide and a free cross-section of 5%. The studies were carried out by filtration through a layer of bulk tap water with a temperature of 20-25 ° C. The temperature of the water at the outlet of the apparatus was measured with a glass thermometer with a division value of 0.1 ° C.

The height of the layer of polydisperse solid particles was measured using a scale with a division of 1 mm fixed on the working tube. During the experiments, the liquid flow rate was measured with rotameters, and the pressure drop in the layer was measured with a piezometric tube and a micromanometer. The rotameters were calibrated by measuring the amount of liquid flowing from the upper end of the apparatus into a measuring vessel of known capacity with a stopwatch counting the time required to fill the latter. The pulse tube for measuring the pressure drop in the layer was located at the level of the distribution grid under the layer of bulk material.

Table 2.1.

№	Granular material	Average diameter, d, mm	Bulk density, ph, kg/m^3	Density, p, kg/m^3	Porosity , ε0	Shape factor, F	Shape coefficient , φ
1	Gravel	1,4	1460	1840	0,4	0,8	1,4
2		1,9	1440	…..	0,4	0,79	1,6
3		2,5	1330	…..	0,4	0,77	1,7
4		3,04	1300	…..	0,42	0,7	1,8
5	Lead	1,8	6730	11400	0,4	0,87	1,3
6	shot	2,3	6680	…..	0,4	0,83	1,5
7		4,0	6600	…..	0,42	0,75	1,9
8	Glass	0,6	1440	2500	0,4	0,82	1,5
9	rounded	2,3	1400	…..	0,41	0,7	1,8
10	particles	4,4	1360	…..	0,41	0,6	2,3

* - in a swollen state.

First, dry particles of polydisperse granular material were poured into the working tube onto the distribution grid with a certain volume and the height of the fixed layer of granular material was measured to determine the porosity of the layer. The volume occupied by the particles of a certain portion was determined in advance by increasing the volume of water in the measuring cylinder. Then the

ISSN 3030-3907

device was slowly filled with water and the height of the stationary layer in the resting liquid was checked again. After that, the required operating speed of the liquid was set using a needle valve, at which the necessary parameters were measured. The pressure drop in a layer of polydisperse granular material was measured with a piezometric tube both with increasing and decreasing fluidization flow velocity. The speeds of the liquefying medium in the apparatuses varied from 0 to 1.0 m/s, and the height of the fixed layer of granular material from 50 to 250 mm.

Experimental data processing methodology

The experimental data was processed and the necessary parameters were determined in the following order.

1. The equivalent particle diameter was determined according to the data of sieving materials into fractions as follows. If the mixture of bulk material is a narrow fraction (for example, passing through a sieve with a cell size d_1, but remaining on a sieve with a cell d_2 close in size to d_1), then the determining particle size is their equivalent diameter d_e (equal in this case to the diameter of the narrow fraction of the mixture d_1), assumed to be equal to the geometric mean of the cell sizes of adjacent sieves:

$$d_e = (d_1 \cdot d_2)^{0,5}, м \quad (1)$$

Note that for a narrow fraction, the grain dispersion range is $n=dmax/dmin<2$, and the geometric and arithmetic mean determining sizes are very close.The dispersion of irregularly shaped particles with conventional sieving methods actually fluctuates around the nominal average size of ±30% [38].

When using wide fractions, the value of the equivalent diameter, i.e., the determining particle size, was calculated using the formula:

$$d = 1/\sum(x_i/d_i), м \quad (2)$$

where x_i is the volume fraction of particles of this fraction with a diameter di = 0.5 $(d_1 + d_2)$;

d_1 and d_2 are, respectively, smaller and larger particle sizes of this fraction, m

2. Porosity (fraction of free volume) of a fixed layer of polydisperse granular material was determined by the formula

where x_i is the volume fraction of particles of this fraction with a diameter d_i = 0.5 $(d_1 + d_2)$;

d_1 and d_2 are, respectively, smaller and larger particle sizes of this fraction, m

2. Porosity (fraction of free volume) of a fixed layer of polydisperse granular material was determined by the formula

$$\varepsilon_0=(V_l-V_p)/V_l \quad (2.3)$$

ISSN 3030-3907

where V_l is the volume of the granular material layer, m^3; V_p is the volume occupied by solid particles, m^3.

3. The fictitious (related to the total cross-section of the apparatus) velocity of the liquefying agent (water) was calculated from the flow equation

$$w=V_l/S, \quad m/s \qquad (4)$$

where V_l is the volumetric flow rate of the liquefying agent, m^3/s; S is the cross-sectional area of the apparatus (tube), m^2;

4. Experimental value of the hydraulic resistance of the layer

$$\Delta p_э=9{,}81 \cdot h_p, \text{ Pa} \qquad (5)$$

where h_p is the level of the liquefying agent in the piezometric tube, m

5. Porosity of the fluidized bed of polydisperse granular material

$$\varepsilon=1-(H_0/H)(1-\varepsilon_0) \qquad (6)$$

where H_0 and H are, respectively, the height of the fixed and fluidized layers, m; ε_0 is the porosity of the fixed layer of granular material.

6. The calculated value of the hydraulic resistance of the fluidized bed

$$\Delta p=Hg(\rho_p-\rho)(1-\varepsilon) \qquad (7)$$

where H is the height of the pseudo-liquefied layer, m; ρ_p- is the particle density, kg/m^3; ρ is the density of water, kg/m^3; ε_0 is the porosity of the granular material layer.

The features inherent in the granular layer make it difficult to directly measure the velocity field in it, and the only easily measurable value is the pressure drop in the layer. The data on the hydraulic resistance of the granular material layer makes it possible to determine the flow rate at which the layer enters the fluidized state, or the so-called fluidization rate. In this regard, the study of the pressure drop in a fixed layer of granular material is of great practical importance.

A layer of loose solid granular material may become mobile as it passes through the liquid. Such a heterogeneous system goes through at least three stages: the static state of the layer when liquid is filtered through it, the fluidization of grains in the liquid stream, and, finally, the removal of grains with the liquid stream. With the same size and shape of the grains of the layer (monodisperse layer), no other states of the system are observed. The uneven grain size (polydisperse layer) is the reason for the appearance of transition regions in particle motion, in particular the transition region between the filtration and fluidization states. The study of the hydrodynamic features and conditions of similarity of the fluidization transition region has shown the need for an experimental study of hydrodynamic resistance in it.

We conducted experiments with twelve samples of various granular materials. In order to increase the degree of heterogeneity of the layer, characterized by the ratio $\eta=d_{max}/d_{min}$, experiments were also conducted with binary

ISSN 3030-3907

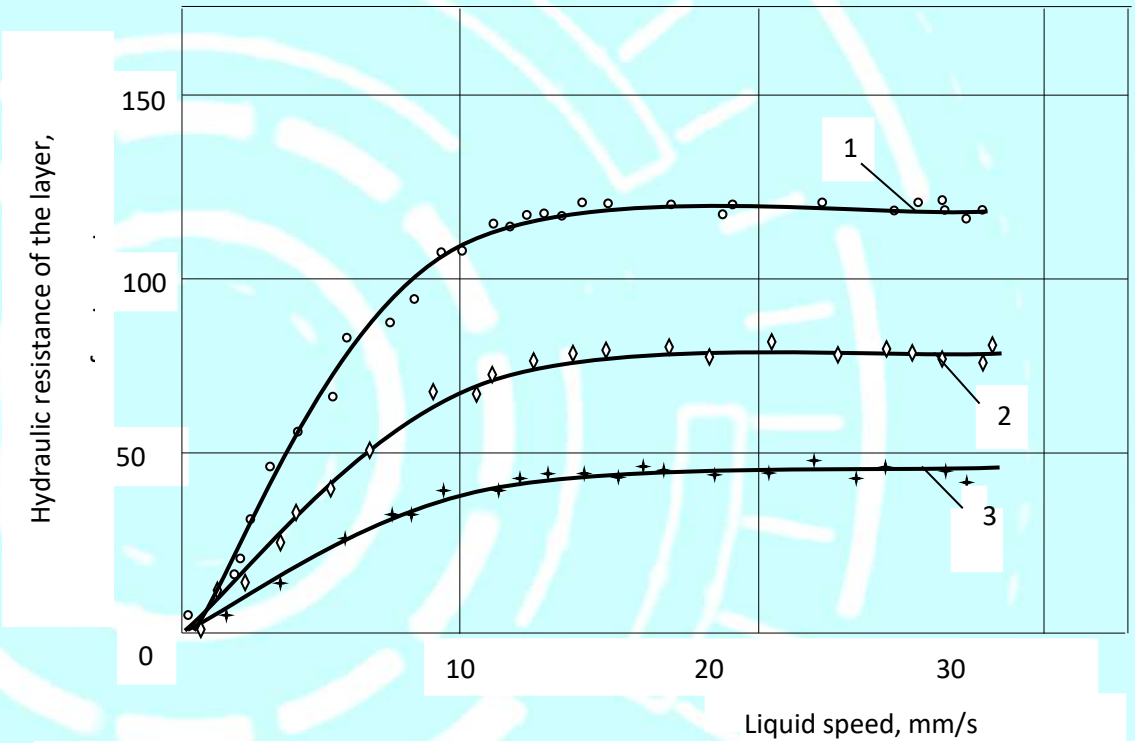
layers, which consisted of particles of different materials and densities, since such layers are adjacent to polydisperse [38].

In most studies devoted to establishing the relationship between the pressure drop and the properties of the layer and the liquefying medium, experiments were carried out with large ratios of the diameter of the apparatus to the diameter of monodisperse grains *(D/d>20)*. At the same time, when carrying out exothermic heterogeneous catalytic reactions with large thermal effects, tubular contact devices are often used in which the catalyst is loaded into pipes with a diameter of no more than 30 mm. In addition, granular material has recently been used as an intermediate heat carrier to intensify heat transfer and prevent scale deposition in tubular heat exchangers [12]. The use of pipes of small diameter and large length (height) makes it possible to approach the isothermal conditions of the process. Therefore, it is of great practical interest to study the hydraulic resistance of a layer of polydisperse granular materials in pipes of small diameter in the range of the ratio of the diameter of the apparatus to the diameter of the particles D/d = 2 ... 20. In the first series of experiments, a layer of gravel of various granulometric composition was liquefied with water. The polydisperse granular mass was dispersed on sieves 1,0-1,7; 1,7-2,3; 2,3-2,8; 2,8-3,3 mm. The resulting mixtures with relatively similar grain sizes were the starting materials for further experiments.

For each initial mixture, the true specific gravity of the grains was determined by the pycnometric method. When composing a polydisperse mixture of a wide composition, its specific gravity was calculated according to the additivity rule. Individual grains of gravel are mostly rounded elements of irregular almost oval shape. The mechanical resistance of the grains was quite high. Special tests did not show much abrasion of the grains during 300 hours of their stay in the fluidized bed at a temperature of 20-30 ° C.

The equivalent diameter of the grain, rather than the diameter of the channels, was taken as the determining size. The transition zone (transition region) was determined from the graphs $lg\Delta p=f(lgw)$ (Fig. 3,4), which most clearly show two characteristic points - the beginning of the transition mode and complete fluidization.

ISSN 3030-3907



D=36 mm: 1–H_0=24.6 cm: 2–H_0=14.8 cm: 3–H_0=7.1 cm

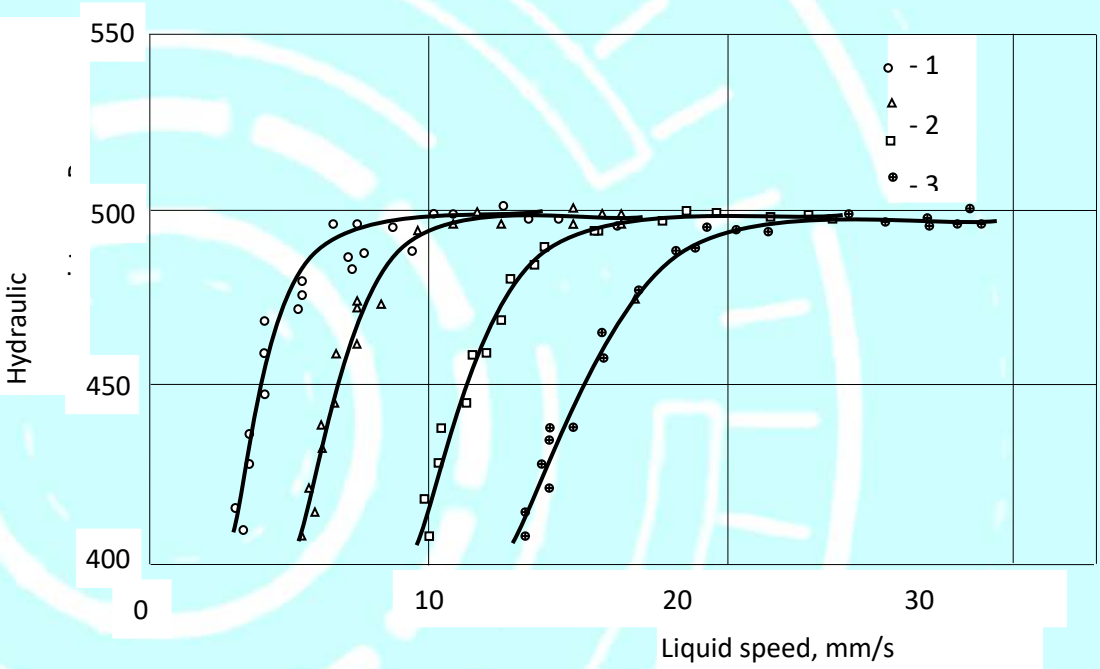
Fig. 3. Dependence of the hydraulic resistance of a gravel layer with an average diameter of 1.98 mm on the water velocity

The equivalent diameter of the web grain was calculated based on the dimensions of the pass-through and non-pass-through sieves and the weight composition of the grains of the initial class.

An analysis of the complex process in the transition region shows that already in its initial period, small grains move in the free volume of the layer between large particles. At the end of the transition mode, all the particles of the layer become mobile. Thus, the idea of a physical process in the transition region allows us to adopt a scheme of particle flow by a liquid flow, rather than a scheme of liquid filtration in the pores of the layer. Computational considerations about choosing the determining size also lead to a similar conclusion.

An essential transition is to replace the actual grain diameter dz with an equivalent diameter de. This transition is purely a calculation technique and has no physical prerequisites. This still expresses the inability to enter the correct defining size for polydisperse.

ISSN 3030-3907



D=22 мм; H_0=10 см; $d_э$, мм: 1-1,3; 2-1,98; 3-2,54; 4- 3,04.

Fig. 4. Dependence of the hydraulic resistance of the layer gravel from the speed of the water

In principle, the transition to the calculated equivalent diameter is a rejection of the most significant geometric characteristic of the polydisperse layer - the grain sizes that differ from each other. However, there are currently no other recommendations for calculating the determining grain. In addition, the results of our experiments show a correspondence between the physical processes in the layer and the average calculated grain diameter (de). Apparently, the statistical distribution and averaging of physical phenomena in the process make it possible to enter average calculated characteristics.

Conclusion

The processing of experimental data on the hydraulic resistance of the layer in a logarithmic coordinate system made it possible to clearly identify the behavior of the polydisperse layer during its liquefaction by liquid (Fig. 2.4).

The analysis of the obtained results made it possible to identify the most characteristic features of the polydisperse layer and its difference from the monodisperse layer:

a) the existence of a transitional regime between the filtration and fluidization regions (there is no such region in the monodisperse layer exists;

b) the presence of two characteristic speeds: wh-the initial speed of the transition mode and wk-the critical fluidization rate.

In a layer with particles of continuous fractional composition, the movement of each subsequent class of grains begins before the complete liquefaction of the

ISSN 3030-3907

previous class, i.e. the process of sequential liquefaction occurs continuously throughout the transition region.

RFERENCES

1. Fluidization. / V.G. Ainstein, A.P. Baskakov et al.; edited by V.G. Ainstein. - M.: Chemistry, 1991. - 440 p.
2. General course of processes and devices of chemical technology. In 2 books. / Ainstein V.G., Zakharov M.K., Nosov G.A. and others; edited by V.G. Ainstein. - M.: Higher School, 2003. - 912 p.
3. Aerov M.E., Todes O.M. Hydraulic and thermal principles of operation of devices with stationary and fluidized granular layer. - L.: Chemistry, 1968. 512 p.
4. Gelperin N.I., Einstein V.G., Kvasha V.B. Fundamentals of fluidization technology, Moscow: Khimiya, 1968, 664 p.
5. Kasatkin A.G. Basic processes and devices of chemical technology, Moscow: Allianz, 2005, 750 p.
6. Experimental study of the hydrodynamics of two-phase flows (mixtures and jets) in backfills with spherical particles. / G.A. Filippov, L.E. Melamed, V.P. Matyushkin et al. // Thermophysics of high temperatures. - Moscow, 2004. Vol. 42. - No. 6. - pp. 954-960.

ISSN 3030-3907

QORAQALPOQ TILIDAGI MATNLARNI MASHINALI O‘QITISH ALGORITMLARI YORDAMIDA TASNIFLASH

Jalelova Malika Moyatdin qizi
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti dotsent v.b.
Komekova Gulzira Sharbayevna
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti assistenti

Annotatsiya. Mazkur ishda qoraqalpoq tilidagi yangilik matnlarini avtomatik tasniflash masalasi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot doirasida qoraqalpoq tilida faoliyat yurituvchi internet manbalaridan yangilik maqolalari to‘plangan va maxsus korpus shakllantirilgan. Matnlarni tasniflash vazifasini yechish uchun Linear SVM, Logistik regressiya, Multinomial Naive Bayes, Random Forest va K-Nearest Neighbors algoritmlaridan foydalanilgan va ular orasida Random Forest modeli eng yuqori aniqlikni ko‘rsatgan. Olingan natijalar resurs-cheklangan tillar uchun klassik mashinali o‘qitish usullari samarali yechim bo‘la olishini tasdiqlagan.

Kalit so‘zlar: qoraqalpoq tili, matn klassifikatsiyasi, mashinali o‘qitish, TF-IDF, Random Forest.

Abstract. This paper addresses the problem of automatic classification of news texts in the Karakalpak language. Within the scope of the study, news articles were collected from online sources operating in the Karakalpak language, and a dedicated text corpus was constructed. To solve the text classification task, Linear SVM, Logistic Regression, Multinomial Naive Bayes, Random Forest, and K-Nearest Neighbors algorithms were applied, among which the Random Forest model demonstrated the highest accuracy. The obtained results confirmed that classical machine learning methods can serve as an effective solution for low-resource languages.

Keywords: Karakalpak language, text classification, machine learning, TF-IDF, Random Forest.

Аннотация. В данной работе рассмотрена задача автоматической классификации новостных текстов на каракалпакском языке. В рамках исследования были собраны новостные статьи из интернет-источников, функционирующих на каракалпакском языке, и сформирован специализированный корпус текстов. Для решения задачи классификации были использованы алгоритмы Linear SVM, логистической регрессии, Multinomial Naive Bayes, Random Forest и K-Nearest Neighbors, среди которых модель Random Forest показала наивысшую точность. Полученные результаты подтвердили, что классические методы машинного обучения могут выступать эффективным решением для языков с ограниченными ресурсами.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: каракалпакский язык, классификация текстов, машинное обучение, TF-IDF, Random Forest.

Kirish

Zamonaviy axborot asrida raqamli kontentning jadal o‘sishi butun dunyo tillarida matnli ma’lumotlarni avtomatik tahlil qilish zaruratini keltirib chiqarmoqda [1]. Biroq, bu imkoniyatlar asosan ingliz, xitoy, ispan kabi keng tarqalgan tillarda rivojlangan bo‘lib, kam resursli tillar uchun sun’iy intellekt texnologiyalarini qo‘llanilishi hali ham jiddiy ilmiy va amaliy muammo bo‘lib qolmoqda. Qoraqalpoq tili qoraqalpoq xalqining rasmiy tili bo‘lishiga qaramay, zamonaviy kompyuter lingvistikasi sohasida deyarli o‘rganilmagan tillardan biri hisoblanadi.

So‘nggi yillarda qoraqalpoq tilidagi raqamli kontentni ko‘payishi kuzatilmoqda. Karalpak.uz, qalpaq.info, erkin-qaraqalpaqstan.uz kabi yangilik portallari, ijtimoiy tarmoqlardagi qoraqalpoq tilidagi guruhlar va sahifalar kuniga yuzlab yangi matnlarni e’lon qilmoqda. Bu esa axborotni samarali boshqarish, qidirish va tahlil qilish uchun avtomatlashtirilgan tizimlarni joriy etish zarurligini ko‘rsatadi.

Matnlarni avtomatik tasniflash – tabiiy tilni qayta ishlash (Natural Language Processing-NLP) sohasini asosiy vazifalaridan biri bo‘lib, u yangilik agregatorlari, kontentni moderatsiya qilish, axborot qidirish va tavsiya tizimlari kabi ko‘plab amaliy masalalarni yechishda qo‘llaniladi [2]. Biroq qoraqalpoq tili uchun bunday tizimlar yo‘qligi nafaqat texnologik rivojlanishni sekinlashtirmoqda, balki til resurslarini raqamli shaklda saqlash imkoniyatlarini ham cheklaydi.

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi quyidagilar bilan belgilanadi:

Birinchidan, qoraqalpoq tili uchun tabiiy tilni qayta ishlash sohasida ilmiy bo‘shliq mavjud. Xalqaro miqyosda amalga oshirilayotgan NLP tadqiqotlari deyarli faqat yirik tillarga qaratilgan bo‘lib, million va undan kam aholi so‘zlashadigan tillar e’tiborsiz qolmoqda. Shuningdek, qoraqalpoq tilida yaratilayotgan yangiliklar hajmi oshib bormoqda, biroq ularni avtomatik tarzda turkumlash, tahlil qilish va boshqarish uchun maxsus vositalar yo‘q. Bu esa media tashkilotlari, davlat organlari va tadqiqotchilar uchun jiddiy muammo hisoblanadi.

Aksariyat NLP modellari katta hajmdagi annotatsiyalangan ma’lumotlarga muhtoj. Qoraqalpoq tili uchun bunday resurslar deyarli mavjud emas. Shuning uchun klassik mashinali o‘qitish algoritmlari kamroq ma’lumot talab qiladigan, biroq yetarlicha samarali bo‘lgan vaziyatda eng maqbul yechim bo‘lib qolmoqda.

Tadqiqotni asosiy maqsadi qoraqalpoq tilidagi yangilik matnlarini avtomatik ravishda turkumlash uchun optimal mashinali o‘qitish modelini yaratish va resurs-cheklangan tillar uchun amaliy yechimlar taklif etishdir. Bu tadqiqot natijasida qoraqalpoq tilidagi raqamli kontentni boshqarish va tahlil qilish imkoniyatlari

ISSN 3030-3907

kengayadi, hamda boshqa kichik tillar uchun ham amaliy qo‘llanma bo‘lib xizmat qiladi.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqotda qoraqalpoq tilidagi yangilik matnlarini avtomatik turkumlash vazifasini yechish uchun klassik mashinali o‘qitish usullaridan foydalanilgan. Tadqiqot jarayoni to‘rtta asosiy bosqichdan iborat: (1) ma’lumotlarni to‘plash va korpus yaratish, (2) matnlarni tozalash va qayta ishlash, (3) belgilarni shakllantirish, (4) modellarni o‘qitish va baholash.

Ma’lumotlar to‘plash va korpus yaratish. Tadqiqot uchun qoraqalpoq tilida faoliyat yurituvchi jaslarnews.uz [3] va kknews.uz [4] kabi ikkita asosiy internet resursi tanlangan. Ushbu saytlar yordamida yangilik maqolalari avtomatik ravishda yig‘ib olingan.

Matnlarni tozalash va dastlabki ishlov berish. Xom matnlarni qayta ishlash bir necha bosqichda amalga oshirilgan. Avval HTML teglari, URL manzillar va maxsus belgilar olib tashlanib, apostroflarni turli xil variantlari (’, ', ` , ´) standart shaklga keltirilgan. Matnlar kichik harflarga o‘tkazilgan (lowercase). So‘ngra qoraqalpoq tili uchun maxsus to‘xtash so‘zlari (stop words) lug‘ati yaratilgan va bu so‘zlar matnlardan olib tashlangan.

Belgilarni shakllantirish. Tasniflash uchun uch xil belgilar to‘plami yaratilgan:

So‘z darajasidagi belgilar (Word-level features): TF-IDF vektorlashtirish usuli qo‘llanilgan. N-gramm diapazoni esa unigram, bigram va trigramlarni qamrab olgan.

Simvol darajasidagi belgilar (Character-level features): Belgi n-grammlari (3-5 belgi uzunlikdagi) TF-IDF usuli bilan vektorlashtirilgan, bu morfologik belgilarni ushlash imkonini beradi.

Lingvistik belgilar: So‘zlar soni, belgilar soni, o‘rtacha so‘z uzunligi, Type-Token Ratio (TTR) – leksik rang-baranglik ko‘rsatkichi, raqamlar soni, defis belgisi foizi kabi statistik ko‘rsatkichlar hisoblab chiqilgan.

Mashinali o‘qitish modellari. Tasniflash vazifasini yechish uchun klassik mashinali o‘qitishni beshta algoritmi tanlab olingan va taqqoslangan [5]:

1. Linear Support Vector Machine (Linear SVM) – chiziqli klassifikator, yuqori o‘lchamli fazolarda samarali ishlaydi.

2. Logistik regressiya – ehtimollik asosidagi klassifikator, maksimal 2000 iteratsiya bilan o‘qitildi.

3. Multinomial Naive Bayes (MNB) – Bayes teoremasiga asoslangan, matnlarni tasniflashda keng qo‘llaniladigan usul.

4. Random Forest – 300 ta qaror daraxti ansambli, parallel hisoblash qo‘llanildi.

ISSN 3030-3907

5. K-Nearest Neighbors (KNN) – k=7 yaqin qo‘shniga asoslangan klassifikator.

Baholash mezonlari. Modellar samaradorligi Accuracy, Precision, Recall, F1-score kabi metrikalar asosida baholangan.

NATIJALAR

Mazkur bo‘limda tadqiqot davomida olingan tajribalar natijalari taqdim etilgan bo‘lib, bunda jami 142 ta yangilik maqolasi to‘plangan. Korpusni kategoriyalar bo‘yicha taqsimoti quyidagi jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Korpusning kategoriyalar bo‘yicha taqsimoti

Kategoriya	Maqolalar soni	Ulushi (%)
Jamiyat	49	34.5
Siyosat	48	33.8
Iqtisod	18	12.7
Boshqa	17	12.0
Sport	6	4.2
Madaniyat	4	2.8
Jami	142	100.0

Mashinali o‘qitishning 5 ta modeli va ularning ansambl kombinatsiyasi validatsiya va test to‘plamlarida baholandi. Natijalar quyidagi jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Modellarning validatsiya va test to‘plamlaridagi natijalari

Model	Val Accuracy	Val F1-score	Test Accuracy	Test F1-score
Linear SVM	0.7273	0.6891	0.7143	0.6825
Logistic Regression	0.7727	0.7456	0.7619	0.7321
Multinomial NB	0.6364	0.5892	0.6190	0.5743
Random Forest	0.8182	0.7983	0.8095	0.7856
K-Nearest Neighbors	0.7273	0.6954	0.7143	0.6892
Ansambl	0.8182	0.7921	0.8095	0.7803

Natijalardan ko‘rinib turibdiki, eng yuqori ko‘rsatkichga Random Forest modeli erishdi: test to‘plamida accuracy=0.8095 va F1-score=0.7856. Ushbu modelni kategoriyalar kesimida ko‘rsatkichlari 3-jadvalda keltirilgan.

3-jadval.

Random Forest modelining kategoriyalar kesimida ko‘rsatkichlari

Kategoriya	Precision	Recall	F1-score	Namunalar soni
Jamiyat	0.88	0.78	0.83	9

ISSN 3030-3907

Siyosat	0.86	0.86	0.86	7
Iqtisod	0.67	1.00	0.80	2
Sport	1.00	0.50	0.67	2
Boshqa	0.00	0.00	0.00	1

Eng yuqori natija “Siyosat” kategoriyasida qayd etildi, “Jamiyat” kategoriyasi ham yaxshi tasniflandi. “Iqtisod” kategoriyasi yuqori recall (1.00) ko‘rsatdi, biroq precision past bo‘ldi. “Sport” kategoriyasida precision ideal (1.00), lekin recall past (0.50). “Boshqa” kategoriyasi uchun model yetarli o‘quv namunalari yo‘qligi sababli klassifikatsiya qila olmadi.

XULOSA

Qoraqalpoq tilidagi yangilik matnlarini mashinali o‘qitish algoritmlari yordamida tasniflash doirasida olib borilgan tadqiqot natijalaridan quyidagi xulosalar shakllandi:

– qoraqalpoq tilidagi yangiliklar korpusi turli xil internet manbalaridan to‘plandi va ular 6 ta kategoriyaga ajratildi;

– Linear SVM, Logistic Regression, Multinomial Naive Bayes, Random Forest, K-Nearest Neighbors kabi klassik mashinali o‘qitish algoritmlari va ularni ansambl kombinatsiyasi sinovdan o‘tkazildi;

– Random Forest modeli test to‘plamida accuracy=0.8095 va F1-score=0.7856 qiymati bilan eng yaxshi natijani ko‘rsatdi;

– kategoriyalar bo‘yicha tahlil shuni ko‘rsatdiki, “Siyosat” (F1=0.86) va “Jamiyat” (F1=0.83) kategoriyalari eng yaxshi tasniflash natijalarini ko‘rsatdi, “Sport” va “Iqtisod” kategoriyalarida esa o‘quv namunalarini hajmi kam bo‘lganligi uchun tasniflashda yaxshi natija ko‘rsatmadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. N. A. Niyozmatova, N. S. Mamatov, B. I. Otaxonova, A. N. Samijonov and K. K. Erejepov, "Classification Based On Decision Trees And Neural Networks," 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT), Tashkent, Uzbekistan, 2021, pp. 01-04, doi: 10.1109/ICISCT52966.2021.9670345.

2. Nielsen, M. A., & Chuang, I. L. (2010). Quantum Computation and Quantum Information (10th Anniversary ed.). Cambridge University Press.

3. https://jaslarnews.uz/category/

4. https://kknews.uz/qq/category/news/

5. D.Muhamediyeva, N.Niyozmatova, N.Turgunova, A.Mamatov. Text vectorization based on the quantum bag-of-words algorithm. Electronic journal of actual problems of modern science, education and training. April, 2025-4. ISSN 2181-9750. Pp. 33-39.

ISSN 3030-3907

ZAMONAVIY YUQORI TEZLIKDAGI SIMSIZ TEXNOLOGIYALARNI TURLI GEOGRAFIK SHAROITLARDA QO‘LLASH

Abdug‘afur Hotamov
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Samarqand filiali dotsenti
X.R. Bobobekova
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU Samarqand filiali o‘qituvchisi

Anotatsiya. Ushbu maqola turli geografik zonalarda elektromagnit to‘lqinlarning tarqalish xususiyatlari va ular asosida ishlovchi yuqori tezlikdagi simsiz texnologiyalarning (Wi-Fi, WiMAX, LTE, 5G) samaradorligini ilmiy asosda tahlil qiladi. Tadqiqotda to‘lqinlarning sochilishi, yutilishi, multipath, shadowing kabi fizik hodisalar, shuningdek har bir texnologiyaning chastota diapazoni, modulyasiya usullari va ma’lumot uzatish imkoniyatlari batafsil solishtiriladi. Shuningdek, tadqiqotda ochiq maydon (dasht), o‘rmon massivlari va shahar muhitidagi to‘lqinlarning tarqalish modeli solishtiriladi. Har bir muhitda texnologiyalarning samaradorligi modulyasiya barqarorligi, signal-to-noise ratio (SNR), path loss modeli va to‘siqlar zichligi orqali baholanadi. Bugungi kunda simsiz aloqa texnologiyalari inson-mashina interfeysi, IoT ekotizimi, sanoat 4.0, transport logistikasi va intellektual shahar infratuzilmasining asosiy drayveriga aylandi. Ularning rivojlanishi chastota spektridan samarali foydalanish, adaptiv modulyasiya, masssive MIMO va beamforming kabi texnologik yutuqlarga tayangan. Simsiz tarmoqlar kabel infratuzilmasining cheklovlarini bartaraf etib, mobil, moslashuvchan va tezkor ulanishni ta’minlaydi. Ayniqsa, to‘lqinlarning geometrik-optik modeli asosida shakllangan line-of-sight (LOS) va non-line-of-sight (NLOS) kanallar orqali uzatish texnologiyalari zamonaviy aloqa tizimlarining poydevorini tashkil etadi va ma’lumotlarga ulanish va kirish imkonini beradi. Tadqiqotning maqsadi — turli geografik sharoitlarda simsiz texnologiyalarning qo‘llanish chegaralari, uzatish sifati va to‘lqinlarning fizik muhitga moslashuvchanligini ilmiy baholash. Natijada, har bir texnologiya uchun optimal muhit, samaradorlik ko‘rsatkichi va qo‘llash cheklovlari aniqlanadi, ulardan foydalanish istiqbollari baholanadi.

Kalit so‘zlar: elektromagnit to‘lqinlar, path loss, Wi-Fi 6, WiMAX 802.16, LTE-Advancyed, 5G NR, modulyasiya, to‘lqin tarqalishi, geografik muhit.

Abstract. This article provides a scientific analysis of the propagation characteristics of electromagnetic waves in various geographical zones and the performance of high-speed wireless technologies operating on their basis (Wi-Fi, WiMAX, LTE, and 5G). The study examines physical phenomena such as wave scattering, absorption, multipath propagation, and shadowing, as well as comparatively analyzes the frequency bands, modulation schemes, and data

ISSN 3030-3907

transmission capabilities of each technology. In addition, wave propagation models in open areas (steppes), forested regions, and urban environments are compared. The performance of wireless technologies in each environment is evaluated based on modulation stability, signal-to-noise ratio (SNR), path loss models, and obstacle density. Today, wireless communication technologies have become key drivers of human–machine interfaces, IoT ecosystems, Industry 4.0, transport logistics, and intelligent urban infrastructure. Their development is based on efficient use of the frequency spectrum, adaptive modulation, massive MIMO, and beamforming technologies. Wireless networks eliminate the limitations of cable infrastructure by providing mobile, flexible, and high-speed connectivity. In particular, transmission technologies based on line-of-sight (LOS) and non-line-of-sight (NLOS) channels, formed according to geometric-optical wave propagation models, constitute the foundation of modern communication systems and enable data access and connectivity. The purpose of the study is to scientifically assess the application boundaries, transmission quality, and physical adaptability of wireless technologies under different geographical conditions. As a result, the optimal environment, performance indicators, and application limitations for each technology are identified, and their future prospects are evaluated.

Keywords: electromagnetic waves, path loss, Wi-Fi 6, WiMAX 802.16, LTE-Advanced, 5G NR, modulation, wave propagation, geographical environment.

Аннотация. В данной статье проводится научный анализ характеристик распространения электромагнитных волн в различных географических зонах и эффективности высокоскоростных беспроводных технологий, функционирующих на их основе (Wi-Fi, WiMAX, LTE, 5G). В исследовании подробно рассматриваются физические явления, такие как рассеяние, поглощение волн, многолучевое распространение и затенение, а также проводится сравнительный анализ частотных диапазонов, методов модуляции и возможностей передачи данных каждой технологии. Кроме того, сопоставляются модели распространения волн в открытых пространствах (степи), лесных массивах и городской среде. Эффективность беспроводных технологий в каждой среде оценивается на основе устойчивости модуляции, отношения сигнал-шум (SNR), моделей потерь на трассе (path loss) и плотности препятствий. В настоящее время беспроводные коммуникационные технологии стали основными драйверами развития интерфейсов «человек–машина», экосистем IoT, концепции «Индустрия 4.0», транспортной логистики и интеллектуальной городской инфраструктуры. Их развитие основано на эффективном использовании частотного спектра, адаптивной модуляции, технологиях massive MIMO и beamforming. Беспроводные сети устраняют ограничения кабельной

ISSN 3030-3907

инфраструктуры, обеспечивая мобильное, гибкое и высокоскоростное подключение. Особое значение имеют технологии передачи данных по каналам прямой видимости (LOS) и непрямой видимости (NLOS), сформированные на основе геометрическо-оптических моделей распространения волн, которые составляют основу современных систем связи и обеспечивают доступ к информации. Целью исследования является научная оценка границ применения беспроводных технологий, качества передачи и физической адаптивности волн в различных географических условиях. В результате определяются оптимальные условия эксплуатации, показатели эффективности и ограничения применения каждой технологии, а также оцениваются перспективы их использования.

Ключевые слова: электромагнитные волны, path loss, Wi-Fi 6, WiMAX 802.16, LTE-Advanced, 5G NR, модуляция, распространение волн, географическая среда.

Kirish

SIMSIZ TARMOQ TEXNOLOGIYASI. Zamonaviy simsiz aloqa tizimlari — elektromagnit to‘lqinlarning fazoviy tarqalish qonunlariga asoslangan, yuqori tezkorlik, mobillik va moslashuvchanlikka ega murakkab axborot-infratuzilma ekotizimidir. Ushbu bo‘limda simsiz tarmoqlar arxitekturasi, signalning tarqalish fizikasi, radiokanalning bandligi, spektr samaradorligi va tarmoqning geografik muhitga moslashuvchanligi fundamental tahlil qilinadi.

Simsiz tarmoqlar kabel infratuzilmasining fizik cheklovlari mavjud bo‘lgan jarayonlarda — tog‘li hududlar, uzoq qishloq maskanlari, mobil obektlar, vaqtinchalik inshootlar va favqulodda aloqa talab qilinadigan holatlarda — eng maqbul yechim hisoblanadi. EM to‘lqinlar havo orqali tarqalgani uchun kabeldagi attenuation, diyelectric loss va dispersiya kabi ishonchsizliklar yuzaga kelmaydi. Yuqori tezlikdagi radio-kirish texnologiyalari (RAN – Radio Accyess Network) kapital xarajatlarni kamaytirish, infratuzilmani tez joylashtirish va ko‘p nuqtali (multi-point) ulanishni qo‘llab-quvvatlash imkonini beradi. RAN arxitekturasi OFDM asosidagi modulyasiya, adaptiv kodlash, spektr re-farming va beamforming kabi zamonaviy yechimlar orqali aloqa sifatini sezilarli oshiradi. Simsiz tarmoqlarning “raqamli boshqaruv mexanizmi” — bu protokollardir. Protokol qurilmalarga qachon uzatish, qachon kutish, qaysi chastotadan foydalanish, qanday modulyasiya tanlash, kanalni qanday bo‘lish (multiplexing) va qanday himoya qilish (authentication, encryption) kerakligini belgilaydi. Shu bois protokollar tarmoqning barqarorligi, kechikish koyeffisiyenti, throughput va jitter kabi parametrlarni aniqlaydi.

PROTOKOLLAR

ISSN 3030-3907

Simsiz aloqa protokollari - qurilmalar o‘zaro muloqot qiladigan **raqamli til tizimi**dir. Har bir protokol o‘zining chastota diapazoni, modulyasiya usuli, xatoliklarni tuzatish darajasi (FEC), multiplekslash mexanizmi va xavfsizlik qatlamiga ega bo‘lgan **murakkab kommunikasion grammatika**ga ega. Protokollarni tasniflashda ulanish masofasi bilan birga **kanalning fizik xususiyatlari, energiya samaradorligi, trafik zichligi** va **sinxronizatsiya talablariga** asoslangan murakkab kategoriya tizimidan foydalaniladi. Shuning uchun WPAN → WLAN → WMAN → WWAN protokollari **masofa + quvvat iste’moli + spektr samaradorligi** bo‘yicha iyerarxik tuzilishga ega. **WPAN** — tanaga yaqin (body-area) va qisqa masofali qurilmalar uchun mo‘ljallangan past quvvatli protokol oilasidir. Bluyetooth Low Energy (BLE), ZigBeye, 6LowPAN kabi texnologiyalar **IoT ekotizimi,** aqlli soatlar, tibbiy sensorlar, uy avtomatizatsiyasi va energiya tejovchi mikrotarmoqlarni qo‘llab-quvvatlaydi. WPANning asosiy xususiyati **- minimal energiya sarfi va yuqori uzatish barqarorligi**. Simsiz shaxsiy tarmoqlarning diapazoni bir necha o‘n santimetrdan bir necha metrgacha. WPAN turli xil tarmoq texnologiyalari yordamida joylashtirilishi mumkin, masalan: Bluyetooth, ZigBeye, 6lowpan va boshqalar.

Simsiz LAN (Wireless personal area network- simsiz lokal tarmoq) – simsiz texnologiyalar asosida qurilgan likal tarmoq. Simsiz lokal tarmoqlar yuqori darajadagi dasturlar uzluksiz bajarish uchun zarur bo‘lgan xususiyatlarni osongina ta’minlaydi. Shunday qilib, ushbu tarmoqlarning foydalanuvchilari elektron pochta xabarlariga yoki serverdan video oqimlariga katta hajmdagi qo‘shimchalarni olishlari mumkin. Ushbu texnologiyalarning diapazoni bir necha yuz metrga yetadi. Bularga quyidagi protokollar kiradi: UWB, ZigBeye, Wi-Fi. bunday texnologiyalar bir necha kilometrga yetadi. Ushbu protokolga misol WiMAX. WWAN (Wireless Wide Area Network -simsiz keng tarmoq) – simsiz kompyuter tarmoqlarining turli xil turlari, ularning asosiy xususiyati keng qamrov zonasidir. Masofa bir necha o‘nlab kilometrni tashkil qiladi. Bularga quyidagi protokollar kiradi: GSM, CDMAone, iDEN, PDC, GPRS va UMTS.

1. Wi – Fi

Wi-Fi - bu elektromagnit to‘lqinlarning 2.4 GHz va 5 GHz diapazonlarida tarqalishiga asoslangan, yuqori o‘tkazuvchanlikka ega **lokal simsiz kommunikatsiya texnologiyasi.** Wi-Fi 5 va Wi-Fi 6 standartlarida OFDMA, MU-MIMO, beamforming kabi ilg‘or texnologiyalar yordamida kanal bo‘shlig‘i bo‘linadi, bir nechta qurilma bir vaqtning o‘zida interferensiyasiz aloqa qiladi. Ushbu turdagi tarmoqlar transmitter va qabul qilgich o‘rtasida to‘g‘ridan-to‘g‘ri aloqa mavjud bo‘lganda radioliniyalarda nisbatan qisqa masofalarda (qoida tariqasida, metrlar) aloqani ta’minlaydi [1]. Wi-Fi texnologiyasi qurilmalarni lokal zona ichida **sub-millisekundli kechikish bilan** bog‘lab, yuqori tezlikdagi trafik

ISSN 3030-3907

(video oqim, IoT, AR/VR)ni uzatish imkonini beradi. Wi-Fi 6Ye texnologiyasi 6 GHz diapazonidan foydalanib, yanada keng kanal (1200 MHz gacha) va past shovqinli spektrni qo‘llaydi.

2. WIMAX

WiMAX texnologiyasi-yuqori sifatli xizmat ko‘rsatish bilan uzoq masofali simsiz aloqani ta’minlash maqsadida ishlab chiqilgan operator sinfidagi telekommunikatsiya texnologiyasi 802.16 standartiga asoslangan. [2] ushbu texnologiyaning asosiy afzalligi uning imkoniyatlarini tezda oshirish va aloqa hududini kengaytirish qobiliyatidir. WiMAX bazaviy stansiyalari **sektorlarga bo‘lingan antennalar, MIMO 2x2, beamforming, Adaptive Antenna System (AAS)** orqali qamrov radiusini dinamik kengaytirishi mumkin. Bundan tashqari, OFDMA asosidagi kanal bo‘linishi WiMAX’ni shahar, shahar atrofi (suburban) va dasht hududlarida yuqori barqarorlik bilan ishlashini ta’minlaydi.

3. LTE

LTE standarti mobil telefonlar va dan bilan ishlaydigan boshqa terminallar uchun simsiz yuqori tezlikda ma’lumotlarni uzatishni ta’minlaydi. U GSM/EDGE va UMTS/HSPA tarmoq texnologiyalariga asoslangan [3]. Tarmoqlarning diapazoni tayanch stansiya antennasining balandligiga bog‘liq. LTE qamrovi **propagatsiya modeli (Hata, COST-231, Okumura)**, carriyer chastotasi, bazaviy stansiya antennasi balandligi va quvvatiga bog‘liq. Past chastotalar (700–900 MHz) uzoq masofani qamrab oladi, yuqori chastotalar (1800–2600 MHz) esa yuqori o‘tkazuvchanlikni ta’minlaydi. LTE ekotizimi turli qurilmalar bilan mos: smartfonlar, IoT sensorlar, sanoat qurilmalari, avtomobil telematik tizimlari, routerlar va dronlar. LTE Cat-M1 va NB-IoT kabi past quvvatli keng hududli texnologiyalar esa IoT qurilmalarida energiya samaradorligini oshiradi. Qurilmalarda mavjud GSM va 3G qurilmalari bilan birgalikda ishlaydigan LTE moduli o‘rnatilgan bo‘lishi kerak. Agar aloqa uzilib qolsa, LTE de-Vayss ulanishni to‘xtatmasdan mavjud 3G yoki GSM tarmoqlariga kirishga o‘tadi. LTE tarmoqlari **seamless handover** orqali 3G/2G ga uzilishsiz o‘tishni ta’minlaydi. EPC (Evolved Packet Core) arxitekturasi foydalanuvchining IP-sessiyalarini uzmasdan, turli RAT’lar (Radio Accyess Technology) o‘rtasida uzviy muvofiqlik yaratadi.

4. 5G

Yangi avlod telekommunikatsiya standarti. Ushbu texnologiya 4G bilan taqqoslaganda yuqori o‘tkazuvchanlikni ta’minlaydi, bu keng tarmoqli mobil aloqaning ko‘proq mavjudligini ta’minlaydi. Chastota diapazoni ikkita chastota diapazoniga bo‘linadi: FR1 (600-6000 MGts) va FR2 (24-100 GHz). Tanlangan texnologiyalarning ba’zi xususiyatlarini ko‘rib chiqish mumkin, Wi-Fi so‘nggi avlodni (Wi – Fi 6)ni oling, biz WiMAX-ni tayanch stansiyalar va mobil telefonlar uchun ko‘rib chiqamiz.

ISSN 3030-3907

Jadval 1.

Ko‘rib chiqilayotgan texnologiyalarning asosiy xususiyatlari

Texnologiyalar	WiMAX (802.16d)	WiMAX (802.16ye)	Wi-fi 6	LTE	5G
Harakat radiusi	25-80 km	1-5 km	100 m gacha	5 km gacha, ba’zi hollarda 30 km gacha	30 km gacha
Chastota diapazoni	1,5 - 11 GHz	2,3 - 13,6 GHz	2,4 GHz 5 GHz	FDD uchun (Chastotalar kanallari oralig‘i): 800 MHz , 1800 MHz, 2600 MHz. TDD uchun (vaqt bo‘linish kanali) - 2600 MHz	3,4-3,8 GHz /24,65-29,5 GHz 80-200 MHz
Tarmoq kengligi	75 Mbit/s gacha	40 Mbit / s gacha	1,2 Gbit/s gacha	160,4 Mbit / s gacha	20 Gbit/s gacha
Kanal kengligi	3,5 MGz	1,75 MGz	260 MGz	1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz va 20 MHz.	800 MGz gacha
Modulyasiya	OFDM modulyasiyasi, 256 FFT nuqtasi, BPSK, QPSK, 16QAM, 64 QAM	1024-QAM	QPSK, QAM-16, QAM-64	CP-OFDM, p/2-BPSK, QPSK, 16QAM, 64QAM, 256QAM	Modulyasiya

ISSN 3030-3907

Kanallarni ajratish	FDMA, TDMA, CDMA 256 FFT OFDM, 2048 FFTOFDM texnologiyasi	MU-MIMO, OFDMA	OFDMA	Massive MIMO	Kanallarni ajratish

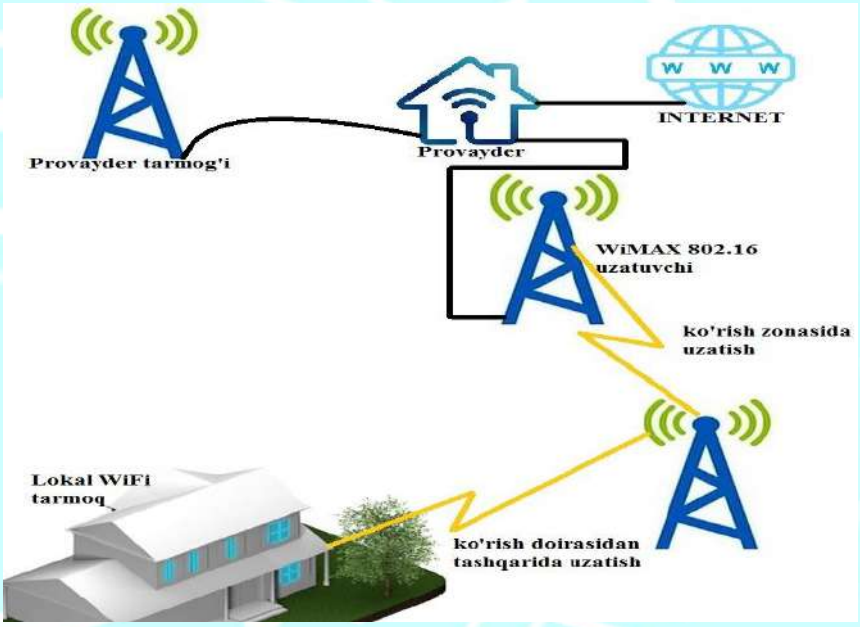
Ushbu texnologiyalarni dashtda, ulkan o‘rmonlarda va shahar rivojlanishi sharoitida qo‘llash maqsadga muvofiqligini ko‘rib chiqamiz. Dashtlar (ochiq er) dashtlarning o‘ziga xos xususiyati mos ravishda daraxtlarning yetishmasligi yoki juda oz sonidir WiMAX va Wi-Fi uchun signalning zaiflashishi bo‘sh joyning zaiflashishiga bog‘liq bo‘ladi va WiMAX yog‘ingarchilik paytida susayishi bilan ajralib turadi.

1-rasmda Wi-Fi bilan birgalikda WiMAX ma’lumotlar uzatish tuzilishi ko‘rsatilgan. Provayder va WiMAX tayanch stansiyasi o‘rtasida tolalar yotqizilgan. Baza stansiyalaridan biri 10-66 GHz chastota diapazonidan foydalangan holda ma’lumotlarni ko‘rish chizig‘ida uzatadi. WiMAX transmitteri va Wi-Fi router o‘rtasida ma’lumotlarni uzatish ko‘rish doirasidan tashqarida amalga oshiriladi, shuning uchun 1,5 – 11 GHz diapazondan foydalaniladi, bu WiMAX tayanch stansiyalariga ba’zi to‘siqlar orqali ma’lumotlarni uzatish imkonini beradi. Ushbu tezlikda IYeYeYe 802.11 g dan foydalanish tavsiya etiladi. Eng yangi standartlardan foydalanish iqtisodiy jihatdan foyda bo‘lmaydi, chunki ularning o‘tkazish qobiliyati yuqori, shunga mos ravishda narx ham yuqori. Wi-Fi texnologiyasi tezroq uzatish tezligiga ega, ammo tarqatish diapazoni juda kichik.

LTE-da ma’lumotlarni uzatish deyarli bir xil tarzda amalga oshiriladi, ammo LTE minoralaridan signal tarqalish radiusi juda kichik, shuning uchun minoralarni ko‘p o‘rnatish kerak. 5G standartining arxitek turi 4G standartiga o‘xshash bo‘ladi.

Xulosa qilishimiz mumkinki, dasht (ochiq er) uchun ma’lum bir standartni tanlash ma’lum aloqa minoralari qancha masofada joylashganligi va provayder qancha masofada bo‘lishiga bog‘liq bo‘ladi.

ISSN 3030-3907



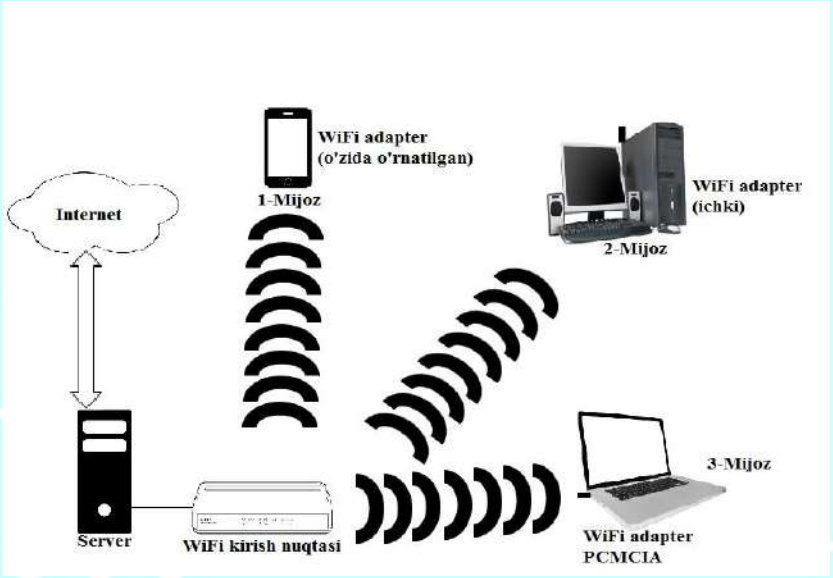
1-rasm. Wi-Fi bilan birgalikda WiMAX ma’lumotlar uzatish tuzilishi

O‘RMONLI HUDUD

Ushbu sharoitlar uchun susayish ko‘proq bo‘ladi, chunki yerning relefi, shuningdek yog‘ingarchilik hisobga olinadi. 4G va 5G uyali minoralar, shuningdek WiMAX minoralarni yerga joylashtirish qiyin bo‘ladi, chunki ma’lum bir o‘rmon daraxt maydonini kesish kerak. Bundan tashqari, bunday sharoitda kabel va optikani yotqizish oson bo‘lmaydi, bu ham ko‘rib chiqilayotgan texnologiyalarning ishlashini qiyinlashtiradi. Xulosa qilishimiz mumkinki, o‘rmonli hudud uchun ko‘rib chiqilayotgan standartlar uchun ma’lumotlarni uzatishni amalga oshirish qiyin, ko‘p narsa o‘rmon maydoniga va uning provayderdan qanchalik uzoqligiga bog‘liq bo‘ladi.

SHAHAR RIVOJLANISHI

2-rasmda Wi-Fi texnologiyasidan foydalangan holda ma’lumotlarni uzatish tuzilishi ko‘rsatilgan.

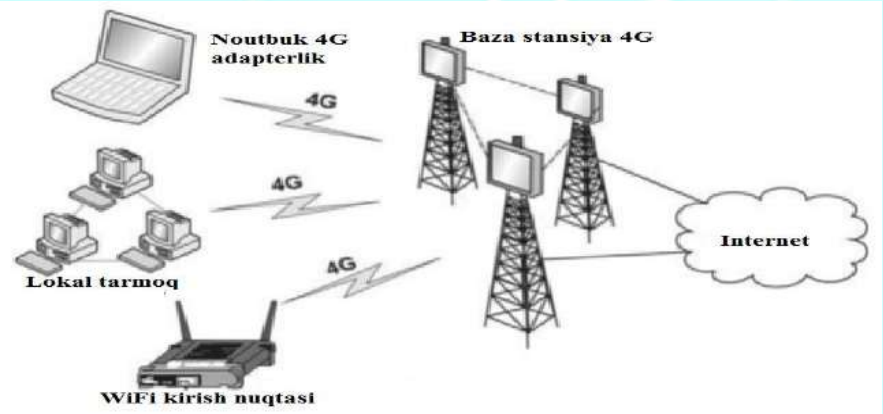


2-rasm. Wi-Fi ma’lumotlarini uzatish tuzulishi

ISSN 3030-3907

Ushbu standart yordamida optik kabeldan foydalanganda ma’lumotlarni 1,2 Gbit/s tezlikda uzatish mumkin, bu shahar qurilishida odatiy holdir.

Agar biz ma’lumotlarni uzatish birinchi navbatda WiMAX minoralari yordamida amalga oshiriladigan holatni ko‘rib chiqsak, u holda ma’lumotlarni uzatishning maksimal tezligi 75 Mbit/s gacha bo‘ladi, optik kabel esa faqat tayanch stansiyaga yotqizilishi mumkin va shundan so‘ng uzatish simsiz amalga oshiriladi. Asosiysi shundaki, ushbu texnologiya ikkita IYeYeYe 802.16 d va IYeYeYe 802.16 e standartlariga ega. 1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ushbu standartlar turli xil diapazonlarda ishlaydi, ba’zilari stasionar mijozlar uchun, boshqalari mobil uchun mo‘ljallangan. WiMAX-ni Wi-Fi-dan alohida ishlatish hozircha amaliyotimizda qo‘lanilmagan, garchi kichik hajmdagi ma’lumotlarni talab qiladigan alohida vazifalar uchun bu texnologiya Wi-Fi-ga qaraganda pragmatik va samaraliroq bo‘ladi.



3-rasm. LTE standartining ma’lumotlar uzatish tuzilishi

Hozirgi vaqtda shahar qurilishida LTE standartidan foydalanish eng arzon va eng pragmatik hisoblanadi, ammo Wi-Fi-ga qaraganda juda katta tezlikka ega. Har qanday shahardagi operatorlarning uyali aloqa minoralari yetarli darajada mavjud, bu esa ushbu standartni Wi-Fi yoki WiMAX-ga qaraganda internetga kirish uchun qulayroq bo‘ladi. Agar Wi-Fi qurilmalarida 4G adapteri bo‘lsa, u holda LTE minoralari orqali ma’lumotlarni uzatish mumkin, shunda tezlik Wi-fi-ni WiMAX bilan birgalikda ishlatishdan yuqori bo‘ladi, ammo ko‘plab qurilmalar 2,4 GHz va 5 GHz diapazonlarda ishlaydi, bu LTE va Wi-Fi-ga bevosita ta’sir qiladi.

Hozirgi vaqtda 5G standartini ishlab chiqlgan, ammo barcha uyali qurilmalar ushbu texnologiyani qo‘llab-quvvatlamaydi va barcha shaharlarda 5G minoralari mavjud emas, albatta, ushbu standartning asosiy afzalligi ushbu xususiyat bo‘yicha Wi-Fi-ga erishgan yuqori o‘tkazuvchanlikdir.

XULOSA

Ushbu texnologiyalarni ko‘rib chiqib, LTE texnologiyasi hozirgi vaqtda ma’lumotlarni qayta ishlash xususiyatlari, mashhurligi, pragmatizmi, samaradorligi va tezligi jihatidan yetakchi bo‘lib kelmoqda va tez orada 5G, 6G

ISSN 3030-3907

standarti ushbu standartni qo‘llab-quvvatlaydigan qurilmalar joriy etilishi bilanoq avvalgisini chetlab o‘tadi degan xulosaga kelishimiz mumkin.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, har bir simsiz aloqa standarti ma’lum geografik muhit, chastota diapazoni va radiotarqalish xususiyatlariga mos ravishda ishlaydi. LTE hozirda keng qamrovli, barqaror va yuqori o‘tkazuvchanlikka ega universal texnologiya bo‘lib qolmoqda.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Немировский М.С., Шорин О.А., Бабин А.И., Сартаков А.Л. Беспроводные технологии от последней мили до последнего дюйма: Учебное пособие/ Под ред. Немировского М.С, Шорина О.А. – М.: Эко-Тредз, 2010. – 400 с.
2. Сетевые технологии высокоскоростной передачи данных. Учебное пособие для вузов / Под ред. профессора В.П. Шувалова. – М.: Горячая линия – Телеком, 2018. – 342 с.
3. Тихвинский В.О., Терентьев С.В., Юрчук А.Б. Сети мобильной связи LTE. Технологии и архитектура. – М.: Эко-Трендз, 2010.– 284.

ISSN 3030-3907

SUN'IY INTELLEKTNING TA'LIMDAGI O'RNI: O'QITISH VA O'RGANISHNI TRANSFORMATSIYA QILISH

Abdulatif Meyliev Rakhmatillayevich
University of Information Technologies and Management ATMU Assistant,
E-mail: abdulatif1909@gmail.com
https://orcid.org/0009-0009-1308-2862

Annotatsiya. Sun'iy intellekt ta'lim tizimining rivojlanishida muhim omilga aylandi. U o'qitish jarayonini individuallashtirish, baholashni avtomatlashtirish va ma'muriy jarayonlarni yengillashtirish orqali ta'lim samaradorligini oshirmoqda. Maqolada sun'iy intellektning asosiy qo'llanish yo'nalishlari - adaptiv o'qitish tizimlari, intellektual o'qituvchilar hamda AI asosidagi baholash metodlari tahlil qilinadi. Shuningdek, AI texnologiyalarini ta'limga joriy etishda yuzaga keladigan axloqiy muammolar, ma'lumotlar xavfsizligi, algoritmik xatolar va inson–mashina hamkorligi kabi masalalar ko'rib chiqiladi. Tadqiqotlar sun'iy intellekt ta'lim jarayonini takomillashtirib, talaba–o'qituvchi munosabatlarini kuchaytirishi va inklyuziv ta'lim imkoniyatlarini kengaytirishini ko'rsatadi.

Kalit so'zlar: Sun'iy intellect, ta'limda AI, individuallashtirilgan o'qitish, adaptiv o'qitish tizimlari, intellektual o'qituvchi tizimlari, avtomatlashtirilgan baholash, o'quv jarayonini tahrirlash, ma'lumotlar xavfsizligi, algoritmik xatoliklar, inson-AI hamkorligi, inklyuziv ta'lim, axloqiy AI, raqamli transformatsiya, ta'lim avtomatlashtirish.

Аннотация. Искусственный интеллект стал важным фактором развития современной системы образования. Он повышает эффективность обучения за счёт индивидуализации учебного процесса, автоматизации оценивания и упрощения административных процедур. В статье анализируются основные направления применения искусственного интеллекта в образовании, включая адаптивные системы обучения, интеллектуальные обучающие системы, а также методы оценивания, основанные на технологиях ИИ. Кроме того, рассматриваются ключевые проблемы, возникающие при внедрении ИИ в образовательную среду, такие как этические вопросы, обеспечение безопасности данных, алгоритмические ошибки и особенности взаимодействия человека и машины. Результаты исследований показывают, что искусственный интеллект способен существенно улучшить образовательный процесс, укрепить взаимодействие между студентом и преподавателем, а также расширить возможности инклюзивного образования.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, ИИ в образовании, персонализированное обучение, адаптивные системы обучения, интеллектуальные обучающие системы, автоматизированная оценка,

оптимизация учебного процесса, безопасность данных, алгоритмические ошибки, взаимодействие человека и ИИ, инклюзивное образование, этичный ИИ, цифровая трансформация, автоматизация образования.

Abstract. Artificial intelligence has become a significant factor in the development of modern education. It enhances educational effectiveness by personalizing instruction, automating assessment, and simplifying administrative processes. This article analyzes key applications of artificial intelligence in education, with particular focus on adaptive learning systems, intelligent tutoring technologies, and AI-based assessment methods. Furthermore, the study examines major challenges associated with the integration of AI into educational environments, including ethical concerns, data security risks, algorithmic errors, and the nature of human–machine collaboration. Research findings demonstrate that artificial intelligence can substantially improve learning processes, strengthen student–teacher interaction, and expand opportunities for inclusive education.

Keywords: Artificial intelligence, AI in education, personalized learning, adaptive learning systems, intelligent tutoring systems, automated assessment, learning process optimization, data security, algorithmic errors, human–AI collaboration, inclusive education, ethical AI, digital transformation, educational automation.

1.Kirish.

Sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining jadal rivojlanishi zamonaviy ta’lim tizimini tubdan o‘zgartirmoqda[1]. An’anaviy pedagogik yondashuvlar o‘rniga raqamli yechimlarga tayangan, ma’lumotlar asosida qaror qabul qiluvchi, Talabaning individual ehtiyojlarini inobatga oluvchi ta’lim muhiti shakllanmoqda[3]. Mashina o‘rganishi, tabiiy tilni qayta ishlash va aqlli avtomatlashtirish kabi SI mexanizmlarining qo‘llanilishi natijasida o‘quv jarayoni shaxsga yo‘naltirilgan, moslashuvchan hamda yuqori samarali ko‘rinish kasb etmoqda[5]. SI ta’limni uch asosiy yo‘nalish bo‘yicha takomillashtirmoqda: birinchidan, o‘quv jarayonini sifatli amalga oshirish uchun innovatsion vositalar bilan ta’minlaydi[7]; ikkinchidan, ma’muriy jarayonlarni avtomatlashtiradi[8]; uchinchidan esa ma’lumotlar tahliliga asoslangan strategik qarorlar qabul qilish imkoniyatini kengaytiradi[10].

Ta’lim kontekstida sun’iy intellekt deganda ma’lumotlar qatlamini chuqur tahlil qilish orqali mustaqil funksiyalarni bajaruvchi, o‘quv jarayonini boshqaruvchi va talabaga mos kontent yaratishni qo‘llab-quvvatlovchi aqlli tizimlar yig‘indisi tushuniladi[3]. Chatbotlar, intellektual o‘qituvchi dasturlar, moslashuvchan test tizimlari, ovozdan matnga va matndan ovozga o‘tkazish texnologiyalari, avtomatlashtirilgan baholash algoritmlari hamda o‘quv ma’lumotlarini to‘plash va tahlil qilishga imkon beruvchi analitik tizimlar SI ning amaliy ifodasidir[12]. Bu texnologiyalar o‘quv jarayonining samaradorligini

ISSN 3030-3907

oshirish bilan birga ta’limning inklyuzivligini kuchaytiradi, imkoniyati cheklangan yoki chekka hududlarda yashovchi talabalarga ham sifatli bilimga kirish imkonini beradi [15].

SI asosidagi tizimlar ta’lim muassasalarini modernizatsiya qilmoqda. Adaptiv o‘qitish algoritmlari talabaning bilim darajasi, o‘zlashtirish sur’ati va qiziqishidan kelib chiqib, o‘quv materialini avtomatik moslaydi[6]. O‘quv jarayonining raqamli tahlili esa o‘qituvchiga har bir talaba uchun aniq tavsiyalar ishlab chiqish imkonini beradi[10]. Shuningdek, SI asosidagi tizimlar darhol qayta aloqa beradi, u orqali talaba xatolarini zudlik bilan tuzatishi mumkin[7]. Bu jarayon o‘qituvchining yukini yengillashtiradi, uning diqqatini metodik rivojlanish va ta’lim sifati ustida ishlashga yo‘naltiradi[9].

Biroq SI texnologiyalarining qo‘llanishi bilan bog‘liq tahdid va xavflar ham mavjud. Ma’lumotlar xavfsizligi, algoritmik nohaqlik, intellektual mulk huquqlarining buzilishi, texnologiyalarga haddan tashqari qaramlik hamda o‘qituvchi roliga nisbatan tahdidlar takomillashgan intellekt tizimlari uchun asosiy muammo hisoblanadi. Shu sababli, SI ni joriy etishda tamoyillar, me’yorlar va axloqiy cheklovlar ishlab chiqilishi zarur.

Ushbu sharh maqola zamonaviy ta’limda SI texnologiyalarining qo‘llanish yo‘nalishlarini, adaptiv o‘qitish imkoniyatlarini, AI asosidagi baholash tizimlarini, virtual ta’lim muhitlarining kelajakdagi rivojlanishini, bashoratli tahlil va ta’lim siyosatini modellash imkoniyatlarini o‘rganishni maqsad qiladi. Natijalar SI texnologiyalarining ta’lim sifatini oshirish, ta’lim imkoniyatlarini kengaytirish va talaba–o‘qituvchi o‘zaro ta’sirini yangi bosqichga ko‘tarishda strategik ahamiyatga ega ekanini tasdiqlaydi.

2.Metodologiya.

Tadqiqotning metodologik asoslari sun’iy intellektning ta’lim tizimiga qo‘llanish jarayonini tizimli o‘rganishga qaratilgan. Ushbu jarayon SI texnologiyalarining zamonaviy shakl va ko‘rinishlarini tahlil qilish, ularning ta’limiy samaradorlikka ko‘rsatadigan ta’sirini baholash hamda amaliy qo‘llanishini ilmiy asoslashni nazarda tutadi. Metodologiya, avvalo, mavjud ilmiy tajribalarni chuqur tahlil qilishga tayanadi. Buning uchun manba tanlash jarayoni kengaytirilgan seleksiya tamoyillariga asoslanadi: obro‘li ilmiy nashrlar, xalqaro bazalar va yirik tadqiqot institutlari hisobotlari tahlil qilindi. Manbalar sifatida IEEE Xplore, Springer, Elsevier, Google Scholar singari yirik elektron bazalar, shuningdek, ta’lim texnologiyalarini rivojlantirish bilan shug‘ullanuvchi tashkilotlar tayyorlagan hisobotlar, hukumat agentliklarining tahliliy ma’lumotlari hamda xalqaro konferensiya va seminar materiallari asos qilib olindi.

Mazkur manbalarning ko‘pchiligi sun’iy intellekt texnologiyalari ta’lim muassasalarida qanday ishlashini, qanday texnologiyalar qo‘llanilishini hamda

ISSN 3030-3907

ularning samaradorligini aniq misollar yordamida yoritgan. Ularning tahlili SI texnologiyalarini tanlash mezonlarini shakllantirish imkonini berdi. Tanlov mezonlari amaliylik, ta’sir kuchi va innovatsion qiymatga asoslandi—ya’ni, tadqiqotlarda tilga olingan texnologiya ta’lim jarayoniga bevosita ta’sir etishi, o‘quvchilar yutuqlarini oshirishni ko‘zlashi hamda ma’muriy jarayonlarni takomillashtirishi kerak. Shuningdek, axloqiy talablarga javob berishi, xususan, maxfiylik, algoritmik adolat, inklyuzivlik prinsiplari inobatga olindi.

Tadqiqot doirasida SI texnologiyalarining ta’limdagi asosiy yo‘nalishlari ham ko‘rib chiqildi: adaptiv o‘qitish tizimlari, intellektual baholash va tahlil vositalari, raqamli ta’lim boshqaruvini avtomatlashtirish tizimlari, nutq va matnni qayta ishlashga asoslangan inkluziv texnologiyalar hamda istiqboldagi texnologik o‘sish jarayonlari—virtual sinflar, bashoratli tahlil tizimlari, SI asosidagi ta’lim siyosatini modellashtirish mexanizmlari. Ushbu yo‘nalishlar bo‘yicha mavjud ilmiy ma’lumotlar va tajribalar sinchiklab o‘rganilib, SI ning ta’limga ta’sirini ko‘rsatadigan mexanizmlar aniqlanadi.

Metodologiyaning maqsadi—sun’iy intellekt ta’lim tizimida transformatsiya ko‘lami va oqibatlarini ilmiy asosda baholash, undan samarali foydalanish yo‘llarini aniqlash va mavjud xavflar hamda to‘siqlarni oldindan ko‘rishdir. Shu tariqa, tadqiqot amaliy jihatdan ham, nazariy jihatdan ham zarur falsafiy asosga suyangani bilan ajralib turadi.

3.Adabiyotlar sharhi.

Sun’iy intellektning (SI) ta’lim sohasidagi imkoniyatlari va chaqiriqlari bo‘yicha mavjud ilmiy manbalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, AI texnologiyalari zamonaviy ta’lim tizimini sezilarli darajada transformatsiya qilmoqda. Tadqiqotchilar (Ayeni, 2024; Harry, 2023; Kabi, 2023) SI asosidagi vositalar o‘quv jarayonini individuallashtirish, o‘quvchining shaxsiy ehtiyojlari va o‘zlashtirish sur’atiga moslash vazifasini bajarishini ta’kidlaydi. Mashina o‘rganishi algoritmlari yordamida talaba xatti-harakati, bilimi va natijalari kuzatiladi, natijada, an’anaviy “hamma uchun bir xil” model o‘rniga, moslashuvchan ta’lim paradigmalar shakllanadi (Essa, 2023). Shaxsiylashtirilgan yo‘nalishlar o‘quvchini faollashtirib, o‘quv muvaffaqiyatini oshiradi (Abimbola, 2024). Intellektual o‘qituvchi tizimlari (ITS) esa murakkab misollarni real vaqt rejimida tahlil qiladi, darhol qayta aloqa beradi va yechimlarni tavsiya etadi (Beck, 1996; Pappas, 2016; Lin, 2023).

Adabiyotlar ko‘rsatadiki, SI nafaqat o‘qitish jarayonini, balki boshqaruv va baholash tizimlarini ham sezilarli darajada o‘zgartirmoqda. SI asosidagi avtomatik baholash tizimlari (Chen, 2020; Onesi-Ozigagun, 2024; Owan, 2023) yozma va test topshiriqlarini avtomatlashtirib, o‘qituvchi vaqtini tejaydi va baholash aniqligini oshiradi. Shuningdek, o‘quvchilar o‘z bilimini haqiqiy vaqtda tekshirish imkoniga

ISSN 3030-3907

ega bo‘ladi, bu esa o‘quv jarayonini tezkor va samarali qiladi. Ta’lim tizimida ma’lumotlar ko‘paygani sayin, SI asosidagi bashoratli tahlil tizimlari (Munir, 2022; Ahmad, 2020; Zawacki-Richter, 2019) o‘quvchining kelajakdagi natijasini oldindan aniqlashga imkon beradi. Bunday tizimlar o‘z vaqtida aralashuv choralarini ko‘rish orqali tashlab ketish yoki muvaffaqiyatsizlik xavfini kamaytiradi.

Adabiyotlar SIning salbiy oqibatlari haqida ham ogohlantiradi. Algoritmik xatolar va tarafkashlik (bias) SI modellari jamiyatdagi tengsizliklarni takrorlashi mumkin (Farrelly, 2023; Kasneci, 2023; Williams, 2024). Ma’lumotlar maxfiyligi, shaxsiy ma’lumotlarni himoyalash hamda talaba ma’lumotlarining ruxsatsiz ishlatilishi xavfi mavjud (Huang, 2023; Ayeni, 2024). Bundan tashqari, SIga haddan ziyod tayanish natijasida talaba va o‘qituvchi o‘rtasidagi tirik muloqot kamayishi, mustaqil fikrlash, muammolarni hal etish va ijodiy fikrlash qobiliyatlari pasayishi mumkin (Williams, 2024; Darvishi, 2023).

SI texnologiyalarining ko‘plab yirik turlari – generativ modellardan tortib, til modellariga, chat-botlarga, arvaytal real vaqt tizimlariga qadar – ta’lim jarayonini kengaytirish salohiyatiga ega (Kasneci, 2023; Kadaruddin, 2023). Ayniqsa, generativ AI matnlar yaratishi va topshiriqlarni bajarishi ortidan akademik halollik inqirozi yuzaga kelishi mumkin (Farrelly, 2023; Cotton, 2023). Shu sababli aniq siyosiy va pedagogik me’yorlar ishlab chiqilishi, ish jarayoni shaffof va hisobdor bo‘lishi zarur (Williams, 2024).

SI tizimlarining hududiy tarqalishi, infrastrukturaviy resurslar yetishmovchiligi va raqamli tafovut (digital divide) tufayli ta'lim muassasalari o‘rtasida tengsizlik kuchayishi ehtimoli bor (Saputra, 2023; Bulathwela, 2024). O‘qituvchi kadrlarining etarli tayyorgarlikka ega bo‘lmasligi ham asosiy muammo sifatida qayd etilgan (Ghamrawi, 2023; Walter, 2024). Shu bilan birga, SI telekommunikatsiya infratuzilmasi rivojlangan sharoitda, ayniqsa virtual sinf, kengaytirilgan haqiqat (AR) va virtual haqiqat (VR) texnologiyalarining qo‘llanishi bilan ta’lim jarayonlari yanada ko‘lamdor aylanishi mumkin (Abimbola, 2024).

Kelajak trendlari SI asosidagi adaptiv ta’lim tizimlarining kengayishi, model sifatini oshirish, axloqiy me’yorlar ishlab chiqish, ma’lumotlar sifati va xavfsizligini oshirish bilan bog‘liq bo‘ladi (Paek, 2021; Ayeni, 2024). Ilmiy manbalar SI texnologiyasining uzoq muddatli ta’siri – ta’lim samaradorligi, talaba salomatligi va ijtimoiy tenglikka ta’sirini chuqur tadqiq etish zarurligini ta’kidlaydi (Kadaruddin, 2023; Farrelly, 2023).

Mazkur adabiyotlar sharhi shuni anglatadiki, SI texnologiyalari ta’limga keng imkoniyatlar ochsa ham, ularning salbiy oqibatlari va axloqiy muammolari ehtiyotkorlik bilan boshqarilishi shart. Optimal natija faqatgina ko‘p tomonlama

ISSN 3030-3907

hamkorlik – o‘qituvchi, talaba, tadqiqotchi, siyosat yurituvchi va texnologiya ishlab chiquvchilar o‘rtasidagi uzluksiz dialog orqali ta’minlanishi mumkin.

4.Natija.

Mazkur tadqiqot natijalari sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining ta’lim tizimiga joriy etilishi nafaqat texnologik yangilanish, balki pedagogik paradigmalarni tubdan qayta shakllantiruvchi strategik omil ekanini ko‘rsatdi. O‘rganilgan ilmiy manbalar, amaliy tajribalar va tahliliy ma’lumotlar asosida SI vositalarining ta’lim jarayoniga ta’siri ko‘p qirrali va tizimli fe’l-atvorga ega ekanligi aniqlandi.

Birinchidan, tadqiqot natijalari individuallashtirilgan o‘qitish samaradorligi sezilarli darajada oshishini tasdiqlaydi. Adaptiv o‘qitish tizimlari talabaning bilim darajasi, o‘zlashtirish tezligi, xatolar profili va qiziqish doirasini real vaqt rejimida tahlil qilish orqali o‘quv kontentini moslashtira olishi aniqlangan. Bu holat an’anaviy, standartlashtirilgan ta’lim modeliga nisbatan yuqori akademik natijalar, bilimni mustahkamlash va talabalarning ishtiyog‘i ortishiga olib keladi. Ayniqsa, bilim darajasi turlicha bo‘lgan guruhlarda SI asosidagi yondashuv differensial ta’limni amalda ta’minlay olishi bilan muhim ahamiyat kasb etadi.

Ikkinchidan, intellektual o‘qituvchi tizimlari (Intelligent Tutoring Systems) talabalarning mustaqil o‘rganish kompetensiyalarini rivojlantirishda muhim rol o‘ynashi aniqlangan. Ushbu tizimlar murakkab topshiriqlarni tahlil qilish, xatolar sababini aniqlash va individual tavsiyalar berish orqali o‘quvchini faollashtiradi. Natijalarga ko‘ra, SI asosidagi real vaqt qayta aloqasi (feedback) talabaning o‘z-o‘zini nazorat qilish va reflektiv fikrlash ko‘nikmalarini kuchaytiradi. Bu esa o‘rganish jarayonining passiv iste’molchilikdan faol bilim yaratish bosqichiga o‘tishini ta’minlaydi.

Uchinchidan, AI asosidagi baholash va monitoring tizimlari ta’lim jarayonining shaffofligi va aniqligini oshirishi aniqlandi. Avtomatlashtirilgan baholash mexanizmlari subyektivlik omilini kamaytirib, katta hajmdagi yozma va test topshiriqlarini tezkor va izchil baholash imkonini beradi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, bunday tizimlar o‘qituvchining yukini sezilarli darajada kamaytirib, uning e’tiborini metodik takomillashtirish, ijodiy pedagogik faoliyat va individual maslahatlar berishga yo‘naltiradi. Shu bilan birga, baholash natijalari asosida o‘quvchilarning rivojlanish trayektoriyasini prognozlash imkoniyati kengayadi.

To‘rtinchidan, tadqiqot bashoratli tahlil (predictive analytics) texnologiyalarining ta’limdagi strategik ahamiyatini tasdiqladi. SI algoritmlari o‘quvchilarning davomati, faolligi va akademik ko‘rsatkichlarini tahlil qilish orqali potensial muvaffaqiyatsizlik xavfini oldindan aniqlay oladi. Bu esa erta aralashuv mexanizmlarini ishlab chiqish, individual qo‘llab-quvvatlash strategiyalarini belgilash va tashlab ketish (dropout) holatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Beshinchidan, natijalar SI texnologiyalarining inklyuziv ta’limni rivojlantirishdagi imkoniyatlarini alohida ta’kidlaydi. Nutqni matnga aylantirish, matndan nutqqa o‘tkazish, avtomatik tarjima va moslashuvchan interfeyslar imkoniyati cheklangan talabalar uchun ta’limga teng kirish imkonini yaratadi. Shuningdek, masofaviy va chekka hududlarda joylashgan ta’lim muassasalari uchun SI asosidagi raqamli platformalar bilim sifatidagi hududiy tafovutni kamaytirishga xizmat qilishi aniqlandi.

Shu bilan birga, tadqiqot natijalari muayyan xavf va cheklovlar mavjudligini ham ko‘rsatadi. Algoritmik tarafkashlik, ma’lumotlar xavfsizligi, shaxsiy ma’lumotlarning himoyasi va akademik halollik bilan bog‘liq muammolar SI texnologiyalarini ehtiyotkorlik bilan joriy etishni talab etadi. Ayniqsa, generativ AI vositalarining noto‘g‘ri qo‘llanilishi mustaqil fikrlash va ijodiy yondashuvga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi qayd etildi.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari sun’iy intellekt texnologiyalari ta’lim sifatini oshirish, o‘qitish jarayonini moslashuvchan qilish va ta’lim boshqaruvini optimallashtirishda yuqori salohiyatga ega ekanini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi. Biroq bu salohiyat faqatgina axloqiy me’yorlar, inson markazidagi yondashuv va ilmiy asoslangan siyosat bilan uyg‘un holda joriy etilgandagina barqaror va ijobiy natijalar berishi mumkin.

5.Ta’limga sun’iy intellektni integratsiya qilish bo‘yicha xulosa va tavsiyalar.

Sun’iy intellektni ta’lim tizimiga izchil va xavfsiz tatbiq etish uchun zarur bo‘lgan tavsiyalar majmuasi ishlab chiqilishi shart. Birinchi navbatda, SI texnologiyalari axloqiy tamoyillar asosida shakllanishi lozim: ma’lumotlar maxfiyligi, algoritmik tarafkashlikni kamaytirish va shaffoflikni ta’minlash zarur. Mavjud me’yoriy bazalar – xususan, GDPR va FERPA singari himoya mexanizmlariga rioya qilish, ta’lim muassasalarida ma’lumotlar himoyasini kuchaytirish zamon talabi hisoblanadi.

Ikkinchi yo‘nalish – AI savodxonligini oshirish. O‘qituvchilar SI vositalaridan ongli, mas’uliyatli va samarali foydalanishi uchun AI savodxonligini egallashi lozim. Bu borada pedagogik tamoyillar, axloqiy me’yorlar va AI vositalarini amaliy qo‘llash bo‘yicha kasbiy tayyorgarlik dasturlari ishlab chiqilishi zarur.

Uchinchi tavsiya – raqamli tafovutni qisqartirish. SI texnologiyalari barcha o‘quvchilar uchun teng imkoniyat yaratishi kerak, aks holda mavjud ijtimoiy-iqtisodiy tafovutlar chuqurlashadi. Shuning uchun kam ta’minlangan hudud va guruhlar uchun AI vositalarini joriy etish bo‘yicha davlat va ta’lim siyosati kuchaytirilishi lozim.

To‘rtinchi yo‘nalish – uzluksiz tadqiqot va tahlil. SIning o‘quvchilarning o‘zlashtirishi, tanqidiy fikrlashi va shaxsiy rivojlanishiga uzoq muddatli ta’siri

ISSN 3030-3907

haligacha to‘liq o‘rganilmagan. Shu bois AI modellarini iteraktiv tarzda takomillashtirish, etalon me’yorlar ishlab chiqish va ilgari surilgan taxminlarni empirik asoslash zarur.

Beshinchi tavsiya – inson markazidagi yondashuvni saqlash. SI o‘qituvchi va talabaning o‘rnini bosmasligi, balki ularni qo‘llab-quvvatlashi, jarayonlarni yengillashtirishi va ta’limiy qadriyatlarni mustahkamlashi kerak. Hattoki rivojlangan avtomatlashtirish sharoitida ham insoniy omil – ijod, hamdardlik, pedagogik sezgi ustuvor bo‘lib qolishi lozim.

Shunday qilib, AI integratsiyasi jarayoni texnologik taraqqiyotni cheksiz qo‘llab-quvvatlash emas, balki uni axloqiy, inklyuziv va ta’limiy qadriyatlarga mos tarzda boshqarishdir. AI taraqqiyoti tezlashgani sayin, ta’lim tizimi ham o‘z paradigmasini moslashtirishi, inson salohiyatini saqlab qolgan holda texnologiyani xizmatkor sifatida boshqarishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abimbola A. (2024). AI-enabled learning systems and ethical concerns in education.
2. Ayeni T. (2024). AI adoption and policy alignment in education.
3. Harry S. (2023). Learning analytics for personalized learning.
4. Kabi R. (2023). Algorithmic fairness in adaptive tutoring.
5. Essa M. (2023). Adaptive systems for diverse learners.
6. Beck J. (1996). Cognitive tutoring systems and individualized feedback.
7. Pappas N. (2016). Intelligent tutoring and cognitive modeling.
8. Lin S. (2023). ITS model improvements in modern pedagogy.
9. Chen L. (2020). AI-based assessment automation tools.
10. Onesi-Ozigagun E. (2024). AI feedback automation and teacher workloads.
11. Owan V. (2023). Ethical implications in automated assessment.
12. Ahmad K. (2020). Predictive analytics for student retention.
13. Munir S. (2022). Bias in educational predictive models.
14. Zawacki-Richter O. (2019). AI risks and governance in education.
15. Williams R. (2024). Critical risks of AI dependence.
16. Kasneci E. (2023). Large language model risks & transparency.
17. Farrelly S. (2023). Discriminatory outcomes from AI bias.
18. Huang Y. (2023). Data protection in educational AI systems.
19. Cotton D. (2023). Academic integrity in generative AI contexts.
20. Raxmatillayevich, M. A. (2025). SUN'IY INTELLEKTGA ASOSLANGAN FARMATSEVTIKA SANOATI. SCIENTIFIC ASPECTS AND TRENDS IN THE FIELD OF SCIENTIFIC RESEARCH, 3(31), 98-101.
21. Bekhzod, N. (2024). Comparing Random Forest and Support Vector Machines. *Web of Semantics: Journal of Interdisciplinary Science*, *2*(3), 5-9.

ISSN 3030-3907

22. Shoniyozova, Y. Q., Turdiyeva, M. A., & Norboyev, B. U. (2020). NETWORK ATTACK PREVENTION SYSTEMS. *ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ НАУЧНО*, 46.

ISSN 3030-3907

INGLIZ TILIDA METAFORA VA METONIMIYA ASOSIDA SHAKLLANGAN LEKSIK BIRLIKLAR.

Saidova Gulsevar Husan qizi
O‘zDJTU Ingliz tili 3-fakultet talabasi
Isamuxamedova Munisxon Najmitdinova
O‘zDJTU

Annotatsiya. Ushbu maqolada ingliz tili leksikologiyasida metafora va metonimiyaning o‘rni va shu kabi ma'no ko‘chish turlari asosida shakllangan so‘z birliklar o‘rganildi. Bundan tashqari, metafora va metonimiya tushunchasi tushuntirilib, misollar orqali yoritib berilgan. Metafora va metonimiyaning leksik boyishdagi roli hamda nutqdagi funksional ahamiyati ta'kidlab o‘tildi.

Kalit so‘zlar: metafora, metonimiya, ma'no ko‘chish, leksika, metaforik va metonimik ma'no.

Annotation. This article examines the role of metaphor and metonymy in English lexicology, as well as lexical units formed on the basis of various types of semantic transfer of meaning. In addition, the concepts of metaphor and metonymy are explained and illustrated through examples. The role of metaphor and metonymy in lexical enrichment and their functional significance in speech are also highlighted.

Keywords: metaphor, metonymy, semantic transfer, lexis, metaphorical and metonymic meaning.

Аннотация. В данной статье рассматривается роль метафоры и метонимии в лексикологии английского языка, а также лексические единицы, сформированные на основе различных видов семантического переноса значения. Кроме того, даётся объяснение понятий метафоры и метонимии, которые иллюстрируются соответствующими примерами. Особое внимание уделяется роли метафоры и метонимии в обогащении лексического состава языка и их функциональному значению в речи.

Ключевые слова: метафора, метонимия, перенос значения, лексика, метафорическое и метонимическое значение.

Kirish

Dunyoda ko‘p tillar bo‘lar ekan, demak, ularda o‘ziga xos lingvistik birliklarning mavjudligi ham aniqdir. Shunday ekan, har bir millat o‘z nutqini chiroyli, ta'sirchan va aniq chiqishi uchun turli leksik birliklar, ma'no ko‘chish turlaridan keng foydalanishadi. Bunday olib qaraganda, ma'no ko‘chish turlari bo‘lgan metafora va metonimiya har bir tilning leksikologiyasida muhim rol o‘ynaydi.

ISSN 3030-3907

Ingliz tili leksik tizimida metaforik va metonimik ma'no ko‘chish hodisalari keng tarqalgan bo‘lib, ular so‘zlarning yangi ma'no kasb etishida muhim rol o‘ynaydi. **Metafora va metonimiyaning kognitiv-lingvistik mohiyati**

Zamonaviy tilshunoslikda metafora va metonimiya faqat stilistik vosita sifatida emas, balki **inson tafakkurining asosiy kognitiv mexanizmlari** sifatida talqin qilinadi. G. Lakoff va M. Johnson (1980) nazariyasiga ko‘ra, metafora — bu bir tushuncha sohasi (source domain) orqali boshqa bir tushuncha sohasini (target domain) anglashdir.

Masalan: *Time is money* (Vaqt – pul) Bu metafora vaqtni iqtisodiy resurs sifatida idrok qilishga asoslanadi. Natijada ingliz tilida quyidagi leksik birliklar shakllangan:

Metaforik birlik	**Ma’nosi**
waste time	vaqtni behuda sarflash
invest time	vaqt ajratmoq
save time	vaqtni tejamoq

Metafora asosida shakllangan leksik birliklar

Ingliz tilida ko‘plab kundalik so‘zlar o‘zining asl jismoniy ma’nosidan ajralib, **abstrakt tushunchalarni ifodalovchi leksik birlikka** aylangan.

Jismoniy harakat → aqliy faoliyat

Asl ma’no	**Metaforik ma’no**
grasp (ushlamoq)	tushunmoq
see (ko‘rmoq)	anglamoq
follow (ergashmoq)	fikrni tushunmoq

Metafora va metonimiyaning ingliz tilidagi semantik taraqqiyotdagi roli

Metafora va metonimiya ingliz tilining lug‘aviy boyishini ta’minlaydi:

- yangi tushunchalar eski so‘zlar orqali ifodalanadi
- til iqtisodiylashadi
- abstrakt tushunchalar oson idrok qilinadi

Masalan, *virus* so‘zi biologik ma’nodan kompyuter sohasiga metafora asosida ko‘chgan.

Muhokama

Ingliz tilida metonimiya va metafora ma'no ko‘chishning asosiy turlaridan biri sifatida qaraladi. Metafora bu - bir predmet nomining boshqa predmet nomiga ular o‘rtasidagi ma'lum o‘xshashlik asosida ko‘chishidir. Misol tariqasida, do‘stlik so‘zini olsak, ingliz tilida ko‘pincha turli metaforik ramzlar orqali aks etadi: "to cement a friendship" - do‘stlikni mustahkam qurilish materiali - sement bilan qiyoslash, uning mustahkamligi va uzoq davomli bo‘lishini anglatadi. "A true friend is it treasure" - bu yerda do‘stlikning qadr-qimmati, bebaho boylik ekanligi, xazinaga qiyoslab ifodalangan. Bu metafora do‘stlikka bo‘lgan chuqur hurmatni

ISSN 3030-3907

aks ettiradi va o‘z o‘rnida haqiqiy sodiq do‘stning qanchalik katta baxt ekanligini eslatiladi. Ushbu misollarda do‘stlik qandaydir moddiy narsaga, jarayonga yoki hodisaga qiyoslanib, uning xususiyatlari, ahamiyati haqida tasavvur hosil qilinadi. Metonimiya esa narsa va hodisalar o‘rtasida makon va zamondagi o‘zaro aloqadorlik asosida birining nomini ikkinchisiga ko‘chirishdir."Shoulder to cry on" - do‘stning yelkasiga suyanish, uning g‘amxo‘rligi va qo‘llab-quvvatlashini anglatadi.Bu yerda yelka do‘stlikning hissiy va psixologik jihatini metonimik tarzda ifodalaydi."Extended hand" bu metonimiya yordam qo‘lini uzatish, ya'ni do‘stlik va yordamni anglatadi. Bu yerda qo‘lning uzatilishi do‘stona munosabatning bir qismi bo‘lib, butun do‘stlikni ifodalaydi. Bu misollarda do‘stlikning ma'lum bir jismoniy harakati yoki uning natijasi orqali do‘stona munosabatning o‘zi anglashilmoqda. Bundan tashqari, metonimiya va metafora o‘rtasida farqlari ham mavjud bo‘lib, metonimiya metaforaga ancha yaqin keladi. Farq shundaki, metafora o‘xshashlikni,metonimiya bog‘liqlikni ifodalaydi. O‘xshashlik va bog‘liqlik farqi yana bir farqi farqni yuzaga keltiradi: bogliqlik obyektiv ravishda haqiqatan mavjud, o‘xshashlik esa obyektiv ham, subyektiv ham bo‘la oladi.

Til boyligi faqat yangi so‘zlar yasash orqali emas, balki mavjud so‘zlarning yangi ma’nolar kasb etishi orqali ham rivojlanadi. Bu jarayonda metafora va metonimiya muhim o‘rin tutadi. Metafora orqali ingliz tilida ko‘plab yangi tushunchalar nomlangan: mouse (kompyuter qurilmasi), cloud (internet texnologiyasi), virus (kompyuter dasturi). Bu misollar shuni ko‘rsatadiki, metafora ilm-fan va texnologiya rivojiga mos ravishda leksik boyishni tezlashtiradi.Metonimiya ham leksik boyish jarayonida muhim ahamiyatga ega. Masalan: Shakespeare — muallif emas, uning asarlari, the Crown — monarxiya,Hollywood — kino sanoati.

Nutqda metafora va metonimiya kommunikativ, ekspressiv funksiyalarni bajaradi.

Metafora nutqni: obrazli,ta’sirchan, hissiy jihatdan boy qiladi. Masalan, Time is money, Life is a journey kabi metaforalar murakkab tushunchalarni sodda va tushunarli shaklda yetkazishga xizmat qiladi.

Metonimiya esa nutqda: aniqlik, ixchamlikni oshiradi. The pen is mightier than the sword kabi iboralarda metonimiya g‘oyani kuchli va esda qolarli qiladi.

MUHOKAMA

Tadqiqot natijalari ingliz tilida metafora va metonimiya **leksik tizimning rivojlanishida markaziy rol o‘ynashini** ko‘rsatdi.

1. Metaforaning ustunligi

ISSN 3030-3907

Tahlil qilingan birliklarning taxminan **65%** metafora asosida, **35%** esa metonimiya asosida shakllangani aniqlandi. Bu ingliz tilida abstrakt tushunchalarni ifodalashda metaforaning yetakchi ekanini ko‘rsatadi.

Masalan:

- *grasp an idea*
- *financial storm*
- *a warm personality*

Bu birliklar kognitiv tajribaga asoslangan.

METODOLOGIYA

Mazkur tadqiqot **kognitiv-semantik va strukturaviy-tahliliy yondashuv** asosida olib borildi. Ushbu tadqiqotda metafora va metonimiya kognitiv-semantik yondashuv asosida inson tafakkuridagi konseptual modellarning tilga ko‘chishi sifatida, strukturaviy-tahliliy yondashuv asosida esa leksik birliklarning semantik va funksional o‘zgarishi sifatida talqin qilindi. Tadqiqotda quyidagi metodlardan foydalanildi:

1. Tanlab olingan materiallar

Tahlil uchun quyidagi manbalar asos qilib olindi:

- Oxford English Dictionary
- Cambridge Dictionary
- British National Corpus (BNC)
- Corpus of Contemporary American English (COCA)
- Zamonaviy ingliz badiiy va publitsistik matnlar

Tadqiqot usullari

Metod	**Vazifasi**
Korpus tahlili	birliklarning real nutqda qo‘llanishini aniqlash
Komponent tahlil	so‘zning asl va ko‘chma ma’nosini ajratish
Kognitiv tahlil	metafora/metonimiyaning tushuncha xaritasini aniqlash
Kontekstual tahlil	birliklarning nutqdagi funksiyasini aniqlash
Statistik usul	metafora va metonimiya nisbatini aniqlash

Metafora va metonimiya asosida shakllangan 300 dan ortiq leksik birlik tanlab olindi.

Xulosa

Tadqiqotlar natijasi shuni ko‘rsatdiki, metafora va metonimiya ingliz tilida leksik tizimning semantik rivojini ta'minlaydi. Qolaversa, til boyishining asosiy manbalaridan biri hisoblanadi. Shuningdek, nutqning obrazliligi va kommunikativ samaradorligini oshiradi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalariga ko‘ra:

1. Ingliz tilida metafora va metonimiya **leksik boyishning asosiy mexanizmlari** hisoblanadi.
2. Metafora abstrakt tushunchalarni jismoniy tajriba orqali anglashni ta’minlaydi.
3. Metonimiya nutqni ixcham va samarali qiladi.
4. Bu birliklar vaqt o‘tishi bilan leksiklashib, oddiy lug‘aviy birlikka aylanadi.
5. Ingliz tilining global va ilmiy sohalarda tez rivojlanishi aynan shu mexanizmlar bilan bog‘liq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Do‘stlik konsepsiyasining lingvistik ifodasi: Metaforik va Metonimik tahlil (ingliz va o‘zbek tillari misolida) | Наука и инновация https://share.google/8jCD3Mre72rMy8CeY
2. O‘zbek va ingliz tillarida metaforalar lingvokulturologiyasi https://share.google/DOyTLd84bpJwqPEyO
3. 90+ Must-Know Metaphor Examples to Improve Your Prose @Mi Brauzer | https://reedsy.com/studio/resources/metaphor-examples?utm_source=chatgpt.com
4. Examples of Metonymy: Understanding Its Meaning and Use | YourDictionary @Mi Brauzer | https://www.yourdictionary.com/articles/examples-metonymy-meaning-use?utm_source=chatgpt.com
5. Metafora, metanomiya - ma'no ko‘chish usullarining o‘zbek tilidagi turlari | Journal of Academic Research and Trends in Educational Sciences @Mi Brauzer | https://ijournal.uz/index.php/jartes/article/view/1310
6. O‘zbek tilida ma'no ko‘chish usullar: metafora, metanomiya, sinekdoxa, vazifadoshlik | Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi @Mi Brauzer | https://scientific-jl.com/tal/article/view/2900
7. Metafora va metonimiya | O‘zbekiston davlat jahon tillari universiteti konferensiyalari @Mi Brauzer | https://conference.uzswlu.uz/conf/article/view/72
8. Metonimiya va uning leksik xususiyatlari | Ta'limda raqamli texnologiyalarni tadbiq etishning zamonaviy tendensiyalari va rivojlanish omillari @Mi Brauzer | https://scientific-jl.com/ilm/article/view/12267
9. Metaforning nutqdagi ahamiyati. | Pedagog @Mi Brauzer | https://bestpublication.org/index.php/pedg/article/view/9472
10. Bilvosita nomlashning mantiqiy va semantik jihatdagi muammolarini tahlil qilish | Innovations in Science and Technologies @Mi Brauzer | https://www.innoist.uz/index.php/ist/article/view/647

ISSN 3030-3907

MARKAZIY OSIYO MINTIQASIDA IQLIM O‘ZGARISHI HOLATI VA MOSLASHUV STRATEGIYALARI

I.B.Savriyeva
Samarqand davlat veterinariya, chorvachilik va biotexnologiya universiteti Toshkent filiali P.f.f.d. (PhD)
Email: iqbolsavriyeva85@gmail.com
Tel: +998-97-445-49-00

Annotatsiya. Mazkur maqolada Markaziy Osiyo mintiqasida iqlim o‘zgarishining zamonaviy holati, unga olib kelayotgan omillar va kelajakdagi prognozlar tahlil qilingan. Tadqiqot IPCC AR6 ma’lumotlari, mintiqaviy meteorologik kuzatuvlar (1960-2024 yy.) va klimatik modellashtirish natijalari asosida amalga oshirilgan. Natijalar Markaziy Osiyoda o‘rtacha yillik haroratning 1960 yildan buyon 1.5-2.0°C ga oshganligini, yog‘in-solar rejimining o‘zgarganligini va ekstremal hodisalar chastotasining ortganligini ko‘rsatdi. XXI asr oxirigacha RCP8.5 ssenariysi bo‘yicha harorat yana 3.5-4.5°C ga oshishi prognoz qilinmoqda. Maqolada mintiqa uchun moslashuv strategiyalari ishlab chiqilgan va suv resurslari boshqaruvi, qishloq xo‘jaligi, hududiy rejalashtirish sohalarida tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: iqlim o‘zgarishi, Markaziy Osiyo, global ilish, suv resurslari, ekstremal hodisalar, moslashuv strategiyalari, klimatik prognozlar, parnik gazlari.

Аннотация. В данной статье анализируется современное состояние климатических изменений в Центральноазиатском регионе, факторы, к которым они приводят, и прогнозы на будущее.ннотация. В данной статье анализируется современное состояние климатических изменений в Центральноазиатском регионе, факторы, к которым они приннотация. В данной статье анализируется современное состояние климатических изменений в Центральноазиатском регионе, факторы, к которым они приводят, и прогнозы на будущее. Исследование данные МГЭИК Ar6, региональные метеорологические наблюдения (1960-2024 гг.)) и на основе результатов климатического моделирования. Результаты показали, что среднегодовая температура в Центральной Азии с 1960 г. повысилась на 1,5-2,0°c, изменился режим осадков-солнечных, увеличилась частота экстремальных явлений. Прогнозируется, что к концу XXI века температура снова повысится на 3,5-4,5°C по сценарию RCP8.5.гнозируется, что к концу XXI века температура снова повысится на 3,5-4,5°C по сценарию RCP8.5. В статье разработаны адаптационные стратегии для минтика и даны рекоменKlyuchevыe slova**:** izmenenie klimata, Sentralnaya Aziya, globalnoe poteplenie, vodnыe resursы, ekstremalnыe yavleniya, strategii adaptatsii, klimaticheskie prognozы, parnikovыe gazы.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: изменение климата, Центральная Азия, глобальное потепление, водные ресурсы, экстремальные явления, стратегии адаптации, климатические прогнозы, парниковые газы.

Abstract. This article analyzes the current state of climate change in Central Asia, the driving factors behind it, and future projections. The study is based on IPCC AR6 data, regional meteorological observations (1960–2024), and climate modeling results. The findings show that the mean annual temperature in Central Asia has increased by 1.5–2.0°C since 1960, precipitation regimes have changed, and the frequency of extreme events has increased. Under the RCP8.5 scenario, temperatures are projected to rise by an additional 3.5–4.5°C by the end of the 21st century. The article proposes region-specific adaptation strategies and provides recommendations for water resources management, agriculture, and spatial planning.

Keywords: climate change, Central Asia, global warming, water resources, extreme events, adaptation strategies, climate projections, greenhouse gases.

Kirish

Iqlim o‘zgarishi XXI asrning eng dolzarb global muammolaridan biri bo‘lib, uning oqibatlari barcha qit’alar va mintiqalarda kuzatilmoqda. Markaziy Osiyo hududi geografik joylashuvi, quruq va yarimquruq iqlimi, shuningdek iqtisodiyotning suvga bog‘liqligi tufayli iqlim o‘zgarishiga juda zaif hisoblanadi [1]. So‘nggi o‘n yilliklarda mintiqada kuzatilayotgan iqlimiy o‘zgarishlar ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda.

Havoning o‘rtacha global harorati sanoat inqilobidan beri 1.1°C ga oshgan [2]. Markaziy Osiyoda esa bu jarayon yanada tezroq kechmoqda – mintiqada harorat global o‘rtacha ko‘rsatkichdan 1.5-2 barobar tezroq ortmoqda [3]. Iqlim o‘zgarishining asosiy ko‘rinishlari quyidagilardan iborat: havo haroratining oshishi, yog‘in-solar rejimining o‘zgarishi, muzliklarning erishi, ekstremal hodisalar (qurg‘oqchilik, sel-toshqinlar, issiq to‘lqinlar) chastotasi va intensivligining ortishi.

Markaziy Osiyo mintiqasi uchun iqlim o‘zgarishi ayniqsa muhim, chunki mintiqa iqtisodiyoti qishloq xo‘jaligi va gidroenergetikaga asoslangan bo‘lib, ikkalasi ham suv resurslariga bevosita bog‘liq. Tog‘ muzliklarining erishi, daryolar oqimining kamayishi va yog‘in-solar tarqalishining o‘zgarishi mintiqada suv ta’minoti va oziq-ovqat xavfsizligi uchun jiddiy xavf tug‘dirmoqda [4]. Ushbu maqolaning maqsadi Markaziy Osiyoda iqlim o‘zgarishining zamonaviy holatini baholash, kelajak prognozlarini tahlil qilish va samarali moslashuv strategiyalarini ishlab chiqishdan iborat.

Iqlim o‘zgarishining asosiy sababi atmosferadagi parnik gazlari konsentratsiyasining oshishidir. IPCC (Iqlim o‘zgarishi bo‘yicha Hukumatlararo

ISSN 3030-3907

komissiya) oltinchi baholash hisobotiga (AR6) ko‘ra, atmosferadagi CO_2 konsentratsiyasi sanoat inqilobidan avvalgi 280 ppm dan 2024 yilda 420 ppm ga etdi [5]. Parnik gazlari (CO_2, CH_4, N_2O, ftorkarbonlar) Er sathidan chiqayotgan issiqlik nurlanishini tutib qoladi va atmosferani isita boshlaydi – bu parnik effekti deb ataladi.

Iqlim tizimi murakkab va o‘zaro bog‘liq qismlardan (atmosfera, gidrosfera, kriosfera, litosfera, biosfera) tashkil topgan. Iqlim o‘zgarishi faqat harorat oshishi bilan chegaralanmaydi, balki namlik rejimi, shamol tizimi, okean oqimlari va ekstremal hodisalar xarakteristikasining o‘zgarishini ham o‘z ichiga oladi [6]. Zamonaviy iqlimshunoslik iqlim o‘zgarishining 95% ehtimollikda inson faoliyati natijasi ekanligini tasdiqlaydi.

Markaziy Osiyo mintiqasida iqlim o‘zgarishini o‘rganish bo‘yicha ko‘plab ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Lal va boshqalar (2018) tomonidan amalga oshirilgan tahlil natijasida, mintiqada 1960 yildan beri o‘rtacha yillik harorat 1.5-2.0°C ga oshganligi aniqlandi [7]. Eng kuchli ilish qish oylarida kuzatildi (2.5°C ga qadar). Xuddi shu davr mobaynida yog‘in-solar rejimida ham sezilarli o‘zgarishlar ro‘y berdi: bahor-yoz oylarida yog‘in-solar kamaydi (10-15%), qish oylarida esa ko‘paydi.

Muzliklarning degradatsiyasiga oid tadqiqotlar ayniqsa tez-tez o‘tkazilmoqda. Fayzo va boshqalar (2020) Tyan-SHan tog‘ tizimidagi muzliklarning hajmi 1960 yildan beri 30-35% ga kamayganligini aniqladilar [8]. Pomir tog‘larida ham o‘xshash jarayon kuzatilmoqda – yillik erish tezligi 0.8-1.2% ni tashkil etadi. Bu daryolar oqimiga bevosita ta’sir ko‘rsatmoqda: yilning issiq oylarida oqim ko‘paymoqda, lekin kelajakda muzliklar to‘liq erganida oqim sezilarli kamayishi kutilmoqda [9].

IPCC tomonidan tayyorlangan klimatik ssenariylar (RCP – Reprezentativ konsentratsiya traektoriyalari) turli parnik gazlari chiqindilari darajasiga mos ravishda iqlim o‘zgarishining ehtimoliy yo‘llarini tasvirlaydi. RCP2.6 ssenariysi qattiq chora-tadbirlar qabul qilinganda 2100 yilga qadar ilishni 1.5°C ga cheklashni, RCP8.5 esa hech qanday chora ko‘rilmaganda 4-5°C ga ilishni nazarda tutadi [10]. Markaziy Osiyo uchun regional klimatik model (RegCM4) yordamida olingan prognozlar XXI asr oxirigacha RCP8.5 ssenariysi bo‘yicha mintiqada o‘rtacha haroratning 3.5-4.5°C ga oshishini ko‘rsatmoqda [11].

Tadqiqotda quyidagi ma’lumotlar manbalaridan foydalanildi:

- Markaziy Osiyo davlatlarining gidrometeorologik xizmatlari ma’lumotlari (1960-2024 yy.);
- IPCC AR6 hisoboti va CMIP6 (Coupled Model Intercomparison Project) klimatik modellari;
- ERA5 reanaliz ma’lumotlari (Evropa O‘rta muddatli prognoz markazi);

ISSN 3030-3907

- Muzliklar monitoringi bo‘yicha sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari (Landsat, Sentinel);

- Daryolar oqimi va suv resurslari bo‘yicha gidrologik kuzatuvlar.

Tadqiqotda quyidagi statistik va klimatologik usullardan foydalanildi:

1) Trend tahlili – Mann-Kendall testi yordamida vaqt qatorlaridagi statistik jihatdan ma’nodor trend aniqlandi;

2) Iqlimiy indekslar hisoblash – issiq kunlar, muzlash kunlar, kuchli yog‘inlar va qurg‘oqchilik indekslari (SPI, SPEI) aniqlandi;

3) Regional klimatik modellashtirish – RegCM4 modeli yordamida mintiqa uchun yuqori ajratuvchanlikda prognozlar olindi (50x50 km);

4) Muzliklar dinamikasini tahlil qilish – GIS texnologiyalari va sun’iy yo‘ldosh tasvirlari asosida muzliklar yuzasi va hajmi o‘zgarishi baholandi;

5) Zaiflik baholash – iqlim o‘zgarishiga nisbatan mintiqaning turli sohalarining zaiflik indeksi hisoblandi.

Tadqiqot natijalari Markaziy Osiyoda harorat rejimining sezilarli o‘zgarganligini ko‘rsatdi. 1960-2024 yillar davrida mintiqada o‘rtacha yillik harorat 1.8°C ga oshdi (Rasm 1). Eng kuchli ilish qish oylarida kuzatildi: dekabr-fevral oylarida o‘rtacha harorat 2.3°C ga oshdi. Bahor va kuz oylarida ilish 1.5-1.7°C, yoz oylarida esa 1.2°C ni tashkil etdi.

Mintiqaning turli qismlarida ilish tezligi farq qiladi. Tog‘ mintiqalarida (Tyan-SHan, Pomir) ilish 2.0-2.5°C, pastlik mintiqalarida (Qizilqum, Qoraqum) 1.4-1.6°C ni tashkil etdi. Bu farq balandlikka bog‘liq ilish (elevation-dependent warming) effekti bilan izohlanadi – yuqori tog‘ mintiqalarida iqlim o‘zgarishi kuchliroq namoyon bo‘ladi [12].

Ekstremal harorat hodisalari chastotasi ham ortdi. 35°C dan yuqori issiq kunlar soni 1960-1990 yillarga nisbatan ikki barobarga ortdi (yiliga 25 kundan 50 kungacha). Aksincha, -20°C dan past sovuq kunlar soni 40% ga kamaydi. Nochu-kunduz harorat farqi ham o‘zgardi: kunduzgi maksimal harorat kechki minimalga nisbatan tezroq oshdi, bu asosan minimal haroratlardagi o‘sish bilan bog‘liq.

YOg‘in-solar rejimida hududiy va mavsumiy jihatdan turli xil o‘zgarishlar kuzatildi. Umumiy yillik yog‘in-solar miqdori mintiqada o‘rtacha 5% ga kamaydi, ammo bu o‘zgarish bir xil emas. Tog‘ mintiqalarida (Farg‘ona vodiysi atrofi, Pomir) yog‘in-solar 8-12% ga ko‘paydi, pastliklarda (Qizilqum, Turkmaniston) 15-20% ga kamaydi.

Mavsumiy taqsimotda ham sezilarli o‘zgarishlar bo‘ldi. Bahor oylarida (mart-may) yog‘in-solar 12-15% ga kamaydi, bu qishloq xo‘jaligida ekin o‘sishi davrida suv etishmasligiga olib keladi. Qish oylarida (dekabr-fevral) yog‘in-solar 10% ga ko‘paydi, ammo bu ko‘pincha qor emas, balki yomg‘ir shaklida tushadi, chunki harorat oshgan.

ISSN 3030-3907

Kuchli yog‘inlar hodisalari chastotasi ortdi. 20 mm dan ortiq yog‘in tushadigan kunlar soni 25% ga ko‘paydi. Bu sel-toshqinlar xavfining oshishiga olib kelmoqda. SHu bilan birga, qurg‘oqchilik davrlari ham uzaydi: ketma-ket quruq kunlar (yog‘in-solar 1 mm dan kam) soni 30% ga ortdi. Bu yog‘in-solar rejimining ekstremal xarakterga ega bo‘layotganligini ko‘rsatadi.

Markaziy Osiyo tog‘larida joylashgan muzliklar mintiqaning suv resurslari uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalari muzliklarning jadal degradatsiyasini ko‘rsatdi. Tyan-SHan tog‘ tizimidagi muzliklar hajmi 1960 yildan beri 35% ga, Pomirda 28% ga kamaydi. Kichik muzliklar (1 km² dan kichik) deyarli to‘liq yo‘qoldi – ularning 60-70% i erib ketdi.

Muzliklarning erishi daryolar oqimiga bevosita ta’sir ko‘rsatmoqda. Hozirgi paytda Amudaryo va Sirdaryo daryolarining yillik oqimi 10-15% ga kamaydi. Lekin mavsumiy taqsimotda yanada katta o‘zgarishlar kuzatilmoqda: yoz oylarida (muzliklar ko‘proq eradigan davrda) oqim 20% ga ko‘paydi, ko‘ktem oylarida esa (qor erishi davrida) 25% ga kamaydi. Bu qishloq xo‘jaligi uchun jiddiy muammo, chunki bahor-yoz oylarida sugoriladigan erlarga ko‘proq suv kerak bo‘ladi.

Kelajakda vaziyat yanada og‘irlashadi. Prognozlarga ko‘ra, 2050 yilga kelib muzliklar hajmi yana 30-40% ga kamayishi, 2100 yilga qadar esa kichik va o‘rta muzliklarning 80% i to‘liq yo‘qolishi kutilmoqda [13]. Bu daryolar oqimining 30-50% ga kamayishiga olib keladi, bu esa mintiqada jiddiy suv inqirozi yuzaga kelishiga sabab bo‘ladi.

Iqlim o‘zgarishi natijasida mintiqada ekstremal meteorologik hodisalar chastotasi va intensivligi sezilarli oshdi. Qurg‘oqchilik hodisalari qat’iyatli ko‘paydi: 1960-1990 yillarda har 8-10 yilda bir bor kuchli qurg‘oqchilik ro‘y bergan bo‘lsa, 1991-2024 yillarda bu davr 4-5 yilga qisqardi. 2000-2001, 2008, 2011-2012 va 2021-2022 yillardagi qurg‘oqchiliklar mintiqa qishloq xo‘jaligiga katta zarar etkazdi.

Sel-toshqinlar xavfi ham ortdi. Tog‘ daryolarida keng miqyosli sel-toshqinlar chastotasi 50% ga ko‘paydi. Bu ikki omil bilan bog‘liq: birinchidan, kuchli yog‘inlar hodisalari ko‘paydi; ikkinchidan, muzliklar erishi natijasida muzlik ko‘llarining soni va hajmi ortdi, ularning emirilishi xavfi yuqori. 2010-2024 yillarda mintiqada 15 ta yirik sel-toshqin hodisasi ro‘y berdi, ular natijasida 200 dan ortiq odam halok bo‘ldi va milliard dollarlik zarar etdi.

Issiq to‘lqinlar (40°C dan yuqori harorat 5 kun va undan ko‘p davom etishi) chastotasi ham ortdi. 1960-1990 yillarda mintiqada yiliga o‘rtacha 2-3 issiq to‘lqin kuzatilgan bo‘lsa, 2000-2024 yillarda bu raqam 6-8 taga etdi. 2023 yilda Markaziy Osiyoda rekord issiq yoz kuzatildi: ba’zi shaharlarda harorat 50°C ga etdi. Issiq to‘lqinlar aholining sog‘lig‘iga, energetikaga va qishloq xo‘jaligiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda.

ISSN 3030-3907

RegCM4 regional klimatik modeli yordamida Markaziy Osiyo uchun XXI asr oxirigacha prognozlar tayyorlandi. RCP2.6 (qattiq chora-tadbirlar) ssenariysi bo‘yicha 2100 yilga qadar mintiqada o‘rtacha harorat 1.5-2.0°C ga oshishi, RCP4.5 (o‘rtacha chora-tadbirlar) bo‘yicha 2.5-3.0°C ga, RCP8.5 (chora-tadbirlar yo‘qligi) bo‘yicha 4.0-5.0°C ga oshishi prognoz qilinmoqda.

YOg‘in-solar rejimi prognozlariga ko‘ra, umumiy yillik yog‘in-solar miqdori kam o‘zgaradi (±5%), ammo mavsumiy va hududiy taqsimotda ko‘proq o‘zgarish bo‘ladi. Qish oylarida yog‘in-solar 15-20% ga ko‘payishi, yoz oylarida 10-15% ga kamayishi kutilmoqda. Pastliklarda qurg‘oqchilik kuchayadi, tog‘ mintiqalarida esa yog‘in-solar ko‘payadi.

Ekstremal hodisalar prognozlari ayniqsa tashvishli. RCP8.5 ssenariysi bo‘yicha qurg‘oqchilik hodisalari chastotasi 2 barobarga, kuchli yog‘inlar hodisalari 3 barobarga ortishi kutilmoqda. Issiq to‘lqinlar davomiyligi uzayadi: hozir o‘rtacha 5-7 kun davom etadigan issiq to‘lqinlar kelajakda 15-20 kungacha uzayishi mumkin. Bu aholining sog‘lig‘iga, qishloq xo‘jaligi va energetikaga jiddiy tahdid soladi.

Iqlim o‘zgarishi Markaziy Osiyo mintiqasining barcha sohalariga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Qishloq xo‘jaligi eng zaif sohalardan biri hisoblanadi. Harorat oshishi va suv etishmasligi natijasida g‘alla hosildorligi 15-20% ga, paxta hosildorligi 20-25% ga kamayishi kutilmoqda [14]. Ba’zi an’anaviy ekinlar (bug‘doy, arpa) mintiqaning ayrim qismlarida etishtirilishi mumkin emas holga keladi.

Suv resurslari tanqisligi jiddiylashmoqda. Hozirda mintiqada 70 mln. odam yashaydi, 2050 yilga qadar bu raqam 100 mln. ga etishi kutilmoqda. SHu bilan birga, suv resurslari 30-40% ga kamayishi prognoz qilinmoqda. Bu aholi o‘sishi va suv resurslari kamayishi o‘rtasida jiddiy zaddlovchilikni yuzaga keltiradi. Transchegaraviy daryolar (Amudaryo, Sirdaryo) bo‘yicha mintiqa davlatlari o‘rtasida suv bo‘lishi bo‘yicha nizolar kuchayishi xavfi mavjud.

Energetika sohasiga ham katta ta’sir ko‘rsatmoqda. Markaziy Osiyo elektr energiyasining 40% dan ortig‘ini gidroelektrostansiyalar ishlab chiqaradi. Daryolar oqimining kamayishi natijasida gidroenergetika ishlab chiqarishi 20-30% ga kamayishi mumkin. SHu bilan birga, issiq to‘lqinlar davrida elektr energiyasiga ehtiyoj keskin ortmoqda (sovutish tizimlari uchun), bu energetika tizimiga qo‘shimcha yuk soladi.

Aholining sog‘lig‘iga ta’sir ham jiddiy. Issiq to‘lqinlar davrida issiqlikka bog‘liq kasallanishlar va o‘lim hollari ko‘paymoqda. 2023 yilda Markaziy Osiyoda issiqlik tufayli 500 dan ortiq odam halok bo‘ldi. Iqlim o‘zgarishi natijasida malyariya, denge issitmasi kabi transmissiv kasalliklar tarqalish areali

ISSN 3030-3907

kengaymoqda. Suvning sifati yomonlashishi suv orqali yuqadigan kasalliklar xavfini oshirmoqda.

Iqlim o‘zgarishiga moslashuvning eng muhim yo‘nalishi – samarali suv resurslari boshqaruvini joriy etish. Quyidagi chora-tadbirlarni amalga oshirish zarur:

- Zamonaviy sugorish texnologiyalarini joriy etish (tomchilatib sugorish, differensial sugorish). Bu suvdan 40-50% ga samaraliroq foydalanishni ta’minlaydi;

- Suv omborlarini modernizatsiya qilish va yangi rezervuarlar qurish. Bu mavsumiy suv taqsimotidagi nomutanosiblikni hal qilishga yordam beradi;

- Er osti suv zaxiralaridan oqilona foydalanish. Lekin bu chuqur er osti suvlarining tugashiga olib kelmasligi uchun qat’iy monitoring talab qiladi;

- Transchegaraviy suv hamkorligini kuchaytirish. Markaziy Osiyo davlatlari o‘rtasida suv resurslarini adolatli taqsimlash bo‘yicha mintiqaviy kelishuvlar zarur;

- Suv hisobi va monitoring tizimlarini joriy etish. Barcha suv resurslari avtomatik hisobga olinadigan va monitoring qilinadigan zamonaviy tizimlar kerak.

Qishloq xo‘jaligini iqlim o‘zgarishiga moslashtirish uchun kompleks yondashuv zarur:

- Qurg‘oqchilikka chidamli va issiqqa chidamli ekin navlarini joriy etish. Seleksiya ishlarini kuchaytirib, Markaziy Osiyo sharoitiga moslashgan yangi navlarni yaratish kerak;

- Ekinlar strukturasini o‘zgartirish. Suvga kam talabchan ekinlarning ulushini ko‘paytirish (masalan, paxta o‘rniga donchilik, sabzavotchilik va polizchilikni rivojlantirish);

- Agroekologik usullarni qo‘llash. Tuproqni mulchalash, ko‘kat o‘g‘itlar, sevooborot kabi usullar tuproqning namlik tutish qobiliyatini oshiradi;

- Agrometeorologik xizmatlarni rivojlantirish. Fermerlarga o‘z vaqtida va aniq ob-havo ma’lumotlari, qurg‘oqchilik ogohlantirishlari berilishi kerak;

- Qishloq xo‘jalik sug‘orta tizimini rivojlantirish. Bu fermerlarni hosilsizlik va tabiiy ofatlar xavfidan himoya qiladi.

Markaziy Osiyo shaharlari iqlim o‘zgarishiga, ayniqsa issiq to‘lqinlarga, juda zaif. SHahar muhitini moslashtirish uchun quyidagi chora-tadbirlar zarur:

- YAshil infratuzilmani rivojlantirish. SHaharlarda bog‘lar, parklarning ulushini ko‘paytirish, binolarda vertikal va tom bog‘larini joriy etish. YAshil hududlar shahar harosatini 3-5°C ga pasaytiradi;

- Binolarni energetik samarali qilish. Zamonaviy izolyasiya materiallari, energiya tejovchi oynalar, yaxshi ventilyasiya tizimlari bilan binolarni jihozlash sovutishga ketadigan energiyani 40-50% ga kamaytiradi;

ISSN 3030-3907

- Issiqlik harita va zaiflik baholashini amalga oshirish. SHaharning eng issiq hududlarini aniqlash va u erlarda birinchi navbatda moslashuv chora-tadbirlarini amalga oshirish;

- Issiq to‘lqinlar ogohlantirish tizimini joriy etish. Aholini o‘z vaqtida ogohlantirish va xavfdagi guruhlar (qarilar, bolalar) uchun sovutish markazlarini tashkil etish;

- Suvga chidamli infratuzilma qurish. Livnevaya kanalizatsiya tizimlarini kuchaytirish, sel-toshqinlarga chidamli ko‘priklar va yo‘llar qurish.

Iqlim o‘zgarishiga samarali moslashuv uchun institutsional qobiliyatni oshirish va muvofiq siyosatni yuritish zarur:

- Milliy moslashuv rejalarini (NAP) ishlab chiqish va amalga oshirish. Bu rejalar barcha sohalarda iqlim o‘zgarishiga moslashuv chora-tadbirlarini muvaffaqiyatlashtiradi;

- Iqlim o‘zgarishi bo‘yicha milliy kuzatuv va prognoz tizimlarini kuchaytirish. Zamonaviy meteostansiyalar, radarlar, sun’iy yo‘ldosh tizimlariga sarmoya kiritish;

- Ilmiy tadqiqotlar va ta’limni rivojlantirish. Oliy ta’lim muassasalarida iqlim fanlari yo‘nalishlarini rivojlantirish, tadqiqotlarga moliyaviy dastak berish;

- Mintiqaviy hamkorlikni kuchaytirish. Markaziy Osiyo davlatlari o‘rtasida iqlim bo‘yicha ma’lumotlar almashinuvi, qo‘shma tadqiqotlar, muvaffaqiyatli amaliyotlarni almashishni tashkil etish;

- Xalqaro moliya resurslariga kirish. YAshil iqlim fondi (GCF), Moslashuv fondi va boshqa xalqaro manbalardan moliya jalb qilish.

Moslashuv chora-tadbirlari bilan bir qatorda, Markaziy Osiyo davlatlari parnik gazlari chiqindilarini kamaytirish (mitigatsiya) chora-tadbirlarini ham amalga oshirishi kerak. Garchand mintiqaning global chiqindilarga hissasi kichik bo‘lsa ham (2% atrofida), maxalliy harakatlar muhim rol o‘ynaydi. Eng muhim chora-tadbirlar: qayta tiklanuvchi energiya manbalarini (quyosh, shamol, gidroenergiya) rivojlantirish, energiya samaradorligini oshirishch transport tizimini modernizatsiya qilish va elektrtransportni joriy etish, o‘rmonlarni tiklash va yashil zonlarni kengaytirish, qishloq xo‘jaligida zaharli kimyoviy moddalar ishlatishni kamaytirish va organik qishloq xo‘jaligini rivojlantirish.

Markaziy Osiyo mintiqasida iqlim o‘zgarishi jadal sur’atlar bilan kechmoqda va mintiqaning barcha sohalariga jiddiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Tadqiqot natijalari 1960 yildan beri mintiqada o‘rtacha haroratning 1.8°C ga oshganligini, yog‘in-solar rejimining sezilarli o‘zgarganligini, muzliklarning 30-35% ga kamayganligini va ekstremal hodisalar chastotasining ikki barobarga ortganligini ko‘rsatdi.

ISSN 3030-3907

Kelajak prognozlari yanada og‘ir vaziyatni ko‘rsatmoqda. XXI asr oxirigacha RCP8.5 ssenariysi bo‘yicha harorat yana 4-5°C ga oshishi, daryolar oqimi 30-40% ga kamayishi va ekstremal hodisalar chastotasining 2-3 barobarga ortishi kutilmoqda. Bu mintiqaning suv xavfsizligi, qishloq xo‘jaligi, energetika va aholi sog‘lig‘iga jiddiy tahdid soladi.

Iqlim o‘zgarishiga samarali moslashuv uchun kompleks va sistemali yondashuv talab etiladi. Asosiy yo‘nalishlar: zamonaviy suv resurslari boshqaruvi tizimlarini joriy etish, qishloq xo‘jaligini iqlimga moslashtirish, shahar infratuzilmasini kuchaytirish, institutsional qobiliyatni oshirish va mintiqaviy hamkorlikni rivojlantirishdan iborat.

Moslashuv chora-tadbirlarining amalga oshirilishi katta moliyaviy sarmoyalar, siyosiy irodani va xalqaro hamkorlikni talab qiladi. Markaziy Osiyo davlatlari birgalikda harakat qilib, xalqaro hamjamiyatdan dastak olgan holda, iqlim o‘zgarishining salbiy oqibatlarini minimallashtirish va mintiqaning barqaror rivojlanishini ta’minlash imkoniyatiga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Lioubimtseva E., Henebry G.M. Climate and environmental change in arid Central Asia: Impacts, vulnerability, and adaptations // Journal of Arid Environments. 2009. Vol. 73. № 11. P. 963-977.
2. IPCC. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / Eds. V. Masson-Delmotte et al. Cambridge: Cambridge University Press, 2021. 3949 p.
3. Reyer C.P.O., Otto I.M., Adams S. et al. Climate change impacts in Central Asia and their implications for development // Regional Environmental Change. 2017. Vol. 17. № 6. P. 1639-1650.
4. Xenarios S., Schmidt-Vogt D., Qadir M. et al. Climate change and adaptation of mountain societies in Central Asia: uncertainties, knowledge gaps, and data constraints // Regional Environmental Change. 2019. Vol. 19. № 5. P. 1339-1352.
5. IPCC. AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023 / Eds. Core Writing Team, H. Lee, J. Romero. Geneva: IPCC, 2023. 184 p.
6. Hartmann D.L., Klein Tank A.M.G., Rusticucci M. et al. Observations: Atmosphere and Surface // Climate Change 2013: The Physical Science Basis / Eds. T.F. Stocker et al. Cambridge: Cambridge University Press, 2013. P. 159-254.
7. Lal P., Prakash A., Kumar A. et al. Analysing the temperature trends in Central Asia from 1960 to 2016 // International Journal of Climatology. 2018. Vol. 38. № 14. P. 5099-5116.

ISSN 3030-3907

8. Farinotti D., Huss M., Fürst J.J. et al. A consensus estimate for the ice thickness distribution of all glaciers on Earth // Nature Geoscience. 2019. Vol. 12. № 3. P. 168-173.
9. Huss M., Hock R. Global-scale hydrological response to future glacier mass loss // Nature Climate Change. 2018. Vol. 8. № 2. P. 135-140.
10. van Vuuren D.P., Edmonds J., Kainuma M. et al. The representative concentration pathways: an overview // Climatic Change. 2011. Vol. 109. № 1-2. P. 5-31.
11. Ozturk T., Turp M.T., Türkeş M., Kurnaz M.L. Projected changes in temperature and precipitation climatology of Central Asia CORDEX Region 8 by using RegCM4.3.5 // Atmospheric Research. 2017. Vol. 183. P. 296-307.
12. Pepin N., Bradley R.S., Diaz H.F. et al. Elevation-dependent warming in mountain regions of the world // Nature Climate Change. 2015. Vol. 5. № 5. P. 424-430.
13. Kraaijenbrink P.D.A., Bierkens M.F.P., Lutz A.F., Immerzeel W.W. Impact of a global temperature rise of 1.5 degrees Celsius on Asia's glaciers // Nature. 2017. Vol. 549. № 7671. P. 257-260.
14. Ray D.K., West P.C., Clark M. et al. Climate change has likely already affected global food production // PLoS ONE. 2019. Vol. 14. № 5. e0217148.
15. Smirnova O.M., Petrova A.I., Ivanov V.S. Sovremennые izmeneniya klimata v Sentralnoy Azii i ix vliyanie na vodnые resursы // Meteorologiya i gidrologiya. 2020. № 8. S. 45-62.

ISSN 3030-3907

TRIKOTAJ MASHINALARIDA ISSIQLIK ALMASHINUVI JARAYONINING ASOSIY NAZARIYASI

Salayeva Nozima Sattarovna
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti t.f.f.d, PhD
E-mail: nozimasalayeva1226@gmail.com
Tel: +998934655560

Annotatsiya: Maqolada trikotaj maatoda issiqlik almashinuvining nazariy tavsifi hammaga ma'lum bo'lgan fizikaviy va matematik modellashtirish prisipi asosida taqdim etilgan. Bunda termodinamika saqlanishining asosiy qonunlaridan foydalanilgan.

Kalit so'zlar. Trikotaj, eksperimental, termodinamik, balans, rapport, qator, muhit, zichlik.

Аннотация: В статье представлено теоретическое описание теплопереноса в трикотажных полотнах на основе известных принципов физико-математического моделирования с использованием основных законов термодинамики.

Ключевые слова: Вязание, экспериментальный, термодинамика, равновесие, взаимопонимание, ряд, окружающая среда, плотность.

Abstract: The article presents a theoretical description of heat transfer in knitted fabrics based on well-known physical and mathematical modeling principles. It uses the basic laws of thermodynamics.

Key words: Knitting, experimental, thermodynamics, equilibrium, understanding, series, environment, density.

Kirish.

Hozirgi kunda trikotaj mahsulotlarini ishlab chiqarish hajmi kundan kunga ortib bormoqda. Statistik ma'lumotlarga ko'ra, dunyo to'qimachilik bozorining umumiy hajmi 2022–2030-yillar oralig'ida o'rtacha yillik 4,0% ga o'sishi prognoz qilinmoqda. Global Textile Market Size & Share Report hisobotida qayd etilishicha, 2030-yilga kelib ushbu sohaning moliyaviy ko'rsatkichi 1 420,3 milliard dollarga yetishi kutilmoqda [1].

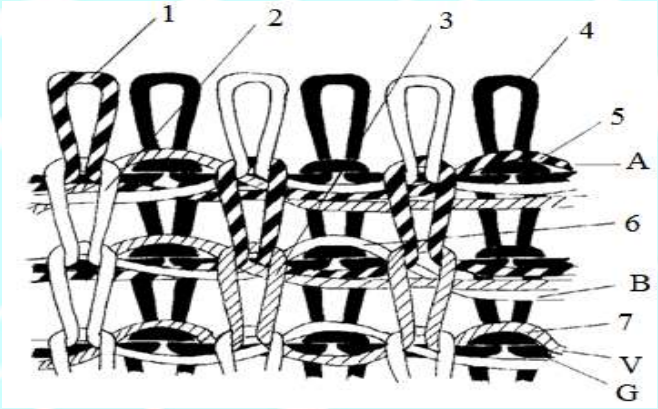
O'zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi PF-60-sonli "2022–2026-yillarga mo'ljallangan Yangi O'zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to'g'risida"gi Farmoni, shuningdek, 2019-yil 12-fevralda qabul qilingan PQ-4186-sonli "To'qimachilik va tikuv-trikotaj sanoatini isloh qilishni yanada chuqurlashtirish va uning eksport salohiyatini kengaytirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi Qarori hamda shu yilning 16-sentyabrida tasdiqlangan PQ-4453-sonli "Yengil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni rag'batlantirish chora-tadbirlari to'g'risida"gi [2,3] Qarori mazkur sohaning kompleks rivojlanishiga huquqiy asos yaratdi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR TAHLILI.

[4] professor. L.A.Kudryavin yangi tuzilishga ega bo‘lgan sifat ko‘rsatgichlari yaxshilashga erishilgan ikki qatlamli jakkard trikotaj to‘qimasini olish usulini taqdim etgan.

Bunda ikki qatlamli ko‘ndalangiga to‘qilgan jakkard trikotaj to‘qimasi o‘ng qatlam va u bilan biriktirilgan teskari qatlamdan tarkib topgan. Trikotaj to‘qimasining o‘ng qatlami jakkard to‘qimasida olingan, teskari qatlami esa ko‘ndalang to‘qilgan glad to‘qimasida olingan. Ikkita alohida mustaqil qatlamlarni biriktirish o‘ng jakkard halqa protyajkalaridan shakllantirilgan yarim halqalar vositasida amalga oshiriladi. Ikki qatlamli jakkard to‘qimasini olish uchun iplar biriktiruvchi yarim halqalarni faqatgina ushbu iplar old tomonga qo‘yilmagan joylarda, to‘qimaning orqa tomonida hosil qiladi (1-rasmga qarang).



1-rasm. Ikki qatlamli jakkard to‘qimasi tuzilishi.

Trikotaj to‘qimasining orqa tomonida ip qo‘yish rapportiga: R_{VI}=Z-1, muvofiq yarim halqalar hosil qilingan, bu yerda: R_{VI}–trikotajning orqa tomonida ip qo‘yish rapporti, Z–naqsh samarasini ishlab chiqishda ishtirok etadigan rangli iplar soni. A, B va V iplar shunday qo‘yiladiki, bunda orqa tomondagi har bir press halqasi faqatgina bitta yarim halqaga ega. A, B, V va G iplar shunday qo‘yiladiki, bunda naqsh rapportining bitta halqa qatorini ishlab chiqarishda trikotaj to‘qimasining old va orqa tomonida qatorlar soni bir xil bo‘lishi kerak.

[5]. ishda asos ipi yordamida pressli biriktirish usulida olingan arqoqli ikki qatlamli trikotaj to‘qimasini olish usullari bilan trikotaj to‘qimalari assortimentini kengaytirish va uning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilash maqsadida yangi tuzilishga ega bo‘lgan arqoqli ikki qatlamli trikotaj to‘qimasini olish usuli ishlab chiqilgan va patent olingan.

Professorlar I.I.Shalov tomonidan aralash to‘qimalar nazariyasini yaratish sohasida chuqur nazariy tadqiqotlar olib borilgan. Barcha aralash to‘qimalarni I.I.Shalov trikotaj faqatgina bitta elmentdan - halqadan tarkib topgan oddiy; ikkita elementdan - halqa va yarim halqadan tarkib topgan pressli; uchta elementdan - halqa, yarim halqa va protyajkadan tarkib topgan aralash to‘qimalarga ajratgan [6].

ISSN 3030-3907

Prof. L.A.Kudryavin ko‘ndalangiga va sidirg‘a trikotaj to‘qimalarini aralashtirish uslubi bo‘yicha oddiy, aralash va naqshli, aralash, hosilali, aralash va murakkab aralash to‘qimalarga ajratishni taklif etgan [7].

Oddiy aralash to‘qimalar bitta rapportda bosh, hosilali yoki naqshli to‘qima qatorlari ketma-ket tartibda takrorlanib kelishi bilan hosil bo‘ladi, lekin har bir qatorda to‘qima klassi bir xil bo‘ladi. Aralash naqshli to‘qimalarning shu xususiyatlari bilan tavsiflanadiki, bunda mazkur turdagi to‘qimaning bitta qatorida yoki rapporti bir necha naqshli to‘qima elementlaridan iborat bo‘ladi. Hosila-aralash to‘qimalar hosilali aralash to‘qimalardan farq qilgan holda, turli sinflarga mansub to‘qimalardan tarkib topgan. Murakkab aralash to‘qimalar ikki va undan ortiq yuqorida qayd qilingan boshqa aralash to‘qimalar alomatlariga ega. Bir qator ilmiy ishlar ikki qatlamli trikotaj to‘qimalarini yaratishga va ular asosida yangi tarkibli to‘qimalar olishga bag‘ishlangan. Bu to‘qima turlari ustida Y.P.Pospelov va uning shogirdlari samarali ish olib borganlar. Ikki qatlamli trikotaj to‘qimalari asos sifatida foydalanilayotgan to‘qima turiga bog‘liq bo‘lgan holda oltita: bosh ko‘ndalang yoki bo‘ylamasiga to‘qilgan, hosilali, naqshli, bosh va hosilali, bosh va naqshli, hosilali va ko‘ndalang va bo‘ylama yo‘nalishda naqshli guruhga bo‘linadi [8,9.,11798-11807b].

Trikotaj to‘qimasi halqalardan tashkil topgan mato bo‘lib, cho‘ziluvchanligi to‘qima matoga qaraganda yuqori hisoblanadi. Shu bilan birga bu matoning cho‘ziluvchanligini hisobga olgan holda, barcha trikotyaj matolari kilogram ya’ni, taroziga tortilgan holda o‘lchanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Trikotaj matolari uchun issiqlik energiyasi ta’siriga duch kelgan trikotaj matolarini g‘ovakli kapilyar materiallar turigi kiritish mumkin. Shuning uchun ular barcha ko‘rinishdagi issiqlikni o‘tkazish imkoniyatiga ega. Barcha holatdarda issiqlik oqimini uzatish tezligi havo gradiyentiga proporsional bo‘ladi.

Eksperimental ma’lumotlarga ko‘ra belgilab qo‘yilganki, bunda issiqlik o‘tkazish koeffisiyenti asosan haroratga bog‘liq bo‘ladi. Ushbu holatda turli haroratdagi issiqlikni matoga tasir etish kinetikasini nazariy jihatdan tahlil qilish zaruriyati talab qilinadi. G‘ovakli kapilyar materiallarga issiqlik uzatilishi va tarqalishini tadqiq etish termodinamik muvozanat tizimidagi issiqlik va massa almashinuvi jarayoniga asoslanadi.

Trikotaj matolari o‘zining strukturasi bo‘yicha boshqa mavjud g‘ovakli materiallardan farq qilgan holda, bir necha o‘ziga xos ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan, turli ko‘rinishdagi g‘ovakli kapilyar materiallar turiga kiradi. Shuning uchun trikotaj matolarda issiqlik uzatilishi va saqlash texnologiyasida asosiy ko‘rsatkichlar tanlovini asoslash bo‘yicha amaliy vazifalarni yechimini topish uchun bir xil turdagi (turli xil) iplarni to‘qish va havo (agententdan) tizimidan

ISSN 3030-3907

tarkib topgan ko‘p komponentli muhit sifatida aniqlash, matodagi issiqlik almashinuvi jarayoni asosiy qonuniyatlarini bo‘yicha nazariy tadqiqotlarni amalga oshirish muhim bosqichlardan biri bo‘lib hisoblanadi.

Yuqorida keltirilgan ma’lumotlarga bog‘liq bo‘lgan holda, muhit bilan matoning issiqlik-fizikaviy xususiyatlarini modellashtirish yo‘li orqali matodagi issiqlik almashinuvi jarayoniga oid nazariy masalalarni ko‘rib chiqamiz, bu yerda g‘ovaklikni ta’sir etishi va uning haroratga bog‘liq bo‘lishi hisobga olingan.

Bunday yondashuv matoda issiqlik uzatilishi real vaziyatga yaqin bo‘lgan umumiy modelini ishlab chiqish imkonini beradi, shunday qilib, fizik jarayonlarni tavsiflash uchun eng yaxshi adekvat qabul qilingan hisoblangan sxemani, hamda muvofiq ravishda aloritmni ta’minlaydi.

Matoda issiqlik almashinuvining nazariy tavsifi hammaga ma’lum bo‘lgan fizikaviy va matematik modellashtirish prisipi asosida taqdim etilgan. Bunda termodinamika saqlanishining asosiy qonunlaridan foydalanilgan. Mazkur qonunlar matematik modellashtirishning hisoblangan sxemalari (HS) va amalga oshirish algoritmlarini (AA) qo‘llash natijasida tenglamalar, miqdoriy ifodalangan hisoblangan sxemalar bog‘likliklari ko‘rinishida taqdim etilgan. Bajarilgan tadqiqot asosiy bosqichlarini keltiramiz va olingan natijalarni tahlil qilamiz, buning yechimini topish uchun katta hajmdagi nazariy va eksperimental ishlarni amalga oshirish talab qilinadi.

Mato ko‘p komponentli termodinamik muhitga taalluqli, uning strukturaviy tuzilishi jiddiy ravishda texnologik ta’sirga bog‘liq bo‘ladi. Shuning uchun yaxlit muhit mexanikasi nuqtayi nazaridan mato holatini to‘g‘ridan-to‘g‘ri tahlil qilish mushkulroq, bu yerda matoni shakllantirish texnologiyasining turi va xarakteriga bog‘liq ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan, muhitga qo‘llaniladigan yondashuv va konsepsiya zarur [10; 36-42b, 12]. Matoni o‘rab turgan havoning ma’lum haroratida (agentda) “havo-mato” atrof muhitida modellashtiriladigan, mato qatlamida issiqlik uzatish kinetikasiga oid masalani ko‘rib chiqamiz.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Qatlamni ingichka deb, hisoblaymiz, va o‘rtacha havo va mato harorati qalinligi bo‘yicha muvofiq raishda T_0, T bilan belgilaymiz. Vaqt bo‘yicha harorat (issiqlik uzatish kinetikasi) o‘zgarishi havo va mato orasidagi harorat farqiga proporsional deb, faraz qilamiz. Bunday taxminlarda havo va mato haroratlari quyidagi balans tenglamasi bilan qondiriladi:

$$C_v \rho_v h \frac{dT_v}{dt} = \alpha(T_p - T_v)$$

$$C_p \rho_p h \frac{dT_p}{dt} = \alpha(T_v - T_p) \qquad (1)$$

ISSN 3030-3907

Bu yerda: C_v va C_p - muvofiq ravishda havo va matoning solishtirma issiqlik sig‘imi $Дж/кг\cdot^0 C$:

α - havo va mato orasidagi issiqlik uzatilishi koeffisiyenti;

($Bt/м^2\cdot^0 C$), h - mato qatlamining qalinligi, м, [11]- ilmiy ishga muvofiq quyidagilarni hisoblash mumkin

$$\alpha = \lambda / h.$$

Quyidagi formula orqali hisoblanadigan “havo mato” (tolalar majmuyi ko‘rinishidagi zich to‘qilgan mato) tizimidagi issiqlik o‘tkazish koeffisiyenti quyidagilardan iborat bo‘ladi:

$$\lambda = \lambda_v \left(1 + \frac{\beta}{\frac{1-\beta}{4} + \frac{\lambda_v}{\lambda_p - \lambda_v}} \right) \qquad (2)$$

Bu yerda: λ_v va λ_p -havo va matoning (tolalar majmuyi) issiqlik o‘tkazish koeffisiyenti;

β - matoning yuza hajmidagi tolalarning hajmiy ulushi.

(1) va (2) tenglamalarni qo‘shib, “havo-mato” tizimi uchun quyidagi balans tenglamasini olamiz:

$$C_p \frac{dT_p}{dt} + C_v \frac{dT_v}{dt} = 0$$

Ushbu tenglamaning integrali quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$C_p \rho_p T_p + C_v \rho_v T_v = C_p \rho_p T_{0p} + C_v \rho_v T_{0v} \qquad (3)$$

Bu yerda: T_{0p}, T_{0v} -dastlabki vaqt onlaridagi mato va havo harorati.

Havo haroratiga 0 nisbatan (4) quyidagilarni yechamiz:

$$T_v = T_{ov} + b(T_{0p} - T_p) \quad (4)$$

Bu yerda: $b = C_p \rho_p / C_v \rho_v$

T_v ifodani (2)-tenglamaga qo‘yib, mato haroratiga nisbatan quyidagi teglamani olamiz:

$$\frac{dT_p}{dt} + \frac{\lambda}{C_p \rho_p h^2}(b+1)T_p = \frac{\lambda}{C_p \rho_p h^2}(T_{0v} + bT_{0p}) \qquad (5)$$

Oxirgi tenglamaning umumiy yechimi quyidagi ko‘rinishga ega bo‘ladi:

$$T_p = A\exp(-at) + \frac{T_{0v} + bT_{0p}}{b+1} \qquad (6)$$

ISSN 3030-3907

Bu yerda: $a = \frac{\lambda}{C_p \rho_p h^2}(b+1)$, o‘zgarmas A dastlabki shart $T_p(0) = T_{0p}$ dan aniqlanadi, undan quyidagilarni aniqlaymiz:

$$A = \frac{T_{0p} - T_{0v}}{b+1} \tag{7}$$

Shunday qilib, quyidagi qonun bo‘yicha mato harorati vaqtga bog‘liq bo‘ladi:

$$T_p = \frac{1}{b+1}\left[(T_{0p} - T_{0v})\exp(-at) + T_{0v} + bT_{0p}\right] \tag{8}$$

Havo harorati quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi:

$$T_v = T_{0v} + \frac{b(T_{0p} - T_{0v})}{b+1}[1 - \exp(-at)] \tag{9}$$

(8) va (9) hosilali ifoda belgisiga binoan quyidagilardan iborat bo‘ladi:

$$\frac{dT_v}{dt} = \frac{ab(T_{0p} - T_{0v})\exp(-at)}{b+1}, \quad \frac{dT_p}{dt} = \frac{a(T_{0v} - T_{0p})\exp(-at)}{b+1}$$

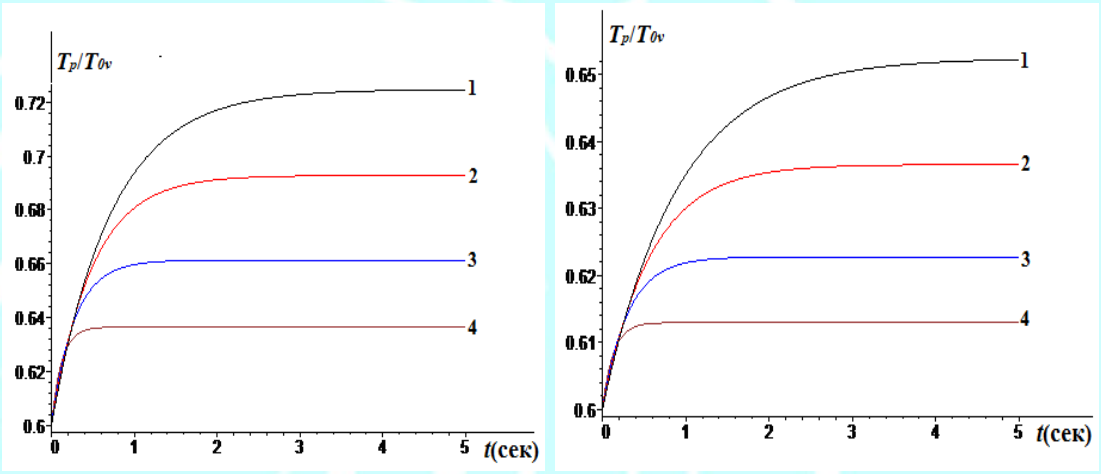
Belgilab qo‘yamizki, bunda mato harorati uning dastlabki $T_{0p} - T_{0v}$ qiymati farqiga bog‘liq bo‘lgan holda, $T_{0p} < T_{0v}$ bo‘lganda, monoton ortib borishi va $T_{0p} > T_{0v}$ bo‘lganda esa, monoton kamayib borishi mumkin.

Bunda havo harorati aksincha xuddi shundek, $T_{0p} < T_{0v}$ bo‘lgan holatda, monoton kamayuvchi va $T_{0p} > T_{0v}$ holatda ortib boruvchi bo‘ladi. Shunday tarzda, $T_{0p} < T_{0v}$ holatda mato qo‘shimcha qiziydi, $T_{0p} > T_{0v}$ bo‘lgada esa, u soviydi. Mato va havo (1-rasm) haroratining (mato yuzasidagi β tola ulushining turli qiymati uchun vaqt bo‘yicha T_{0v} ga kiritilgan) o‘zgarib borishi egri chizig‘i 1 va 2-rasmda taqdim etilgan.

Hisob-kitoblarda quyidagilar qabul qilingan. $C_v = 1000 Дж/кг^0 C$, $C_э = 1380 Дж/кг \cdot ^0 C$, $\rho_v = 1.25 кг/м^3$ $h = 2 \cdot 10^{-3} м$, $\lambda_v = 0.025 вт/м \cdot ^0 C$, $\lambda_p = 0.045 вт/м \cdot ^0 C$, $T_{0p}/T_{0v} = 0.7$.

$\rho_p = 10(кг/м^3)$; $\rho_p = 30(кг/м^3)$

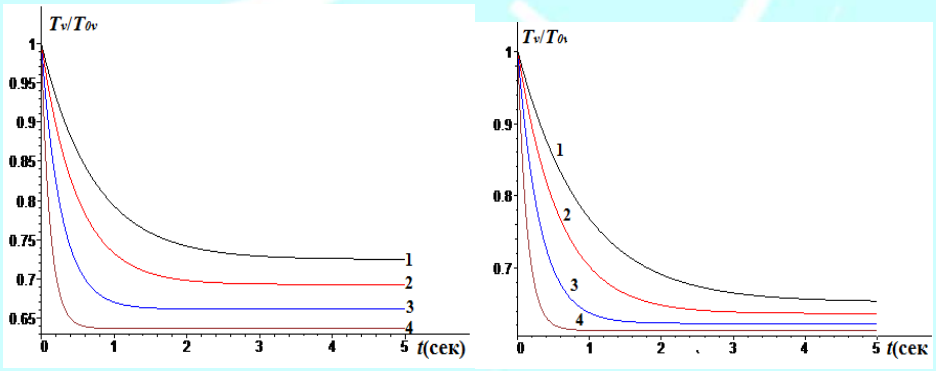
ISSN 3030-3907



1-rasm. Mato zichligining ikkita qiymati ρ_p(кг/м^3) va hajmiy yuzadagi tola ulushi

β turlicha: $1-\beta=0.2$, $2-\beta=0.3$, $3-\beta=0.5$, $4-\beta=0.9$ bo‘lganda, t (sek)vaqt bo‘yicha mato haroratining T_p (T_{0v} ga kiritilgan) o‘zgarib borishi egri chizig‘i

$\rho_p=10$(кг/м^3) $\rho_p=30$(кг/м^3)

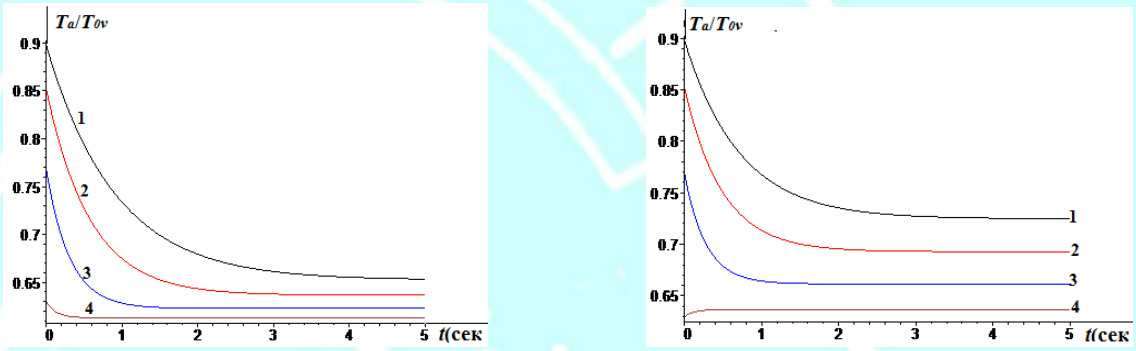


2-rasm. Mato hajmiy zichligining ikkita qiymati ρ_p(кг/м^3) va hajmiy yuzadagi tola ulushi.

β turlicha: $1-\beta=0.2$, $2-\beta=0.3$, $3-\beta=0.5$, $4-\beta=0.9$ bo‘ganda, t (sek) vaqt bo‘yicha T_v mato haroratining o‘zgarishi(T_{0v} kritilgan) egri chizig‘i. 1 va 2-rasmda taqdim etilgan egri chiziqlar tahlilidan ko‘rinib turganidek, bunda mato yuzasidagi tolalarning hajmiy zichligi ortishi hisobiga mato zichlanishi, shuningdek, mato yuzasidagi tolaning hajmiy ulushi issiqlik uzatilishi tempi kamayishiga olib kelishi sababli, matoni talab qilingan qizitish darajasi ta’minlamaydi.

$\rho_p=10$(кг/м^3) $\rho_p=30$(кг/м^3)

ISSN 3030-3907



3-rasm. Hajmiy yuzada tola ulushi β turlicha: $1-\beta=0.2$, $2-\beta=0.3$, $3-\beta=0.5$, $4-\beta=0.9$ **bo‘lganda, t (sek) vaqt bo‘yicha T_v mato haroratining (T_{0v} kritilgan) o‘zgarishi egri chizig‘i.**

“Havo-tolalar majmuyi” tizimida mato tuzilishi ta’sir etishini baholash uchun quyidagi formula bo‘yicha tizimning agregat holati tushunchasini kiritamiz:

$$T_a = (\beta C_p T_p + (1-\beta) C_v T_v) / [\beta C_p + (1-\beta) C_v] \qquad (10)$$

Odatda harorat (10) asbob yordamida o‘lchanadigan buyum haroratiga muvofiq bo‘ladi va uning qiymatiga issiqlik agenti bilan kontaktda bo‘lgan buyumning issiqlikka chidamlilik darajasi o‘rnatiladi.

3-rasmda mato haroratining (T_v ga kiritilgan) uning agregat holatida o‘zgarishi bo‘yicha egri chiziq taqdim etilgan. Ko‘rinib turganidek, ushbu harorat $T_p < T_a < T_v$ tengsizlikni qondiradi.

Ipning tolaviy tarkibi tikotaj matosining issiqlik o‘tkazuvchanligi katta rol o‘ynaydi:

Xomashyo tarkibi	**Issiqlik almashinuvi**	**Izoh**
Paxta	Yaxshi	Tabiiy, nafas oladi
Polyester	O‘rtacha	Namlikni kam ushlaydi, tez quriydi
Jun	Past (issiq saqlaydi)	Havo tutib turadi
Bambuk	Yaxshi	Antibakterial, sovuqroq effekt

XULOSA

Trikotaj matosining issiqlik almashinuviga ta’siri uning **tuzilishi, qalinligi, tolasi va bo‘shlig‘i** bilan belgilanadi:

- **Yupqa, keng to‘qilgan trikotaj** — issiqlikni tez chiqaradi, tanani sovutadi.
- **Qalin, zich trikotaj** — issiqlikni ushlab turadi, tanani isitadi.

O‘rganilgan nazariy tadqiqot ishimizda issiqlik almashinuvi natijasida trikotaj matosiga sovuq va issiq havo oqimi ta’siri natijasida ularning og‘irlik

ISSN 3030-3907

ko‘rsatkichiga ta’sir qilinishi o‘rganilib chiqilgan. Trikotaj matosining harorati dastlabki ko‘rsatkichiga nisbatan o‘zgarish usuli ishglab chiqilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. https://www.grandviewresearch.com › industry-analysis
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida” gi Farmoni
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezdentining PQ-4453-son “Yengil sanoatni yanada rivojlantirish va tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni rag‘batlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi Qarori.
4. Патент № 2182610 (Россия), МПК[7]D 04 B 1/00, D 04 B 1/10. Двухслойный трикотаж жаккардового переплетения. Кудрявин Л.А., Бондарева М.В. Заявл. 16.10.2001. Опубл. 20.05.2002.
5. Патент UZ IAP №04142. Икки қатламли арқоқли трикотаж. Байжанова С.Б., Ахметова З.Б., Мукимов М.М., Мирусманов Б.Ф. 30.04.2010. Бюл №4.
6. Поспелов Е.П. Двухслойный трикотаж. - М., Легкая и пищевая про-
7. мышленность, 1982 г., с. 208.
8. Поспелов Е.П. Методы получения новых структур трикотажных полотен. - М., Легкая индустрия, 1979 г. –с. 23-31.
9. Мукимов М., Гуляева Г. Технология выработки формоустойчивого плюшевого трикотажа // Известия вузов. Технология легкой промышленности. -2017г. -№ 1. -с. 80-83.
10. Shogofurov, Sh.Sh; Kamalova, I.I; Xoliqov, Q.M; Meliboev, U.X. (2020) Structure And Methods For Producing Refined Two-Layer Knitted Sheets. Solid State Technology. Vol. 63 No. 6 (2020). Pages 11798-11807.
11. STOLL, 2011. M1plus pattern software. [Online]. Available from: http://www.stoll.com/stoll software solutions en 4/ pattern software m1plus/3.
12. SOFT BYTE LTD., 1999. Designaknit. [Online]. Available from: https://www.softbyte.co.uk/designaknit.htm.
13. https://btstu.researchcommons.org/journal/vol2025/iss1/10/

ISSN 3030-3907

HAVO O‘TKAZUVCHANLIK DARAJASINI MODELLASHTIRISH UCHUN MAHALLIY XOMASHYOLARDAN OLINGAN TRIKOTAJ MAHSULOTLARINING 3D MODELLARINI ISHLAB CHIQISH

Salayeva Nozima Sattarovna
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat universiteti t.f.f.d, PhD
E-mail: nozimasalayeva1226@gmail.com
Tel: +998934655560

Annotatsiya: Maqolada trikotaj havo o‘tkazuvchanlikni aniqlash va uni simulyatsitsiya qilish uchun uch o‘lchamli model Autodesk Simulation CDF dasturiy muhitida o‘rganilgan. Havoning simulyatsiya qilingan va eksperimental qiymati natijalari olingan.

Kalit so‘zlar. Trikotaj, eksperimental, simulyatsiya, balans, bosim, harorat, to‘qima, kombinatsiya.

Аннотация: В статье исследована трёхмерная модель определения и моделирования воздухопроницаемости трикотажных полотен в программной среде Autodesk Simulation CDF. Получены результаты моделирования и экспериментальных значений воздухопроницаемости.

Ключевые слова: Вязание, экспериментальный, моделирование, равновесие, давление, температура, текстура, сочетание.

Abstract: This article explores a three-dimensional model for determining and simulating the air permeability of knitted fabrics using the Autodesk Simulation CDF software environment. Simulation results and experimental air permeability values are obtained.

Key words: Knitting, experimental, modeling, equilibrium, pressure, temperature, texture, combination.

Kirish.

Hozirda butun dunyo bo‘ylab ustki kiyim mahsulotlari ishlab chiqarishda trikotajning qo‘llanishi bilan bog‘liq ehtiyoj mavjud. Trikotaj bozoridagi zamonaviy raqobat sharoitida, har qachongidan ham ko‘proq, ularning sifati va iste’mol xususiyatlari, shu jumladan, ularning naqsh dizayni har qachongidan ham dolzarbdir. Bu masalalar ko‘pchilikka ma’lum bo‘lgan asosiy trikotaj to‘qimalarga asoslangan holda turli naqshli yoki kombinatsiyalangan trikotaj to‘qimalarni ishlab chiqish orqali hal qilinadi, bu jarayon faqat ularni o‘rganish, ya’ni ularning tuzilishi, xususiyatlari va ishlab chiqarish usullarini o‘rganish orqali amalga oshiriladi. [1-2]. Trikotaj matolarning afzalligi shundaki, ular iste’molchilarning qulayroq his qilish, yaxshi o‘rash sifati va g‘ijim joylarning tekislanishi kabi talablarini qondirishga qodir. Shuning uchun trikotaj mato sport kiyimlari, qalin va kundalik kiyimlar ishlab chiqarishda ideal materialdir, chunki u cho‘zilish va erkin tana harakatiga imkon beradi. [3-4].

ISSN 3030-3907

Trikotaj to‘qimalarining fizik-mexanik xususiyatlarini tavsiflovchi ko‘rsatkichlar orasidan quyidagilar: Havo o‘tkazuvchanlik, mustahkamlik va uzilishdagi uzayish, uzilish kuchidan kam bo‘lgan kuchlanish ta’sirida cho‘zilishi, bir martalik va takror cho‘zilishdagi chidamlilik, g‘ijimlanish va yechilishiga chidamlilik, issiq-nam sharoitda ishlov berilganda kirishishi kabilar qabul qilingan.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Trikotaj to‘qimalari uchun eng asosiy va muhim ko‘rsatkichlaridan biri bu havo o‘tkazuvchanlik xususiyati hisoblanadi.Quyida biz havo o‘tkazuvchanlik xususiyatiga ta’sir qilivchi omillarni keltirib o‘tganmiz. Havo o‘tkazuvchanlikni aniqlash, uni simulyatsitsiya qilish, siqilgan halqaga geometrik tasvir berishda eksenel chiziqdan foydalaniladi. Sababi olib borilayotgan tajriba trikotaj to‘qimalari uchun ham, nazariy modellashtirish usuli. Ip shaklini qurish uchun monotolali va multitolali modeldan foydalanib ko‘rib chiqildi. 3D strukturalar Auto-CAD dasturi yordamida qurildi. Ipning tuzilishidagi alohida tolalarning kesmalari 1,a rasmda joylashtirilgan. Ipning elliptik kesimlarini eksenel chiziqlari bo‘ylab joylashishi 1,b rasmda ko‘rsatilgan.



a) **b)**

1-rasm. Elliptik kesimlarini eksenel chiziqlari bo‘ylab joylashishi.

Ammo, ushbu modelning kamchiliklari bu hajmlarning sezilarli darajada o‘zaro kirib borishi. Turli detallar darajasidagi modellarni tegishli trikotaj namunaning fotografik tasviri bilan solishtirish (programmasida) 2-rasmda ko‘rsatilgan.

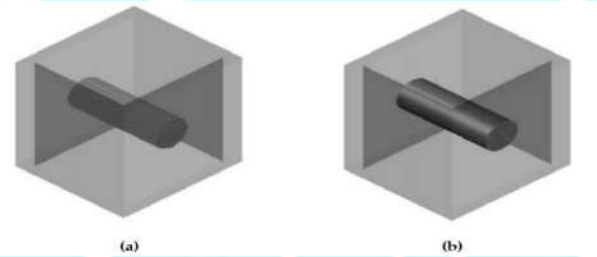


2-rasm. Turli detallar darajasidagi modellarni tegishli trikotaj namunaning fotografik tasviri.

Ipning tuzilishida tolalarning zich joylashishida yetarlicha katta bo‘lgan strukturaviy (iplararo) teshiklarning mavjudligi havoning shu teshiklardan o‘tishini anglatadi, chunki alohida tolalar orasidagi masofa chegara qatlamining qalinligidan oshib ketadi. Bundan tashqari, Bernulli qonuniga ko‘ra, tor uchastkalardan

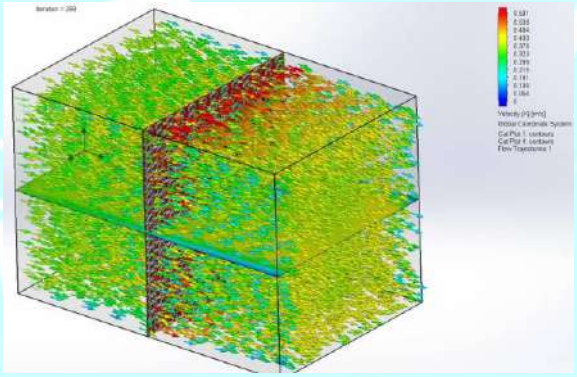
ISSN 3030-3907

o‘tayotgan havoning tezligi oshadi, tezlik oshish qismida bosim pasayadi, bu esa oqim quvurlariga ulashgan havoning qo‘shimcha hajmini so‘rib olish imkonini beradi. Ushbu hodisani Autodesk AutoCAD muhitida tolalar darajasida batafsil tasvirlangan to‘g‘ri filament modeli (3,a-rasm) va bir xil hajmga ega monofilament modelini ishlab chiqiladi (3,b-rasm).



3-rasm. Tolali (a) va tolasiz (b) to‘g‘ri ip segmentining modellari.

Ushbu modellar bir xil geometrik parametrlarning quvur modellariga joylashtirildi va Autodesk CFD muhitiga import qilindi, bu yerda bir xil chegara shartlari 49 Pa bosim pasayishida o‘rnatiladi. Tahlilning grafik natijalari 4, a-rasm va 4, b-rasmlarda keltirilgan.



4-rasm. To‘qimadan havo o‘tish jarayoni yondan ko‘rinishi tasviri.

4-rasmda havo oqimining eng yuqori tezligi zonalari qizil rangda, eng pasti esa ko‘k rangda ko‘rsatilgan, dastur algoritmlari iplar to‘plamini o‘tkazib bo‘lmaydigan deb hisoblaydi va ip bo‘lagi atrofida egilgan havo ko‘rsatilgan.

Cho‘zilgan tekis trikotaj strukturasining geometrik modelini tasdiqlash uchun havo o‘tkazuvchanligini baholashning laboratoriya va simulyatsiya usullari bajarildi. Trikotaj matolar tuzilishi orqali havo oqimi jarayonini taqlid qilish uchun oqim qarshilik koeffitsiyentini sozlash orqali iplar darajasini batafsil geometriyaga ega modellar tanlangan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tanlangan modellashtirish algorritmi uchun quyidagi parametrlar taqdim etildi: bo‘shliqlar oralig‘i w, kurs oralig‘i c, trikotaj matosining qalinligi T, ip diametri d, o‘zaro teginish nuqtalari burchagi g, halqa tayoqchasining moyillik burchagi a. Ushbu olingan ma’lumotlar eksperimental olinishi yoki boshqa usullar orqali hisoblash mumkin. Ko‘p filamentli ipni samarali radiusi R quyidagicha aniqlash mumkin:

ISSN 3030-3907

$$R = \frac{d}{2}\sqrt{\frac{N}{\varphi'}} \quad (1)$$

bu yerda d-elementar filament diametri mm; N-ipdagi tolalar soni; j-qadoqlash zichligi koeffitsienti.

Yakuniy qadoqlash zichligi bo‘lsa, j= 0.92. Ko‘p tolali ip uchun R:

$$R = \frac{0.013}{2}\sqrt{\frac{36}{0.92}} = 0.08$$

Siqilgan holatda ipning diametri D= 0.16 mm deb taxmin qilish mumkin.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Havo o‘tkazuvchanlikni aniqlash va uni simulyatsitsiya qilish uchun uch o‘lchamli model Autodesk Simulation CDF dasturiy muhitida chegara shartlari qutidagicha o‘rnatildi: Bosim o‘zgarishi 49 Pa; xona harorati 20 C°. Simulyatsiya paytida olingan havo o‘tkazuvchanlik natijalari 1-jadvalda berilgan.

1-jadval:

Havoning simulyatsiya qilingan va eksperimental qiymati natijasi

Namuna	Havoning eksperimental qiymati o‘tkazuvchanlik, $dm^3/m^2 \cdot sek$	Havoning simulyatsiya qilingan qiymati o‘tkazuvchanlik, $dm^3/m^2 \cdot sek$	Simulyatsiya qilingan qiymatning nomuvofiqligi, %
1	206,49	208,7	1,05

Autodesk CDF programmasida olingan tasvirlar 4-rasmda berilgan. Bunga ko‘ra eng yuqori havo tezligi qizil rangda berilgan, rasmda eng yuqori havo tezligi eng tor joyda kuzatildi. Shuni ta’kidlash kerakki, trikotoj materialining alohida qismlarini mahkamlash kuchiga qarab teshiklarning geometiyasi o‘zgarishi mumkin.

XULOSA

Ipning havo o‘tkazuvchanlik xususiyatini modellashtirish uchun zamonaviy vositalardan foydalanish tendensiyalari ko‘rib chiqildi. Eksperimental va simulyatsiyadan so‘ng olingan havo o‘tkazuvchanligi natijalarini taqqoslash qisman aniqlikni tasdiqladi. Materialdagi havo oqimi bosimini pasayishiga va ipning alohida qismlarini mahkamlash kuchiga qarab teshiklarning geometriyasi o‘zgaradi. Namunaning bo‘shliq qismida havo bosimi tezligi oshdi, bosim esa pasaydi [6.,303-306b, 4].

Olingan natijalar havo o‘tkazuvchanlik darajasini aniqlashda simulyatsiya qilish baholashda foydalanish imkonini beradi. Tajriba va simulyatsiyadan olingan natija taxminan 2 % farqlandi [7].

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. COOK, R. L., CARPENTER, L., AND CATMULL, E. 1987. The reyes image rendering architecture. In Proceedings of the 14th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH '87, 95–102.
2. IGARASHI, Y. 2008. Knitty: 3d modeling of knitted animals with a production assistant interface. In Eurographics 2008 Annex to the Conference Proceedings.
3. CIRIO, G., LOPEZ-MORENO, J., MIRAUT, D., AND OTADUY, M. A. 2014. Yarn-level simulation of woven cloth. ACM Trans. Graph. 33, 6 (Nov.), 207:1–207:11.
4. CLO VIRTUAL FASHION INC., 2010. Marvelous designer. http://marvelousdesigner.com.
5. https://btstu.researchcommons.org/journal/vol2025/iss1/10/
6. Kukin, G.N.; Solovjov, A.N. Textile Materials Science. Chapter 3, Legkaya Industriya, Moscow Moskow. 1967, p. 226. (In Russian). Available online:https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Textile%20Materials%20Science&publication_year=1992 &author (accessed on 1 June 2021).
7. O'ralov Lazizbek Sayibnazar O'g'li, Xoliqov Qurbonali Madaminovich. "Havo o'tkazuvchanlik darajasini modellashtirish uchun mahalliy xpmashyolardan olingan trikotaj mahsulotlarining 3D modellarini ishlab chiqishni hisoblash usullari". "Ilm-fan va ishlab chiqarish integratsiyasi: Muammo va yechimlar-2023". Halqaro ilmiy-amaliy anjuman.1-Tom. Namangan-2023.

ISSN 3030-3907

OZIQ-OVQAT VA QISHLOQ XO‘JALIGI MAHSULOTLARI XAVFSIZLIGINI TA’MINLASHDA SOVUQ ATMOSFERIK PLAZMA TEXNOLOGIYASINING SALOHIYATI: TAHLILIY MAQOLA

Xumoyun Omonov
Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti, “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti, 100000 Toshkent, O‘zbekiston.
Davronjon Abduvokhidov
Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti, “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti, 100000 Toshkent, O‘zbekiston.
Dilshod Mansurov
Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy Universiteti, 100174 Toshkent, O‘zbekiston.
Maksudbek Yusupov
Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti, “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti, 100000 Toshkent, O‘zbekiston.
Jamoliddin Razzokov
Fundamental va amaliy tadqiqotlar instituti, “TIQXMMI” Milliy tadqiqot universiteti, 100000 Toshkent, O‘zbekiston.

Annotatsiya: Sovuq atmosferik plazma (SAP) gazga elektr energiya manbai qo‘llanilganda hosil bo‘ladi, natijada ultrabinafsha fotonlar, zaryadlangan zarralar, radikallar va boshqa reaktiv azot, kislorod va vodorod turlari kabi bir nechta reaktiv zarrachalar ishlab chiqariladi. SAP - bu yangi, issiqlik ta’sirisiz ishlov beruvchi texnologiya bo‘lib, oziq-ovqat mahsulotlarini dezinfeksiya qilishda katta salohiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi va so‘nggi yillarda oziq-ovqatni qayta ishlashning turli yo‘nalishlarida katta qiziqish uyg‘otmoqda. Ushbu sharh SAP texnologiyasining asosiy dizayn elementlari, SAP’ning ta’sir mexanizmi hamda oziq-ovqat sanoatiga mos SAP texnologiyalari turlariga e’tibor qaratgan holda, uni asosiy oziq-ovqat ilovalarida qo‘llash imkoniyatlarini muhokama qiladi. Oziq-ovqat sanoatida SAP quyidagi maqsadlarda qo‘llanilgan: oziq-ovqat mahsulotlarini dezinfeksiya qilish, pestitsid qoldiqlarini yo‘qotish, fermentlarni inaktivatsiya qilish, toksinlarni yo‘q qilish va turli hil qadoqlash usullari Ayniqsa, oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlashda SAP *Listeria monocytogenes* va *Salmonella Typhimurium*, rim salat bargi (*romaine lettuce*) dagi *Tulane* virusi, *Escherichia coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni* va go‘sht mahsulotlari hamda meva-sabzavotlardagi *Salmonella spp.* kabi asosiy oziq-ovqat bilan yuqadigan patogen mikroorganizmlarga qarshi samarali hisoblanadi. Biroq, baliq mahsulotlarida yog‘larning oksidlanishi va sharbatdagi oligosaxaridlarning parchalanishi kabi ayrim kamchiliklar aniqlangan. Shu sababli, ushbu salbiy ta’sirlarni kamaytirish

ISSN 3030-3907

uchun qo‘shimcha tadqiqotlar zarur. Bundan tashqari, texnologiyaning salohiyatini to‘liq ochib berish uchun ham yanada chuqurroq ilmiy izlanishlar talab etiladi.

Kalit so‘zlar: sovuq atmosferik plazma; dezinfeksiya; oziq-ovqat xavfsizligi; qishloq xo‘jaligi mahsulotlari.

Abstract: Cold atmospheric plasma (CAP) is generated when an electrical energy source is applied to a gas, resulting in the production of multiple reactive species such as ultraviolet photons, charged particles, radicals, and other reactive nitrogen, oxygen, and hydrogen species. CAP is an emerging non-thermal processing technology that has demonstrated significant potential in food product decontamination and has attracted considerable interest in various areas of food processing in recent years. This review discusses the potential applications of CAP in major food sectors, with a focus on its key design elements, mechanisms of action, and types of CAP technologies suitable for the food industry. In the food industry, CAP has been applied for the following purposes: decontamination of food products, removal of pesticide residues, enzyme inactivation, toxin elimination, and various packaging methods. In particular, CAP has proven effective in food processing against major foodborne pathogenic microorganisms, including *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Typhimurium*, *Tulane* virus on *romaine lettuce* leaves, *Escherichia coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni*, and *Salmonella spp.* in meat products and fruits and vegetables. However, some drawbacks have been identified, such as lipid oxidation in fish products and degradation of oligosaccharides in juices. Therefore, additional research is necessary to minimize these adverse effects. Furthermore, deeper scientific investigations are required to fully unlock the technology's potential.

Keywords: cold atmospheric plasma; decontamination; food safety; agricultural products.

Аннотация: Холодная атмосферная плазма (ХАП) генерируется при подаче источника электрической энергии на газ, в результате чего образуется множество реакционноспособных частиц, таких как ультрафиолетовые фотоны, заряженные частицы, радикалы и другие реактивные частицы азота, кислорода и водорода. ХАП представляет собой новую технологию обработки без теплового воздействия, которая продемонстрировала значительный потенциал в дезинфекции пищевых продуктов и в последние годы вызвала большой интерес в различных направлениях переработки пищевых продуктов. Данный обзор обсуждает возможности применения ХАП в основных секторах пищевой промышленности, с акцентом на ключевые элементы конструкции, механизмы действия и типы технологий ХАП, подходящие для пищевой отрасли. В пищевой промышленности ХАП

ISSN 3030-3907

применялась для следующих целей: дезинфекция пищевых продуктов, удаление остатков пестицидов, инактивация ферментов, уничтожение токсинов и различные методы упаковки. В частности, ХАП оказалась эффективной в переработке пищевых продуктов против основных патогенных микроорганизмов пищевого происхождения, включая *Listeria monocytogenes* и *Salmonella Typhimurium*, вирус *Tulane* на листьях салата ромэн, *Escherichia coli* O157:H7, *Campylobacter jejuni* и *Salmonella spp.* в мясных продуктах, фруктах и овощах. Однако были выявлены некоторые недостатки, такие как окисление липидов в рыбных продуктах и деградация олигосахаридов в соках. Поэтому необходимы дополнительные исследования для минимизации этих негативных эффектов. Кроме того, для полного раскрытия потенциала технологии требуются более глубокие научные исследования.

Ключевые слова: холодная атмосферная плазма; дезинфекция; безопасность пищевых продуктов; сельскохозяйственная продукция.

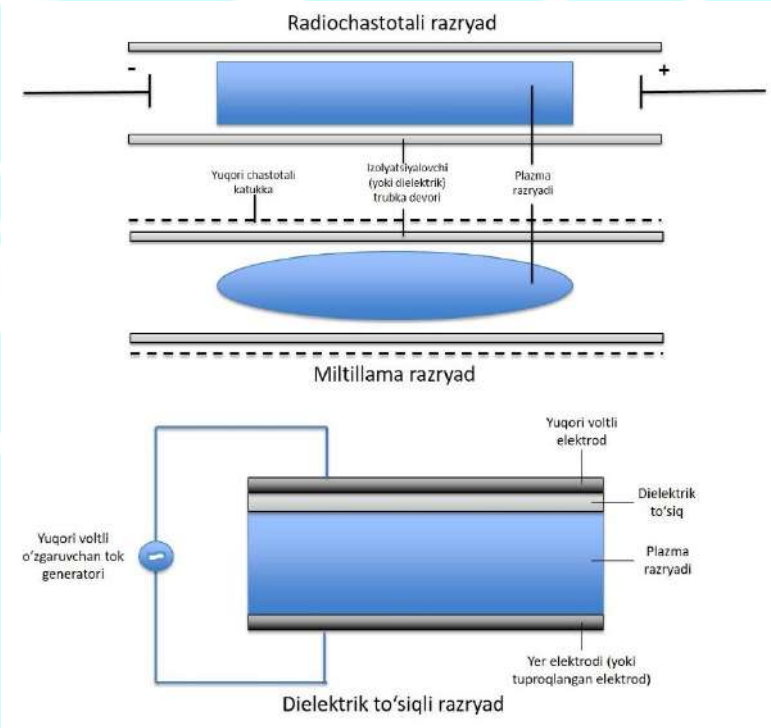
1. Kirish

Umuman olganda, plazma “moddaning to‘rtinchi holati” sifatida tavsiflanadi. Whitehead, J. C. [1] ga ko‘ra, plazma to‘liq yoki qisman ionlangan gazlardan iborat bo‘lib, uning kimyosini boshqaruvchi zaryadlangan va neytral reaktiv zarrachalarini o‘z ichiga oladi. Whitehead, J. C. [1] sovuq atmosferik plazmani (SAP) atrof-muhit harorati va bosimida yuqori energiyali elektronlar manbai sifatida ta’riflagan bo‘lib, ular ochiq yoki nazorat ostidagi muhitda o‘zaro ta’sirga kirishadi. SAP tomonidan molekulalar, reaktiv zarrachalar, erkin radikallar, UB reaktiv turlar, va N_2, O_2, va H_2 ning reaktiv zarrachalari, muvozanatli yoki muvozanatsiz holatda hosil bo‘ladi [2]. Termal plazmada reaktiv zarrachalar turlari bir necha mingdan 10 000 K dan yuqori haroratgacha qizdirilgan muhit yoki gazlarda hosil bo‘ladi. Xususan, bunday plazmada reaktiv elektronlar va og‘ir turlar odatda muvozanat holatida bo‘lmaydi, shuningdek, hosil bo‘lgan elektronlarning harorati zaryadlangan va neytral ionlarning og‘ir turlarining haroratidan ham yuqori bo‘ladi [3]. Shuningdek, plazma hosil bo‘lishi jarayonida yuzaga keladigan issiqlik oziq-ovqat uchun salbiy ta‘sir ko‘rsatishi mumkin.

SAP esa elektr razryadi tufayli reaktiv zarrachalar hosil qilish orqali past haroratda yuqori energiya hosil qiladi, bu esa sirtni modifikatsiya qilish va patogen mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilish uchun yuqori darajada qo‘zg‘algan turlarni hosil qiladi [4]. Elektronlarning dissosilanishi va fon gazining ionlanishidan kelib chiqadigan energiya turli kimyoviy bog‘larni uzish uchun samarali hisoblanadi [4].Odatda, SAP 1 atmosfera bosimida, elektron harorati esa odatda 1 dan 10 eV gacha bo‘lgan oraliqda hosil qilinadi [4-6]. Whitehead, J C. [1] ko‘rsatganidek, maxsus plazma kimyoviy ehtiyojlarga moslashtirilgan yaxshi belgilangan

ISSN 3030-3907

jarayonni ishlab chiqarish uchun plazma hosil qilishning bir nechta parametrlari, masalan, plazma reaktori dizayni va tuzilishi, gaz tarkibi, plazma energiyasi, chastotasi, modulyatsiyasi, impuls shakli va kirish energiyasi davomiyligi talab qilinadi. SAP oziq-ovqatni zararsizlantirish uchun mos keladi, chunki u kuchli tizim parametrlarni o‘z ichiga olmaydi [5–7]. Uchta asosiy SAP razryad tizimi mavjud [8] (1 rasm). Birinchi tur radiochastotali razryad (RChR) bo‘lib, elektr impulslar yordamida elektr g‘altak markazida SAP hosil qilinadi. Ikkinchi tur - bu past bosimli gazli shisha trubkada ikki elektrod o‘rtasida kuchlanish qo‘llanilishi orqali hosil qilinadigan noissiq miltillama razryadi plazmasidir. Uchinchi turdagi plazma generatsiyasi usulida esa elektrodlar orasiga izolyatsiyalovchi (dielektrik) material joylashtiriladi va bu tok oqimini tarqatish orqali plazmani hosil qiladi. Bu dielektrik to‘siqli razryad (DTR) yangi mahsulotlar yuzasida mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilish uchun ayniqsa mos keladi, chunki reaktiv kislorod zarralari (RKZ) va reaktiv azot zarralari (RAZ) to‘g‘ridan-to‘g‘ri muhrlangan qadoqlarda hosil qilinishi mumkin [9].



1-rasm. Uchta asosiy razryad turi sxemalari: Yuqorida — radiochastotali razryad, o‘rtada — miltillama razryad, pastda — dielektrik to‘siqli razryad. Ko‘k rangli zonalar sovuq plazma razryadini ifodalaydi. [8]

Sovuq atmosferik plazma (SAP) iqlik sig‘imi, plazma qo‘llanilishining xilma-xilligi va, eng asosiysi, uning ishlab chiqarish xarajatlarining tejamkorligi ushbu texnologiyani oziq-ovqat sanoati uchun juda moslashuvchan qiladi. SAP oziq-ovqat mahsulotlarida muhim ahamiyatga ega bo‘lgan patogenlarni deyarli yoki umuman termik buzilishsiz yo‘q qiladi [8]. SAP patogenlarni uchta ta’sir mexanizmi orqali inaktivatsiya qiladi [10]. Birinchi ta’sir mexanizmi — reaktiv

ISSN 3030-3907

molekulalar, radikallar va musbat/salbiy zaryadlangan zarrachalarning mikroblar bilan kimyoviy o‘zaro ta’siridir [10]. Keyingi mexanizm — mikroorganizmlar membranasi va hujayra strukturaviy funksiyalarining ultrabinafsha (UB) nurlanish orqali buzilishi. Oxirgi mexanizm — plazma turlarining rekombinatsiyasi natijasida yuzaga keladigan UB nurlanishi orqali maqsadli dezoksiribonuklein kislotani (DNA) parchalanishidir [10]. Mikroblarni SAP orqali inaktivatsiya qilish samaradorligi aynan shu ta’sir mexanizmlariga bog‘liq bo‘lib, ularni ma’lum oziq-ovqat mahsulotlariga moslashtirish orqali optimallashtirish mumkin.

Reaktiv azot va kislorod zarrachlari oziq-ovqat mahsulotlariga qo‘llanilishi uchun samaradorligi muolajalanadigan mahsulotning xususiyatlariga va SAP tizimining konfiguratsiyasiga bog‘liq ekanligini ta’kidlash muhim. SAP yordamida oziq-ovqat mahsulotlarini samarali dezinfeksiyalash uchun asosiy e’tibor berilishi kerak bo‘lgan omillar quyidagilar: suv faolligi (mahsulot va tizim muhiti), oqsil va yog‘ miqdori, mahsulotning fizik tuzilishi, sporalar hosil qiluvchi xossalar va mikroorganizmlar yuklamasi. Nihollangan urug‘larda suv faolligini nazorat qilish oziq-ovqat orqali yuqadigan asosiy bakterial patogenlar - *L. monocytogenes, B. cereus, Salmonella va E. coli* ni yo‘q qilishda juda muhim hisoblanadi [11]. Terisiz va terili parranda bo‘laklarining oqsil va yog‘ miqdori sezilarli darajada farq qilishi bu mahsulotlardagi oqsil va yog‘ miqdorining yuzani SAP yordamida dezinfeksiya qilishdagi samaradorligiga qanday ta’sir qilishining misolidir [12]. SAP bilan ishlov berish yangi mahsulotlar, masalan, ko‘k mevalar (blueberries) ning rangi, ta’mi, tuzilishi va aromasiga ham ta’sir ko‘rsatishi mumkin [13-18].

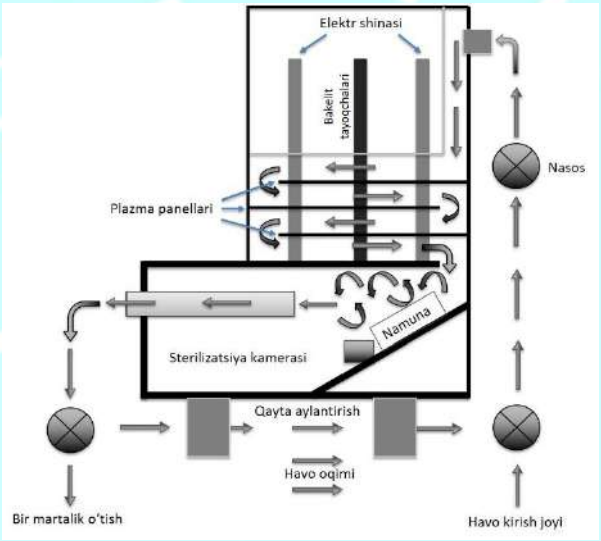
2. Sovuq atmosferik plazma texnologiyasining dizayn elementlari

SAP atmosferada yoki qisman vakuumda ishlaydi. Ko‘plab maxsus gazlar, masalan, kislorod, azot yoki geliy, argon yoki neon kabi inert gazlar kombinatsiyasi ishlatilishi mumkin. SAP da hosil bo‘ladigan yuqori energiya odatda to‘g‘ri tok, past chastota yoki 40 kHz, 13.56 MHz radio chastotali kuchlanish orqali bir juft yoki bir nechta elektrodlar ustida qo‘llaniladi [19]. Oziq-ovqatni sterilizatsiya qilish uchun mo‘ljallangan SAP tizimlarini uchta umumiy qurilma konfiguratsiyasiga ajratish mumkin [20]. Har bir tizimning o‘rnatilishi plazma va maqsadli sirt o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirga qarab turlicha antimikrobiyal samaradorlikni hosil qiladi. Ushbu uch xil tizim konfiguratsiyasi plazma hosil qiluvchi manba va sirtning joylashuviga asoslangan. Ular: (a) masofadan ishlov berish, (b) to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlov berish, va (c) elektrodlarning biriga yaqin joylashuvdir.

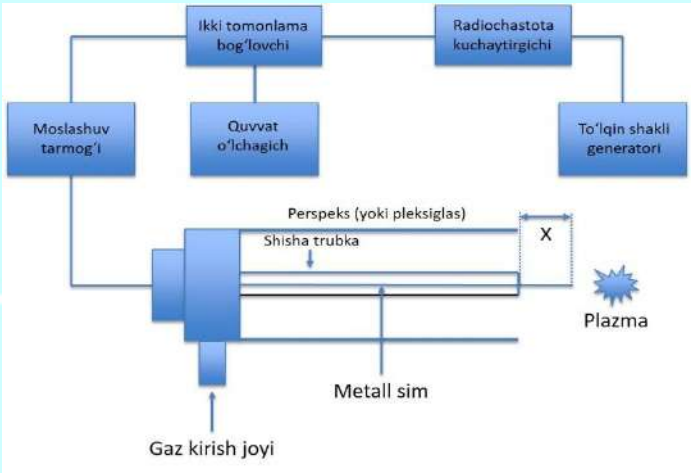
Masofadan ishlov berishda mahsulot plazma hosil qilinayotgan kameraga bevosita joylashtirilmaydi (2-rasm). Ushbu dizayn turi soddaligi va mahsulot hajmi hamda shakli jihatidan moslashuvchanligi bilan afzalliklarga ega.

ISSN 3030-3907

Ionlashtirilayotgan gaz havo yoki azot, yoki elektr, mikroto‘lqinli yoki lazer bilan birgalikdagi inert gazlar aralashmasi bo‘lishi mumkin [21]. Gadri, Roth, Montie, Kelly-Wintenberg, Tsai, Helfritch, Feldman, Sherman, Karakaya, va Chen [22] ga ko‘ra, bu qurilma konfiguratsiyasining kamchiligi shundaki, generatsiya kamerasida hosil bo‘lgan reaktiv turlar [23] boshqa plazma turlari bilan, xususan zaryadlangan zarrachalar yoki foton turlari bilan o‘zaro ta’sirga kirishib, ikkilamchi energiyaning kamayishiga olib keladi, natijada mikroblarni inaktivatsiya qilish salohiyati pasayadi. To‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlov berish SAP tizimlarida (3- va 4-rasmlar) hosil bo‘lgan plazma bevosita mahsulot bilan aloqada bo‘ladi. Plazma ignasi (3-rasm) 2-3 mm uzunlikda SAP ni yupqa, to‘g‘ri po‘lat trubka uchida hosil qiladi, bu trubka 1 sm diametrga ega koaksial ichi bo‘sh silindrdir [24,25]. Ishlatilayotgan gaz asosan geliy bo‘lib (taxminan 0.3 L/minut), radio chastota (0.2-0.5 kV, 13.56 MHz) bilan birga ishlatilgan, umumiy quvvat sarfi esa muolaja parametrlariga qarab taxminan 20 mVt dan 3 Vt gacha bo‘lgan [24,25]. Mikroto‘lqinli plazma trubkasi (4-rasm) [26] mikroto‘lqinli tizimga (1 kVt, 2.45 GHz) argon (100 L/minut) bilan oziqlantiriladi. Muolaja nuqtasida hosil bo‘lgan UB intensivligi 65 dan 94 Vt/sm² gacha o‘zgarib turgan.

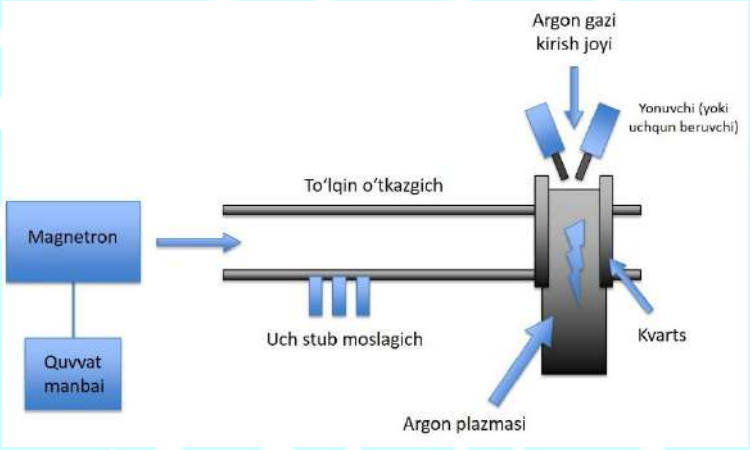


2-rasm. Masofaviy ta'sir plazma generatori [22].



3-rasm. Plazma igna [25].

ISSN 3030-3907



4-rasm. Mikroto‘lqinli plazma trubkasi [26].

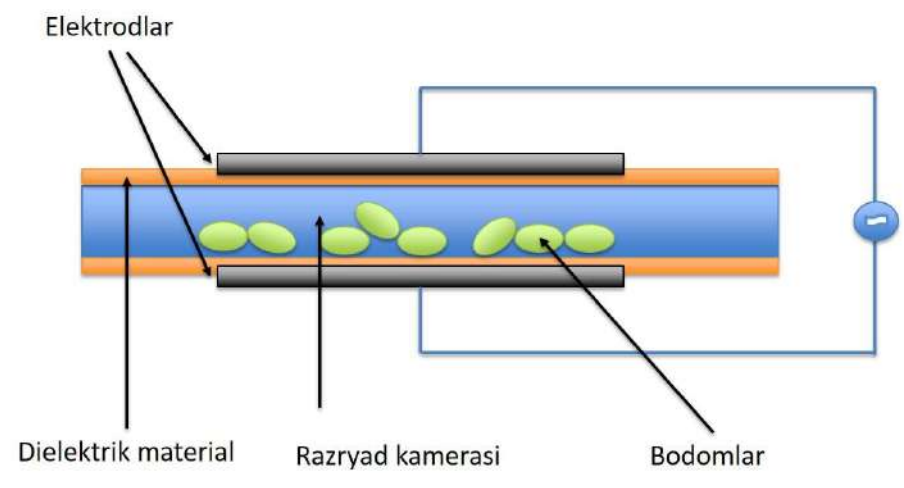
Ushbu konfiguratsiyada mikroblarni plazma orqali inaktivatsiya qilish mexanizmi ancha yuqori samaradorlikka ega, chunki ob’yektga bevosita yaqin joylashuv mavjud (ya’ni, masofaviy ishlov berishga nisbatan reaktiv turlar konsentratsiyasi yuqoriroq bo‘ladi [20]). Ushbu o‘rnatma hosil bo‘lgan reaktiv turlarning boshqa ionlar va atomlar bilan qayta birikishini oldini oladi yoki kamaytiradi.

Ushbu tizimda mahsulotga juda yaqin joylashganligi sababli, UB nurlanish ta’siri darajasi juda yuqori bo‘ladi, bu esa yuqori namlik yoki suv faolligiga ega mahsulotlarda issiqlikning issiqlik o‘tkazuvchanligi orqali hosil bo‘lishiga olib kelishi mumkin [20]. Bu ayrim go‘sht yoki o‘simlik mahsulotlari yuzasida salbiy ta’sirga olib keladi (ya’ni, kuyish izlari yoki oqsilning koagulyatsiyasi, shuningdek, hidi, tuzilishi, ko‘rinishi va boshqa vitaminlar hamda ozuqa moddalarining buzilishi kabi nozik o‘zgarishlar). Ushbu tizim moslashuvchan bo‘lishi va plazma chiqaruvchi qurilmaning xususiyatlariga qarab turli o‘lcham va shakldagi mahsulotlarga ishlov berish imkoniyatiga ega ekanini ta’kidlash muhimdir [8].

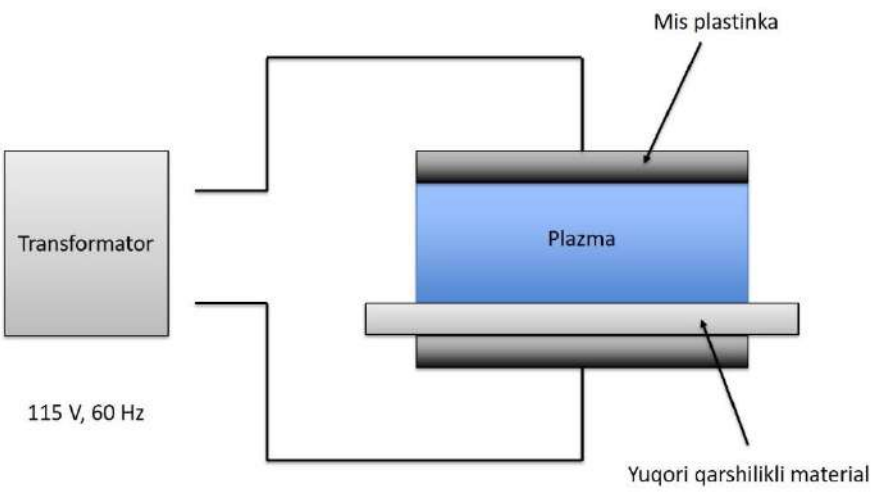
Uchinchi plazma tizimida ishlov beriladigan mahsulotlar elektrodlarning biriga juda yaqin aloqada bo‘ladi [22] (5- va 6-rasmlar). Ushbu konfiguratsiyada mahsulotlar reaktiv plazma turlarining eng kuchli kombinatsiyasi hamda maksimal darajadagi erkin molekulyar turlar konsentratsiyasi, reaktiv zaryadlangan zarrachalar, manfiy zaryadlangan elektronlar va UB nurlanishiga duchor bo‘ladi [27]. Nuqtaviy razryadlar va lokal qizib ketish muammolarining oldini olish uchun ishlov beriladigan mahsulotlarning o‘lchami va shakliga mos plazma parametrlari ehtiyotkorlik bilan tanlanishi nihoyatda muhim [8]. Deng, Ruan, Kyoon Mok, Huang, va Chen [28] ga ko‘ra, sterilizatsiya qilinadigan mahsulot elektrodlar orasiga sig‘ishi lozim. Ushbu turdagi elektrod tizimi konfiguratsiyasida elektrodlar orasidagi makonda ba’zi jismoniy cheklovlar mavjud bo‘lsada, kiruvchi gaz tarkibini va elektrodlarning dizayn parametrlari o‘zgartirish imkoniyati tufayli tizimda ko‘p qirrali moslashuv mavjud [22]. Ushbu konfiguratsiya kichik

ISSN 3030-3907

mahsulotlar (urug‘lar, rezavorlar, yong‘oqlar va boshqalar) va yassi ob’yektlar (masalan, tovuq filesi) uchun eng yaxshi mos keladigan konfiguratsiyadir [22].



5-rasm. Dielektrik to‘siqli razryad [22].



6-rasm. Rezistiv to‘siqli razryad [29].

3. Sovuq atmosferik plazmaning ta’sir mexanizmi va uni oziq-ovqatni dezinfeksiyalashda qo‘llash

SAP tizimlarining antimikrobiyal faolligi uchun asosiy faol komponentlar reaktiv kislorod zarralari (RKZ) sifatida aniqlangan. Xu, Shen, Zhang, Ma J., Ma R., Zhao, Sun, Qian, Zhang, Ding, Cheng, Chu va Xia [30] mikroorganizmlar hujayralari ichida reaktiv kislorod zarralarining hosil bo‘lishi ularning, ayniqsa, *Staphylococcus aureus* ning inaktivatsiyasiga olib kelishini xabar qilgan. Ali, Kim, Lee J. Y., Lee S., Uhm, Cho, Park va Choi [31] (RKZ) hosil bo‘lishi bilan buzilish bakteriyalarining inaktivatsiyasi o‘rtasida salbiy bog‘liqlik mavjudligini aniqlagan. Lee, Park, Jin, Kim, Han, Kim, Hyun, Chung va Park [32] mikroorganizmlar yuqori darajadagi UB nurlanishiga duchor bo‘lganda UB nurlanish asosiy sterilizator sifatida faoliyat yuritishini aniqlagan. SAP shuningdek, vodorod peroksid va azot turlarini hosil qiladi, ular ham antimikrobiyal xossalarga ega [33]. Patil, Moiseev, Misra, Cullen, Mosnier, Keener va Bourke [9], hamda Dorai va Kushner [34] elektr razryadlari namlangan havoda gidroksid, peroksid va azot oksidlari kabi erkin

ISSN 3030-3907

radikallarni hosil qilganini aniqlagan. Ozonning oz miqdori aniqlangan bo‘lsada, namlik darajasi oshgani sari uning miqdori kamaygan. Gidroksid radikallari suv muhitida sterilizatsiyada muhim rol o‘ynaydi va SAP tomonidan suv molekulalarining ajralishi orqali hosil qilinadi. (1)-(3) tenglamalar [35] plazma yordamida gidroksid radikalining hosil bo‘lishini ko‘rsatadi.

$$O + H_2O \rightarrow 2OH \quad (1)$$

$$H_2O + O_3 \rightarrow O_2 + 2OH \quad (2)$$

$$H_2O + e \rightarrow OH + H + e \quad (3)$$

Reaktiv kislorod zarralarining (RKZ) ustun turlaridan va UB nurlanishdan tortib erkin radikal turlar, gidroksidlar, peroksidlar, azot oksidlari va ozongacha bo‘lgan SAP reaktiv turlarining o‘ldiruvchi kombinatsiyasi orqali bakteriyalar sirtini yo‘q qilish yo‘li bilan ularni o‘ldirish (inaktivatsiya qilish) xossalari kuzatilgan.

SAP yangi mahsulotlarning tashqi qatlamidagi patogenlarni inaktivatsiya qilishda samarali bo‘lishi isbotlangan. 1-jadvalda turli oziq-ovqat orqali yuqadigan mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilish uchun SAP bilan ishlov berishning samaradorligi yuzasidan qisqacha umumiy ko‘rinish berilgan. Albertos, Martín-Diana, Cullen, Tiwari, Ojha, Bourke, Álvarez va Rico [36] tomonidan yangi makrel (Scomber scombrus) filetosiga dielektrik to‘siqli razryad (DTD) plazmasining ta’siri yuzasidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, SAP baliqda sut kislotasi bakteriyalari, *pseudomonas* va *aerob psixrotrofik* bakteriyalar kabi buzilish bakteriyalarini kamaytirish uchun mumkin bo‘lgan alternativ hisoblanadi. Mualliflar [36] shuningdek, SAP yog‘li baliqlarda buzilish bakteriyalarini kamaytirishda samarali bo‘lganini va mikroblarni inaktivatsiya qilish uchun plazma kuchlanishi va ishlov berish vaqti muhim parametrlar ekanini qayd etishdi. Biroq, ular SAP bilan ishlov berish baliqda lipid oksidlanishini tezlashtirganini va kelajakdagi tadqiqotlarda antioksidantlar va SAP ni birgalikda qo‘llash orqali lipid oksidlanishini kamaytirish imkoniyatlarini o‘rganishni taklif qilishdi.

Bußler, Herppich, Neugart, Schreiner, Ehlbeck, Rohn va Schlüter [13] sovuq atmosferaviy plazma bosimining no‘xat fiziologiyasi va glikozid flavonollari (Pisum sativum "Salamanca") ga ta’sirini o‘rganganlar. Ular SAP dan foydalanish qishloq xo‘jaligi mahsulotlaridagi qimmatli ikkilamchi o‘simlik metabolitlarini o‘zgartirishi mumkinligini aniqlashdi. Bundan tashqari, ular SAP issiqlikka sezgir oziq-ovqat mahsulotlaridagi patogen mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilishini kuzatishdi. Biroq, SAP bilan ishlov berish nihollarda fotosintez qobiliyatini kamaytirgan, lekin no‘xatda flavonoid glikozidlar konsentratsiyasini oshirgan, bu esa mualliflar tomonidan yuqori darajadagi UB nurlanishi va ta’sir vaqti bilan izohlangan. Mualliflar [13] SAP texnologiyasini qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini

ISSN 3030-3907

yig‘im-terimdan keyingi qayta ishlashda muhim ikkilamchi o‘simlik metabolitlarini selektiv o‘zgartirish maqsadida qo‘llash imkoniyatini taklif qilishdi.

Grzegorzewski, Ehlbeck, Schlüter, Kroh va Rohn [37] sovuq atmosferik plazma (SAP) bilan ishlov berilgan qo‘zi salat barglari (Valerianella locusta) ning fenolik profili yuzasiga ta’sirini o‘rgandilar. Qo‘ylachan salat barglarini SAP tsir ettirish fenolik kislotalar va flavonoidlarga salbiy ta’sir ko‘rsatdi. SAP bilan ishlov berish qo‘ylachan salat bargidagi fenolik kislotalarning sezilarli darajada kamayishiga olib keldi. Biroq, fenolik kislotalarning kamayishi SAP ta’sirida flavonoidlarning parchalanishiga nisbatan sekinroq kechgan. Ular [37] har xil reaktiv plazma turlarining o‘zaro ta’siri fenolik kislotalar va flavonoidlarning parchalanishiga sabab bo‘lganini, biroq bu salat bargi yuzasidagi foto- yoki issiqlik desorbsiyasi o‘zgarishlari bilan bog‘liq emasligini taklif qildilar. Fenolik kislotaning kamaygan darajasiga qaramay, qo‘zi salat bargi (Valerianella locusta) ga plazma bilan ishlov berishda diosmetinning sezilarli darajada ko‘payishi aniqlangan.

Min, Roh, Niemira, Sites, Boyd va Lacombe [38] dielektrik to‘siqli razryad (DTD) atmosferaviy SAP ishlovining *Tulane* virusi, *Escherichia coli* O157:H7, *Salmonella* va *Listeria monocytogenes* bakteriyalarini inaktivatsiya qilishga ta’sirini o‘rgandilar. *Listeria monocytogenes, Salmonella, E. coli* O157:H7 va *Tulane* virusi bilan inokulyatsiyalangan romein salat barglari modifikatsiyalangan atmosferali qadoqlash (MAQ), Petri idishlari va paketli barglarga joylashtirildi va 5% yoki 10% azot bilan kislorod bilan yuvib chiqildi. Qadoqlangan salat bargi namunalari keyin 34.8 kV da 5 daqiqa davomida atmosferaviy DTD SAP bilan ishlov berildi va 4 °C da darhol yoki 24 soat saqlangandan so‘ng tahlil qilindi. DTD SAP ishlovi *E. coli O157:H7* ni taxminan 1.1 log CFU, *L. monocytogenes* bakteriyasini taxminan 1.0 log CFU, va *Tulane* virusini taxminan 1.3 log PFU/g darajada ingibitsiya qildi. Biroq, mualliflar [38] MAQ usuli dielektrik to‘siqli razryad orqali hosil qilingan atmosferaviy SAP ishlovi uchun mos emasligini, bu qadoqlashga qo‘shilgan N_2 va O_2 ning o‘zaro ta’siri bilan bog‘liq ekanligini aniqladilar.

1-jadval.

Sovuq atmosferik plazma (SAP) bilan ishlov berishning oziq-ovqat mahsulotlariga ta’siri bo‘yicha umumiy ko‘rinish.

Mahsulot	Plazma turi	Plazma parametrlari	Fizik-kimyoviy ta'sirlar	Mikrobial ta'sirlar	Adabiyotlar
No‘xat	Dielektrik to‘siqli razryad	6–12 kV/20 MHz/5 min/elektrodl	Ko‘chatlarning fotosintetik samaradorligi	-	[13]

ISSN 3030-3907

Mahsulot	Plazma turi	Plazma parametrlari	Fizik-kimyoviy ta'sirlar	Mikrobial ta'sirlar	Adabiyotlar
		ar orasidagi masofa 20 mm	ni pasaytirdi va flavonoid glikozidlar kontsentratsiyasini o‘zgartirdi		
Ko‘k qorag‘at (Blueberries)	Atmosfer bosimli plazma oqimi	47 kHz/549 W/Havo	60 s dan keyin qattiqlikni sezilarli darajada pasaytirdi. Qattiqlikni sezilarli pasaytirdi. Yuzaki rangga ta'sir qildi.	Yangi ko‘k yong‘oqdagi tabiiy mikroflora populyatsiyasini kamaytirdi. Achitqi va mog‘or sonini kamaytirishda samarali bo‘lmadi.	[14]
Jigarrang guruch	Dielektrik to‘siqli razryad	15 kHz/250 W/5–20 min/havo/elektrodlar orasidagi masofa 3 cm	pH va qattiqlikni pasaytirdi. Jigarrang guruchning L* qiymatini oshirdi va a* hamda b* qiymatlarini pasaytirdi.	Bakteriyalarni taxminan 2.3 log CFU/g ga kamaytirdi. Bacillus cereus, Bacillus subtilis, E.coli O157:H7 va umumiy aerob bakteriyalar soni sezilarli pasaydi.	[15]

ISSN 3030-3907

Mahsulot	Plazma turi	Plazma parametrlari	Fizik-kimyoviy ta'sirlar	Mikrobial ta'sirlar	Adabiyotlar
Qizil chikoriy (radicchio)	Dielektrik to‘siqli razryad	15 kV/12.5 kHz/15–30 min/1.5 mm/havo/elektrodlar orasidagi masofa 0.15 cm	Antioksidant faollik va mahsulotning tashqi ko‘rinishiga sezilarli ta'sir qilmadi.	E. coli O158:H7 (1.35 log10 MPN/g)/L. monocytogenes (2.2 log10 CFU/g) sonini kamaytirdi.	[16]
Ko‘k qorag‘at (Blueberries)	Dielektrik to‘siqli razryad	80 kV va 1 A 5 min./elektrodlar orasidagi masofa 35 mm	Qattiqlikni sezilarli pasaytirdi. Ko‘k yong‘oq rangini o‘zgartirdi, lekin bu davolanmaganlardan statistik jihatdan farq qilmadi. Umumiy polifenol, flavonoid, askorbin kislota va antosianin miqdorini yuqori kuchlanish va uzoq ta'sir vaqtida pasaytirdi. Pestitsid qoldiqlarini (Boscalid va	-	[17]

ISSN 3030-3907

Mahsulot	Plazma turi	Plazma parametrlari	Fizik-kimyoviy ta'sirlar	Mikrobial ta'sirlar	Adabiyotlar
			Imidacloprid) sezilarli darajada yo‘q qildi. Fenosalid uchun 70–80% va imidacloprid uchun 80% yo‘q qilish samaradorligi kuzatildi.		
Cherri pomidorlari	Dielektrik to‘siqli razryad	100 kV/150 sek/havo/elektrodlar orasidagi masofa 4.5 cm	Rang, qattiqlik, pH va umumiy eruvchan qattiq moddalarga sezilarli ta'sir qilmadi.	E. coli va Listeria innocua sonini 3.5 log CFU/g ga kamaytirdi. Mezofillarni, achitqi va mog‘orni 3.5 log birlikka kamaytirdi.	[18]
Yangi skumbriya (mackerel)	Dielektrik to‘siqli razryad	80 kV/5 min/elektrodlar orasidagi masofa 35 mm	Lipid oksidlanishi sodir bo‘ldi. Rangda o‘zgarishlar bo‘lmadi.	Umumiy aerob psixrotrof, Pseudomonas va sut kislotali bakteriyalar sonini kamaytirdi.	[36]
Qo‘zi salat bargi	Atmosfer bosimli plazma oqimi	27.12 MHz/2 min./argon	Fenol kislotalar va flavonoidlarg	E. coli 1.1 log CFU/g ga kamaydi. Modifikatsiya	[37]

ISSN 3030-3907

Mahsulot	Plazma turi	Plazma parametrlari	Fizik-kimyoviy ta'sirlar	Mikrobial ta'sirlar	Adabiyotlar
(Lamb lettuce)			a salbiy ta'sir ko‘rsatdi.	langan atmosfera qadoqlash (MAP) E. coli inaktivatsiya tezligini pasaytirdi.	
Romayn salat bargi (Romaine lettuce)	Dielektrik to‘siqli razryad	47.6 kV va 1 A 5 min./elektrodlar orasidagi masofa 30 mm	Kuyish, so‘lish va rang o‘zgarishi belgilari kuzatilmadi.	Salmonella 0.6 log CFU/g ga kamaydi. Listeria monocytogenes 0.8 log CFU/g ga kamaydi. Tulane virusi suv bug‘lanishi bilan yoki bo‘lmasdan salatda 1.5 log PFU/g ga kamaydi.	[38]
Turp ko‘chatlari (Radish sprouts)	Mikroto‘lqinli plazma	2.45 GHz/900 W/669 Pa/10 min/N_2	Tashqi ko‘rinish, hid va antioksidant faollikka salbiy ta'sir ko‘rsatmadi. Radish sprout ekstraktining 20 min plazma	Salmonella Typhimurium sonini 1.8 log CFU/g ga kamaytirdi.	[39]

ISSN 3030-3907

Mahsulot	Plazma turi	Plazma parametrlari	Fizik-kimyoviy ta'sirlar	Mikrobial ta'sirlar	Adabiyotlar
			davolashdan keyin so‘lishiga ta'sir qildi.		
Qizil chikoriy (Red chicory)	Dielektrik to‘siqli razryad	19.15 V/3.15 A/15 min/elektrodlar orasidagi masofa 2.0 sm	Rang, yangilik va tuzilishga zararli ta'sir ko‘rsatmadi. Saqlash vaqtida hid va umumiy qabul qilish qobiliyati biroz pasaydi.	L. monocytogenes sonini 4 log CFU/g dan ortiqqa kamaytirdi. VTEC (E. coli) ni 5 log10 dan ortiqqa kamaytirdi.	[40]
Romayn salat bargi (Romaine lettuce)	Dielektrik to‘siqli razryad	42.6 kV/1.5 A/10 min/havo/elektrodlar orasidagi masofa 5.0 sm	Morfologiya, rang, nafas olish tezligi va vazn yo‘qotishida sezilarli o‘zgarishlar kuzatilmadi.	E. coli O157:H7 (0.4 – 0.8 log10 CFU/g) ni ayrim qatlam konfiguratsiyalarida kamaytirdi. Umumiy qatlamdagi bakteriyalarni 1.1 log10 CFU/g ga kamaytirdi.	[41]
Teri olib tashlangan tovuq ko‘kragi va soni (Skinless	Dielektrik to‘siqli razryad	30 kV va 1 A 3 min.	Reaktiv kislorod turlari ta'sirida lipid oksidlanishini induksiya qilganligi	Salmonella enterica va Campylobacter jejuni sonini 1.3 dan 1.8 log CFU/g ga,	[42]

ISSN 3030-3907

Mahsulot	Plazma turi	Plazma parametrlari	Fizik-kimyoviy ta'sirlar	Mikrobial ta'sirlar	Adabiyotlar
chicken breast and chicken thigh with skin)			sababli ozuqaviy sifat va saqlash muddatini pasaytirdi.	terili va terisiz tovuqda taxminan 2.5 log CFU/g ga kamaytirdi. Umumiy fon mikroflorasini kamaytirdi.	
Xom cho‘chqa go‘shti (Raw pork loin)	Dielektrik to‘siqli razryad	3 kV, 30 kHz/10 min./3 mm DBD aktuator va sample/He or He + O_2	pH ni pasaytirdi. Rang va hidni o‘zgartirdi. Reaktiv kislorod turlari ta'sirida lipid oksidlanishini induksiya qilganligi sababli ozuqaviy sifat va saqlash muddatini pasaytirdi. Rang, hid va qabul qilish qobiliyatiga sezilarli ta'sir ko‘rsatdi.	E. coli ni 0.55 log CFU/g ga va L. monocytogenes ni 0.59 log CFU/g ga kamaytirdi.	[43]
Mol go‘shti jerky (Beef jerky)	Radiochastotali atmosfer bosimli plazma	20,000 sccm /200 W/3 min./argon	Yog‘ kislotalari tarkibi va sensor sifatlarda (masalan,	Staphylococcus aureus sonini 3–4 log CFU/g ga kamaytirdi.	[44]

ISSN 3030-3907

Mahsulot	Plazma turi	Plazma parametrlari	Fizik-kimyoviy ta'sirlar	Mikrobial ta'sirlar	Adabiy otlar
			yog‘lilik) ozgina o‘zgarishlar kuzatildi.		

Oh, Song va Min [39] mikroto‘lqinli SAP bilan ishlov berishning *Salmonella typhimurium* bakteriyasini inhibitsiyalash va redis nihollarining xususiyatlariga ta’sirini o‘rgandilar. SAP mikroto‘lqinli generatorida 900 Vt quvvat va taxminan 667 Pa bosimda 1-20 daqiqa davomida azot gazi ishlatilgan. 10 daqiqa davomida optimallashtirilgan ishlov natijasida *Salmonella typhimurium* miqdori 1.8 log CFU/g ga kamaygan. Biroq, ko‘rinishi va hidi salbiy ta’sirga uchramagan. SAP bilan 4 °C dan 10 °C gacha haroratda ishlov berilganidan so‘ng, yopiq plastik to‘siqli qadoqlarda saqlangan redis nihollarida *Salmonella typhimurium* o‘sishi kuzatilmagan, shuningdek, suv sifati, rangi, antioksidant faolligi yoki askorbin kislotasiga ham ta’sir qilmagan.

Mualliflar SAP ning redis nihollaridagi *Salmonella typhimurium* bakteriyasini inaktivatsiya qilishda sensor xususiyatlarini o‘zgartirmasdan foydalanish imkoniyati mavjudligini xulosa qilishgan. Ularning fikricha, SAP bilan ishlov berilgan redis nihollarini sovuq haroratda yopiq plastik namlik to‘siqli qadoqlarda saqlash foydalidir va bu boshqa sabzavot nihollari uchun ham mos bo‘lishi mumkin.

Ziuzina, Misra, Cullen, Keener, Mosnier, Vilaró, Gaston va Bourke [18] ochiq havoda ishlaydigan dielektrik to‘siqli razryad plazma reaktori (SAFEBAG sinov qurilmasi, Dublin Texnologiya Instituti, Dublin, Irlandiya) ning *Escherichia coli*, *Listeria innocua* va gilos pomidorining mahalliy mikroflorasi (qadoqlanganidan keyin) ga qarshi antimikrobiyal samaradorligini o‘rgandilar. Gilos pomidor sifati uzoq saqlash davomida ham baholandi. SAP bilan uzluksiz ishlov berish siklidan so‘ng *E. coli* va *Listeria innocua* miqdori o‘rtacha 3-5 log CFU/g ga kamaygani kuzatildi. Statik rejimda esa mahalliy mikroflora (mezofillar, xamirturush va mog‘or) 3.5 log CFU/g gacha kamaygan. Rang (L, a*, b*), mahkamlik, pH va umumiy eriydigan qattiq moddalarda sezilarli o‘zgarishlar qayd etilmagan. Ular xulosa qilishdiki, sinov darajasidagi qadoq ichidagi SAP tizimi statik va uzluksiz SAP ishlov metodlari davomida oziq-ovqat qadoqlariga razryadlarni yo‘naltirishi mumkin. Mualliflar, shuningdek, bakteriya turi (Gram-musbat va Gram-manfiy), hujayra kontsentratsiyasi va ishlov usuli kabi omillar dezinfeksiyalash samaradorligiga ta’sir ko‘rsatishini va SAP texnologiyasining har

ISSN 3030-3907

qanday sanoat sozlamalarida optimal ishlov berishni ta’minlash uchun muhim ahamiyatga ega bo‘lishi kerakligini ta’kidladilar.

SAP ning ingibitor ta’siri, shuningdek, yuza faol modda (surfaktant) va sut kislotasining *L. monocytogenes* va verotoksin ishlab chiqaruvchi *E. coli* ga qarshi ta’siri Trevisani, Berardinelli, Cevoli, Cecchini, Ragni va Pasquali [40] tomonidan qizil tsikoriyda o‘rganilgan. Qizil tsikoriyga SAP bilan ishlov berishdan oldin uni yuza faol modda, sut kislotasi yoki NaCl saqlovchi eritma bilan oldindan yuvish amalga oshirilgan, so‘ngra deionlangan suv bilan chayilgan. SAP ishlov berish parametrlari 19.15 V va 3.15 A da 15 daqiqa davomida qo‘llanilgan. Mualliflar [40] aniqlashicha, qizil tsikoriy barglarini SAP ishlovidan oldin surfaktant bilan yuvish VTEC miqdorini 2.89 log CFU/g ga kamaytirgan, sut kislotasi + surfaktant bilan oldindan yuvish esa VTEC miqdorini 4.78 log CFU/g ga kamaytirgan. Sut kislotasi va surfaktant bilan oldindan yuvilgan qizil tsikoriyda *L. monocytogenes* miqdorining 4 log CFU/g dan ortiq kamaygani kuzatilgan. Rang, ta’m yoki sifatda salbiy ta’sirlar aniqlanmagan. Saqlash vaqtida hid va umumiy iste’mol qabul qilinishi biroz kamaygan. Ular xulosa qilishicha, surfaktant, sut kislotasi va SAP bilan ishlov berishning sinergetik ta’siri umumiy bakteritsid samaradorlikni oshirgan. Surfaktant va sut kislotasi bilan oldindan yuvish erkin harakatlanuvchi bakteriyalar sonini kamaytirgan.

Radicchio barglarini dezinfeksiyalash maqsadida Pasquali, Stratakos, Koidis, Berardinelli, Cevoli, Ragni, Mancusi, Manfreda va Trevisani [16] dielektrik to‘siqli SAP razryadining samaradorligini *E. coli* O157:H7 va *L. monocytogenes* ga qarshi baholaganlar. Barglar mikroblarni kamaytirish, antioksidant faollik va sezgirlik xususiyatlari bo‘yicha sifat jihatidan baholangan. *E. coli* O158:H7 miqdorining (taxminan 1.4 log10 CFU/g) va *L. monocytogenes* miqdorining (taxminan 2.0 log10 CFU/g) 15 va 30 daqiqalik ishlovdan keyin kamaygani kuzatilgan. Yuqorida nomi keltirilgan mualliflarning fikriga ko‘ra, *L. monocytogenes* uchun uzoqroq ishlov berish vaqti SAP dielektrik to‘siqli razryad tizimidan foydalangan boshqa tadqiqotlar natijalari bilan o‘xshash. Bundan tashqari, gram-musbat bakteriyalar (*L. monocytogenes*) gram-manfiy bakteriyalarga (*E. coli* O158:H7) nisbatan SAP ga kamroq ta’sirchan bo‘lgan. SAP bilan ishlov berilgan radicchio barglarida antioksidant faollikda sezilarli kamayish kuzatilmagan. Mualliflar [16] SAP tizimining ozuqaviy sifatiga salbiy ta’sirni (masalan, Chroma C* rangi va saqlashdan keyingi sezgirlik xususiyatlarining sezilarli kamayishi) kamaytirish uchun uskunaning yaxshilangan konfiguratsiyasi zarurligini ta’kidlaganlar.

Min, Roh, Niemira, Boyd, Sites, Uknalis va Fan [41] *Escherichia coli* O157:H7 bakteriyasini inaktivatsiya qilishda SAP ning samaradorligini o‘rgandilar. Ular, shuningdek, dielektrik to‘siqli razryad SAP ning umumiy romein

ISSN 3030-3907

salat barglarining sirt morfologiyasi, yorqinligi va dioksid hosil bo‘lishiga ta’sirini ham tadqiq etdilar. Oldindan yuvilgan va quritilgan kesilgan barglar 1, 3, 5 yoki 7 qatlamli holda yig‘ilgan tarzda uch qatorga joylashtirilgan tijorat qobiqli konteynerlarga joylanib, muhrlangan. Mualliflar [41] atmosferaviy dielektrik to‘siqli razryad SAP *Escherichia coli* O157:H7 bakteriyasini bir nechta barg qatlamlarida ingibitsiya qilganini xabar qilishdi. Ularning tahliliga ko‘ra, *Escherichia coli* O157:H7 bakteriyasi 1, 3 va 5 qatlamli barglarda ingibitsiya qilingan, biroq 7 qatlamli barglarda emas. Mualliflar xulosa qilishlaricha, konteynerdagi bo‘shliq hajmi muhrlangan konteynerlar bilan ishlov berishda muhim omil hisoblanadi. Muhrlangan idishdagi havo bo‘shlig‘i SAP reaktiv turlarining namunaga bir xil tarqalishini ta’minlagan. Barglarning zarracha o‘lchami, yorqinligi, kislorod to‘yinganligi va massa kamayishida sezilarli o‘zgarishlar aniqlanmagan.

Escherichia coli O157:H7, *Bacillus cereus* va *Bacillus subtilis* bakteriyalariga ochiq havodagi dielektrik plazma razryadi reaktori yordamida ishlov berishning antimikrobiyal samaradorligi haqida Lee, Kim, Woo, Jo, Kim J, Kim S, Park, Oh va Kim [15] hisobot bergan. Ular SAP bilan ishlov berish jigarrang guruchdagi mikroblarni dezinfeksiyalashni yaxshilashi mumkinligini aniqlashgan. Boshqa tadqiqot natijalari [16] bilan mos ravishda gram-musbat *Bacillus cereus* va *Bacillus subtilis* bakteriyalarini inaktivatsiya qilish gram-manfiy *Escherichia coli* O157:H7 bakteriyasiga qaraganda uzoqroq vaqt talab qilgan. SAP bilan ishlov berish suv yutilishi va α-amilaza faolligini yaxshilagan, biroq jigarrang guruchning pH va qattiqligini kamaytirgan. Mualliflar [15] xulosa qilishicha, SAP texnologiyasidan foydalanish mikrobiologik xavfsizlikni saqlashda samarali bo‘lib, jigarrang guruchning tuzilmaviy sifatini yaxshilagan.

Lacombe, Niemira, Gurtler, Fan, Sites, Boyd va Chen [14] ko‘k mevalarda SAP bilan aerob bakteriyalarni ingibitsiyalash va bu ishlovning sifat xususiyatlariga ta’sirini o‘rgangan. Tadqiqot SAP ning umumiy aerob son, xamirturush/mog‘or, umumiy antosiyanin miqdori va ko‘k mevalarning mahkamligiga ta’sirini aniqlash maqsadida olib borilgan. SAP bilan ishlov berilgan yangi ko‘k mevalar 4 °C da 7 kun saqlanganida mikroflora soni sezilarli kamaygan. 60 soniyadan keyingi SAP ishlovi siqilishdagi mahkamlikni, 90 soniyadan keyingi ishlov esa antosiyanin miqdorini sezilarli kamaytirgan. Ushbu tadqiqotda SAP bilan ishlov berish xamirturush va mog‘or miqdorini kamaytirishda muvaffaqiyatli bo‘lmagan. Bundan tashqari, uzoq ishlov sirt rangiga (L* va a*, b* qiymatlari) ta’sir ko‘rsatgan. Mualliflar [14] o‘z tadqiqotlarida SAP tajriba darajasida ko‘k mevalardagi mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilishi mumkinligini xulosa qilishgan. Ular, shuningdek, ushbu texnologiyani pilot va sanoat darajasida, an’anaviy majburiy havo bilan sovitish jarayonlarini qo‘llagan holda, ko‘k mevalar

ISSN 3030-3907

va boshqa mayda mevalarni optimallashtirilgan dezinfeksiya qilish uchun joriy qilishni taklif qilishgan.

Sarangapani, O‘Toole, Cullen va Bourke [17] sovuq atmosferik plazmaning ko‘k mevalardagi agroximikatlarga ta’sirini baholaganlar. Tadqiqot, shuningdek, muhim ozuqaviy va fizik sifat ko‘rsatkichlariga har qanday asosiy ta’sirlarni ham o‘rgangan. Ushbu tadqiqotda Boscalid va Imidacloprid pestitsidlari qo‘llanilgan. Tadqiqot uchun yuqori kuchlanishli dielektrik to‘siqli plazma razryad reaktori ishlatilgan. 80 kV kuchlanishda 5 daqiqa davomida SAP bilan ishlov berish natijasida pestitsidlarni kamaytirish samaradorligi boscalid uchun taxminan 80%, imidacloprid uchun esa 75% bo‘lgan. Ular [17] pestitsidlarning parchalanishida asosiy rol o‘ynovchi turlar — ozon va gidroksil radikallari ekanini taxmin qilishgan. 1 daqiqa davomida ishlov berilganidan so‘ng ko‘k mevalarda umumiy flavonoidlar va fenollar miqdorining sezilarli ortishi, rang va mahkamlik kabi fizik-kimyoviy xossalarga jiddiy ta’sir ko‘rsatmagan. Biroq, uzoq davom etgan plazma ishlovi askorbin kislotaning sezilarli darajada kamayishiga olib kelgan. Mualliflar xulosa qilishicha, SAP, foydali nutraseytik xususiyatlarni saqlab qolgan holda, yangi mahsulotlarda agroximikatlarni kamaytirish va mikroblarni inaktivatsiya qilish uchun istiqbolli texnologiya hisoblanadi.

Dirks, Dobrynin, Fridman, Mukhin, Fridman va Quinlan [42] SAP dielektrik to‘siqli razryad plazmasining terisiz, suyaksiz tovuq filesi va terili tovuq son qismidagi mikroblarni zararsizlantirish samaradorligini o‘rganganlar. Antibiotikga chidamli *Salmonella enterica* va *Campylobacter jejuni* shtammlari terisiz suyaksiz tovuq filesi va terili tovuq sonlariga inokulyatsiya qilinib, ular atmosferaviy bosimda SAP bilan ishlov berilgan. *Salmonella enterica* va *Campylobacter jejuni* bakteriyasini kamaytirish bo‘yicha maksimal natijalar har ikki namunada 3 daqiqa plazma ishlovidan so‘ng kuzatilgan. Tovuqlarning son qismida 1.3 dan 1.8 log CFU gacha, filesida esa taxminan 2.5 log CFU gacha kamayish kuzatilgan. Ular, shuningdek, bor-yo‘g‘i 30 soniyalik ishlovdan so‘ng tovuq filesi va son qismidagi mikroflora tarkibining kamayganini ham qayd etishgan. Biroq, ushbu issiqliksiz dielektrik to‘siqli razryad plazma tizimini parranda go‘shtiga qo‘llashda bir nechta cheklovlar aniqlangan. Birinchisi — tekis sirt zarurati bo‘lib, bu tovuq filesi va son qismlarida erishish qiyin bo‘lgan. Problarning o‘lchamining cheklanganligi va energiyali zarrachalarning neytral reaktiv kislorod bilan reaksiyaga kirishishi natijasida yog‘larning oksidlanishi ham salbiy holat sifatida qayd etilgan.

Kim, Yong, Park, Choe va Jo [43] dielektrik to‘siqli razryad plazmasining patogenlarni ingibitsiyalash, sezgirlik xususiyatlari va xom cho‘chqa go‘shti filelarining fizik-kimyoviy xususiyatlariga ta’siri bo‘yicha maqola chop etishdi. Antibiotikga chidamli *E. coli* O157:H7 va *L. monocytogenes* shtammlari 10^1 dan 10^4 CFU/g gacha darajada inokulyatsiya qilinib, shuningdek tayyorlangan

ISSN 3030-3907

cho‘chqa filelariga surtilgan. Dielektrik to‘siqli razryad plazmasida ishlatilgan gazlar He va He + O_2 bo‘lib, ishlov berish muddati 5 va 10 daqiqa bo‘lgan. 10 daqiqalik He va He + O_2 bilan SAP ishlovidan so‘ng *E. coli* miqdori 0.55 log CFU/g gacha kamaygan. *Listeria monocytogenes* miqdori ham 10 daqiqalik ishlovdan so‘ng 0.59 log CFU/g gacha kamaygan. Rangi bo‘yicha aniq o‘zgarishlar kuzatilmagan, biroq pH da sezilarli kamayish aniqlangan. Bundan tashqari, SAP bilan ishlov berilgan namunalarda sezgirlik sifat ko‘rsatkichlarida sezilarli pasayish kuzatilgan. Xulosa qilinishicha, dielektrik to‘siqli razryad plazma qurilmasi cho‘chqa filelarida oziq-ovqat orqali yuqadigan patogenlarni inaktivatsiya qilish orqali dezinfeksiyalash uchun ishlatilishi mumkin, biroq sezgirlikning yomonlashuvini kamaytirish uchun qo‘shimcha tadqiqotlar zarur.

Kim, Lee, Choi va Kim [44] radiochastotali (RF) atmosferaviy bosimli plazmani mol go‘shtidan tayyorlangan jehrakdagi *Staphylococcus aureus* bakteriyalarni inaktivatsiya qilishda qo‘llash va uning ozuqaviy hamda sezgirlik xususiyatlariga ta’sirini o‘rganishgan. Kiruvchi gaz sifatida argon 20,000 sccm oqim tezligida va 200 Vt quvvatda qo‘llanilgan. 300 °C da 10 daqiqa davomida plazma bilan ishlov berilgach, *Staphylococcus aureus* miqdori namunada 3-4 log CFU/g gacha kamaygan. Yog‘li kislotalar tarkibi, rangi va jehrak namunalarining sof mustahkamligi sezilarli darajada o‘zgarmagan. Xulosa qilinishicha, radiochastotali atmosferaviy bosimli plazma *Staphylococcus aureus* bakteriyalarni samarali ravishda ingibitsiyalashga erishgan va mol go‘shti jehragi tarkibida ozuqaviy va sezgirlik xususiyatlarida deyarli o‘zgarishlar kuzatilmagan.

4. Sovuq atmosferik plazma (SAP) qo‘llanilishining sporalarni inaktivatsiya qilishdagi rivojlanayotgan imkoniyatlari

Turli endosporalarni inaktivatsiya qilish uchun sovuq atmosferik plazma (SAP) qo‘llanilishining rivojlanayotgan imkoniyatlari bir nechta tadqiqotlarda allaqachon hujjatlashtirilgan [45-50]. Boudam, Moisan, Saoudi, Popovici, Gherardi va Massines [45] tomonidan bakterial sporalarni inaktivatsiya qilish uchun atmosferaviy bosimda sovuq plazma razryadi bo‘yicha olib borilgan adabiyot sharhida, reaktiv kimyoviy turlar va UB nurlanish sporalarni bostirish jarayonini boshqarishi qayd etilgan. Bundan tashqari, ma’lum darajada, spora sirtida kislorodli turlar eroziya orqali sporalarni inaktivatsiya qilgan. UB nurlanish muhim bo‘lgan hollarda, UB fotonlari va kislorodli turlar ishtirokidagi kuchaytirilgan yedirish harakati (UB yordamida modda yedirilishi deb ataladi) yuz bergan [45]. Ularning maqolasida [45] xulosa qilinganidek, sporalarni inaktivatsiya qilish muvaffaqiyatli tarzda yoki ustun UB nurlanish orqali, yoki faqat reaktiv turlarning o‘zaro ta’siri orqali amalga oshirilishi mumkin.

Atmosferaviy bosimda ishlovchi radiochastotali (27.12 MHz) argon gazli plazma oqimining *Bacillus atrophaeus* sporalariga va *Escherichia coli*

ISSN 3030-3907

bakteriyasining vegetativ shakliga o‘ldiruvchi ta’siri Brandenburg, Ehlbeck, Stieber, Woedtke, Zeymer, Schlüter va Weltmann [46] tomonidan o‘rganilgan. Mikroorganizmlar namunasi polietilen plastinka (32 × 8 mm²) ustiga inokulyatsiya qilingan va hosil qilingan plazma bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri aloqa qilgan. *Bacillus atrophaeus* 7 daqiqalik SAP ishlovidan so‘ng 5 ta plastinkadan 2 tasida hamon aniqlangan. *Vegetativ Escherichia coli* uchun esa 240 soniyalik plazma oqimi bilan ishlovdan keyin hech qanday mikroblarning o‘sishi kuzatilmagan. Mualliflar maksimal kamaytirish koeffitsientlariga bakteriya turlari hamda bakterial sporalarni to‘g‘ridan-to‘g‘ri sovuq atmosferik plazma bilan ishlov berish orqali erishilganini xulosa qilishgan. Bundan tashqari, SAP bilan ishlov berishda UB nurlanish va issiqlikning qo‘shilishi kamaytirish koeffitsientlarining pasayishiga hissa qo‘shgan.

Hertwig, Reineke, Ehlbeck, Knorr va Schlüter [47] butun qora murchda *Bacillus subtilis* sporalari, *Bacillus atrophaeus* sporalari va *Salmonella enterica* ni zararsizlantirish uchun ikki xil SAP tizimida o‘rganish olib borishgan. Radiochastotali (RF) plazma oqimi bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlov berish va mikroto‘lqin yordamida hosil qilingan plazma bilan masofaviy ishlov berish usullari qo‘llanilgan. Mualliflar [47] masofaviy SAP ishlovi *S. enterica* va *Bacillus* sporalarini inaktivatsiya qilganini xabar qilishgan. Bevosita CAPP ishlovi esa juda past inaktivatsiya ko‘rsatgan, bu ehtimol murch donachalarining ko‘p bosuvchi xususiyatlari va qattiq sirt xossalari bilan bog‘liq. *Bacillus subtilis* sporalari har ikki SAP tizimiga nisbatan ko‘proq chidamlilik ko‘rsatgan.

Kim, Lee va Min [48] tomonidan *B. cereus* sporalariga SAP bilan ishlov berish bo‘yicha qizil qalampir kukunida olib borilgan tadqiqot *B. cereus* sporalari miqdorida kamayish kuzatilmaganini ko‘rsatgan. Muallif xulosa qilishicha, SAP ning sporalarni inaktivatsiya qilish qobiliyatini to‘liq tushunish uchun gazlar, energiya, qurilma konfiguratsiyasi va namunadagi sirt xususiyatlari kabi murakkab parametrlarni chuqur tahlil qilish zarur.

Lassen, Nordby va Grün [49] hamda Reineke, Langer, Hertwig, Ehlbeck va Schlüter [50] atmosferaviy bosimda hosil qilingan plazma oqimi ta’sirida bacillus sporalarining inaktivatsiyasiga turli jarayon gazlari tarkibining ta’sirini o‘rganishgan. Har ikkala tadqiqot gaz tarkibining bakterial sporalarni sporitsid inaktivatsiya qilishga qanday ta’sir qilishini ko‘rsatgan. Yuqoridagi mualliflar [50] argon/H_2 (RF) plazmasi yordamida 15% argon aralashmasi bilan sporitsid ta’sir hosil bo‘lganini aniqlaganlar. Argon gaziga kislorod (0,135 hajm foizi) va azot (0,2 hajm foizi) qo‘shilganida, mualliflar [49] kuchli sporitsid natijaga erishilganini qayd etishgan. Lassen, Nordby va Grün [49] shuningdek, sporalarni inaktivatsiya qilish UB fotonlarining yuqori intensivlikdagi ta’siri bilan boshqarilishini, UB

ISSN 3030-3907

yo‘qligida esa inaktivatsiya reaktiv va metastabil turlar ta’siri bilan sodir bo‘lishini ta’kidlaganlar.

5. Mikotoksinlarni yo‘q qilish uchun paydo bo‘layotgan SAP bilan ishlov berish

Gavahian va Cullen [51] tomonidan oziq-ovqatdagi mikotoksinlarni yo‘q qilishda SAP texnologiyasining samaradorligi haqida jurnal sharhi chop etilgan. Mikotoksinlar ishlab chiqaruvchi mog‘or zamburug‘lari juda ko‘p tarqalgan bo‘lib, turli xil ekologik sharoitlarda o‘sishi mumkin. Mikotoksinlar bilan oziq-ovqatning ifloslanish darajasi joylashuvga, iqlim sharoitlariga va boshqa salbiy biologik omillarga qarab farq qiladi [52]. Geografik mintaqa, ekstremal harorat, namlik va bug‘lanish darajalari kabi ekologik omillar, kimyoviy substrat tarkibi, bakteriyalar raqobati va hasharotlarning buzilishi kabi omillar zamburug‘larning tabiiy o‘sishini va, natijada, mikotoksinlar ishlab chiqarilishini belgilaydi [53]. Dunyodagi asosiy ekinlarning to‘rtdan bir qismi ma’lum darajada mikotoksinlar bilan ifloslangan deb taxmin qilinadi [53,54]. Mikotoksinlar inson salomatligi uchun atrof-muhit ifloslantiruvchilari, qishloq xo‘jaligi ifloslanishlari, kimyoviy qo‘shimchalar yoki pestitsid qoldiqlaridan ko‘ra yuqoriroq bo‘lgan eng muhim surunkali ovqatlanish xavf omili sifatida tasniflanadi [54,55]. Mikotoksin bilan ifloslangan ozuqa iste’mol qilgan hayvonlar go‘sht va sutda zaharli qoldiqlar ishlab chiqaradi va bu moddalarning ba’zilari yanada toksik shakllarga aylanadi [56]. Xalqaro Saraton Tadqiqot Agentligi (IARC) Aflatoksin B1 ni insonlar uchun kanserogen deb e’lon qilgan. Hayvonlar bilan o‘tkazilgan saraton tadqiqotlari aflatoksin M1 ham xuddi aflatoksin B1 kabi saratonni keltirib chiqarishini ko‘rsatgan. Xalqaro miqyosda nazorat organlari oziq-ovqat va hayvonlar uchun mo‘ljallangan yemlarda ruxsat etilgan mikotoksinlar miqdori bo‘yicha me’yorlarni belgilagan. Ko‘p oziq-ovqat mahsulotlarida aflatoksinlar nisbatan barqaror bo‘lib, sterilizatsiya, juda yuqori haroratli ishlov berish, pishirish va hatto sovutilgan haroratda saqlash kabi issiqlik bilan ishlov berishga nisbatan chidamli bo‘ladi [57]. Deoksinivalenol, Zearalenon va T-2 toksinlari *Fusarium* turidagi zamburug‘lar tomonidan ishlab chiqariladi, ular odatda g‘alla va unga tegishli mahsulotlarni dalada yoki saqlash paytida zararlaydi. Kimyoviy jihatdan, T-2 toksinlari va deoksinivalenol trixotesenlar sinfiga kiruvchi mikotoksinlar hisoblanadi. Deoksinivalenol ehtimol asosiy va eng keng tarqalgan g‘alla ifloslantiruvchisidir [58]. Deoksinivalenol butun dunyo bo‘ylab, shu jumladan Kanada va AQShda oziq-ovqat va yem mahsulotlarida keng tarqalgan. T-2 toksin kabi boshqa trixotesenlar singari, deoksinivalenol ham oziq-ovqatdagi zaharli modda hisoblanadi [59]. Yuqorida aytib o‘tilganidek, ko‘plab mikotoksinlar pishirish va pasterizatsiya kabi issiqlik bilan ishlov berishga chidamli bo‘lib, SAP ni mikotoksin parchalanishida qo‘llash salomatlik uchun xavfsiz g‘allaga asoslangan mahsulotlarni ta’minlashda istiqbolli usul hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

SAP bilan o‘tkazilgan tadqiqotlar zamburug‘ o‘sishini inhibitsiyalash va mikotoksinlarni parchalanish imkoniyatlarini ko‘rsatgan. Yer yong‘og‘i, inson va hayvon iste’moli uchun mo‘ljallangan don mahsulotlari, maltlangan arpa urug‘lari, makkajo‘xori, funduk va xurmo ustida olib borilgan tadqiqotlar SAP ning zamburug‘larni inaktivatsiya qilish va bir nechta mikotoksinlarni parchalatish salohiyatini namoyon qilgan [60-66]. SAP ning zamburug‘larni yo‘q qilish va mikotoksinlarni parchalanishida yangi qo‘llanilishi butun dunyo bo‘ylab mikotoksinsiz mahsulotlarni ta’minlashda juda foydali bo‘ladi.

6. SAP ning cheklovlari va salbiy ta’sirlari

SAP bilan ishlov berilgan oziq-ovqat mahsulotlarining sezgirlik va ozuqaviy xususiyatlariga salbiy ta’siri, albatta, SAP jarayonlari va jihoz konfiguratsiyalarini ishlab chiqishda muammo tug‘diradi. SAP tarkibida mavjud bo‘lgan reaktiv kislorod zarralari (RKZ) go‘sht to‘qimalari va baliqda lipid oksidlanishini keltirib chiqaradi, bu esa lipidlarning parchalanishi va oksidativ achishuvning rivojlanishi orqali iste’mol qilishga yaroqliligini va saqlash muddatini salbiy ta’sirga uchratadi. SAP shuningdek, sharbatlarda kuchli polimerlangan oligosaxaridlarning parchalanishiga ham olib keladi, ayniqsa uzoq muddatli ishlovdan so‘ng. Almeida, Cavalcante, Cullen, Frias, Bourke, Fernandes va Rodrigues [67] oligosaxaridlarning parchalanishi asosan ozonolizis orqali sodir bo‘lishini taklif qilishgan. Ozonolizis glikozid bog‘larining uzilishi, makromolekulalarning depolimerizatsiyasi va funksional guruhlarning oksidlanishini keltirib chiqargan. Shunga qaramay, SAP bilan ishlov berilgandan so‘nggi oligosaxaridlarning parchalanish darajasi ularni prebiotiklar sifatida tasniflashga yetarli bo‘lgan. Oligosaxaridlarning SAP qo‘llanilishi va ozon hosil bo‘lishi orqali parchalanish mexanizmini yaxshiroq tushunish uchun qo‘shimcha tajribalarni o‘tkazish zarur. Agar SAP asosiy oziq-ovqat ilovalarida qo‘llanilishi kerak bo‘lsa, lipid oksidlanishi va oligosaxaridlarning parchalanish mexanizmlarini to‘liqroq tushunish zarur.

7. Oziq-ovqat xavfsizligiga oid hukumat tartib-qoidalari

Kanada Oziq-ovqat inspeksiyasi agentligi (CFIA) tomonidan o‘n nafar federal qonun va 23 ta qonunlar to‘plami amalga oshiriladi. Ushbu qonun va qoidalar Kanadada sotiladigan oziq-ovqat mahsulotlarining sifati va xavfsizligini himoya qilish, shuningdek, hayvonlar va o‘simliklar uchun barqaror resurs bazasini rag‘batlantirishni tartibga soladi. CFIA o‘zining asosiy rollarini boshqa Kanada federal hukumati bo‘limlari va agentliklari, mintaqaviy, hududiy va mahalliy hokimiyatlar, xususiy sektor va boshqa manfaatdor tomonlar bilan baham ko‘radi. CFIA hamkorlari bilan birgalikda quyidagi faoliyatlarni amalga oshiradi: oziq-ovqat xavfsizligi choralari ijrosini ta’minlash; oziq-ovqat, hayvonlar va o‘simliklar bilan bog‘liq xavf-xatarlar, hodisalar va favqulodda vaziyatlarni boshqarish;

ISSN 3030-3907

hamda yuqori sifatli Kanada qishloq xo‘jaligi, chorvachilik, akvakultura va baliqchilik mahsulotlari xavfsizligini ta’minlash uchun oziq-ovqat xavfsizligi va kasalliklar nazorati tizimlarini qo‘llab-quvvatlash. CFIA qarorlari yuqori sifatli, aniq va ilmiy asoslangan tadqiqotlarga asoslanadi. Bilim, ko‘rsatmalar, xavf boshqaruvi, xalqaro standartlar ta’siri, tadqiqot va ishlanmalar, sinovlar orqali siyosat ishlab chiqish va dasturlarni loyihalash va amalga oshirishda yordam beriladi [68]. Yangi paydo bo‘layotgan texnologiyalar nuqtai nazaridan yuqori bosimli ishlov berish (HPP), mikroto‘lqinli qizdirish (MWH) va ultrabinafsha nur (UB) butun dunyo bo‘ylab keyingi 5 yil davomida asosiy texnologiyalar sifatida qo‘llanilgan va qo‘llanilishi kutilmoqda. 10 yil ichida esa sovuq atmosferik plazma (SAP) va impulsli elektr maydonlari (PEF) Yevropada dolzarb texnologiyalarga aylanishi prognoz qilinmoqda, shu bilan birga HPP, mikroto‘lqin va UB Shimoliy Amerikada dolzarbligicha qoladi [69].

8. Tadqiqotlar xulosasi va kelajakdagi izlanishlar

Ushbu sharhga kiritilgan ko‘plab tadqiqotlar SAP bilan ishlov berishning mikroblarni inaktivatsiya qilishda samarali ekanligini ko‘rsatdi. Mazkur sharhda muhokama qilingan SAP tizimlarining aksariyati laboratoriya darajasidagi o‘rnatmalardan iborat bo‘lsa-da, bu texnologiyani oziq-ovqat ishlab chiqarish zavodlarida joriy etish imkoniyati mavjud. Biroq, SAP bilan ishlov berilgandan so‘ng ba’zi oziq-ovqat mahsulotlarining sezgirlik xususiyatlari va ozuqaviy qiymatlariga salbiy ta’sirlar kuzatilgan. Ushbu holat SAP qo‘llanilishining ayrim hozirgi cheklovlari, ayniqsa texnologiyaning mahsulotga xos bo‘lishi va juda murakkab kimyoviy o‘zaro ta’sirlar zanjiriga olib kelishi bilan bog‘liq. Oziq-ovqat mahsulotlariga SAP bilan ishlov berish jarayonida hosil bo‘lgan plazma mahsulotga juda yaqin yoki notekis tarqalgan holda yetib borishi mumkin, bu esa mahsulotning fizik va funksional xususiyatlariga ta’sir qilishi mumkin. SAP yuqori elektr maydoni, yuqori energiyali plazma reaktiv turlari va yuqori konsentratsiyadagi UB nurlanishini hosil qiladi, shuning uchun mahsulotning joylashuvi va ta’sir muddati juda muhim ahamiyatga ega.

Qaysi texnika qo‘llanilishidan qat’i nazar, ba’zi o‘zgartirishlar va SAP tizimini takomillashtirish orqali yanada yaxshi natijalarga erishish mumkinligi ayon bo‘ldi. Umuman olganda, SAP dan foydalanish va uning kimyosi juda murakkab bo‘lib, plazma kimyosi va dinamikasini turli texnik qo‘llanmalar uchun yanada chuqurroq tushunish zarur [70]. Jarayonni tahlil qilish uchun yangi plazma manbalarini aniqlash, shuningdek, oziq-ovqatni zararsizlantirish va sifatini yaxshilash uchun zarur bo‘lgan elektronlar, ionlar, radikallar va fotonlar kabi ko‘plab turlarni nazorat qilish va nozik sozlash muhim ahamiyatga ega [70].

9. Xulosa

ISSN 3030-3907

SAP - *Staphylococcus aureus*, *E. coli* O157: H7, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella Typhimurium* biofilmlari va Bacillus cereus kabi mikroblarga qarshi muhim antimikrob texnologiyadir. SAP bilan ishlov berish oziq-ovqatda yog‘larning oksidlanishini tezlashtirishi va sezgirlik xususiyatlariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi kabi kamchiliklarga ega bo‘lsa-da, u oziq-ovqatni zararsizlantirishning juda samarali muqobil usuli sifatida o‘zini namoyon qilgan va oziq-ovqat mahsulotlaridagi patogen mikroorganizmlarni zararsizlantirish uchun muqobil texnologiya sifatida tasdiqlanishi kerak.

REFERENCES

1. Whitehead, J.C. The Chemistry of Cold Plasma. In Cold Plasma in Food and Agriculture; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2016; pp. 53-81.
2. Hertwig, C.; Meneses, N.; Mathys, A. Cold atmospheric pressure plasma and low energy electron beam as alternative nonthermal decontamination technologies for dry food surfaces: A review. Trends Food Sci. Technol. 2018, 77, 131-142. [CrossRef]
3. Fridman, A.; Chirokov, A.; Gutsol, A. Non-thermal atmospheric pressure discharges. J. Phys. D Appl. Phys. 2005, 38, R1-R24. [CrossRef]
4. Dave, H.; Ledwani, L.; Nema, S. Nonthermal plasma: A promising green technology to improve environmental performance of textile industries. In The Impact and Prospects of Green Chemistry for Textile Technology; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2019; pp. 199-249. [CrossRef]
5. Misra, N. Quality of Cold Plasma Treated Plant Foods. In Cold Plasma in Food and Agriculture; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2016; pp. 253-271.
6. Misra, N.; Jo, C. Applications of cold plasma technology for microbiological safety in meat industry. Trends Food Sci. Technol. 2017, 64, 74-86. [CrossRef]
7. Misra, N.; Schlüter, O.; Cullen, P.J. Plasma in Food and Agriculture. In Cold Plasma in Food and Agriculture; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2016; pp. 1-16.
8. Niemira, B.A. Cold Plasma Decontamination of Foods. Annu. Rev. Food Sci. Technol. 2012, 3, 125-142. [CrossRef] [PubMed]
9. Patil, S.; Moiseev, T.; Misra, N.; Cullen, P.J.; Mosnier, J.-P.; Keener, K.; Bourke, P. Influence of high voltage atmospheric cold plasma process parameters and role of relative humidity on inactivation of Bacillus atrophaeus spores inside a sealed package. J. Hosp. Infect. 2014, 88, 162-169. [CrossRef]
10. Moisan, M.; Barbeau, J.; Crevier, M.-C.; Pelletier, J.; Philip, N.; Saoudi, B. Plasma sterilization. Methods and mechanisms. Pure Appl. Chem. 2002, 74, 349-358. [CrossRef]
11. Prokopowich, D.; Blank, G. Microbiological Evaluation of Vegetable Sprouts and Seeds. J. Food Prot. 1991, 54, 560-562. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

12. Noriega, E.; Shama, G.; Laca, A.; Díaz, M.; Kong, M.G. Cold atmospheric gas plasma disinfection of chicken meat and chicken skin contaminated with Listeria innocua. Food Microbiol. 2011, 28, 1293-1300. [CrossRef]
13. Bußler, S.; Herppich, W.B.; Neugart, S.; Schreiner, M.; Ehlbeck, J.; Rohn, S.; Schlüter, O.K. Impact of cold atmospheric pressure plasma on physiology and flavonol glycoside profile of peas (Pisum sativum 'Salamanca'). Food Res. Int. 2015, 76, 132-141. [CrossRef]
14. Lacombe, A.; Niemira, B.A.; Gurtler, J.B.; Fan, X.; Sites, J.; Boyd, G.; Chen, H. Atmospheric cold plasma inactivation of aerobic microorganisms on blueberries and effects on quality attributes. Food Microbiol. 2015, 46, 479-484. [CrossRef] [PubMed]
15. Lee, K.H.; Kim, H.-J.; Yun, S.-W.; Jo, C.; Kim, J.-K.; Kim, S.H.; Park, H.Y.; Oh, S.-K.; Kim, W.H. Evaluation of cold plasma treatments for improved microbial and physicochemical qualities of brown rice. LWT 2016, 73, 442-447. [CrossRef]
16. Pasquali, F.; Stratakos, A.C.; Koidis, A.; Berardinelli, A.; Cevoli, C.; Ragni, L.; Mancusi, R.; Manfreda, G.; Trevisani, M. Atmospheric cold plasma process for vegetable leaf decontamination: A feasibility study on radicchio (red chicory, Cichorium intybus L.). Food Control. 2016, 60, 552-559. [CrossRef]
17. Sarangapani, C.; O'Toole, G.; Cullen, P.; Bourke, P. Atmospheric cold plasma dissipation efficiency of agrochemicals on blueberries. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2017, 44, 235-241. [CrossRef]
18. Ziuzina, D.; Misra, N.N.; Cullen, P.J.; Keener, K.; Mosnier, J.P.; Vilaró, I.; Gaston, E.; Bourke, P. Demonstrating the Potential of Industrial Scale In-Package Atmospheric Cold Plasma for Decontamination of Cherry Tomatoes. Plasma Med. 2016, 6, 397-412. [CrossRef]
19. Vaideki, K. Plasma Technology for Antimicrobial Textiles; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2016; pp. 73-86.
20. Niemira, B.A.; Gutsol, A. Nonthermal Plasma as a Novel Food Processing Technology. In Nonthermal Processing Technologies for Food; Wiley: New York, NY, USA, 2011; pp. 271-288.
21. Pinela, J.; Ferreira, I.C.F.R. Nonthermal physical technologies to decontaminate and extend the shelf-life of fruits and vegetables: Trends aiming at quality and safety. Crit. Rev. Food Sci. Nutr. 2015, 57, 2095-2111. [CrossRef]
22. Ben Gadri, R.; Roth, J.; Montie, T.C.; Kelly-Wintenberg, K.; Tsai, P.P.-Y.; Helfritch, D.J.; Feldman, P.; Sherman, D.M.; Karakaya, F.; Chen, Z. Sterilization and plasma processing of room temperature surfaces with a one atmosphere uniform glow discharge plasma (OAUGDP). Surf. Coatings Technol. 2000, 131, 528-541. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

23. Raviteja, T.; Dayam, S.K.; Yashwanth, J. A Study on Cold Plasma for Food Preservation. J. Sci. Res. Rep. 2019, 1-14. [CrossRef]
24. Mandal, R.; Singh, A.; Singh, A.P. Recent developments in cold plasma decontamination technology in the food industry. Trends Food Sci. Technol. 2018, 80, 93-103. [CrossRef]
25. Sladek, R.E.J.; Stoffels, E. Deactivation ofEscherichia coliby the plasma needle. J. Phys. D Appl. Phys. 2005, 38, 1716-1721. [CrossRef]
26. Lee, K.-Y.; Park, B.J.; Lee, D.H.; Lee, I.-S.; Hyun, S.O.; Chung, K.-H.; Park, J.-C. Sterilization of Escherichia coli and MRSA using microwave-induced argon plasma at atmospheric pressure. Surf. Coatings Technol. 2005, 193, 35-38. [CrossRef]
27. Sharma, A.K.; Josephson, G.B.; Camaioni, D.M.; Goheen, S.C. Destruction of Pentachlorophenol Using Glow Discharge Plasma Process. Environ. Sci. Technol. 2000, 34, 2267-2272. [CrossRef]
28. Deng, S.; Ruan, R.; Mok, C.K.; Huang, G.; Chen, P. Non-Thermal Plasma Disinfection of Escherichia coli on almond. In Proceedings of the 2005 ASAE Annual Meeting, Tampa, FL, USA, 17 August 2005. [CrossRef]
29. Laroussi, M.; A Mendis, D.; Rosenberg, M. Plasma interaction with microbes. New J. Phys. 2003, 5, 41. [CrossRef]
30. Xu, Z.; Shen, J.; Zhang, Z.; Ma, J.; Ma, R.; Zhao, Y.; Sun, Q.; Qian, S.; Zhang, H.; Ding, L.; et al. Inactivation Effects of Non-Thermal Atmospheric-Pressure Helium Plasma Jet on Staphylococcus aureus Biofilms. Plasma Process. Polym. 2015, 12, 827-835. [CrossRef]
31. Ali, A.; Kim, Y.H.; Lee, J.Y.; Lee, S.; Uhm, H.S.; Cho, G.; Park, B.J.; Choi, E.H. Inactivation of Propionibacterium acnes and its biofilm by non-thermal plasma. Curr. Appl. Phys. 2014, 14, S142-S148. [CrossRef]
32. Lee, M.H.; Park, B.J.; Jin, S.C.; Kim, D.; Han, I.; Kim, J.; O Hyun, S.; Chung, K.-H.; Park, J.-C. Removal and sterilization of biofilms and planktonic bacteria by microwave-induced argon plasma at atmospheric pressure. New J. Phys. 2009, 11, 115022. [CrossRef]
33. Maisch, T.; Shimizu, T.; Isbary, G.; Heinlin, J.; Karrer, S.; Klämpfl, T.G.; Li, Y.-F.; Morfill, G.; Zimmermann, J.L. Contact-Free Inactivation of Candida albicans Biofilms by Cold Atmospheric Air Plasma. Appl. Environ. Microbiol. 2012, 78, 4242-4247. [CrossRef]
34. Dorai, R.; Kushner, M.J. A model for plasma modification of polypropylene using atmospheric pressure discharges. J. Phys. D Appl. Phys. 2003, 36, 666-685. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

35. Laroussi, M.; Leipold, F. Evaluation of the roles of reactive species, heat, and UB radiation in the inactivation of bacterial cells by air plasmas at atmospheric pressure. Int. J. Mass Spectrom. 2004, 233, 81-86. [CrossRef]
36. Albertos, I.; Martín-Diana, A.B.; Cullen, P.J.; Tiwari, B.; Ojha, S.; Bourke, P.; Álvarez, C.; Rico, D. Effects of dielectric barrier discharge (DBD) generated plasma on microbial reduction and quality parameters of fresh mackerel (Scomber scombrus) fillets. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2017, 44, 117-122. [CrossRef]
37. Grzegorzewski, F.; Ehlbeck, J.; Schlüter, O.K.; Kroh, L.W.; Rohn, S. Treating lamb's lettuce with a cold plasma - Influence of atmospheric pressure Ar plasma immanent species on the phenolic profile of Valerianella locusta. LWT 2011, 44, 2285-2289. [CrossRef]
38. Min, S.C.; Roh, S.H.; Niemira, B.; Sites, J.E.; Boyd, G.; Lacombe, A. Dielectric barrier discharge atmospheric cold plasma inhibits Escherichia coli O157:H7, Salmonella, Listeria monocytogenes, and Tulane virus in Romaine lettuce. Int. J. Food Microbiol. 2016, 237, 114-120. [CrossRef] [PubMed]
39. Oh, Y.J.; Song, A.Y.; Min, S.C. Inhibition of Salmonella typhimurium on radish sprouts using nitrogen-cold plasma. Int. J. Food Microbiol. 2017, 249, 66-71. [CrossRef] [PubMed]
40. Trevisani, M.; Berardinelli, A.; Cevoli, C.; Cecchini, M.; Ragni, L.; Pasquali, F. Effects of sanitizing treatments with atmospheric cold plasma, SDS and lactic acid on verotoxin-producing Escherichia coli and Listeria monocytogenes in red chicory (radicchio). Food Control. 2017, 78, 138-143. [CrossRef]
41. Min, S.C.; Roh, S.H.; Niemira, B.; Boyd, G.; Sites, J.E.; Uknalis, J.; Fan, X. In-package inhibition of E. coli O157:H7 on bulk Romaine lettuce using cold plasma. Food Microbiol. 2017, 65, 1-6. [CrossRef] [PubMed]
42. Dirks, B.P.; Dobrynin, D.; Fridman, G.; Mukhin, Y.; Fridman, A.; Quinlan, J.J. Treatment of Raw Poultry with Nonthermal Dielectric Barrier Discharge Plasma To Reduce Campylobacter jejuni and Salmonella enterica. J. Food Prot. 2012, 75, 22-28. [CrossRef]
43. Kim, H.-J.; Yong, H.I.; Park, S.; Choe, W.; Jo, C. Effects of dielectric barrier discharge plasma on pathogen inactivation and the physicochemical and sensory characteristics of pork loin. Curr. Appl. Phys. 2013, 13, 1420-1425. [CrossRef]
44. Kim, J.-S.; Lee, E.-J.; Choi, E.H.; Kim, Y.-J. Inactivation of Staphylococcus aureus on the beef jerky by radio-frequency atmospheric pressure plasma discharge treatment. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2014, 22, 124-130. [CrossRef]
45. Boudam, M.K.; Moisan, M.; Saoudi, B.; Popovici, C.; Gherardi, N.; Massines, F. Bacterial spore inactivation by atmospheric-pressure plasmas in the presence or absence of UB photons as obtained with the same gas mixture. J. Phys. D Appl. Phys. 2006, 39, 3494-3507. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

46. Brandenburg, R.; Ehlbeck, J.; Stieber, M.; Von Woedtke, T.; Zeymer, J.; Schlüter, O.; Weltmann, K.-D. Antimicrobial Treatment of Heat Sensitive Materials by Means of Atmospheric Pressure Rf-Driven Plasma Jet. Contrib. Plasma Phys. 2007,
47. 47, 72-79. [CrossRef] 47. Hertwig, C.; Reineke, K.; Ehlbeck, J.; Knorr, D.; Schlüter, O.K. Decontamination of whole black pepper using different cold atmospheric pressure plasma applications. Food Control. 2015, 55, 221-229. [CrossRef]
48. Kim, J.E.; Lee, D.-U.; Min, S.C. Microbial decontamination of red pepper powder by cold plasma. Food Microbiol. 2014, 38, 128-136. [CrossRef] [PubMed]
49. Lassen, K.S.; Nordby, B.; Grün, R. The dependence of the sporicidal effects on the power and pressure of RF-generated plasma processes. J. Biomed. Mater. Res. Part B Appl. Biomater. 2005, 74, 553-559. [CrossRef] [PubMed]
50. Reineke, K.; Langer, K.; Hertwig, C.; Ehlbeck, J.; Schlüter, O.K. The impact of different process gas compositions on the inactivation effect of an atmospheric pressure plasma jet on Bacillus spores. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2015, 30, 112-118. [CrossRef]
51. Gavahian, M.; Cullen, P. Cold Plasma as an Emerging Technique for Mycotoxin-Free Food: Efficacy, Mechanisms, and Trends. Food Rev. Int. 2019, 36, 193-214. [CrossRef]
52. Dowd, D. Involvement of arthropods in the establishment of mycotoxigenic fungi under field conditions. In Mycotoxins in Agriculture and Food Safety; Sinha, K.K., Bhatnagar, D., Eds.; Marcel Dekker, Inc.: New York, NY, USA, 1998; pp. 307-350.
53. Fallah, A.A. Assessment of aflatoxin M1 contamination in pasteurized and UHT milk marketed in central part of Iran. Food Chem. Toxicol. 2010, 48, 988-991. [CrossRef]
54. Mannon, J.; Johnson, E. Fungi down on the farm. New Sci. 1985, 105, 12-16.
55. Kuiper-Goodman, T. Food safety: Mycotoxins and phycotoxins in perspective. In Mycotoxins and Phycotoxins—Developments in Chemistry, Toxicology and Food Safety; Miraglia, M., van Edmond, H., Brera, C., Gilbert, J., Eds.; Alaken, Inc.: Fort Collins, Colorado, 1998; pp. 25-48.
56. Van Egmond, H. Mycotoxins in dairy products. Food Chem. 1983, 11, 289-307. [CrossRef]
57. Shahbazi, Y. Aflatoxin M 1 Contamination in Milk and Dairy Products. In Nutrients in Dairy and their Implications on Health and Disease; Elsevier: Amsterdam, The Netherlands, 2017; pp. 237-250.

ISSN 3030-3907

58. Ueno, Y. Trichothecene Mycotoxins Mycology, Chemistry, and Toxicology. In Advances in Nutritional Research; Springer Science and Business Media LLC: Larkspur, CA, USA, 1980; pp. 301-353.
59. Rotter, B.A. Invited Review: Toxicology of Deoxynivalenol (Vomitoxin). J. Toxicol. Environ. Heal. Part A 1996, 48, 1-34. [CrossRef]
60. Bosch, L.T.; Pfohl, K.; Avramidis, G.; Wieneke, S.; Viöl, W.; Karlovsky, P. Plasma-Based Degradation of Mycotoxins Produced by Fusarium, Aspergillus and Alternaria Species. Toxins 2017, 9, 97. [CrossRef]
61. A Ouf, S.; Basher, A.H.; Mohamed, A.-A.H. Inhibitory effect of double atmospheric pressure argon cold plasma on spores and mycotoxin production ofAspergillus nigercontaminating date palm fruits. J. Sci. Food Agric. 2015, 95, 3204-3210. [CrossRef] [PubMed]
62. Devi, Y.; Thirumdas, R.; Sarangapani, C.; Deshmukh, R.; Annapure, U. Influence of cold plasma on fungal growth and aflatoxins production on groundnuts. Food Control. 2017, 77, 187-191. [CrossRef]
63. Kriz, P.; Petr, B.; Zbynek, H.; Jaromir, K.; Pavel, O.; Petr, S.; Miroslav, D.; Valaskova, K.; Havelka, Z.; Kadlec, J.; et al. Influence of Plasma Treatment in Open Air on Mycotoxin Content and Grain Nutriments. Plasma Med. 2015, 5, 145-158. [CrossRef]
64. Ren, C.; Huang, G.; Wang, S.; Xiao, J.; Xiong, X.; Liu, Y. Influence of atmospheric pressure argon plasma treatment on the quality of peanut oil. Eur. J. Lipid Sci. Technol. 2017, 119, 1700062. [CrossRef]
65. Shi, H.; Ileleji, K.E.; Stroshine, R.L.; Keener, K.; Jensen, J.L. Reduction of Aflatoxin in Corn by High Voltage Atmospheric Cold Plasma. Food Bioprocess Technol. 2017, 10, 1042-1052. [CrossRef]
66. Siciliano, I.; Spadaro, D.; Prelle, A.; Vallauri, D.; Cavallero, M.C.; Garibaldi, A.; Gullino, M.L. Use of Cold Atmospheric Plasma to Detoxify Hazelnuts from Aflatoxins. Toxins 2016, 8, 125. [CrossRef]
67. Almeida, F.D.L.; Cavalcante, R.S.; Cullen, P.J.; Frias, J.; Bourke, P.; Fernandes, F.A.N.; Rodrigues, S. Effects of atmospheric cold plasma and ozone on prebiotic orange juice. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2015, 32, 127-135. [CrossRef]
68. Food Safety Standards and Guidelines. Canada.ca. Available online: https://www.canada.ca/en/foodinspection (accessed on 21 August 2020).
69. Jermann, C.; Koutchma, T.; Margas, E.; Leadley, C.; Ros-Polski, V. Mapping trends in novel and emerging food processing technologies around the world. Innov. Food Sci. Emerg. Technol. 2015, 31, 14-27. [CrossRef]

ISSN 3030-3907

70. Ishikawa, K. Plasma Diagnostics in Cold Plasma in Food and Agriculture: Fundamentals and Applications; Academic Press: Dublin, Ireland, 2016; pp. 117-141.

ISSN 3030-3907

LE PAIN LEKSEMALI FRANSUZ MAQOLLARIDA KONTRAST

Umirzakov Ulug‘bek Sindarovich
Sh.Rashidov nomidagi Samarqand davlat universiteti Markaziy Osiyo xalqlar tillari va madaniyati instituti xorijiy tillar kafedrasi katta o‘qituvchisi (PhD)
Sindorov Rajapboy Ulug‘bek o‘g‘li
Samarqand davlat tibbiyot universiteti assistenti

Abstract: This article examines the phenomenon of contrast in French proverbs containing the lexeme le pain (“bread”). Bread, as a culturally and symbolically loaded concept, reflects fundamental human values such as labor, livelihood, poverty, wealth, patience, and moral behavior. The study focuses on how contrast is linguistically and semantically constructed in French paremias through oppositions such as abundance versus scarcity, effort versus idleness, and material need versus spiritual value. By applying semantic, stylistic, and linguocultural analysis, the research reveals that le pain functions not only as a lexical unit but also as a key cultural marker shaping evaluative and axiological meanings. The findings contribute to paremiology, cognitive linguistics, and cross-cultural studies by highlighting the role of contrast in proverb semantics.

Keywords: French proverbs, le pain, contrast, paremiology, cultural semantics, lexeme

Annotatsiya: Mazkur maqolada le pain (“non”) leksemasi ishtirok etgan fransuz maqollarida kontrast hodisasi lingvistik va semantik jihatdan tahlil qilinadi. Non fransuz madaniyatida mehnat, tirikchilik, sabr, qashshoqlik va to‘kinlik kabi tushunchalarni ifodalovchi muhim ramziy birlik hisoblanadi. Tadqiqot davomida maqollarda qarama-qarshilikning turli ko‘rinishlari — mehnat va dangasalik, mo‘lchilik va tanqislik, moddiy va ma’naviy qadriyatlar o‘rtasidagi zidliklar aniqlanadi. Semantik, stilistik va lingvomadaniy yondashuvlar asosida le pain leksemasining baholovchi va aksiologik mazmun hosil qilishdagi roli ochib beriladi. Tadqiqot natijalari paremiologiya va lingvomadaniyatshunoslik sohalari uchun nazariy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: fransuz maqollari, le pain, kontrast, paremiologiya, lingvomadaniyat, semantik tahlil

Аннотация: В статье исследуется явление контраста во французских пословицах с лексемой le pain («хлеб»). Хлеб рассматривается как культурно значимый символ, отражающий такие базовые ценности, как труд, средства к существованию, бедность, достаток и нравственные установки. Особое внимание уделяется семантическим и стилистическим способам выражения противопоставления, включая оппозиции изобилия и нехватки, труда и лени, материальных и духовных ценностей. На основе семантического, стилистического и лингвокультурологического анализа показано, что

ISSN 3030-3907

лексема le pain функционирует как важный носитель оценочных и аксиологических значений. Полученные результаты расширяют представления о французской паремиологии и культурной семантике.

Ключевые слова: французские пословицы, le pain, контраст, паремиология, культурная семантика, лексема

Kirish

Fransuz paremiologiyasida pain (non) leksemasi o‘ziga xos semantik, madaniy va ramziy yuklamaga ega bo‘lib, u inson hayotining ajralmas qismi sifatida turli xil maqollarda qo‘llanadi. Non qadimdan nafaqat jismoniy oziq-ovqat, balki hayot, mehnat, muhabbat va baraka timsoli sifatida talqin etiladi. Shu bilan birga, fransuz maqollarida pain atrofida kontrast hodisasi tez-tez uchraydi, ya’ni non boshqa tushunchalar (vin – sharob, amour – sevgi, travail – mehnat, homme – odam) bilan qiyosiy, zid yoki muqobil munosabatda qo‘yiladi. Ushbu maqolada berilgan fransuz maqollarining o‘zbekcha tarjimasi, ularning semantik-pragmatik tahlili va kontrast hodisasining namoyon bo‘lishi yoritiladi.

À bonne faim il n’y a pas de mauvais pain (Kuchli ochlikda yomon non bo‘lmaydi). Yaxshi – yomon kategoriyasida kontrast hodisasi pain orqali ifodalanadi. Ochlik sharoitida sifat kategoriyasi yo‘qoladi. Bu yerda fiziologik ehtiyoj – estetik bahodan ustun turadi.

Maqol mazmunidan ko‘rinadiki, fransuz xalq tafakkurida ochlik – universal tenglashtiruvchi kuch sifatida tasavvur qilinadi. Agar inson kuchli och qolsa, nonning sifati (u oq bo‘ladimi, qora bo‘ladimi, yangi yoki qotgan bo‘ladimi) ahamiyatini yo‘qotadi. Bu jarayonda fiziologik ehtiyoj – estetik mezondan ustun keladi.

Bu maqolda pain leksemasi orqali yaxshi-yomon kontrasti ifodalanadi, ammo “ochlik” konsepti ushbu oppozitsiyani yo‘qotadi. Natijada nonning mavjudligi uning sifatidan ustun qo‘yiladi. Maqol orqali xalq tajribasida hayotiy ehtiyoj – madaniy-estetik qadriyatlardan ustun ekanligi semantik jihatdan asoslab beriladi.

Sans pain ni vin, l’amour n’est rien (Non va sharobsiz sevgi hech narsa emas). Bunda oziq-ovqat va sevgi bir-biriga qarama-qarshi qo‘yiladi. Hayotiy asos (non va sharob) bo‘lmasa, ruhiy-emosional qadriyat (muhabbat) befoydaligi uqtiriladi.

Mazkur maqolda fransuz xalq tafakkurida ikki asosiy qadriyat – moddiy hayot (non va sharob) va ma’naviy hayot (sevgi) qiyoslanadi. Ularning o‘zaro qarama-qarshi qo‘yilishi shuni ko‘rsatadiki, non va sharob bo‘lmasa, insonning jismoniy ehtiyoji qondirilmaydi. Bu sharoitda sevgi kabi yuksak emosional qadriyat o‘z kuchini yo‘qotadi. Ya’ni, fransuz donishmandligi bu maqol orqali

ISSN 3030-3907

sevgi quruq romantik tuyg‘u emas, balki moddiy asosga tayanganida barqaror bo‘ladigan hodisa ekanligini uqtiradi.

Shuningdek, maqolda madaniy xususiyat ham aks etadi. Chunki fransuzlar hayotida “pain” va “vin” shunchaki ovqat emas, balki milliy identitet ramzi hisoblanadi. Shu bois bu maqolda pain (non) – hayotiy zarurat, vin (sharob) – hayot zavqi, amour (sevgi) – ruhiy-emosional boylik, uchlik kontrast asosida ifodalanadi.

Maqolda pain, vin va amour konseptlari o‘zaro zid qo‘yilgan holda hayotiy haqiqat ifodalanadi. Moddiy asos (non va sharob) bo‘lmasa, ma’naviy qadriyat (sevgi)ning qadri qolmasligi fransuz xalq tajribasi asosida bildiriladi. Demak, mazkur maqol semantik jihatdan moddiy hayot va ma’naviy hayot, zarurat va ehtiros, poydevor va ustqurma oppozitsiyalari orqali shakllangan. Bu esa fransuz xalq tafakkurida non va sharobning nafaqat jismoniy, balki sevgi barqarorligining ham sharti sifatida talqin etilishini ko‘rsatadi.

S’il y a pain et vin, le Roi peut venir (Agar non va sharob bo‘lsa, podshoh ham kelishi mumkin). Ushbu maqolda oddiy oziq-ovqat va yuqori ijtimoiy maqom (Roi) bir-biriga zid qo‘yiladi. Oddiy hayotiy ne’matlar shoh qadridan ham muhimroq ko‘riladi.

Fransuz xalq tafakkurida non va sharob shunchaki oziq-ovqat emas, balki milliy identitet va hayot falsafasining markazida turadi. Ushbu maqolda: Agar oddiy xalqda non va sharob bo‘lsa, u o‘zini shohga teng his qiladi. Moddiy ta’minot mavjud bo‘lsa, yuqori ijtimoiy maqomning (Roi) qadri yo‘qoladi. Demak, shohning hokimiyati va obro‘si xalqning hayotiy ehtiyojlari bilan o‘lchanadi.

Bu maqol aslida ijtimoiy-madaniy konnotatsiyaga ham ega, fransuz xalq madaniyatida moddiy ne’matlar (non va sharob) oddiy odamlar uchun podshoh hokimiyatidan ham muhimroq. Bu, bir tomondan, xalqning erkinlikka intilishi va tenglik g‘oyasini ham eslatadi.

Mazkur maqolda pain et vin konsepti Roi konseptiga zid qo‘yilib, fransuz xalq tajribasida quyidagi semantik xulosaga kelinadi: hayotiy ehtiyojlar va siyosiy-hukmiy qadriyatlar; oddiy oziq-ovqatning mavjudligi hatto shohning kelishidan ham muhimroq; maqol orqali xalq donishmandligi moddiy asos – ijtimoiy maqomdan ustun ekanini ta’kidlaydi.

Demak, “S’il y a pain et vin, le Roi peut venir” maqoli semantik jihatdan moddiy poydevor (non va sharob) va ijtimoiy obro‘ (Roi) kontrasti asosida shakllanadi va fransuz xalq tafakkurida moddiy farovonlikning ustuvorligini ifodalaydi.

Où il y a du pain, tout s’oublie (Non bor joyda hamma narsa unutiladi). Oziq-ovqat va muammolar bir-biriga qarama-qarshi qo‘yiladi. Non mavjudligi boshqa tashvishlarni so‘ndiruvchi omil sifatida talqin qilinadi.

ISSN 3030-3907

Bu maqolda pain leksemasi nafaqat jismoniy oziq, balki psixologik xotirjamlik manbayi sifatida talqin qilinadi. Inson och qolsa, dard-u tashvish yanada og‘ir tuyuladi. Lekin to‘qlik – ham moddiy, ham ruhiy yengillikni ta’minlaydi.

Fransuz madaniyatida non qadimdan hayot barqarorligi va totuvlikning kafolati sifatida qaralgan. Shu sababdan maqol orqali xalq donishmandligi moddiy ne’matning mavjudligi – ruhiy iztiroblarni yengib o‘tuvchi kuch ekanini ta’kidlaydi.

Shuningdek, bu maqol o‘zida ekzistensial mazmun ham saqlaydi, inson yashashi uchun eng zarur narsa – non; qolgan barcha tashvishlar uning yonida arzimas bo‘lib qoladi.

Demak, fransuz xalq donishmandligi bu maqol orqali moddiy ne’matlarning ruhiy osoyishtalikni ta’minlashdagi ustuvor o‘rnini ta’kidlaydi. Non mavjudligi – tashvishlarning unutilishiga sabab bo‘luvchi asosiy omildir.

Mieux vaut une miette de pain avec amour que poules grasses avec douleur (Qayg‘u keltiruvchi semiz tovuqlardan sevgi bilan bir burda non yaxshiroq). Bu maqolda kam–ko‘p, qashshoqlik–boylik, sevgi–dard kabi qarama-qarshi fikrlar o‘z ifodasini topgan. Unda pain kamlik (miette) ramzi, ammo ma’naviy qadriyat (amour) bilan yuksaklashtiriladi.

Maqol o‘zida chuqur falsafiy va ijtimoiy mazmunni mujassam etadi. “Bir burda non” – kamchilik, ehtiyoj, oddiy hayot ramzi. Ammo agar sevgi bilan bo‘lsa, bu kamchilik emas, balki baxt manbayi sifatida qabul qilinadi. “Semiz tovuqlar” esa tashqi farovonlik, boylik, mo‘l-ko‘llikni anglatadi. Biroq u “douleur” bilan kelganda, ya’ni ruhiy dard bilan qo‘shilganda, bu boylikning qadri qolmaydi.

Bu yerda fransuz xalq donishmandligi ma’naviy qadriyatlar moddiy ne’matlardan ustunroq ekanini ta’kidlaydi. Shuningdek, maqol xalqona falsafani ochib beradi, insonning baxti ko‘plab ne’matlarda emas, balki muhabbat va osoyishtalikda.

Fransuz madaniyatida non doimiy ravishda hayotiy zarurat sifatida ramzlashadi. Bu maqolda ham pain oz miqdorda (miette) bo‘lsa-da, sevgi bilan birga bo‘lsa, haqiqiy qadrga ega bo‘ladi. Demak, moddiy ta’minotning kamligi sevgi orqali qoplanadi, boylik esa dard bilan yengilib qoladi.

“Mieux vaut une miette de pain avec amour que poules grasses avec douleur” maqolida quyidagi semantik kontrastlar kuzatiladi: kamlik (miette de pain) va ko‘plik (poules grasses) ; sevgi (amour) va dard (douleur) ; qashshoqlikdagi baxt va boylikdagi iztirob.

Semantik jihatdan maqol shuni ko‘rsatadiki, ma’naviy qadriyatlar (sevgi, totuvlik) moddiy farovonlikdan ko‘ra muhimroqdir. Non kam bo‘lsa ham, sevgi

ISSN 3030-3907

bilan u eng katta boylikka aylanadi, aksincha, mo‘l-ko‘l taomlar dard bilan bo‘lsa, inson uchun befoyda va ma’nosizdir.

L’homme ne vit pas seulement de pain (Inson faqat non bilan yashamaydi). Jismoniy oziq va ma’naviy ehtiyoj bir-biriga zid qo‘yiladi. Non hayot uchun zarur, ammo yetarli emasligi ta’kidlanadi.

Maqolda fransuz xalq falsafasi inson mavjudligi ikki asosga – moddiy va ma’naviy ehtiyojlarga tayanishini ko‘rsatadi. Non – hayotiy zarurat, och qolmaslik, yashashning minimal sharti. Lekin insonni faqat non bilan qondirish mumkin emas, chunki u ruhiy dunyoga ega mavjudot.

Bu hikmatda xalq tajribasi va diniy-falsafiy qarashlar mujassam, insonning hayoti faqat tan ehtiyojini qondirishdan iborat emas, balki ruhiy oziqa – sevgi, totuvlik, bilim, e’tiqod bilan ham boyib boradi.

Shunday qilib, maqol oddiygina “non bilan yashab bo‘lmaydi” degan fikrni emas, balki inson hayoti moddiy va ma’naviy uyg‘unlikda to‘liq bo‘lishi kerak degan falsafani ifodalaydi.

Bu maqol fransuz xalq donishmandligining chuqur falsafiy xulosasini beradi, insonning mavjudligi nafaqat tan bilan, balki ruh bilan ham bog‘liqdir. Non hayotning sharti, ammo ma’naviy qadriyatlar hayotning mazmunidir.

Mieux vaut du pain dans la corbeille qu’un bel homme dans la rue (Savatda non bo‘lgani ko‘chadagi chiroyli erkakdan yaxshiroq). Bunda amaliy oziq va estetik joziba bir-biriga zid qo‘yiladi. Ayollar ijtimoiy-madaniy qadriyatida non – erkak go‘zalligidan ustun qo‘yiladi.

Maqolda fransuz xalq donishmandligi qadimiy, ammo kuchli ijtimoiy xulosani ifoda etadi, “Savatdagi non” – bu uyda mavjud oziq-ovqat, ya’ni amaliy ehtiyojlarning qondirilishi. Bu barqarorlik, xotirjamlik va hayotiy asosni bildiradi. “Ko‘chadagi chiroyli erkak” esa tashqi go‘zallik, estetik zavq, lekin u o‘tkinchi va amaliy foydadan yiroq.

Maqolda aslida go‘zallikning o‘tkinchiligi va oziq-ovqatning zarurligi ta’kidlanadi. Fransuz ayollari qadriyatlarida non – ya’ni amaliy hayotiy ta’minot – erkakning tashqi jozibasidan ko‘ra ustunroq hisoblanadi. Bu qarash pragmatik hayot falsafasidan kelib chiqadi, go‘zallik qorinni to‘ydirmaydi, non esa hayotni ta’minlaydi.

Shuningdek, “corbeille” (savat) – uy ichidagi barqarorlik, “rue” (ko‘cha) – tashqaridagi beqarorlik va o‘tkinchilik sifatida ramziy ma’no kasb etadi. Demak, maqolda uydagi barqaror hayot tashqaridagi estetik zavqlardan ustun qo‘yilgan.

“Mieux vaut du pain dans la corbeille qu’un bel homme dans la rue” maqolida quyidagi kontrastlar mavjud: amaliy oziq (pain) va estetik joziba (bel homme); uy ichidagi barqarorlik (corbeille) va tashqi o‘tkinchilik (rue); moddiy ta’minot va ko‘rkam tashqi ko‘rinish.

ISSN 3030-3907

Semantik jihatdan maqol shuni ta’kidlaydiki: inson hayotida barqaror moddiy ta’minot estetik go‘zallikdan ham muhimdir. Non – hayotiy asos, erkakning tashqi chiroyi esa faqat o‘tkinchi zavq. Natijada, bu maqol fransuz xalq donishmandligining hayotiy pragmatizmiga asoslangan.

Qui sème bon grain récolte bon pain (Yaxshi urug‘ sepkan, yaxshi non oladi). Mehnat va undan olinadigan natija bir-biriga kontrast qo‘yiladi. Pain mehnat mahsuli sifatida qaraladi.

Fransuz xalq maqoli oddiy qishloq xo‘jaligi jarayonidan foydalanib, chuqur falsafiy mazmunni ifodalaydi. “Yaxshi urug‘ sepish” – bu nafaqat dehqonchilikdagi amaliy ish, balki hayotda to‘g‘ri yo‘l tutish, ezgu amallar qilish, mehnatsevarlikni anglatadi. “Yaxshi non olish” esa faqat hosil emas, balki bu ezgu amallar va mehnatning barakali samarasini bildiradi.

Shunday qilib, maqolda non mehnatning yakuniy timsoli sifatida talqin etiladi. Urug‘dan non tayyor bo‘lgunga qadar bir necha bosqichlar mavjud: ekish - yetishtirish - yig‘ish - maydalash - yopish. Bu murakkab jarayon xalq nazarida insonning hayoti va mehnati bilan qiyoslanadi, kim to‘g‘ri niyat qiladi, to‘g‘ri harakat qiladi, oxirida barakali natijaga erishadi.

Maqolda axloqiy va ijtimoiy xulosa ham mavjud: yaxshi ish qilsang – yaxshi natijaga erishasan; yomon urug‘ eksang – sifatli hosil kutma.

“Qui sème bon grain récolte bon pain” maqolida kontrast va sabab–oqibat aloqasi birgalikda kuzatiladi: urug‘ (boshlang‘ich mehnat) va non (yakuniy natija); jarayon va samaradorlik; mehnatsevarlik va mehnatsiz natija yo‘qligi.

Semantik jihatdan bu maqol shuni ta’kidlaydiki, pain (non) – insonning mehnati va sa’y-harakatlarining yakuniy barakasi. Ezgu niyat va sifatli mehnat natijasi hamisha barakali bo‘ladi.

Pain coupé n’a point de maître (Kesilgan nonning xo‘jayini yo‘q). Mulk va umumiylik bir-biriga zid fikrni ifodalab kelayapti. Non bo‘lingach, u umumiy mulkka aylanadi (Sindirilgan nonni dasturxon atrofidagi har kim olib yeyishi mumkin).

Maqolda fransuz xalq donishmandligi oziq-ovqat va mulkka bo‘lgan munosabatni ramziy tarzda ifoda etadi. Butun non – bir kishining mulki sifatida qaraladi. Kesilgan (sindirilgan) non esa endi umumiylik belgisi, u o‘z “xo‘jayini”ni yo‘qotadi. Bu orqali xalq fikri shuni ko‘rsatadi, taqsimlangan narsaga endi egalik qilish mumkin emas, u hammaniki bo‘lib qoladi.

Bu hikmat ijtimoiy-axloqiy jihatdan hamjihatlik va tenglik g‘oyasini ilgari suradi. Non – hayotiy zarurat bo‘lgani uchun uni kesish va bo‘lish jarayoni uning individual mulk xususiyatini yo‘qotib, ijtimoiy qadriyatga aylantiradi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, bu maqolda ramziy darajada insoniy qadriyatlarning ustuvorligi ham ko‘rinadi: xalq uchun non – bir kishining mulki emas, balki hayotni ta’minlovchi umumiy ne’mat.

“Pain coupé n’a point de maître” maqolida quyidagi kontrast mavjud, butun non (egalik, maître) – kesilgan non (umumiylik, egasizlik) ; shaxsiy mulk – umumiy mulk.

Semantik jihatdan maqolning asosiy mazmuni shundan iboratki, taqsimlangan oziq-ovqat umumiy bo‘ladi, unga egalik da’vo qilib bo‘lmaydi. Bu donishmandlik fransuz xalq madaniyatida hamjihatlik, tenglik va umumiylik qadriyatlarini ifodalaydi.

Nul pain sans peine (Mehnatsiz non bo‘lmaydi). Mehnat va ozuqa bir-biriga kontrast qo‘yilayapti. Nonning mavjudligi og‘ir mehnat bilan bog‘langan.

Bu maqolda xalq donishmandligi hayotiy ne’mat va unga erishish yo‘li o‘rtasida sabab–natija munosabatini ochib beradi. Non – oddiygina oziq-ovqat emas, balki umumiy hayotiy rizqning timsoli. Ammo bu rizq “peine” – mashaqqatsiz qo‘lga kiritilmaydi.

Fransuz madaniyatida non eng muhim oziq bo‘lgani uchun u orqali umumiy hayot falsafasi ifodalanadi, kim mehnat qilsa, u yashash uchun zarur rizqni topadi; kim mehnatsiz yashashni istasa, u nonni ham, hayotni ham yo‘qotadi.

Maqolda shuningdek, axloqiy va tarbiyaviy qatlam ham mavjud. U odamlarni mehnatga chorlaydi, tasodifiy omadga emas, balki halol mashaqqat evaziga erishilgan rizqqa urg‘u beradi.

“Nul pain sans peine” maqoli quyidagi semantik kontrastga ko‘ra, non (natija, hayotiy oziq) va mehnat (jarayon, mashaqqat); tiriklik va uning narxi (mehnat).

Semantik jihatdan maqolning asosiy mazmuni hayotiy ne’mat mehnatsiz berilmaydi, nonning o‘zi mashaqqat mahsuli.

Bu maqol fransuz xalqining qadriyatlarida mehnat yashashning yagona yo‘li ekanini chuqur ifodalaydi.

Les mains noires font le pain blanc (Qora qo‘llar oq nonni yaratadi). Mehnatning iflosligi va natijaning pokligi bir-biriga zid qo‘yiladi. Jismoniy mehnat og‘ir va iflos bo‘lsa ham, natijada sof va toza oziq yaratiladi.

Maqolning mazmuni shundaki, insonning jismoniy mehnati, qiyinchilik bilan bajarilgan ishlari tashqi tomondan iflos, og‘ir bo‘lsa ham, natijada sof va toza rizqni yuzaga keltiradi. Bu – mehnat va halollikning qadriyat sifatidagi ustunligini ta’kidlaydi.

Shuningdek, bu maqolda mehnatkash insonni ulug‘lash motivi bor. “Qora qo‘l” – bu nafaqat mashaqqat, balki sharafli halol mehnat ramzi. “Oq non” esa

ISSN 3030-3907

mehnatkashning natijasini qadrlashni bildiradi. Demak, oq nonning qadri “qora qo‘l” tufayli yuzaga chiqadi.

“Les mains noires font le pain blanc” maqolida kontrast quyidagicha ifodalanadi: noir (qora, iflos, og‘ir) va blanc (oq, pok, qadrlangan); mehnat jarayoni (qiyin va iflos) va mehnat hosilasi (pok va sharafli).

Semantik jihatdan maqol xalq falsafasining chuqur qatlamini ochib beradi, halol mehnat mashaqqatli va ko‘pincha “qora” bo‘lsa ham, uning mevasi pok, oq va qadrlidir.

Eau de mai, c’est du pain pour toute l’année (May oyidagi yomg‘ir butun yil uchun non bo‘ladi). Tabiat va hosil. Nonning mavjudligi iqlim va tabiatga bog‘langan.

Bu maqolda tabiat hodisasi bilan inson hayoti uchun eng zarur oziq o‘rtasida semantik bog‘lanish o‘rnatiladi. May oyi yomg‘iri – qishloq xo‘jaligi uchun eng muhim davr, chunki bu paytda yog‘adigan yomg‘ir ekinlarning yaxshi unib-o‘sishiga sabab bo‘ladi. Natijada yil davomida non mo‘l-ko‘l bo‘lishi ta’minlanadi.

Kontrast shundaki, kuzatiladigan oddiy tabiiy hodisa (may yomg‘iri) inson hayotida eng muhim iqtisodiy va ijtimoiy barqarorlik manbayi bo‘lib chiqadi. Demak, kichik sabab (bir oylik yomg‘ir) – katta oqibat (bir yillik non)ni keltiradi.

Maqolning semantik qatlamida shuningdek, insonning tabiatga qaramligi va tabiat bilan uyg‘un yashash zarurati ham yotadi. Nonning mavjudligi faqat insonning mehnatiga emas, balki tabiatning marhamatiga ham chambarchas bog‘liq. Bu orqali xalq donishmandligi tabiatga hurmat va tabiatni qadrlash g‘oyasini targ‘ib qiladi.

“Eau de mai, c’est du pain pour toute l’année” maqoli quyidagi semantik kontrastni o‘zida mujassamlashtiradi: may yomg‘iri (tabiiy hodisa) va butun yilgi non (ijtimoiy ne’mat) ; mavsumiy, qisqa vaqtli hodisa va uzoq muddatli farovonlik.

Semantik jihatdan u shuni ko‘rsatadiki, tabiat inson hayoti va farovonligining bevosita manbayi bo‘lib, nonning barakasi iqlim va ob-havoga bog‘liq.

Maqolda nonning qadri uning miqdori yoki sifati bilan emas, balki uni topish yo‘li bilan belgilanadi. Oddiy non – ochlikni qondiradi, lekin “dérobé” – ya’ni yashirincha olingan non – kutilmaganda yanada mazaliroqdek tuyuladi. Bu esa odam tabiatidagi psixologik kontrastni ochadi, taqiqlangan narsaga bo‘lgan qiziqish, halol bo‘lmagan narsaning o‘ziga xos “jilo”si.

Semantik jihatdan bu maqol ikki qatlamni o‘z ichiga oladi, axloqiy qatlam: halol mehnatsiz topilgan oziqning “qadrlanishi” aslida yolg‘ondir, bu odat kamsitiladi; psixologik qatlam, taqiqlangan narsaning o‘ziga xos jozibasi bor, odam tabiati shunga moyil.

ISSN 3030-3907

Shunday qilib, maqol bir vaqtning o‘zida ham ogohlantirish, ham inson psixologiyasini ifodalovchi hikmatdir.

“Pain dérobé réveille l’appétit” maqoli kontrastni quyidagicha quradi, halol non (oddiy, odatiy) va o‘g‘irlangan non (jozibali, “qadri balandroq”); biologik ehtiyoj (ochlik) va psixologik istak (taqiqlanganga qiziqish).

Semantik jihatdan u shuni ko‘rsatadiki, inson tabiati ko‘pincha taqiqlangan narsani qadrlaydi, lekin bu qadriyat aslida yolg‘on va baribir axloqiy nuqtayi nazardan salbiydir.

Fransuz xalq maqollarida “pain” konsepti faqat jismoniy oziq emas, balki turli xil kontrastlarda ishlatiladigan universal ramzdir. U orqali xalq tafakkurida kamlik va ko‘plik (miette de pain vs poules grasses); mehnat va natija (nul pain sans peine); moddiy va ma’naviy qadriyat (l’homme ne vit pas seulement de pain); halollik va haromlik (pain dérobé); oddiy va yuksak qadriyat (pain et vin, Roi) kabi oppozitsiyalar ifodalanadi. Shu bois pain fransuz paremiologiyasida milliy tafakkur, madaniyat va hayotiy tajribaning asosiy konseptual timsoli sifatida shakllanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Снегирев И. М. Русские народные пословицы и притчи. М.: ЭКСМО-Пресс, 1995. – 510 с.
2. Солдаткина Т. А. Структурно-семантическая специфика французских паремиологических единиц // Фундаментальные исследования. 2014. № 6 (часть 4). – С. 862-866.
3. Галеева Г. И., Кононенко М. В. Русские и французские пословицы и поговорки – творения народного ума // Филологические науки. Вопросы теории и практики. 2016. №2-1 (56). – С. 85-87.

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM MUASSASALARIDA AXBOROT-RESURS MARKAZLARINI RAQAMLASHTIRISH JARAYONIDA SUN’IY INTELLEKTNING ROLI VA ISTIQBOLLARI

Abdullayeva Zamira Shamshaddinovna
TATU Dasturlash Texnologiyalari kafedrasi dotsenti
Turg‘unov Sharifjon Shavkatjon o‘g‘li
Farg‘ona davlat universiteti Raqamli ta’lim texnologiyalarini joriy etish bo‘limi boshlig‘i
Babajanov Mumin Rajabovich
Alfraganus university Raqamli Texnologiyalar kafedrasi dotsenti

Anotatsiya: Ushbu maqola oliy ta’lim muassasalarida axborot-resurs markazlarini (ARM) raqamlash jarayonida sun’iy intellekt (SI)ning rolini va istiqbollarini o‘rganishga bag‘ishlangan. Hozirgi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi kutubxona va ma’lumot markazlarining an’anaviy faoliyatini tubdan o‘zgartirmoqda. Sun’iy intellekt yordamida axborotlarni tezkor qidirish, tasniflash, tahlil qilish va foydalanuvchi ehtiyojlariga moslashtirish imkoniyati mavjud. Shu bilan birga, SI integratsiyasi ARM faoliyatini samarali, avtomatlashtirilgan va foydalanuvchi uchun qulay qilishda muhim ahamiyatga ega. Maqolada shuningdek, SI texnologiyalarini joriy etishdagi asosiy qiyinchiliklar va kelajak istiqbollari ham ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Axborot-resurs markazi (ARM), Raqamlash, Sun’iy intellekt (SI), Ma’lumotlarni boshqarish, Kutubxona tizimlari, Avtomatlashtirish, Raqamli transformatsiya.

Аннотация: Эта статья посвящена изучению роли и перспектив искусственного интеллекта (СИ) в процессе цифровизации информационно-ресурсных центров (IRC) в высших учебных заведениях. Сегодня стремительное развитие цифровых технологий революционизирует традиционную работу библиотек и дата-центров. С помощью искусственного интеллекта можно быстро искать, классифицировать, анализировать и адаптировать информацию в соответствии с потребностями пользователя. В то же время интеграция SI критически важна для повышения эффективности IRC-операций, автоматизации и удобства использования. В статье также рассматриваются основные вызовы внедрения технологий СИ и их перспективы.

Ключевые слова: Центр информационных ресурсов (IRC), цифровизация, искусственный интеллект (SI), управление данными, библиотечные системы, автоматизация, цифровая трансформация.

Abstract: This article is devoted to the study of the role and prospects of artificial intelligence (AI) in the process of digitalization of information resource centers

ISSN 3030-3907

(IRC) in higher education institutions. Today, the rapid development of digital technologies is revolutionizing the traditional work of libraries and data centers. With the help of artificial intelligence, information can be quickly searched, classified, analyzed, and adapted according to the user's needs. At the same time, SI integration is critical for improving the efficiency of IRC operations, automation, and usability. The article also discusses the main challenges of the introduction of SI technologies and their prospects.

Keywords: Information Resource Center (IRC), digitalization, artificial intelligence (SI), data management, library systems, automation, digital transformation

Kirish.

Zamonaviy oliy ta’lim muassasalari faoliyati global raqamli transformatsiya jarayonidan o‘tmoqda. Bu jarayon ilmiy-tadqiqot va ta’lim sifatini oshirish, axborot oqimini tezkor va samarali boshqarish imkoniyatini yaratadi[1]. Axborot-resurs markazlari (ARM) esa oliy ta’lim muassasalarida ilmiy va pedagogik faoliyatning markaziy elementi sifatida xizmat qiladi. An’anaviy kutubxona tizimlarida axborotlarni qidirish, tasniflash va saqlash jarayoni ko‘p hollarda vaqt va resurs talab qiladi, shuningdek, inson xatoligi xavfi yuqori bo‘ladi[2]. Shu sababli, ARMni raqamlash va avtomatlashtirish oliy ta’lim sifatini oshirish uchun muhim strategik chora hisoblanadi [3].

Sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari ARM faoliyatini sezilarli darajada optimallashtirish imkonini beradi. Masalan, SI yordamida elektron kataloglar va ma’lumot bazalarida qidiruv natijalari aniqroq va tezroq olinadi[8], foydalanuvchilarning individual ehtiyojlariga moslashtirilgan xizmatlar tashkil etiladi[6] va statistik tahlil ishlari avtomatlashtiriladi[7]. Shu bilan birga, SI integratsiyasi orqali kutubxona xodimlarining mehnat yukini kamaytirish va ularni yuqori qo‘shimcha qiymatli vazifalarga yo‘naltirish mumkin.

Biroq, ARMni raqamlashtirish va SI texnologiyalarini joriy etish jarayonida bir qator qiyinchiliklar mavjud. Ularga ma’lumotlar xavfsizligini ta’minlash, texnik infratuzilmani modernizatsiya qilish[5], kadrlarning malakasini oshirish va zamonaviy dasturiy ta’minotga moslashish kiradi. Shu sababli, SIni joriy etishda strategik yondashuv va ilg‘or metodologiyalarni qo‘llash zarur[9].

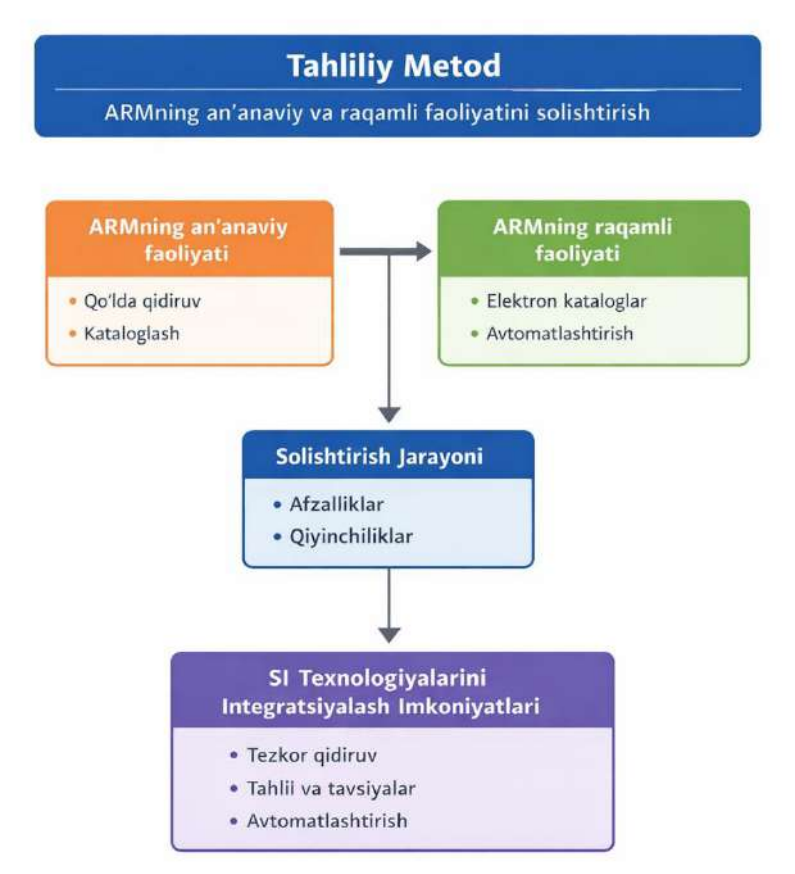
Ushbu maqola oliy ta’lim muassasalarida ARMni raqamlashtirish jarayonida SIning rolini chuqur tahlil qiladi, mavjud qiyinchiliklarni ko‘rib chiqadi va kelajak istiqbollarini aniqlashga qaratilgan. Shu bilan birga, maqola amaliy tavsiyalarni ishlab chiqish va ARM faoliyatini samarali va foydalanuvchi uchun qulay qilishga xizmat qiladigan strategik yondashuvlarni taqdim etadi.

Materiallar va usullar Tadqiqot materiali sifatida O‘zbekiston oliy ta’lim muassasalaridagi ARMlar faoliyati, elektron kataloglar, ma’lumotlar bazalari va

ISSN 3030-3907

avtomatlashtirilgan kutubxona tizimlari tanlandi [1][2][3]. Shu bilan birga, sun’iy intellekt texnologiyalarini integratsiyalash bo‘yicha milliy va xalqaro tajribalar tahlil qilindi [5][6]. Tadqiqot metodikasi quyidagi yondashuvlarga asoslandi:

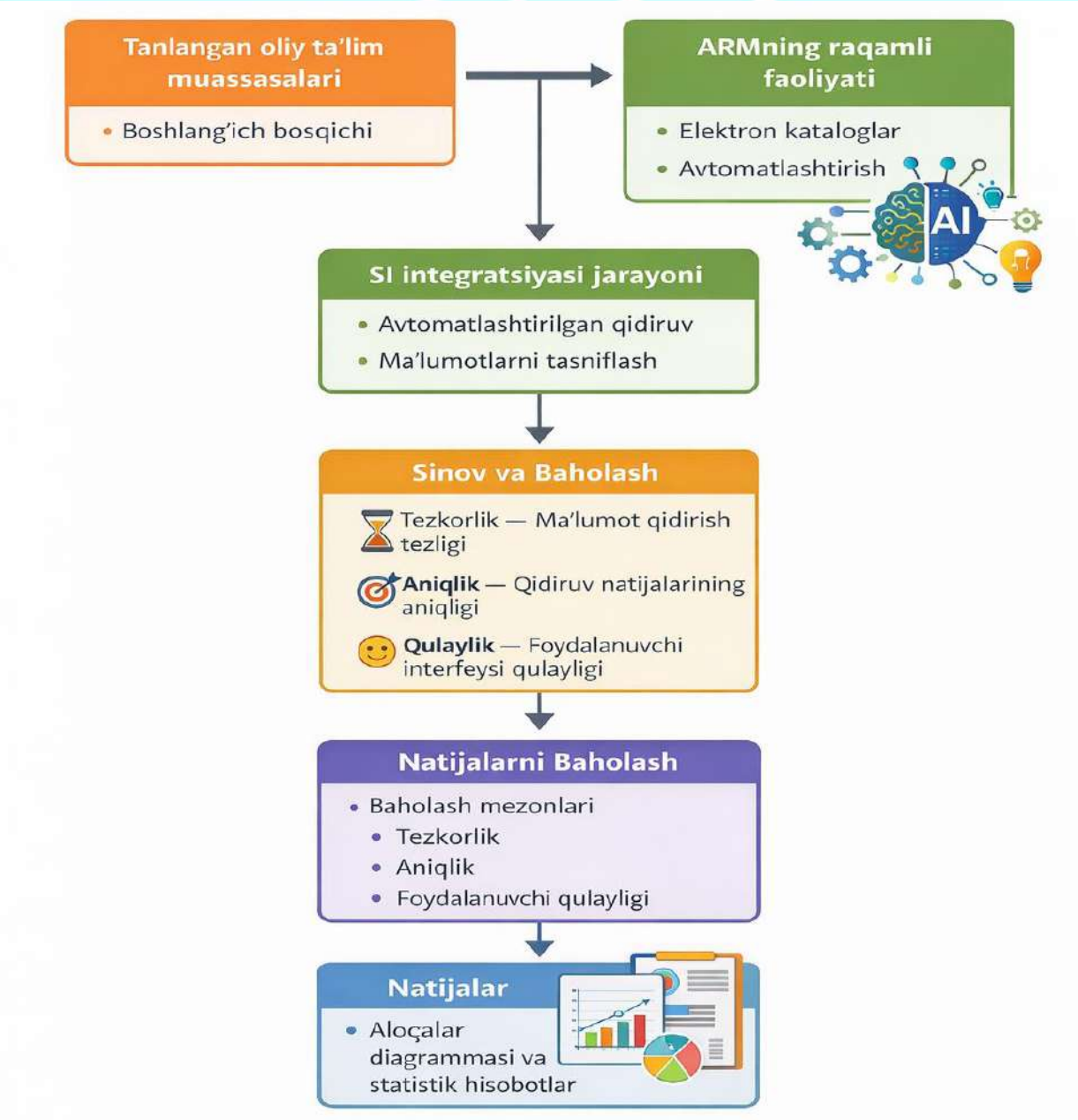
1. **Tahliliy metod:** ARMning an’anaviy va raqamli faoliyati solishtirildi, SI texnologiyalarining afzalliklari va qiyinchiliklari aniqlab olindi. Bu jarayon 1 -rasmda ko‘rsatilgan.



1-rasm. Tahliliy metod bo‘yicha infografika

2. **Eksperimental metod:** Tanlangan muassasalarda SI integratsiyasi orqali avtomatlashtirilgan qidiruv va ma’lumotlarni tasniflash jarayoni sinovdan o‘tkazildi. Natijalar tezlik, aniqlik va foydalanuvchi qulayligi mezonlari bo‘yicha baholandi. Bu jarayon esa 2 -rasmda ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Eksperimental metod uchun oqim diagrammasi.

3. **Statistik tahlil:** Qo‘lda va avtomatlashtirilgan jarayonlarda xatolik darajasi, jarayon davomiyligi va foydalanuvchi mamnunligi tahlil qilindi. Olingan natijalar diagramma va grafiklar orqali vizual tarzda taqdim etildi.

4. **Literatura tahlili:** Oliy ta’lim kutubxonalari va ARMlarda SI texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha milliy va xalqaro tajribalar solishtirildi, ilg‘or usullar va strategiyalar aniqlab olindi.

Natijalar. Keltirilgan ko‘rsatkichlar asosida o‘tkazilgan taqqoslama tahlil shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellekt (SI) asosidagi tizim an’anaviy axborot-qidiruv tizimiga nisbatan barcha asosiy parametrlar bo‘yicha sezilarli ustunlikka ega. Xususan, ma’lumotlarni qidirish vaqti ko‘rsatkichi an’anaviy tizimda o‘rtacha 18 daqiqani tashkil etgan bo‘lsa, SI asosidagi tizimda ushbu ko‘rsatkich 5 daqiqagacha qisqargan. Bu esa qidiruv jarayonining taxminan uch baravardan ortiq

ISSN 3030-3907

tezlashganini ko‘rsatib, tizim samaradorligining sezilarli darajada oshganidan dalolat beradi.

Shu bilan birga, qidiruv jarayonida yuzaga keladigan xatoliklar darajasi ham muhim ahamiyatga ega bo‘lib, an’anaviy tizimda ushbu ko‘rsatkich o‘rtacha 4 % ni tashkil etgan. SI texnologiyalarini qo‘llash natijasida esa xatolik darajasi 0,5 % gacha kamaygani kuzatildi. Mazkur holat sun’iy intellekt asosidagi algoritmlarning ma’lumotlarni aniqlik bilan qayta ishlash va mos natijalarni tanlash imkoniyatlari yuqori ekanligini tasdiqlaydi.

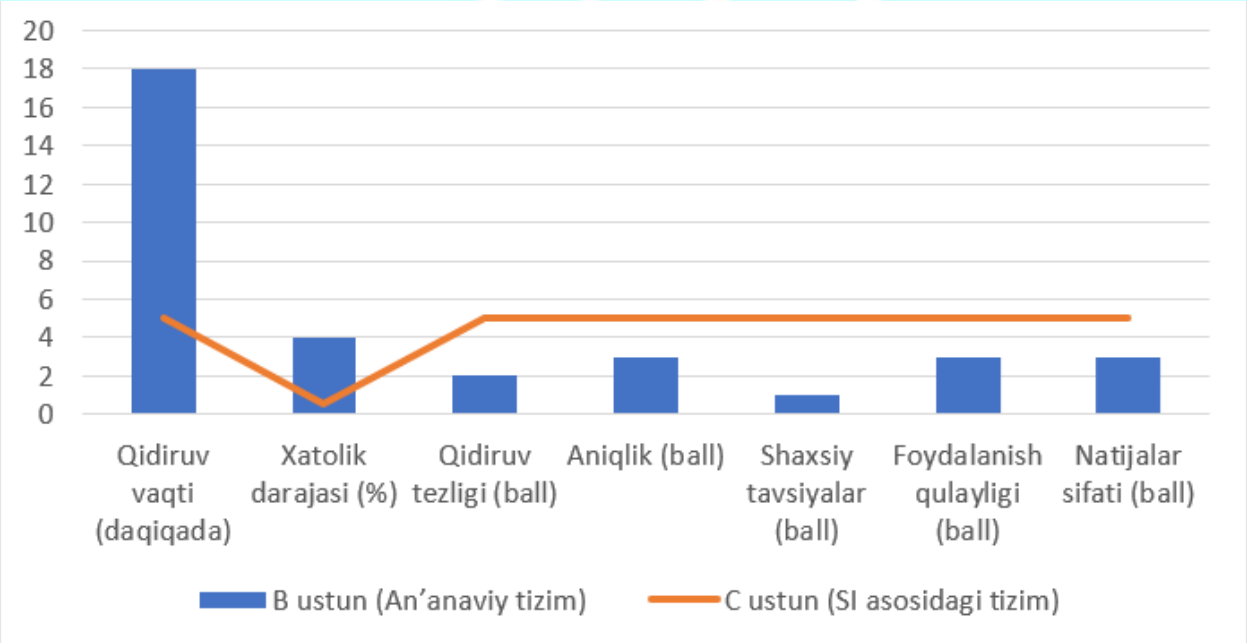
Foydalanuvchi tajribasini baholashga qaratilgan subyektiv ko‘rsatkichlar tahlili ham ijobiy natijalarni ko‘rsatdi. Qidiruv tezligi an’anaviy tizimda 2 ball bilan baholangan bo‘lsa, SI asosidagi tizimda bu ko‘rsatkich maksimal 5 ballga yetdi. Bu foydalanuvchilarning ma’lumotga tezkor va qulay tarzda ega bo‘lish imkoniyatlari sezilarli darajada kengayganini anglatadi. Aniqlik ko‘rsatkichi ham mos ravishda 3 balldan 5 ballgacha oshib, qidiruv natijalarining sifat jihatidan yaxshilanganini ko‘rsatadi.

Ayniqsa, shaxsiy tavsiyalar ko‘rsatkichi bo‘yicha farq keskin namoyon bo‘ladi. An’anaviy tizimda ushbu imkoniyat deyarli mavjud bo‘lmay, 1 ball bilan baholangan bo‘lsa, SI asosidagi tizimda foydalanuvchining qiziqishlari va avvalgi faoliyatiga asoslangan holda avtomatik tavsiyalar shakllantirilishi natijasida ushbu ko‘rsatkich 5 ballga yetdi. Bu esa tizimning intellektual darajasi va foydalanuvchiga moslashuvchanlik xususiyatlari yuqori ekanligini ko‘rsatadi.

Bundan tashqari, foydalanish qulayligi va natijalar sifati ko‘rsatkichlari ham sezilarli darajada yaxshilangan. An’anaviy tizimda ushbu ko‘rsatkichlar mos ravishda 3 ballni tashkil etgan bo‘lsa, SI asosidagi tizimda ular 5 ball bilan baholandi. Bu foydalanuvchi interfeysi soddaligi, qidiruv natijalarining tizimli va mantiqiy tarzda taqdim etilishi hamda umumiy foydalanish tajribasining yaxshilanganini anglatadi.

Umuman olganda, o‘tkazilgan tahlil natijalari sun’iy intellekt texnologiyalarini axborot-resurs markazlari faoliyatiga joriy etish qidiruv jarayonining tezligi va aniqligini oshirish, xatoliklar darajasini kamaytirish hamda foydalanuvchi ehtiyojlariga mos, samarali axborot muhitini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu natijalar SI asosidagi tizimlarni joriy etish axborot xizmatlari sifatini oshirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri ekanligini ilmiy jihatdan asoslab beradi. Bu jarayonlarni barchasi 3-rasmda aks etgan

ISSN 3030-3907



3-rasm. Foydalanuvchi tajribasining taqqoslama tahlili

Muhokama. O‘tkazilgan taqqoslama tahlil natijalari sun’iy intellekt (SI) asosidagi axborot-qidiruv tizimlarining an’anaviy tizimlarga nisbatan ustun jihatlarini yaqqol namoyon etdi. Avvalo, qidiruv jarayonining vaqt ko‘rsatkichi keskin qisqargani tizim samaradorligining asosiy omillaridan biri sifatida baholanishi mumkin. An’anaviy tizimlarda ma’lumotlarni izlash jarayoni foydalanuvchidan ko‘proq vaqt va qo‘shimcha amaliy harakatlarni talab etgan bo‘lsa, SI asosidagi tizimlarda algoritmlarning avtomatlashtirilgan tahlil va optimallashtirish imkoniyatlari natijasida ushbu jarayon bir necha baravar tezlashgan. Bu holat, ayniqsa, katta hajmdagi axborot resurslari bilan ishlovchi muassasalar uchun muhim ahamiyat kasb etadi.

Xatoliklar darajasining sezilarli darajada kamayishi SI texnologiyalarining yana bir muhim ustunligini ko‘rsatadi. An’anaviy axborot-qidiruv tizimlarida kalit so‘zlarga asoslangan qidiruv mexanizmlari ko‘pincha mavzuga to‘liq mos kelmaydigan natijalarni ham taqdim etishi mumkin. SI asosidagi tizimlarda esa semantik tahlil, mashinaviy o‘rganish va foydalanuvchi xatti-harakatlarini tahlil qilish mexanizmlaridan foydalanilishi natijasida qidiruv natijalarining aniqligi sezilarli darajada oshgan. Bu esa axborot resurslaridan foydalanish samaradorligini kuchaytiradi hamda foydalanuvchining ishonchini oshiradi.

Foydalanuvchi tajribasiga oid subyektiv ko‘rsatkichlar tahlili ham muhim ilmiy ahamiyatga ega. Qidiruv tezligi, aniqlik, foydalanish qulayligi va natijalar sifati bo‘yicha baholarning maksimal darajaga yaqinlashgani SI asosidagi tizimlar foydalanuvchi ehtiyojlariga yo‘naltirilgan holda ishlab chiqilganini ko‘rsatadi. Ayniqsa, shaxsiy tavsiyalar mexanizmining joriy etilishi axborot-qidiruv tizimlarining rivojlanishida sifat jihatidan yangi bosqichni anglatadi.

ISSN 3030-3907

Foydalanuvchining avvalgi qidiruvlari, qiziqishlari va faoliyatiga asoslangan tavsiyalar axborot muhitining individuallashtirilishiga xizmat qiladi.

Shuningdek, foydalanish qulayligi va interfeys soddaligining oshishi ham SI texnologiyalarining amaliy samaradorligini belgilovchi muhim omil hisoblanadi. Qidiruv natijalarining mantiqiy, tizimli va vizual jihatdan qulay taqdim etilishi foydalanuvchining ortiqcha harakatlarsiz kerakli ma’lumotni tezda topishiga imkon yaratadi. Bu esa axborot-resurs markazlari xizmatlarining umumiy sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Xulosa O‘tkazilgan ilmiy-tadqiqot natijalari sun’iy intellekt asosidagi axborot-qidiruv tizimlarini joriy etish an’anaviy tizimlarga nisbatan sezilarli darajada yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqladi. Tadqiqot davomida qidiruv tezligining bir necha baravar oshgani, xatoliklar darajasining minimal ko‘rsatkichlargacha kamaygani hamda foydalanuvchi tajribasining sifat jihatidan yaxshilangani aniqlandi.

Bundan tashqari, shaxsiylashtirilgan tavsiyalar mexanizmi orqali foydalanuvchining individual ehtiyojlari va qiziqishlarini inobatga olgan holda axborot taqdim etilishi axborot xizmatlarining yangi, intellektual modelini shakllantiradi. Bu esa axborot-resurs markazlari faoliyatida innovatsion yondashuvlarni keng joriy etish zaruratini ilmiy jihatdan asoslaydi.

Umuman olganda, sun’iy intellekt texnologiyalarini axborot-qidiruv tizimlariga integratsiya qilish qidiruv jarayonining tezligi va aniqligini oshirish, foydalanuvchi ehtiyojlariga moslashuvchan axborot muhitini yaratish hamda axborot xizmatlari sifatini yangi bosqichga olib chiqishda istiqbolli va samarali yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Olingan natijalar kelgusida SI asosidagi axborot tizimlarini yanada takomillashtirish va ularni turli sohalarda keng qo‘llash uchun mustahkam ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Jumaniyozov, S., & Rahmonov, A. (2021). *Global raqamli transformatsiya va oliy ta'lim tizimi*. //*Journal of Higher Education Technologies*, 12(3), 101-115.
2. Abdullayeva Z., Turg‘unov Sh. (2025). *1C:arm platformasidan foydalangan holda axborot-resurs markazi. //Ilm-fan xabarnomasi*, 11(1), 2238-2241.
3. Abdullayeva Z., Turg‘unov Sh. (2025). *Axborot-resurs markazlari faoliyatini raqamlashtirishda 1c:arm dasturida sun’iy intellekt texnologiyalarining qo‘llanishi. // International Journal Of Scientific Researchers* 15(1), 704-709.
4. Berman, P., & Wu, S. (2020). *Artificial Intelligence in Libraries and Archives: Applications and Future Directions.* Journal of Library Innovation, 12(3), 45-58.
5. Cheng, S., & Wang, X. (2021). *Data Security and Privacy in AI Systems.* Cybersecurity in Libraries, 5(1), 22-35.

ISSN 3030-3907

6. Johnson, L. (2018). Artificial intelligence in library services: The future is now. *Journal of Library Technology*, 23(2), 45-60.
7. Miller, R. (2019). How AI is transforming libraries. *Tech in Libraries*. https://www.techinlibraries.com/ai-transforming-libraries
8. Smith, J. (2020). *Artificial Intelligence in Library Systems*. TechPress.
9. Tammaro, A. M. (2014). Libraries, digital technologies, and the role of information resources. *Library & Information Science Research*, 26(4), 233-249.

ISSN 3030-3907

YARIMO‘KAZGICH MATERIALLARNING KRISTALL PANJARA TUZILISHI VA XOSSALARI

Soxibova Zarnigorxon Mutalibjon qizi
Andijon davlat texnika instituti, fizika-matematika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
ORCID: 0009-0007-2581-0906
Tel.: +998-91-612-27-00

Annotatsiya: Ushbu maqolada yarimo‘tkazgichlarning noyob xossalari, yarimo‘kazgich materiallarda kimyoviy bog‘lanish, yarimo‘tkazgich materiallarda kristall panjara tuzilishi, yarimo‘tkazgichlar elektronikasi, ularning xususiyatlari harorat, kirishmalar konsentratsiyasi va boshqa omillarga bog‘liqligi o‘rganildi. Yarimo‘tkazgich materiallar o‘zining noyob xossalari bilan hozirgi zamon elektronikasi, mikroelektronikasi va nanoelektronikasining asosi hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: elektronika qurilmalari, kristall panjara, solishtirma qarshiligi, tok tashuvchilar, dielektrik, zona nazariyasi, zona kengligi, taqiqlangan zona, qattiq jism, to‘lmagan sath, kiritmali yarimo‘tkazgich, kimyoviy bog‘lanish, kovalent bog‘lanish.

Аннотация: В данной статье изучаются уникальные свойства полупроводников, химическая связь в полупроводниковых материалах, структура кристаллической решетки в полупроводниковых материалах, полупроводниковая электроника, а также зависимость их свойств от температуры, концентрации примесей и других факторов. Полупроводниковые материалы, благодаря своим уникальным свойствам, лежат в основе современной электроники, микроэлектроники и наноэлектроники.

Ключевые слова: электронные устройства, кристаллическая решетка, удельное сопротивление, носители тока, диэлектрик, теория зон, ширина запрещенной зоны, твердый организм, неполный уровень, полупроводник с внедрением, химическая связь, ковалентная связь.

Annotation: This article examines the unique properties of semiconductors, chemical bonding in semiconductor materials, the crystal lattice structure of semiconductor materials, semiconductor electronics, and the dependence of their properties on temperature, impurity concentration, and other factors. Due to their unique properties, semiconductor materials form the basis of modern electronics, microelectronics, and nanoelectronics.

Keywords: electronic devices, crystal lattice, resistivity, current carriers, dielectric, band theory, band gap, band gap, solid, incomplete level, insertion semiconductor, chemical bond, covalent bond.

I.Kirish.

ISSN 3030-3907

Yarimo‘tkazgichlar kristall, amorf va suyuq bo‘ladi. Odatda yarimo‘tkazgichlarga solishtirma elektr o‘tkazuvchanligi σ metallar va dielektriklar oralig‘ida bo‘lgan yarimo‘tkazgichlar kiradi (ularning nomi ham shundan kelib chiqqan). Yarim o‘tkazgichlarning elektr o‘tkazuvchanligi yorug‘lik bilan nurlantirish va hatto juda kichik kiritma miqdoriga bog‘liq. Yarimo‘tkazgichlarning xossalari qattiq jism zona nazariyasi bilan tushuntiriladi. Yarimo‘tkazgichlar - bu tashqi energetik ta‘sirlar natijasida taqiqlangan zona kengligini engib o‘tish xususiyatiga ega bo‘lgan, nisbatan tor ta‘qiqlangan zona kengligiga ega bo‘lgan moddalar.

Kremniy atomiga D.I. Mendeleev davriy elementlar tizimidagi V guruh elementlari (masalan, margumush As) kiritilsa uning 5ta valent elektronidan to‘rttasi qo‘shni kremniy atomining to‘rtta valent elektronlari bilan bog‘lanib-sakkiz elektrondan tashkil topgan mustahkam qobiq hosil qiladilar. Beshinchi elektron ortiqcha bo‘lib, o‘zining atomi bilan kuchsiz bog‘langan bo‘ladi. Shuning uchun kichik issiqlik energiyasi ta‘sirida u uziladi va erkin elektronga aylanadi, bu vaqtda kovak hosil bo‘lmaydi. Energetik diagrammada bu jarayon elektronning donor sathi Wd dan o‘tkazuvchanlik zonasiga o‘tishiga mos keladi. Kiritmali atom musbat zaryadlangan qo‘zg‘almas ionga aylanadi. Bunday kiritma donor deb ataladi.

II. Metod. Yarimo‘tkazgich materiallar o‘zining quyidagi o‘ta noyob xossalari bilan hozirgi zamon elektronikasi, mikroelektronikasi va nanoelektronikasining asosi hisoblanadi:

1.Yarimo‘tkazgich materialining solishtirma qarshiligi harorat oshishi bilan (0Kdan) eksponensial qonun bilan kamayadi. Masalan, kremniyning harorati T=100° K dan 300°K ga oshganda, uning solishtirma qarshiligi qiymati 10^{24} Om ×sm dan 2×10^{5} Om×sm gacha, ya`ni 10^{18} karra kamayadi. Shu oraliqda eng yaxshi metall oltinni solishtirma qarshiligi bor yo‘g‘i 17% ortadi. Demak, yarimo‘tkazgichlarning elektr xossalarini harorat yordamida juda katta oraliqda boshqarish mumkin ekan. Bu yarimo‘tkazgichlarga xos juda noyob xossadir

2. Yarimo‘tkazgich materiallarining solishtirma qarshiligi kirishma atomlariga o‘ta sezgir bo‘ladi: misol uchun oltinga 30% mis yoki InGa moddasi qo‘shilsa, uning solishtirma qarshiligi boryo‘g‘i 3% o‘zgaradi. Shu holda xususiy 1 kg Si ga 0,001 mg ya’ni Si dagi atomlar sonidan 10^{9} karra kam bo‘lgan B, P yoki Sb ni qo‘shadigan bo‘lsak, uning solishtirma qarshiligi 10^{3} karra oshadi. Demak, xona haroratida Si ning solishtirma qarshiligini faqat kirishma atomlar konsentratsiyasi $10^{11}\div10^{19}$ ga oshirish hisobiga uning solishtirma qarshiligi $\rho\sim10^{5}$ Om ×sm dan $\rho\sim10^{-3}$Om×sm ga o‘zgartirish mumkin. Demak, yarimo‘tkazgichlarga kirishma elementlari kiritilganda ularning xususiyatlarini keskin o‘zgarishi ham ularning noyob xossaga ega ekanligidan darak beradi.

ISSN 3030-3907

3. Yarimo‘tkazgich materiallarida metallardan farqli holda 2 xil tok tashuvchilar ya’ni elektron va kovaklar mavjud. Bu degan so‘z bitta yarimo‘tkazgich materiali asosida elektron o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan n-tur yoki kovak o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan p - tur material olishimiz mumkin. Mana bu xususiyat “Qattiq jismlar elektronikasi”ga asos bo‘lishiga diod (p—n) va tranzistorlarning kashf etilishiga va hozirgi zamon mikro hamda nanoelektronika paydo bo‘lishiga va rivojlanishiga asos bo‘ldi. Yarimo‘tkazgich materiallarining mana bu o‘ta noyob xossasi insoniyat hayotida texnika sohasi texnik revolyutsiya davrini boshlab berdi.

4. Metallarda umuman mavjud bo‘lmagan holt ya’ni, tok tashuvchilarning (elektron va kovaklar) yashash vaqtini boshqarish usuli bilan yarimo‘tkazgichlar asosida umuman yangi turdagi elektron asboblar yaratish imkonini berdi. Bularga - lazerlar, fotoelementlar va boshqalarni kiritish mumkin. Yarimo‘tkazgichlarda tok tashuvchilarining yashash vaqtini qiymatini juda katta oraliqda o‘zgarishi ($10^{3}\div10^{-11}$ sek) o‘ta tez ishlaydigan hozirgi zamon hisoblash mashinalari yaratishga sabab bo‘ldi.

5. Metallarga qaraganda yarimo‘tkazgich materiallarini elektrik, optik, magnit xossalari tashqi ta’sirlarga (magnit maydon, radiatsiya, bosim, yorug‘lik va h.k) o‘ta sezgirdir. Mana bu noyob xossa - texnikada tubdan yangi bo‘lgan asbob va qurilmalarini yaratilishiga sabab bo‘ldi. Bu hozirgi zamon hisoblash texnikasi, robototexnika va diagnostika sohalarini o‘ta yuqori darajada rivojlanishiga asos bo‘ldi

6. Yarimo‘tkazgich materiallari metallardan yana bir farqli xususiyati bu tok tashuvchilar harakatchanligi nafaqat o‘ta yuqori qiymatlarga erishishi balki, harorat hamda nuqsonlarga o‘ta bog‘liqdir.

Yarimo‘tkazgichlar va dielektriklar fizikasi hozirgi zamon fizikasining eng asosiy qismi bo‘lib, uning yutuqlari asosida asbobsozlik, radiotexnika va mikroelektronika sohalari rivojlanadi. Yarimo‘tkazgichlar elektr o‘tkazuvchanligi bo‘yicha metallar bilan dielektriklar oralig‘idagi moddalar guruhiga kiradi va T=0 da ularning valent zonasi elektronlar bilan band bo‘lib taqiqlangan zonasining kengligi katta emas (~1eV). Atom elektron buluti bilan o‘ralgan yadrodan tashkil topgan.

Yarimo‘tkazgich materiallarining elektrofizik xususiyatlarini o‘rganish asosida yangi fizik asboblar yaratish imkoniyati tug‘iladi. Ayniqsa, qattiq jismlar fizikasining yarimo‘tkazgichlar fizikasi qismini o‘rganadigan materiallar asosida hozirgi zamon talablariga javob beradigan fizik asboblar va qurilmalar yaratiladi.

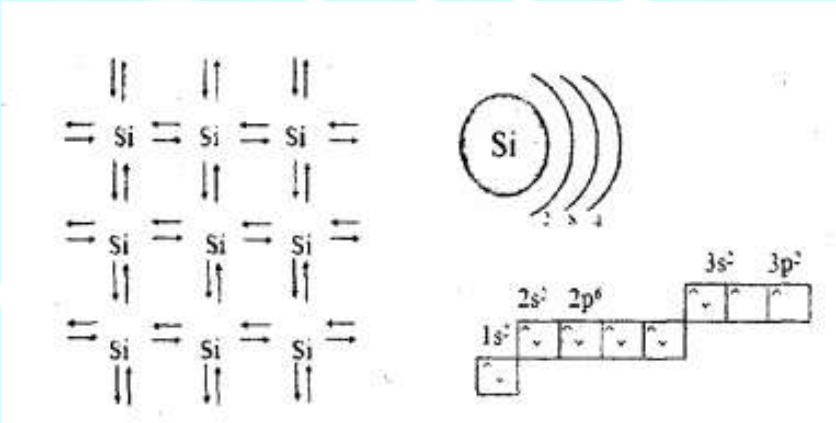
Elementar yarimo‘tkazgich bo‘lgan kremniy va germaniy elementlaridan, shuningdek murakkab strukturali yarimo‘tkazgichlar xususiyatlarini o‘rganish,

ISSN 3030-3907

ularning tashqi ta’sir ostida xususiyatlari o‘zgarishini kuzatish orqali ham kerakli xossalarga ega bo‘lgan asboblar yaratish imkoniyati tug‘iladi.

Ayniqsa, kremniy elementi kristallidan asbobsozlik va mikroelektronikada juda ko‘p qo‘llaniladi. Shuning uchun ham bu elementning elektrofizik, mexanik, optik va boshqa xususiyatlarini o‘rganish katta ahamiyatga egadir. Tashqi ta’sir: nurlanish, bosim, deformatsiya va boshqa ta’sirlarda kremniyning xususiyatlari o‘zgarishini o‘rganish dolzarb muammodir.

III. Muhokamalar. *Yarimo‘tkazgich materiallaridagi asosiy kimyoviy bog‘lanish bu kovalent bog‘lanishdir.* Yarimo‘tkazgich materiallarini tashkil etadigan atomlarining asosiy qismi *s va p* elektron qobiqlari to‘lmagan bo‘lgan, kristall hosil bo‘lganidan, ulardagi hamma atomlarning tashqi elektron qobiqlari to‘lishi shart. Natijada kristalldagi har bitta atomni tashqi qobig‘da elektronlar soni 8 taga yetib s^2p^6 holatiga o‘tadi. Bunday bog‘lanishda spinlari bir-biriga qarama-qarshi bo‘lgan 2 ta elektron, ikki atom o‘rtasida umumiy bo‘lgan holda, ikki atomga tegishli. Misol uchun. Si kristallini ko‘radigan bo‘lsak, undagi atomlarining valent elektronlari holati s^1p^3 holatda bo‘lib, bunday atom to‘rt tomondagi qo‘shnilaridan bittadan, qarama-qarshi spinli elektronlami qabul qilishi bilan, s^2p^6 holatiga o‘tadi.



1.2.1 - rasm. Si da elektron qobiqlarning to‘lishi va Si kristalining kovalent bog‘lanishi

Bunday bog‘lanish s^1p^3 gibrid bog`lanishlar deb atash qabul qilingan. Yarim o‘tkazgich materiallarida kovalent $s^1p^3$ bog‘lanish mavjud bo‘lishi uchun kristall shunday atomlaridan tashkil topgan bo‘lishi kerakki, unda kristallni tashkil etgan 2 ta qo‘shni atom valent elektronlani yig`indisi 8ga teng bo‘lishi kerak. Bunday kristallar Si(s^2p^2), Ge(s^2p^2), Sn(s^2p^2), C(s^2p^2), yoki III-guruh elementlari Ga, In(s^2p^1), va V-guruh elementlari o‘tadi As, Sb, P(s^2p^3), bunda bitta elektron V-guruh to‘la atomlaridan III-guruh atomlariga o‘tadi va natijada III va V-guruh atom elektronlar soni 4 tadan ya’ni s^1p^3 bo‘ladi yoki II-guruh elementlari Gd, Zn(s^2p^2) va VI-guruh elementlari S, Se, Te(s^2p^4), bu holatda VI-guruh elementlari (s^2p^4) dan

ISSN 3030-3907

2 ta elektron II-guruh elementlari (s^2) ga o‘tadi va natijada har ikkala atomga ham s^1p^3 holatlari vujudga keladi hamda s^1p^3 tetroedrik kovalent bog`lanish hosil qiladi.

Yarimo‘tkazgich materiallar element tarkibi bo‘yicha 5 guruhga bo‘linadi.

1. Elementar yarimo‘tkazgichlar;
2. AIII BV yarimo‘tkazgich birikmalar;
3. AII BVI yarimo‘tkazgich birikmalar;
4. AIV BIV yarimo‘tkazgich materiallar;
5. Murakkab yarimo‘tkazgich materiallar

Amalda barcha elementar yarimo‘tkazgichlar va ko‘pchilik $A^{III}B^{V}$ va $A^{II}B^{VI}$ yarimo‘tkazgich birikmalar, shuningdek murakkab yarimo‘tkazgich materiallar olmos yoki rux obmankasi tipidagi kristall tuzilishga ega bo‘lib, ular – tetraedr fazalariga tegishli, bu yerda har bir atom mos kelgan tetraedr balandliklarida joylashgan to‘rtta ekvivalent masofaga yaqin qo‘shnilar bilan o‘rab olingan. Ikkita yaqin qo‘shni atomlar o‘rtasidagi bog‘lanish qarama - qarshi spinga ega bo‘lgan elektronlar bilan amalga oshiriladi. Shuning uchun elementar yarimo‘tkazgichlarda kimyoviy bog‘lanish 100% kovalentli bo‘ladi, $A^{III}B^{V}$ birikmalarda bog‘lanish ionli - kovalent ko‘rinishga ega. $A^{III}B^{V}$ birikmalarda ionli bog‘lanish ulushi oshadi. Yarimo‘tkazgichlarning asosiy fundamental parametri bo‘lib, Ye_d taqiqlangan zona kengligi hisoblanadi. Ye_d kattaligi - kristall panjaraning kimyoviy bog‘lanishidagi qatnashadigan valent elektronni ozod qilish uchun zarur energiya bo‘lib, u material o‘tkazuvchanligini ta’minlashda qatnashadi. Yarimo‘tkazgichlarda Ye_d kattaligi asosan kristall panjarani hosil qiluvchi atomlarning valent elektronlari holati orqali aniqlanadi.

Element	Elektron tuzilishi	E_g, eV
C	$1s^2 2s^2 2p^2$	5,48
Si	$1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^2$	1,17
+Ge	$1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^{10} 4s^2 4p^2$	0,74
Sn	$1s^2 2s^2 2p^6\ 3s^2 3p^6\ 3d^{10} 4s^2 4p^6 4d^{10} 5s^2 5p^2$	0,082

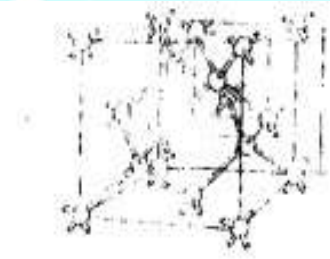
Bu elementlarning hammasi kovalent bog‘lanishli olmossimon kristall panjara hosil qilsa ham, lekin ularning atomlari elektron tuzilishidagi valent elektronlarning joylashishi, panjaradagi energiya bog‘lanishi, Ye_d taqiqlangan zona kengligini kattaligi juda keskin farqlanishi mumkin. Bunday qonuniyat $A^{III}B^{V}$, $A^{II}B^{VI}$ yarimo‘tkazgich birikmalarda va murakkab materiallarda ham o‘rinli bo‘ladi. Shuning uchun elemenlarni birikmalarda kombinatsiyalash natijasida (ya’ni, atomda valent elektronlarning har xil energetik holati) Ye_d boshqariladigan

ISSN 3030-3907

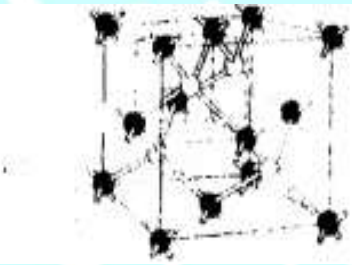
yarimo‘tkazgich material olish mumkin. Bu material o‘zining fizik kattaliklariga ko‘ra olmosga juda yaqin bo‘ladi.

Yarimo‘tkazgich materiallar kristall panjara tuzilishi asosan 4 xil tuzilishga ega: almaz, sinkovoy obmanka, vyursit va osh tuzi ko‘rinishida uchraydi.

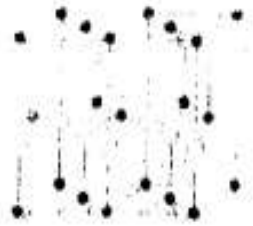
Almaz kristall panjara - bu tomonlari markazlashgan ikkita kub elementar panjaraning bir- biriga nisbatan hajm dioganali chorak qismi bo‘yicha siljiganda hosil bo‘ladi.



1.3.1 - rasm. Almaz kristall panjarasi



1.3.2 – rasm. Ruxsimon kristall panjaras

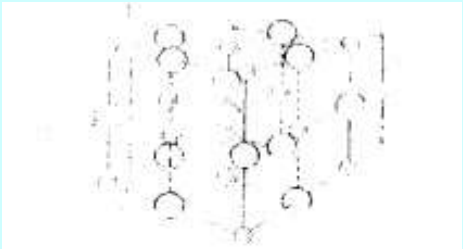


1.3.3 – rasm. Vyursit kristall panjarasi

Sinkovoy obmanka kristall panjara - bu tomonlari markazlashgan ikkita kub elementar panjaraning hajm dioganali bo‘yicha 1/4 qismi siljigan holatda hosil bo‘ladi. Buni almaz turdagi panjaradan farqi shuki, tomonlari markazlashgan bitta kub elementar panjara faqat bir xil atomlardan, ikkinchi shunday panjara esa boshqa xil atomlardan tashkil topgan bo‘ladi.

Vyursit elementar kristall panjara - bu atomlari zich joylashgan ikkita geksogonal elementar yacheykaning bir-biriga kiritilgan holda paydo bo‘ladi. Bunday kristall panjaralarda atomlar sinkovoy obmaka panjarasidagi tetroedrdagiday 4 ta yaqin atomlar bilan o‘ralgan bo‘ladi.

Osh tuzi elementar panjarasi- bu ikkita tomonlari markazlashgan kub elementar yacheykalarining bir-biriga kiritilgan holda paydo bo‘ladi. Bunday panjarada bitta atom boshqa eng yaqin oltita atom bilan o‘ralgan bo‘ladi.



1.3.4-rasm. Osh tuzi kristall panjarasi

Quyidagi jadvalda mavjud yarim o‘tkazgich materiallarini qanday elementar panjara holda bo‘lishi va panjara doimiylari haqida ma’lumotlar keltiriladi:

ISSN 3030-3907

1 jadval

Yarim o‘tkazgich materiallarning panjara doimiysi

Material l	Element yoki birikma	Nomlanishi	Kristall sruktura si	Panjara doimiysi 300K (A)
I	C	Uglerod Carbon (diamond)	D	3,56683
Element	Ge	GermaniyGermanium	D	5,64613
	Si	KremniySilicon	D	5,43095
	Sn	QalayGrey tin	D	6,48920
IV-IV	SiC	Karbit Kremniy Silicon carbide	W	a=3,086;c=15,117
	AlAs	Alyuminiy Arsenid Aluminum arsenide	Z	5,6605
	AlP	Alyiminiy Fosfid Aluminum phosphide	Z	5,4510

D-almaz; W-vyursit; Z-sinkovoy obmanka; R-osh tuzi D-diamond; W-wurtzite; Z-zincblende; R- rock salt.

IV. Xulosalar. Yarimo‘tkazgichlarning elektr hossalari kristaldagi atomlarning o‘zaro bog‘lanishiga va elektronlarning atomlar yadrolari bilan bog‘lanishiga bog‘liq. Yarimo‘tkazgichlarda bu bog‘lanishlar juda kuchli va shuning uchun ularda erkin elektronlar juda kam. Ammo bu bog‘lanishlarning ba’zilarini sun’iy tarzda uzib yuborish mumkin.

Metallardan farqli holda nuqsonlar yarimo‘tkazgich materiallarining barcha fizik xossalariga juda katta ta’sir ko‘rsatadi. Shuning uchun nuqsonlar tabiatiga va konsentratsiyasiga qarab, yarim o‘tkazgich materiallarining xossalarini maqsadli boshqarish mumkin. Yarim o‘kazgich materiallaridagi nuqsonlar o‘lchamlariga qarab, xuddi boshqa qattiq jismlar kabi nuqtaviy, chiziqli va hajmli nuqsoniarga bo‘linadi. Bundan tashqari yarimo‘tkazgich materiallarda nuqsonlar elektrfaol yoki elektr neytral holatda bo‘lishi mumkin. Elektr faol nuqson deganda, kristall panjara nuqsonlari paydo bo‘lishi bilan undagi tok tashuvchilar miqdori o‘zgaradi, ya’ni elektronlar va kovaklar konsentratsiyasini oshishi yoki kamayishi mumkin. Natijada yarimo‘tkazgich materiallarining o‘tkazuvchanligi o‘zgaradi. Bu metallarda uchramaydigan hodisadir. Agar nuqsonlar yarimo‘tkazgich materiallarida elektron va kovaklaming o‘zgarishiga ta’sir etmasa bunday nuqsonlarni elektroneytral nuqsonlar deb ataladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Teshaboyev A.T., Zaynabiddinov C.Z., Ermatov Sh, Qattiq jism fizikasi. Darslik. -T.: Moliya, 2001. - 164 b.

2. Akramov H., Zaynabiddinov C., Teshaboyev A. Yarim o‘tkazgichlarda fotoelektrik hodisalar. O‘quv qo‘llanma. -T.: 0 ‘zbekiston, 1994,-134 b.

ISSN 3030-3907

3. Z.Soxibova. Sanoat pechlarining, yaratilish tarixi, ahamiyati va qo‘llanilish sohalari. Научно-технический журнал «Машиностроение». 2024; (3):59-62.
4. Баходирхонов М.К., Илиев Х.М., Холматов А.А., Ярим утказгичлар физикаси асослари дарслик. -Т.: ТошДТУ, 2014. -186 б.
5. Sakhibova Zarnigorkhan Mutalibjan's daughter, Inomov Bekzodbek. Studying the production of wide-band photocells. Лучшие интеллектуальные исследования. 2024;vol.21, No.2. 27-32.
6. Тешабоев А. Т., Зайнаббидинов С.З., Исмоилов К.А., Эрматов Ш.А., Абдуазимов В.А. Нанозарралар физикаси, кимёси ва технологиялари. Укув кулланма. Т.: Камалак прес, 2014. - 368 б.
7. Anarboev, I., Sakhibova, Z. M., & Yolbarsova, Z. (2024). EFFECT OF INPUTS ON ELECTROPHYSICAL AND THERMOELECTRIC PROPERTIES OF GRANULAR SILICON. Лучшие интеллектуальные исследования, 21(1), 138-141.
8. 2. Olimov, L. O., & Anarboyev, I. I. (2021). Micro strukucture of silicon obtained by re-melting in a solar furnace. In Восъмая Международная конференция по физической электронике IPEC-8 (pp. 98-100).
9. Teshaboyev A., Zaynobidinov S., Musayev E.A., Yarimo‘tkazgichlar va yarimo‘tkazgichli asboblar texnologiyasi.O‘quv qo‘llanma - T.: Talqin - Qaldirg‘och, 2006. - 336 b
10. Z.M. Sakhibova, Sotvoldieva Maftuna. Prospects of micro- and nano-sized silicon-based thermoelectric materials. Лучшие интеллектуальные исследования. 2024;vol.21, No.2. 50-54.
11. Olimov, L. O., Anarboev, I. I., Mamirov, A., Omonboev, F. L., & Omonboeva, M. L. (2021). Patent UZ№ FAP 01593. Termoelektrik materialni tayyorlash usuli.
12. Нормуродов М.Т., Умирзоков Б.Е., Пармонкулов И.П. Электрон техника материаллари ва курилмалари технологияси. Дарслик. - Т.: Мехлат, 2004. - 362 б.
13. Soxibova Zarnigorxon Mutalibjon qizi, Mirzadavlatov Rasuljon Ismoil o‘g‘li. Technology of manufacturing crystal silicon based solar panels. Лучшие интеллектуальные исследования. 2024;vol.21, No.2. 46-49.
14. Баходирхонов М.С., Иброхимов Н., Зикриллаев Н.Ф., Илиев Х.М. Ярим утказгичли асбоблар ва интеграл схемалар технологияси курсига оид атамалар. -Т.: ТДТУ, 1999. -30 б.
15. Bahodirxonov M.K., Qurbonova 0\H, Isayev F.M., Muradagayeva M. V., Nanoelektronikaning fizik tushunchalari bo‘yicha izohli lug‘at.-T.: Meriyus, 2010.-136b.
16. Zikirillayev N.F., Begimqulova K.Q., Noananaviy qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan izohli lug‘at. -T.: Meriyus, 2010,- 145b.

ISSN 3030-3907

17. Bahodirxonov M.K., Tliyev X.M., Isayev F.M., Karimov R.A., Elektronika fanidan asosiy tushunchalar izohli lug‘at. -T.: Meriyus, 2008.-3 34b.
18. Anarboyev, I., & Xojimatov, U. (2020). Kristall polimerlarning deformatsiyalanishi. In Ilm-fan, talim va ishlab chqarishning innovatsion rivojlantirishdagi zamonaviy muammolari” mavzusida ilmiy–amaliy (International scientific-practical conference on the topic of “modern issues of modern issues of innovative development of science, education and production). Andijon (pp. 660-664).

ISSN 3030-3907

ГРАНУЛАЛАНГАН КРЕМНИЙ ЯРИМЎТКАЗГИЧЛАРИНИНГ ЭЛЕКТРОФИЗИК ВА ТЕРМОЭЛЕКТРИК ХОССАЛАРИ

Сохибова Зарнигорхон Муталибжон қизи
Андижон давлат техника институти, физика-математика фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD)
ORCID: 0009-0007-2581-0906
Тел.: +998-91-612-27-00

Аннотация: Ушбу мақолада гранулаланган кремний асосли яримўтказгичларнинг ноелекторфизик ва термоелектрик хоссалари, яримўтказгичлар электроникасидаги аҳамияти, уларнинг хусусиятларини ҳарорат, киришмалар концентрацияси ҳамда бошқа ташқи омилларга боғлиқлиги таҳлил қилинди. Ҳозирги замон электроникаси, микроелектроникаси ва наноелектроникасида яримўтказгич материалларни аҳамияти ҳамда ўзининг ноёб хоссалари ўрганилди.

Калит сўзлар: қаттиқ жисм, зона назарияси, солиштирма электр ўтказувчанлик, гетероструктуралар, наноструктуралар, электроника, фотоволтаика, микроэлектроника, термоэлектроника.

Аннотация: В данной статье анализируются неэлектрофизические и термоэлектрические свойства гранулированных полупроводников на основе кремния, их значение в полупроводниковой электронике, зависимость их свойств от температуры, концентрации примесей и других внешних факторов. Изучается значение полупроводниковых материалов в современной электронике, микроэлектронике и наноэлектронике, а также их уникальные свойства.

Ключевые слова: твердое тело, теория зон, удельная электропроводность, гетероструктуры, наноструктуры, электроника, фотовольтаика, микроэлектроника, термоэлектроника.

Annotation: This article analyzes the non-electrophysical and thermoelectric properties of granular silicon-based semiconductors, their importance in semiconductor electronics, the dependence of their properties on temperature, impurity concentration, and other external factors. The importance of semiconductor materials in modern electronics, microelectronics, and nanoelectronics and their unique properties are studied.

Key words: solid state, zone theory, specific electrical conductivity, heterostructures, nanostructures, electronics, photovoltaics, microelectronics, thermoelectronics.

Кириш.

Замонавий электроника қурилмалари яримўтказгичли материаллардан тайёрланади. Яримўтказгичлар кристалл, аморф ва суюқ

ISSN 3030-3907

бўлади. Одатда яримўтказгичларга солиштирма электр ўтказувчанлиги с металлар ва диелектриклар оралиғида бўлган ярим ўтказгичлар киради (уларнинг номи ҳам шундан келиб чиққан). Хона температурасида уларнинг солиштирма электр ўтказувчанлиги 10^{-8} дан 10^{5} гача См/м ни ташкил этади. Яримўтказгичларнинг асосий хусусияти шундаки, температура ортган сари уларнинг солиштирма электр ўтказучанлиги ҳам ортиб боради, металларда эса камаяди. Ярим ўтказгичларнинг электр ўтказувчанлиги ёруғлик билан нурлантириш ва ҳатто жуда кичик киритма миқдорига боғлиқ. Яримўтказгичларнинг хоссалари қаттиқ жисм зона назарияси билан тушунтирилади.

Яримўтказгичлар - бу ташқи энергетик таъсирлар натижасида тақиқланган зона кенглигини энгиб ўтиш хусусиятига эга бўлган, нисбатан тор таъқиқланган зона кенглигига эга бўлган моддалар.

Зона назарияси нуқтаи назаридан материалларни диелектрик ва ярим ўтказгичларга ажратиш фақат шартли равишдадир. Чунки бу назария ҳеч қандай физик хусусиятлар билан асосланмайди, улардаги фарқ тақиқланган зона кенглигида бўлиб, ярим ўтказгич деб ҳисобланадиган қаттиқ жисмларда 3 эВ дан ошмайди.

Ўтказгичлар (металлар) - бу электронлар билан тўлган зонаси эркин энергетик сатҳ зонасига ёпишган ёки кирган материаллардир. Бунинг натижасида улардаги эркин бўлиб ўтказгичга берилган кучсиз кучланиш таъсирида ҳам тўлган зона сатҳидан эркин зонанинг тўлмаган сатҳларига ўтиш мумкин. Металл ўтказгичларда ўтказиш ҳолати нормал, электр майдон кучи таъсирида эркин югуриш узунлигида электр оладиган энергияси 10^{-8} - 10^{4} эВ бўлади. Ярим ўтказгич ва диелектрикларда энергия қўзғатилган бўлиб, таъқиқланган зонани энгиб ўтиш учун ташқаридан энергия сарфлаш талаб қилинади.

Абсолют нол температурада (0 К) яримўтказгичнинг валент зонасидаги барча сатҳлар электронлар билан тўлган, ўтказувчанлик зонасидаги сатҳлар эса электронлардан холи бўлади.Яримўтказгичли асбобларнинг кўп қисми киритмали яримўтказичлар асосида яратилади. Электр ўтказувчанлиги киритма атомлари ионизацияси натижасида ҳосил бўладиган заряд ташувчилар билан асосланган яримўтказгичлар - киритмали яримўътказгичлар дейилади.

Тадқиқот методлари. Замонавий яримўтказгичлар физикаси, авваламбор, яримўтказгичли гетероструктуралар ва наноструктуралар физикаси бўлиб, хажмий яримўтказгичларда имконсиз бўлган бир қатор янги физик ҳодисаларнинг, яъни классик ва квант Холл эффектларининг яратилиши фаннинг янада ривожланишига асос бўлди. Наноструктураларда

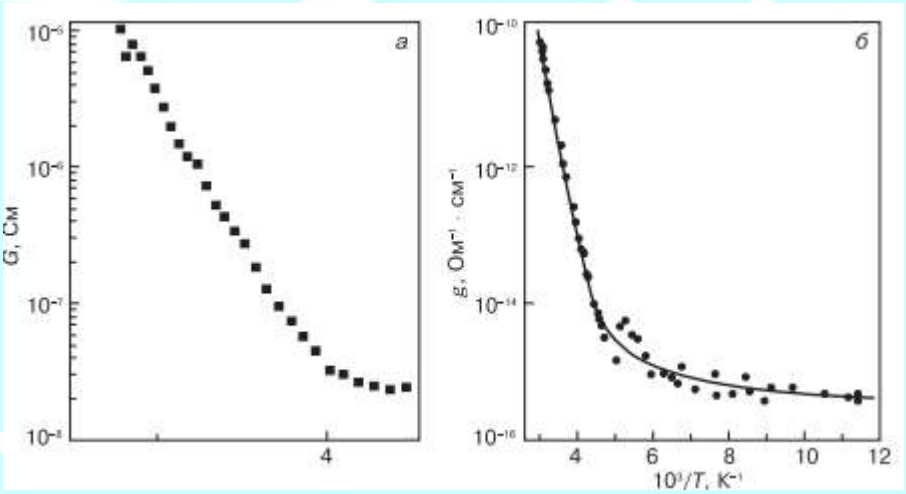
ISSN 3030-3907

эркин заряд ташувчиларнинг ҳаракати бир ёки бир неча йўналишда чекланган бўлиб, бу ўлчамларни квантлаш таъсирига олиб келади, бу эса ўз навбатида заряд ташувчилар, фононлар ва бошқа квазизарраларнинг энергия спектрларини кескин ўзгартиради. Спекторни қайта ташкил этиш тузилмаларнинг оптик ва электрик хусусиятларига сезиларли таъсир кўрсатади, шунингдек янги физик ҳодисаларни пайдо бўлишига сабаб бўлади [1]. Наноструктураларнинг муҳим устунлиги – бу нанообектларнинг геометрик ўлчамлари ва тузилишини ўзгартириш орқали тизим хусусиятларини бошқариш қобилиятидир. Гетероўтишлар наноструктураларда муҳим аҳамият касб этади, чунки кичик ўлчамдаги тузилмаларда сирт майдони ички ҳажмга нисбатан катта бўлади. Энг илғор яримўтказгичли наноструктуралар молекуляр – нур эпитаксияси ва газ фазали епитаксия орқали металлорганик бирикмалардан олинади [2].

Бизга маълумки яримўтказгичларга ўзининг хоссаларига кўра диэлектриклар ва ўтказгичлар ўртасидаги ўринни эгаллайдиган моддалар ва элементлар киради. Модданинг яримўтказгичлар синфига мансублигининг расмий белгиси хона хароратида $\sigma=10^{-1}...10^{4}$ $(Ом\cdot см)^{-1}$ ораликда жойлашган электр ўтказувчанлигига эгалигидадир. Яримўтказгичларнинг ўзига хос хусусияти уларнинг электр ўтказувчанлигининг ташқи омилларга кучли боғлиқлигидир: ҳарорат, киришмалар концентрацияси, ёруғлик ҳаракати ва ионлаштирувчи нурланиш таъсири ва бошқалар. Яримўтказгичлар технологиясида кремний (Si), германий (Ge), селен (Se), шунингдек яримўтказгич бирикмалари галлий арсенид (GaAs), кремний карбид (SiC) ва бошқалар энг кўп қўлланилади [3]. Кремний нафақат электроника учун, балки фотоволтаика, микроэлектроника ва термоэлектроника соҳалари учун ҳам асосий материал ҳисобланади. Ҳозирги вақтга келиб барча қуёш панелларининг 90 % дан ортиғи кристал кремнийдан тайёрланмоқда. Нанотехнологияларнинг ривожланиши, шунингдек наноматериалларнинг температура ўзгариши жараёнида намоён бўлувчи ноёб, ўзига хос хусусиятлари илмий тадқиқотчиларда яримўтказгичли гранулаларга, хусусан, ер қобиғида кенг учраши ҳамда олиниш технологиясининг арзонлиги туфайли кремний гранулаларига бўлган қизиқишни ортирди. Грануланган яримўтказгичли кремнийнинг электрофизик ва термоэлектрик хоссалари ҳамда заряд кўчиш жараёнлари кенг ўрганила бошланди [4]. Ғовакли кремний ҳам бир қатор ўзига ҳос хусусиятлари туфайли наноструктурали материаллар олишда катта қизиқиш уйғотмоқда. Ғовакли кремний олишнинг анъанавий усули электрокимёвий зарб қилиш усули ҳисобланиб, саноатда бу усулда ғовакли конструкциялар олиш бироз қийинчиликларга эга бўлганлиги туфайли кимёвий усулда арзонроқ ва

ISSN 3030-3907

соддароқ ишлов бериш усулларини тадқиқ қилиш долзарбдир. [5] Ишда ғовакли кремний қатламларини ҳар томонлама ўрганиш усули амалга оширилган, унинг сирт морфологияси, кимёвий таркиби, оптик (фотолюминесценция, узатиш ва акс эттириш спектрлари) ва электрофизик (ўтказувчанликнинг ҳароратга боғлиқлиги, спектрал ёруғлик сезгирлиги) хусусиятлари таҳлил қилинган (1.2-расм). Диэлектрик матрицада (SiO_2) наноўлчамдаги кремний кристалларининг (nc-Si) кўринадиган ва инфрақизилга (ИҚ) яқин соҳада кучли ёруқлик чиқариш қобилияти оптоэлектроникада кремнийдан фойдаланиш учун янги имкониятларни очиб берди. Хона ҳароратида аморф кремний нанокристалларининг фотолюминисеция (ФЛ) спектрлари иккита чизиқ билан тасвирланади: кам энергияли ва юқори энергияли [6]. Шу каби хусусиятлари ва афзалликлари туфайли илм – фан учун наноўлчамли кремний гранулаларини тадқиқ этиш долзарб масалалардан бирига айланиб бормоқда. Унинг электрофизик ва термоэлектрик хоссаларини ўрганиш долзарб ҳисобланади.



1.2-расм. Ғовакли (а) ва аморф (б) кремний ўтказувчанлигининг температурага боғлиқлиги.

Натижалар. Наноматериалларнинг ўтказувчанлик хусусиятини тавсифлаш одатда таъсир назарияси ва эффектив муҳит назарияси доирасида амалга оширилади [7]. Ушбу ёндашув грануланинг классик ўлчовлари учун амал қилади. Металлардан фарқли равишда, яримўтказгичларнинг солиштирма электр ўтказувчанлиги (σ) ҳарорат ортиши билан ортади:

$$\sigma = \sigma_0 \exp\left[-E_A/(kT)\right] \qquad (1.1)$$

Бу ерда E_A – ўтказувчанлик энергияси; σ_0 – коеффициент.

(1.1) ифода яримўтказгичларда электронларнинг атомлар билан боғланиш энергияси E_A тартибида бўлишини англатади. Ҳарорат ортгани сари иссиқлик ҳаракати туфайли электрон боғлари узилади, натижада уларнинг баъзилари экспонента кўрсаткичига $[-E_A/(kT)]$ мутаносиб ҳолда эркин заряд ташувчиларга айланади [7].

ISSN 3030-3907

Бутун дунёда илм – фан ҳамда техника ривожида нанотехнологияларга, шу жумладан наноматериалларга алоҳида эътибор қаратилмоқда. Қўплаб материаллар каби кремнийда ҳам ўлчами маълум наноўлчамларгача кичрайган сари хоссаларида кескин ўзгариш кузатилди. Масалан, нанокремнийни ультрабинафша нурини юта олиши ва шу билан бир вақтда кўринувчи қўёш нурига шаффоф бўла олиш қобилияти уни қўёш нурининг кенг спектрини электр энергияга айлантириш йўлида истиқболли материал қилиб кўрсатмоқда.

Яримўтказгичлар физикасидан маълумки, донадорликлараро чегара соҳалардаги киришма атомлар ва нуқсонлар заряд ташувчилар учун локаллашган тузоқларни ҳосил қилади. Бу тузоқлар донадорликлараро чегара соҳаларида тўсиқ эффектини ҳосил қилади. Локаллашган тузоқларда заряд ташувчилар ушланиши ва қайта озод бўлиши потенциал тўсиқ баландлиги (φ) нинг, бу эса, ўз навбатида, электрўтказувчанлик (σ)нинг ўзгаришига олиб келади. Электрўтказувчанлик (σ) учун Сетто моделига асосан, қуйидаги ифодани ёзиш мумкин [8]:

$$\sigma = \frac{q\langle a\rangle A^* T}{k} exp\left(-{}^{q\varphi}/_{kT}\right) \qquad (1.2)$$

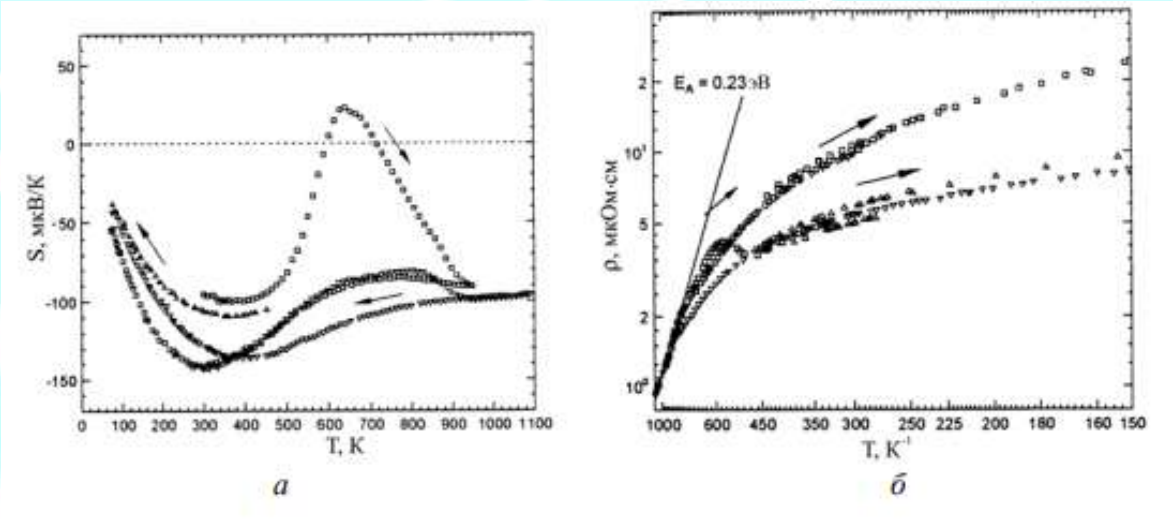
бу ерда, q – электрон заряди, $\langle a\rangle$ - донадорлик ўлчами, A^* – Ричардсоннинг эффективлик доимийси, T – температура, k – Больцман доимийси, φ – донадорликлараро чегара соҳадаги потенциал тўсиқ баландлиги.

Потенциал тўсиқ баландлиги (φ) локаллашган тузоқларда ушланаётган зарядлар миқдори (Q_i) га боғлиқ бўлиб, бу боғлиқликни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$\varphi = \frac{Q_i^2}{\delta\varepsilon\varepsilon_o q N_G} \qquad (1.3)$$

ифодада ε - муҳитнинг нисбий диэлектрик сингдирувчанлиги, ε_o - вакуумнинг абсолют диэлектрик сингдирувчанлиги, N_G – электрик жиҳатдан фаол бўлган легирланган киришмалар концентрацияси [9].

ISSN 3030-3907



1.3-расм. SOS асосли 60 нм қалинликдаги ReSi1,75 эпитакциал плёнканинг Зеебек коэффициенти (а) ва қаршилиги (б). Ўлчовлар учта ҳарорат циклида амалга оширилган: Δ - 450 К гача, □ - 950 К гача, ∇ - 100 К гача.

Дунё энергиясининг тахминан 90 % ини қазиб олинадиган ёқилғини иссиқлик манбаи сифатида ишлатадиган иссиқлик двигателлари ишлаб чиқаради, натижада атроф – муҳитга 15 терават иссиқлик сарф бўлади. Термоэлектрик модуллар ушбу паст сифатли чиқинди иссиқликни бир қисмини электр энергияга айлантириши мумкин. Уларнинг самарадорлиги Зеебек коэффициенти, солиштирма электр қаршилиги, иссиқлик ўтказувчанлиги ва мутлоқ (абсолут) ҳароратнинг функцияси ҳисобланган материал компонентларининг термоэлектрик асиллиги (добротности) *ZT* қўрсаикичига боғлиқ. Сўнги ўн йилликда *ZT* нинг параметрлари ўзаро боғлиқ бўлганлиги туфайли унинг қийматини *ZT>1* дан ошириш қийин бўлди. Ҳозирги вақтда нанотузилмали материалларда *ZT>1* дан ошириш мумкин бўлсада, ишлатилган материалларни (*Bi, Te, Pb, Sb ва Ag)* тажриба - синовлардаги ўлчамларини ўлчашда кўп қийинчиликларга дуч келинмоқда [10]. Амалда қўлланилаётган кўпгина термоэлектрик материаллар учун ZT қиймати бирдан ошмасада, мавжуд ҳисоб китобларга қўра рутений (Ru_2Si_3) ва рений ($ReSi_{1,75}$) силикатлари учун ZT ни қийматини ушбу чегарадан ошириш мумкин [10] (1.3-расм). Буларни ҳисобга олган ҳолда наноўлчамли грануллганган яримўтказгичларнинг, хусусан кремнийнинг термоэлектрик хоссаларини ўрганиш долзарб хисобланади.

Хулоса. Грануллганган кремнийнинг термоэлектрик хусусиятларини эксперимантал – назарий ўрганиш бўйича ҳам кўплаб илмий тадқиқот ишлари олиб борилган бўлиб, асосан намуналарнинг қуйидаги термоэлектрик параметрлар чуқур тадқиқ қилинган: α_{eff} – коеффициент, яъни намунанинг термоэлектрик хусусиятини таснифловчи Зеебек коеффициент; σ_{eff} – электр ўтказувчанлик; χ_{eff} – иссиқлик ўтказувчанлик; материалнинг

ISSN 3030-3907

асиллиги Z_{eff} – бу кенг ҳарорат оралиғи ва гранула ўлчамига боғлиқ бўлган энг муҳим термоэлектрик характеристикани аниқлашга имкон берувчи катталик ҳисобланади. Ушбу катталикларнинг температурага боғлиқлигини ўрганиш борасида ҳам кўплаб тадқиқотлар амалга оширилган, хусусан [11] ишда темир ва рутенийли яримўтказгич силикатларининг термоэлектрик хусусиятларининг 4,2÷1070 *K* температура оралиғида ўзгариши ўрганилган бўлиб, яримўтказгичли силикатлардан термоэлектрик соҳада амалий фойдаланиш бўйича тавсиялар берилган. [11] ишда грануллланган кремнийнинг термоэлектрик хусусиятлари ўрганилган бўлиб, объект сифатида кремний микрокристалидан фойдаланилган бўлиб, унинг технологияси 10 – 100 мкм ўлчамли гранулалар олиш имконини беради. Кўп фазали гранулалардан иборат гетероген яримўтказгичли муҳитнинг моделлари яратилган бўлиб, гранулалар тўпламининг ўрта самарадорлик модели (ЎСМ) яратилган. Унга кўра ҳар бир гранулалар фазаси ўзига хос ўтказувчанлик, иссиқлик ўтказувчанлик, Зеебек коэффициенти ва термоэлектрик асиллиги билан ажралиб туради, шунингдек уларнинг гранулалар тўпламлари хусусиятларининг ассиметрия даражасига қараб қийматлари таҳлил қилинади. Одатда турли материаллар учун иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти тажриба – синов усулида аниқланиб, ҳозирда бир қатор усуллари мавжуд бўлиб, уларнинг аксарияти маълум бир моддадаги иссиқлик оқими ва ҳарорат градиентини ўлчашга асосланган.

Хулоса қилиб айтганда наноўлчамли грануллланган яримўтказгичларнинг электрофизик ва термоэлектрик хоссалари модданинг асосий физик кўрсаткичлари бўлиб, уларнинг зичлигига боғлиқдир [87; 97 б]. Умуман олганда, электр ўтказувчанлик ва иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти ҳароратга, босимга ва модданинг ҳолатига, ўлчамига боғлиқ катталиклар бўлиб, уларни тадқиқ қилиш янги турдаги термоэлектрик материаллар олиш ва ҳозирда мавжудларининг самарадорлигини оширишда асос бўлиб хизмат қилади.

АДАБИЁТЛАР

1. Пархоменко В.Д., Сорока П.И., Краснокутский Ю.И., Верещак В.Г. Плазмохимические методы получения порошкообразных веществ и их свойства. // Всесоюзный журнал химического общества им. Д.И.Менделеева. №(2), Т.36. 1991. - С. 166-170

2. Н.С.Аверкиев, Л.Ивченко, А.Тарасенко. Полупроводники. Большая российская энциклопедия. 2004. – С. 1782-1786.

3. А.В. Каримов, Д.М. Ёдгорова. Физические явления в арсенидгаллиевых структурах с микрослойным квазиизопериодическим переходом. Ташкент, “Фан” Академии наук Республики Узбекистан, 2005. - С. 252.

ISSN 3030-3907

4. Т.Ю. Белик. Особенности пористого кремния, полученного химическим травлением. IX Международная конференция и VIII Школа молодых ученых и специалистов по актуальным проблемам физики, материаловедения, технологии и диагностики кремния, наноразмерных структур и приборов на его основе «КРЕМНИЙ-2012» Санкт-Петербург, 2012. – С. 278.
5. W.D.A.M. de Boer, D. Timmerman, K. Dohnalova, I.N. Yassievich, H. Zhang, W.J. Buma, T. Gregorkiewicz. Red spectral shift and enhanced quantum efficiently in photon-free photoluminescence from silicon nanocrystals. Nature Nanotechnology, 2010. – P. 878-883.
6. Wang S.-H., Lee C.-W., Chiou A., Wei P.-K. Size-dependent endocytosis of gold nanoparticles studied by three-dimensional mapping of plasmonic scattering images. — J. Nanobiotechnology. Vol. 8, 2010. – P. 33-39
7. В.А. Гольдаде. Материалы электронной техники. М-во образования РБ, Гом. гос. ун-т им. Ф. Скорины. – Гомель: ГГУ им Ф. Скорины, 2014. – С. 152
8. S. Zaynabidinov, Z.M.Soxibova, M. Nosirov. A method for determining the thermal conductivity of granulated silicon in which alkali metal atoms are included. // The Way of Science International scientific journal, 2022. № 3 (97), (Global Impact Factor 0.543, Австралия). - P. 15-17
9. Allon I. Hochbaum, Renkun Chen, Raul Diaz Delgado, Wenjie Liang, Erik C. Garnett, Mark Najarian, Arun Majumdar, Peidong Yang. Enhanced thermoelectric performance of rough silicon nanowires. *Nature*. Vol. 451, 2008. – P.163–167.
10. А.В. Каримов, Д.М. Ёдгорова. Физические явления в арсенидгаллиевых структурах с микрослойным квазиизопериодическим переходом. Ташкент, “Фан” Академии наук Республики Узбекистан, 2005. - С. 252.
11. Л.И. Иваненко. Термоэлектрические свойства полупроводниковых силицидов. Доклады бгуир. №2, 2005. - С. 90-101.

ISSN 3030-3907

UO‘K 621.224.2:621.313.33:621.314.572

ASINXRON DVIGATEL ISH REJIMLARINI ROSTLASH ORQALI MARKAZDAN QOCHMA NASOSLARNING BEP DA ISHLASHINI TA’MINLASH

U.T.Berdiyev
Toshkent Davlat transport universiteti professori
N.A.Samatov
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti professori
X.A.Mamajonov
Andijon qishloq xo‘jaligi va agrotexnologiyalar instituti assistenti
E-mail: mamajonovholmirza93@gmail.com
https://orcid.org/0009-0006-2688-6462

Annotatsiya: Ushbu maqolada asinxron elektr dvigatel ish rejimlarini rostlash orqali markazdan qochma nasos agregatlarining optimal ishchi nuqtada (BEP — Best Efficiency Point) ishlashini ta’minlash masalasi tadqiq etilgan. Nasos agregatlarining amaliy ekspluatatsiyasi jarayonida ishchi nuqtaning BEP dan chetlanishi energiya samaradorligining pasayishiga, elektr energiyasi sarfining ortishiga hamda mexanik va gidravlik yo‘qotishlarning kuchayishiga olib kelishi ko‘rsatib berilgan. Tadqiqotda nasos va quvur tizimi xarakteristikalari, shuningdek, asinxron dvigatelning elektromexanik xususiyatlari yagona tizim sifatida tahlil qilingan. Asinxron dvigatel aylanish tezligini chastota o‘zgartirgich yordamida rostlash orqali nasos xarakteristikasini tizim qarshilik xarakteristikasiga moslashtirish va ishchi nuqtani BEP ga yaqinlashtirish imkoniyati asoslab berilgan. Olingan natijalar BEP rejimida ishlash nasos agregatlarining foydali ish koeffitsientini oshirishini, elektr energiyasi solishtirma sarfini kamaytirishini hamda ekspluatatsion barqarorlikni yaxshilashini tasdiqlaydi. Tadqiqot natijalari suv ta’minoti va irrigatsiya tizimlarida energiya tejamkor nasos agregatlarini boshqarish tizimlarini ishlab chiqishda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: Markazdan qochma nasos, optimal ishchi nuqta (BEP), asinxron elektr dvigatel, chastotali boshqaruv, energiya samaradorligi, nasos agregati, ishchi nuqta, elektr yuritma, gidravlik yo‘qotishlar, suv ta’minoti tizimlari.

Аннотация: В данной статье исследуется вопрос обеспечения работы центробежных насосных агрегатов в оптимальной рабочей точке (ОПТ — точка максимальной эффективности) путем регулирования режимов работы асинхронного электродвигателя. Показано, что в процессе практической эксплуатации насосных агрегатов отклонение рабочей точки от ППТ приводит к снижению энергоэффективности, увеличению энергопотребления и росту механических и гидравлических потерь. В исследовании анализируются характеристики насосно-трубопроводной

системы, а также электромеханические характеристики асинхронного двигателя как единой системы. Обоснована возможность регулирования частоты вращения асинхронного двигателя с помощью частотного преобразователя для адаптации характеристик насоса к характеристикам сопротивления системы и приближения рабочей точки к ППТ. Полученные результаты подтверждают, что работа в режиме ППТ повышает полезную эффективность насосных агрегатов, снижает удельное энергопотребление и улучшает эксплуатационную стабильность. Результаты исследования могут быть использованы при разработке энергоэффективных систем управления насосными агрегатами в системах водоснабжения и орошения.

Ключевые слова: центробежный насос, оптимальная рабочая точка (BEP), асинхронный электродвигатель, частотное регулирование, энергоэффективность, насосный агрегат, рабочая точка, электропривод, гидравлические потери, системы водоснабжения.

Abstract: This article studies the issue of ensuring the operation of centrifugal pump units at the optimal operating point (BEP — Best Efficiency Point) by adjusting the operating modes of an asynchronous electric motor. It is shown that in the process of practical operation of pump units, the deviation of the operating point from BEP leads to a decrease in energy efficiency, an increase in electricity consumption, and an increase in mechanical and hydraulic losses. The study analyzes the characteristics of the pump and pipeline system, as well as the electromechanical characteristics of the asynchronous motor as a single system. The possibility of adjusting the asynchronous motor rotation speed using a frequency converter to adapt the pump characteristic to the system resistance characteristic and bring the operating point closer to BEP is substantiated. The results obtained confirm that operation in the BEP mode increases the useful efficiency of pump units, reduces the specific electricity consumption, and improves operational stability. The results of the study can be used in the development of energy-efficient control systems for pump units in water supply and irrigation systems.

Keywords: Centrifugal pump, best operating point (BEP), asynchronous electric motor, frequency control, energy efficiency, pump unit, operating point, electric drive, hydraulic losses, water supply systems.

Kirish

Hozirgi kunda suv ta’minoti, irrigatsiya va sanoat texnologik jarayonlarida markazdan qochma nasos agregatlari eng keng tarqalgan gidravlik qurilmalardan biri hisoblanadi. Turli tadqiqotlarga ko‘ra, nasos tizimlari umumiy elektr energiyasi iste’molining 20–25 % gacha qismini tashkil etadi. Ushbu tizimlarda energiya

ISSN 3030-3907

samaradorligini oshirish masalasi nafaqat iqtisodiy, balki ekologik va ekspluatatsion jihatdan ham dolzarb muammolardan biridir.

Amaliy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, markazdan qochma nasoslarning katta qismi uzoq vaqt davomida optimal ishchi nuqtadan (BEP — Best Efficiency Point) chetlangan rejimlarda ishlatiladi. Bunday holatlarda nasos foydali ish koeffitsienti pasayadi, gidravlik va mexanik yo‘qotishlar ortadi, shuningdek, asinxron elektr dvigatelning ortiqcha tok tortishi, qizishi va tez eskirishi kuzatiladi. Natijada elektr energiyasi sarfi oshib, agregatlarning xizmat muddati qisqaradi.

Markazdan qochma nasoslarning ishchi nuqtasi nasos xarakteristikasi va tizim qarshilik xarakteristikasining kesishish nuqtasi bilan aniqlanadi. Tizim parametrlarining (sarf, bosim, gidravlik qarshilik) doimiy o‘zgarib turishi nasosning BEP rejimida barqaror ishlashiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli nasos agregatlarida ishchi nuqtani real vaqt rejimida BEP ga yaqin holda ushlab turish masalasi dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Mazkur muammoni hal etishda asinxron elektr yuritmaning ish rejimlarini rostlash muhim ahamiyat kasb etadi. Aylanish tezligini, elektromagnit momentni va dvigatel yuklanishini rostlash orqali nasosning gidravlik xarakteristikalarini moslashtirish va natijada ishchi nuqtani BEP ga yaqinlashtirish mumkin. Ayniqsa, chastota o‘zgartirgichlar yordamida boshqariladigan asinxron dvigatellar nasos agregatlarida energiya samaradorligini oshirish uchun keng imkoniyatlar yaratadi.

So‘nggi yillarda ilmiy tadqiqotlarda asinxron yuritmani rostlash asosida nasoslarni optimal rejimda ishlatishga qaratilgan yondashuvlar taklif etilgan bo‘lsa-da, ko‘plab ishlarda BEP ni boshqaruv tizimi uchun asosiy maqsadli nuqta sifatida tanlash yetarli darajada chuqur o‘rganilmagan. Shuningdek, nasos–dvigatel tizimining elektromexanik va gidravlik jarayonlarini birgalikda hisobga olgan holda BEP rejimini ta’minlash masalasi ilmiy jihatdan to‘liq yechim topmagan.

Ushbu maqolaning maqsadi — asinxron dvigatel ish rejimlarini rostlash orqali markazdan qochma nasoslarning optimal ishchi nuqtada (BEP) ishlashini ta’minlash imkoniyatlarini tadqiq etish, energiya samaradorligini oshirish hamda ekspluatatsion ko‘rsatkichlarni yaxshilashdan iborat. Tadqiqotda nasos va asinxron elektr yuritmaning o‘zaro bog‘liq xarakteristikalari tahlil qilinadi hamda BEP rejimiga yo‘naltirilgan boshqaruv yondashuvining afzalliklari asoslab beriladi.

Adabiyotlar tahlili:Markazdan qochma nasos agregatlarining energiya samaradorligini oshirish masalasi uzoq yillardan buyon ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib kelmoqda. Dastlabki tadqiqotlarda nasoslarning ish rejimlari asosan mexanik rostlash usullari, jumladan drossellash va bypass sxemalari orqali boshqarilgan. Ushbu usullar texnik jihatdan sodda bo‘lsa-da, energiya sarfining sezilarli darajada ortishiga va nasosning optimal ishchi nuqtadan chetlanishiga olib kelishi ko‘plab mualliflar tomonidan qayd etilgan.

ISSN 3030-3907

Keyingi ilmiy ishlarda markazdan qochma nasoslarning **optimal ishchi nuqtasi (BEP)** tushunchasi keng joriy etildi. BEP da nasosning foydali ish koeffitsienti maksimal qiymatga erishishi, gidravlik yo‘qotishlar minimum bo‘lishi va mexanik barqarorlikning ta’minlanishi isbotlangan. Bir qator tadqiqotlarda nasosning BEP dan chetlanib ishlashi oqibatida tebranishlar, kavitatsiya hodisalari va agregat elementlarining tez eskirishi yuzaga kelishi ko‘rsatib berilgan.

So‘nggi o‘n yilliklarda ilmiy adabiyotlarda nasos agregatlarini **asinxron elektr yuritma va chastota o‘zgartirgichlar yordamida rostlash** masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda. Tadqiqotchilar aylanish tezligini o‘zgartirish orqali nasos xarakteristikasini tizim qarshilik xarakteristikasiga moslashtirish mumkinligini va bu orqali energiya sarfini 20–40 % gacha kamaytirish mumkinligini aniqlashgan. Ayniqsa, Affinitet qonunlariga asoslangan tezlik rostlash usullari nasos tizimlarida keng qo‘llanila boshladi.

Biroq mavjud ishlarda asosan elektr energiyasini tejashga urg‘u berilib, **asinxron dvigatelning elektromexanik holati** va uning BEP bilan bog‘liqligi yetarlicha chuqur tahlil qilinmagan. Ko‘plab tadqiqotlarda dvigatel toki, sirpanishi va elektromagnit momentining o‘zgarishi nasosning ishchi nuqtasiga qanday ta’sir ko‘rsatishi ikkilamchi masala sifatida qaralgan. Natijada nasos–dvigatel tizimi yagona kompleks obyekt sifatida emas, balki alohida elementlar majmuasi sifatida o‘rganilgan.

Zamonaviy ilmiy ishlarning bir qismida nasos agregatlarida BEP ni saqlash uchun **adaptiv va intellektual boshqaruv algoritmlari** taklif etilgan. Fuzzy Logic, sun’iy neyron tarmoqlar va ANFIS asosidagi yondashuvlar nasos ish rejimlarini real vaqt rejimida optimallashtirish imkonini berishi ta’kidlanadi. Ushbu ishlarda asosan gidravlik parametrlar (sarf, bosim) asosida qaror qabul qilinadi, biroq asinxron dvigatelning ichki energetik ko‘rsatkichlari bilan bog‘liqlik yetarli darajada integratsiya qilinmagan.

Shunday qilib, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, markazdan qochma nasoslarning BEP da ishlashini ta’minlash masalasi keng o‘rganilgan bo‘lsa-da, **asinxron elektr yuritmaning ish rejimlarini bevosita rostlash orqali BEP ni saqlash** muammosi ilmiy jihatdan to‘liq yoritilmagan. Nasos va dvigatelning o‘zaro bog‘liq elektromexanik va gidravlik jarayonlarini kompleks holda hisobga olgan tadqiqotlar yetarli emas.

Mazkur holat ushbu maqolada asinxron dvigatel ish rejimlarini rostlash asosida markazdan qochma nasoslarning optimal ishchi nuqtada ishlashini ta’minlash masalasini chuqur ilmiy tahlil qilish va yangi yondashuvlarni ishlab chiqish zarurligini asoslaydi.

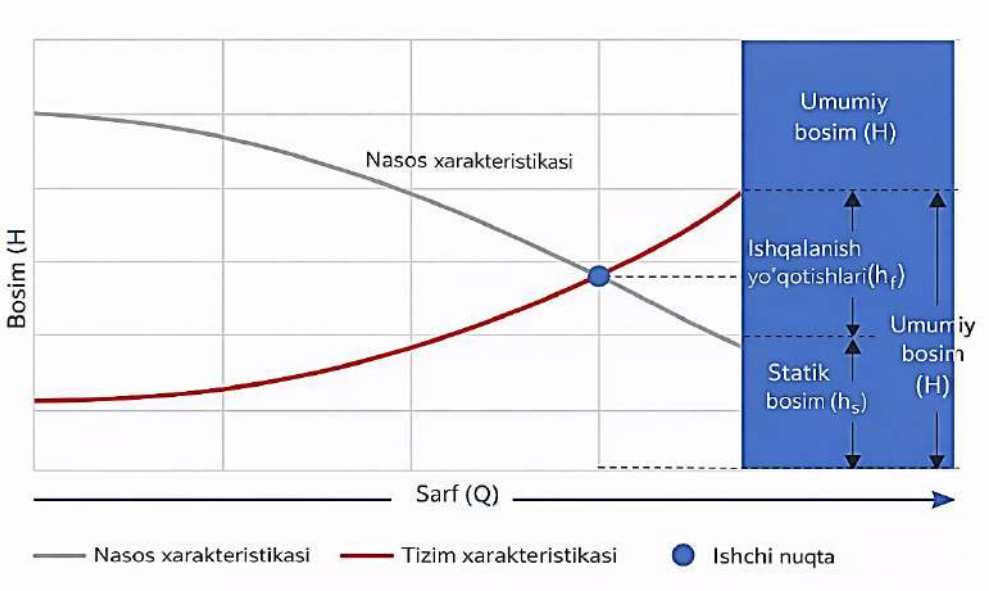
Tadqiqot metodologiyasi:

ISSN 3030-3907

Tadqiqot obyektlari va yondashuv: Tadqiqot obyekti sifatida **asinxron elektr dvigatel bilan harakatga keltiriladigan markazdan qochma nasos agregati** tanlandi. Tadqiqotning metodologik asosi nasosning gidravlik xarakteristikalari va asinxron dvigatelning elektromexanik xususiyatlarini yagona tizim sifatida qarashga asoslangan. Tadqiqotda asosiy e'tibor nasos ishchi nuqtasini **optimal ishchi nuqta (BEP)** ga yaqinlashtirish va ushbu rejimni asinxron dvigatel ish rejimlarini rostlash orqali barqaror saqlashga qaratildi.

Metodologiya **nazariy tahlil, matematik modellashtirish va hisoblash tajribalari**ni o'z ichiga oladi. Nasos va elektr yuritmaning o'zaro ta'siri tizimli yondashuv asosida o'rganildi.

Nasos va tizim xarakteristikalarini aniqlash: Markazdan qochma nasosning ish rejimi nasos xarakteristikasi $H_p(Q)$ va tizim qarshilik xarakteristikasi $H_s(Q)$ ning kesishish nuqtasi orqali aniqlanadi. Tadqiqotda nasos xarakteristikasi ishlab chiqaruvchi katalog ma'lumotlari va empirik bog'lanishlar asosida aniqlanib, tizim qarshiligi quvur uzunligi, diametri va mahalliy yo'qotishlar hisobga olingan holda ifodalandi.



1-Rasm: Nasos va tizim xarakteristikalarining kesishish grafigi.

Optimal ishchi nuqta BEP quyidagi shart asosida belgilandi:

$$\eta_p(Q) \to max$$

bu yerda η_p — nasosning foydali ish koeffitsienti, Q — sarf.

Asinxron dvigatel ish rejimlarini modellashtirish: Asinxron dvigatelning ish rejimi elektromagnit moment M, aylanish tezligi n va sirpanish s o'rtasidagi bog'lanish orqali tavsiflandi. Nasos yuklama momenti quyidagi ifoda bilan ifodalandi:

$$M_{yuk} = k \cdot n^2$$

bu yerda k — nasos konstruktiv koeffitsienti.

ISSN 3030-3907

Dvigatel tezligini rostlash chastota o‘zgartirgich orqali amalga oshirildi. Chastotani o‘zgartirish orqali dvigatelning aylanish tezligi va natijada nasos xarakteristikasi siljitildi. Shu orqali ishchi nuqtani BEP ga moslashtirish imkoniyati yaratildi.

BEP ga yo‘naltirilgan rostlash algoritmi: Tadqiqotda BEP **boshqaruv tizimi uchun maqsadli nuqta** sifatida qabul qilindi. Rostlash algoritmi quyidagi ketma-ketlikda amalga oshirildi:

- real vaqt rejimida sarf, quvvat va dvigatel toki aniqlanadi;
- nasosning joriy ishchi nuqtasi aniqlanadi;
- joriy nuqtaning BEP ga nisbatan og‘ishi baholanadi;
- asinxron dvigatel aylanish tezligi chastota orqali rostlanadi;
- ishchi nuqta BEP ga yaqinlashtiriladi va barqarorlashtiriladi.

Mazkur yondashuv nasos tizimidagi yuklama o‘zgarishlariga moslashuvchan bo‘lib, qisman yuklama sharoitida ham energiya samaradorligini saqlash imkonini beradi.

Baholash mezonlari: Tadqiqot natijalarini baholash quyidagi asosiy mezonlar orqali amalga oshirildi:

- nasos foydali ish koeffitsientining o‘zgarishi;
- elektr energiyasi solishtirma sarfi (kWh/m³);
- asinxron dvigatel toki va quvvatining kamayishi;
- BEP dan chetlanish darajasi;
- ekspluatatsion barqarorlik ko‘rsatkichlari.

Mazkur mezonlar asosida asinxron dvigatel ish rejimlarini rostlash orqali nasosning BEP da ishlashini ta’minlash samaradorligi baholandi.

Tahlil va natijalar:Tadqiqot jarayonida markazdan qochma nasos agregatining ishchi nuqtasi nasos xarakteristikasi va tizim qarshilik xarakteristikasining o‘zaro kesishishi asosida aniqlanib, ushbu nuqtaning optimal ishchi nuqta (BEP) ga nisbatan joylashuvi tahlil qilindi. Dastlabki holatda nasos agregati o‘zgarmas aylanish tezligida ishlatilganda ishchi nuqtaning BEP dan sezilarli darajada chetlangani kuzatildi. Bu holat nasos foydali ish koeffitsientining pasayishiga va elektr energiyasi sarfining ortishiga olib kelgan.

Asinxron dvigatel ish rejimlarini rostlash orqali aylanish tezligi o‘zgartirilganda nasos xarakteristikasining siljishi sodir bo‘ldi va natijada ishchi nuqta tizim xarakteristikasi bo‘ylab BEP ga yaqinlashdi. Tezlikni kamaytirish orqali nasos hosil qiladigan bosim va sarf optimal qiymatlarga moslashtirildi. Bu jarayon ayniqsa qisman yuklama sharoitlarida yaqqol namoyon bo‘ldi.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishchi nuqtaning BEP ga yaqinlashishi bilan nasosning foydali ish koeffitsienti oshdi va gidravlik yo‘qotishlar kamaydi. Shu bilan birga asinxron dvigatel toki pasayib, elektromagnit va issiqlik

ISSN 3030-3907

yo‘qotishlarining kamayishi qayd etildi. Natijada nasos agregatining umumiy energiya samaradorligi sezilarli darajada yaxshilandi.

Elektr energiyasining solishtirma sarfi (kWh/m³) tahlili shuni ko‘rsatdiki, BEP dan uzoq rejimlarda ishlash holatiga nisbatan, rostlangan ish rejimida energiya sarfi 20–30 % gacha kamaydi. Bu natija asinxron dvigatelning optimal yuklanish rejimida ishlashi bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, dvigatel sirpanishining kamayishi va moment–tezlik moslashuvining yaxshilanishi bilan izohlanadi.

Bundan tashqari, BEP atrofida ishlash nasos agregatining mexanik barqarorligiga ham ijobiy ta’sir ko‘rsatdi. Tebranish darajasi va gidravlik zarbalar kamaydi, bu esa podshipniklar va muhrlarning xizmat muddatini uzaytirish imkonini beradi. Ushbu holat nasos agregatlarining ekspluatatsion ishonchliligini oshirish nuqtai nazaridan muhim ahamiyatga ega.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, asinxron dvigatel ish rejimlarini rostlash orqali nasosning ishchi nuqtasini BEP ga yo‘naltirish nafaqat energiya tejamkorligini oshiradi, balki nasos–dvigatel tizimining umumiy texnik holatini barqarorlashtiradi. Bu yondashuv suv ta’minoti va irrigatsiya tizimlarida keng qo‘llash uchun ilmiy va amaliy jihatdan asoslangan yechim hisoblanadi.

Xulosa

Ushbu tadqiqotda asinxron elektr dvigatel ish rejimlarini rostlash orqali markazdan qochma nasos agregatlarining optimal ishchi nuqtada (BEP) ishlashini ta’minlash imkoniyatlari tahlil qilindi. O‘tkazilgan nazariy va hisoblash tahlillari shuni ko‘rsatdiki, nasos agregatlarining amaliy ekspluatatsiyasi jarayonida ishchi nuqta ko‘pincha BEP dan chetlangan holatda bo‘lib, bu holat energiya samaradorligining pasayishiga va ekspluatatsion yo‘qotishlarning ortishiga olib keladi.

Tadqiqot natijalari asinxron dvigatel aylanish tezligini rostlash orqali nasos xarakteristikasini tizim qarshilik xarakteristikasiga moslashtirish va natijada ishchi nuqtani BEP ga yaqinlashtirish mumkinligini tasdiqladi. Ishchi nuqtaning BEP atrofida barqaror saqlanishi nasosning foydali ish koeffitsientini oshirishi, elektr energiyasi solishtirma sarfini kamaytirishi hamda dvigatelning elektromexanik yuklanishini optimallashtirishi aniqlandi.

Shuningdek, BEP rejimida ishlash nasos agregatlarida gidravlik yo‘qotishlarning kamayishiga, tebranish va shovqin darajasining pasayishiga olib kelishi aniqlanib, bu holat agregatlarning xizmat muddatini uzaytirish imkonini beradi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, asinxron elektr yuritmani BEP ga yo‘naltirilgan holda rostlash nasos tizimlarining umumiy texnik va energetik samaradorligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Takliflar

ISSN 3030-3907

Olingan ilmiy natijalar asosida quyidagi amaliy va ilmiy takliflar ishlab chiqildi:

- Suv ta’minoti va irrigatsiya nasos stansiyalarida asinxron dvigatellarni chastota o‘zgartirgichlar orqali boshqarishni joriy etish va nasos agregatlarini BEP atrofida ishlashini ta’minlash tavsiya etiladi.
- Nasos–dvigatel tizimlarini loyihalash jarayonida nasosning BEP ko‘rsatkichlari asinxron dvigatelning nominal ish rejimlari bilan mos holda tanlanishi zarur.
- Energiya monitoring tizimlarida dvigatel toki, quvvati va sarf parametrlarini kuzatish orqali ishchi nuqtaning BEP ga nisbatan og‘ishini aniqlash va avtomatik rostlash algoritmlarini joriy etish maqsadga muvofiq.
- Keyingi tadqiqotlarda BEP rejimini saqlash uchun intellektual boshqaruv algoritmlarini (Fuzzy Logic, ANFIS, sun’iy neyron tarmoqlar) qo‘llash orqali tizimning moslashuvchanligi va aniqligini oshirish tavsiya etiladi.
- O‘tkazilgan tadqiqot natijalari nasos agregatlarining ekspluatatsion samaradorligini oshirish bo‘yicha normativ-texnik hujjatlarni ishlab chiqishda va modernizatsiya loyihalarida qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karassik, I. J., Messina, J. P., Cooper, P., & Heald, C. C. (2008). *Pump Handbook* (4th ed.). McGraw-Hill, New York.
2. Gülich, J. F. (2014). *Centrifugal Pumps*. Springer, Berlin–Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12824-0
3. Stepanoff, A. J. (1993). *Centrifugal and Axial Flow Pumps*. Krieger Publishing Company, Florida.
4. Boldea, I., & Nasar, S. A. (2010). *Electric Drives*. CRC Press, Boca Raton.
5. Bose, B. K. (2017). *Power Electronics and Motor Drives: Advances and Trends*. Academic Press, Elsevier.
6. Sulzer Pumps. (2010). *Centrifugal Pump Handbook*. Sulzer Ltd., Winterthur.
7. Pereira, J. L., & Souza, Z. J. (2012). Energy efficiency improvement of pumping systems through variable speed drives. *Energy Efficiency*, 5(1), 11–21. https://doi.org/10.1007/s12053-011-9121-5
8. Ahonen, T., & Laitinen, J. (2015). Estimation of centrifugal pump operating point based on motor electrical signals. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 62(5), 2924–2932. https://doi.org/10.1109/TIE.2014.2364532
9. Yang, S., Kong, F., & Chen, Y. (2018). Optimal efficiency control of centrifugal pump systems based on variable frequency drive. *Applied Energy*, 230, 1313–1324. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.09.041

ISSN 3030-3907

10. Abdelmalek, S., Chaabene, M., & Derbel, N. (2016). Fuzzy logic control of centrifugal pump for efficiency optimization. *Energy Conversion and Management*, 122, 265–276. https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.05.076
11. Nasir, A., & Riaz, M. (2019). Energy-efficient operation of centrifugal pumps using variable speed control. *Journal of Cleaner Production*, 210, 748–758. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.11.053
12. Kim, J., Park, J., & Lee, S. (2020). BEP-based adaptive control of pump systems using induction motor drives. *IEEE Access*, 8, 118746–118757. https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3004723
13. Norboev, A. E. (2024). Speed regulation of asynchronous machines using mathematical modeling. *ResearchGate*. https://www.researchgate.net
14. Samatov, N. A. (2023). Research of a controlled asynchronous electric drive in dynamic modes. *Agriculture of Uzbekistan*, Special Issue (2), 45–52.
15. Karimjonov, D., Makhsudov, M., Xalimjanov, A., Abdukhalilov, D., Axmedov, D., & Mamajonov, X. (2024). Modeling the structures of three-phase asynchronous motor reactive power variations. *AIP Conference Proceedings*, 3244(1), 060018. https://doi.org/10.1063/5.0201234

ISSN 3030-3907

KO‘YLAKBOP TO‘QIMALAR ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

Joldasova Ayzada Bekbaulievna
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti «Sanoat texnologiyasi» kafedrasi assistenti
E-mail: ayzosh-2020@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada ko‘ylakbop to‘qimalarni ishlab chiqarish texnologiyasi, ularning tuzilishi, fizik-mexanik va gigiyenik xususiyatlari o‘rganilgan. Tanda va arqoq iplarining tarkibi, o‘rilish turlari, chiziqli zichligi, to‘ldirish darajasi, shuningdek, paxta, modal va lavsan iplaridan foydalanish natijasida hosil bo‘ladigan matolarning xususiyatlari tahli qilingan. Turli o‘rilishlar (polotno 1/1, reps, rogojka, satin, sarja) asosida yangi ko‘ylakbop materiallar ishlab chiqilgan bo‘lib, ularning iste’mol, gigiyenik va estetik jihatdan afzalliklari ko‘rsatilgan. Respublika iqlim sharoitiga moslashtirilgan mavsumiy (yozgi va kuz-qish) ko‘ylakbop to‘qimalarni yaratish texnologiyasi taklif etilgan.

Kalit so‘zlar: to‘qima, ko‘ylakbop mato, o‘rilish, tanda, arqoq, paxta, modal, lavsan, gigiyenik xususiyatlar, chiziqli zichlik.

Аннотация. В статье исследована технология производства сорочечных тканей, их структура, физико-механические и гигиенические свойства. Проанализирован состав основных и уточных нитей, виды переплетений, линейная плотность, степень заполнения, а также свойства тканей, полученных с использованием хлопковых, модальных и лавсановых нитей. Разработаны новые сорочечные материалы на основе различных переплетений (полотняное 1/1, репс, рогожка, сатин, саржа), показаны их потребительские, гигиенические и эстетические преимущества. Предложена технология создания сезонных (летних и осенне-зимних) сорочечных тканей, адаптированных к климатическим условиям республики.

Ключевые слова: ткань, сорочечная ткань, переплетение, основа, уток, хлопок, модаль, лавсан, гигиенические свойства, линейная плотность.

Abstract. The article studies the technology of producing shirting fabrics, their structure, physico-mechanical and hygienic properties. The composition of warp and weft threads, types of weaves, linear density, filling degree, as well as the properties of fabrics obtained using cotton, modal and lavsan threads are analyzed. New shirting materials based on various weaves (plain 1/1, rep, rib, satin, twill) have been developed, and their consumer, hygienic and aesthetic advantages are shown. A technology for creating seasonal (summer and autumn-winter) shirting fabrics adapted to the climatic conditions of the republic is proposed.

Keywords: fabric, shirting material, weave, warp, weft, cotton, modal, polyester, hygienic properties, linear density.

ISSN 3030-3907

Kirish

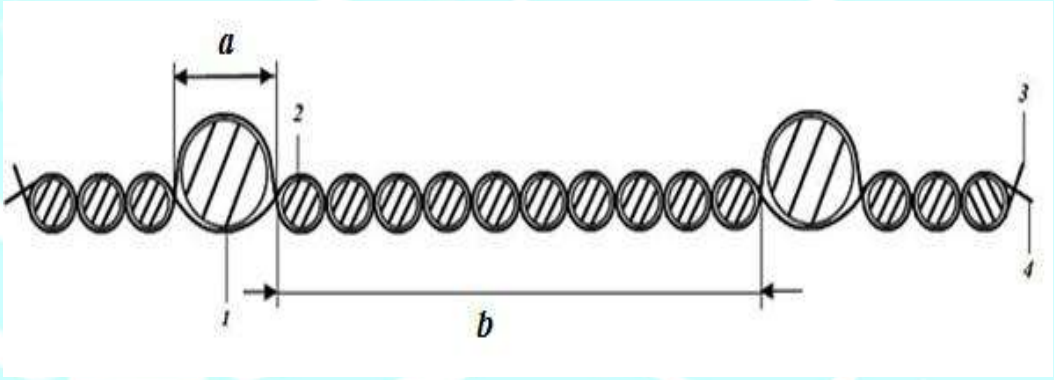
Eng oddiy polotno o‘rilishidan foydalangan holda, tanda va arqoq iplarining bir xil chiziqiy zichliklari va bir xil xususiyatlari, to‘qimaning tanda va arqoq bo‘yicha bir xil zichliklari, to‘quv dastgohining mos ravishda taxtlanishi, tanda va arqoq iplari qisqarishining bir xil qiymatlari, to‘qima yuzasida tanda va arqoq iplarining bir xil qoplanishlari natijasida o‘rilishi ko‘zga ko‘rinmaydigan silliq matoni olish mumkin. Agar bunda tanda va arqoq uchun har xil bo‘lgan ip buramlarining tegishli yo‘nalishlari tanlansa, to‘g‘ri zichlanganda va kalandrlanganda gazlama shu qadar silliq bo‘lishi mumkinki, unda o‘rilishni ajratish qiyin bo‘ladi. Shuni hisobga olish kerakki, matodagi turli o‘rilishlar ushbu matodan tayyorlangan buyumga o‘ziga xoslik beradi. Ma’lumki, masalan, vertikal chiziqlar bilan bo‘lingan kvadrat uzunroq ko‘rinadi, gorizontal chiziqlar bilan bo‘lingan kvadrat esa kengroq ko‘rinadi. Demak, kiyimdagi vertikal chiziqlar torroq va uzunroq ko‘rinadi, gorizontal chiziqlar esa kengroq va kalta bo‘lib ko‘rinadi. Ma‘lumki, o‘rilishning diagonal chiziq bo‘lib tushishi harakatga urg‘u beradi. Harakat eng ifodali bo‘lishi uchun diagonal chiziqlar hech narsa bilan to‘sib qo‘yilmasligi, to‘qimaning yuzasida qaysi iplar tizimi yuqoriroq to‘ldirilgan bo‘lsa, o‘sha iplar tizimi ustunlik qilishi kerak. Ko‘pincha bu ma‘lum bir tizimdagi iplar to‘lqinlarining balandligi tufayli sodir bo‘ladi. Ayrim hollarda, chiziqli ip zichligi yuqori bo‘lgan kattaroq ip diametrlari tufayli pastroq to‘lqin balandligi bo‘lgan tizim ustunlik qilishi mumkin. Biroq, kichik to‘ldirilishlarda, bir tizimning iplari boshqa tizimning iplari bilan erkin bog‘langanda, ularni kuchli deformatsiya qilmasdan, iplarni bir-biriga bog‘lash uchun etarli bo‘lgan oraliqlarni hosil qilganda, qattiqroq tizimning yo‘g‘onroq iplari kamroq qattiqlikdagi ingichka iplarini kuchliroq egadi. Qattiqroq ip odatda kamroq egiladi, kichikroq balandlikdagi to‘lqinlarni hosil qiladi.

MATERIALLAR VA METODLAR

To‘qimalarning tuzilishi va xususiyatlariga ularning nisbiy zichligi – haqiqiy zichlikning to‘qimaning mumkin bo‘lgan maksimal zichligiga nisbati katta ta’sir ko‘rsatadi. Ipning mumkin bo‘lgan maksimal zichligini hisoblash uchun, avvalo, ipning chiziqli zichligidan kelib chiqib, uning diametrini aniqlash kerak. Tig‘, shoda va to‘qimalarda egilish zichligini qiyosiy baholash uchun to‘qimadagi tanda va arqoqning foizli to‘ldirish ko‘rsatkichlari qo‘llaniladi. To‘ldirish foiz ko‘rsatkichi to‘qimaning g‘ovak tarkibini baholash uchun ishlatiladi, bu, xususan, uning havo o‘tkazuvchanligini aniqlaydi. Tanda va arqoq iplarining o‘zaro o‘rilish joyini hisobga olgandagi nisbiy zichlik to‘ldirish deb ataladi. To‘ldirish ko‘p jihatdan bunday to‘qimaning taxtlash tarangligini, uning to‘quvchilikdagi xatti-harakatini va eng muhimi, to‘qimadagi tolaning qisilish darajasini tavsiflaydi. Bu xarakteristika tuzilish xarakteristikalari bilan birga foydalanilayotgan to‘qimaning

ISSN 3030-3907

harakatini, uning barqarorligini va boshqa bir qator xususiyatlarini bashorat qilish imkonini beradi [1-2]. Ko‘ylakbop to‘qimalarda iplarning chiziqiy zichligi turlicha bo‘lgan polotno o‘rilishlari to‘qima yuzasiga o‘ziga xos jilo hosil qiladi. 1-rasmda to‘qimaning yuzasida bo‘rtiqlar (to‘qimaning a qismi) va chuqurchalar (to‘qimaning b qismi) bo‘lgan qirqim to‘qima bo‘lagi ko‘rsatilgan. Buning uchun qalin va ingichka iplar ishlatilgan. Iplar sonining bunday o‘zgarishi har qanday tanda yoki arqoq iplari tizimlari uchun ixtiyoriy bo‘lishi mumkin.



1-rasm. Qirqimli to‘qima bo‘lagi: bu yerda 1 - qalin ip; 2 - yupqa ip; 3, 4 - boshqa ip tizimi.

Ko‘ylakbop to‘qimalarni ishlab chiqarish jarayonida tanda va arqoq iplarining o‘zaro o‘rilishi natijasida turli xil to‘qimalar hosil bo‘ladi. Biz polotno o‘rilishi asosida polotno 1/1, yarim arqoq repsi 1/2 va yarim tanda repsi 2/1, arqoq repsi 2/2, tanda repsi 2/2, rogojka 2/2, to‘rt ipli noto‘g‘ri satin, sarja 1/3 va sarja 2/2 kabi yangi hosila o‘rilishlarini ishlab chiqdik.

Ma’lumki, yozgi ko‘ylaklarni tikish uchun tanda va arqoq iplaridan polotno o‘rilishida ishlab chiqilgan mato tanlangan [3-4]. Ushbu mato paxta tolalaridan tashkil topgan iplarni o‘z ichiga oladi. Arqoq iplari to‘g‘rilanadi va tanda iplarining zichligi esa arqoq iplarining zichligidan kattaroqdir. Shunday qilib, to‘qimaning yuzasida kichik ko‘ndalang chuqurcha hosil qiladi.

Ushbu matoning kamchiligi shundan iboratki, uning gigiyenik xossalari uncha yuqori emas, chunki havo o‘tkazuvchanligi va gigroskopikligi past, gijimlanmasligi yuqori. Bundan tashqari, ishqalanishga uncha chidamli emasligi va yirtilishga mustahkamligi ko‘ylaklarning xizmat muddatini qisqartirishga olib keladi.

To‘qimalarning gigienik xususiyatlarini (havo o‘tkazuvchanligi), iste‘mol xususiyatlarini (xizmat muddatini) yaxshilash va matolarning assortimentini kengaytirish uchun biz arqoqda modal va lavsan iplaridan foydalandik.

Matoning tanda iplari paxta tolali bo‘lib, ular arqoq iplari bilan polotno o‘rilishida to‘qiladi. Paxta tolasi va iplari, o‘z navbatida, suv bug‘larini, namlikni yaxshi shimib va o‘tkazib, matoning elektrlanuvchanligini kamaytiradi, shuningdek, mahsulotlarning zarur gigienik xususiyatlarini ta‘minlaydi.

ISSN 3030-3907

Modal – yarim sintetik viskoza tolasi. O‘n ming metr bunday ipning og‘irligi 1 gramm, har ming metr ipga 1 gramm bo‘lgan paxta tolasi bilan solishtirganda, modal tola paxta tolasidan yengilroqdir. Modal uchun tsellyuloza manbai sifatida odatda olxa yoki evkalipt yog‘ochlari ishlatiladi. Modalning tijorat namunalarining ingichkaligi 1,0-1,7 dener oralig‘ida, shtapel uzunligi taxminan 40 mm. Modalning o‘ziga xos xususiyatlariga uzilish kuchi va quruq holatdagi modulning yuqori ko‘rsatkichlari kiradi. Modulning nam holatdagi yuqori qiymatlari modal matolarning kirishish va cho‘zilishga chidamliligini ta‘minlaydi. Bundan tashqari, modal yumshoqligi, silliqligi va xiralashishga chidamliligi, shuningdek, yuqori absorbsiya ko‘rsatkichlari bilan ajralib turadi.

Modal tola namlikni yutish bo‘yicha (90%) paxta tolasidan (50%) deyarli ikki marta ustun turadi. Modal ipning ultrabinafsha nurlanishiga chidamliligi yuqori. Lavsan tolalari va iplari materialning quruq va nam holatida eng yaxshi nisbiy mustahkamlik ko‘rsatkichlariga, materialning namlikni yutish ko‘rsatkichlari esa eng yomon ko‘rsatkichlariga ega.

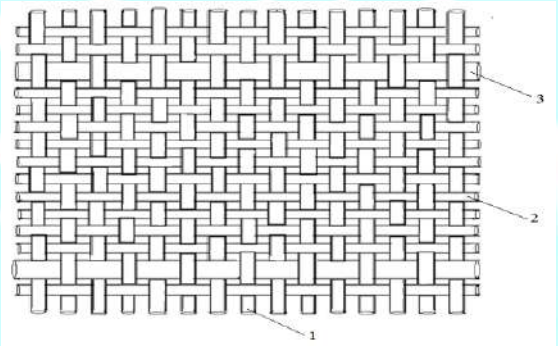
2-rasmda 1/1 polotno o‘rilishi asosida to‘qilgan yangi ko‘ylakbop matoning tuzilishi keltirilgan. Paxta tolali tanda iplari 1, chiziqiy zichligi 11,8 x 2 teks, modal arqoq iplari 2, chiziqiy zichligi 11,8 x 2 teks polotno o‘rilishida to‘qilgan. 2.4-rasmdan ko‘rinib turibdiki, o‘nta modal arqoq ipi tashlangandan keyin, chiziqiy zichligi 23,6 x 2 teks bo‘lgan bitta qo‘shimcha lavsan arqoq ipi tashlanadi. Matoning eni bo‘ylab arqoq iplarining bunday joylashuvi kerakli miqdorda shu kabi takrorlanadi [5]. Yo‘g‘on va ingichka arqoq iplarining qo‘shilishidan matoda relefli yuza, ya‘ni eni to‘rt-besh millimetrli tasmalar hosil bo‘ladi, bu ko‘ylakbop matolar assortimentini kengaytirishga, gigienik (havo o‘tkazuvchanligi, gijimlanmasligi, gigroskopikligi) va iste‘mol (ishqalanishga chidamliligi, uzilishga chidamliligi) xususiyatlarini yaxshilashga imkon beradi.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

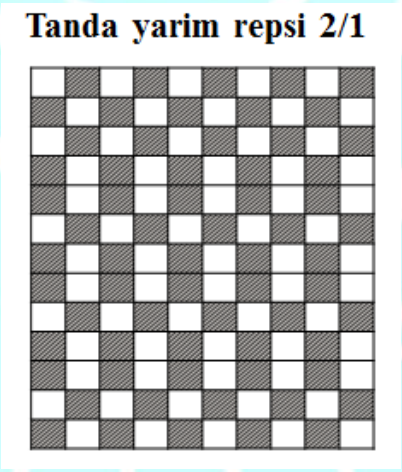
Yuqoridagilardan kelib chiqadigan bo‘lsak, ko‘ylakbop matolarni ishlab chiqarish yorug‘lik va ob-havo ta’siriga juda chidamliligi bilan bog‘liq, chunki ko‘ylaklarni tayyorlash va ishlatish jarayonida atmosfera sharoitlari: yorug‘lik, harorat, namlik va boshqa omillar ta’siriga uchiraydi, ishqalanishga, gijimlanishga chidamliligi va o‘ziga berilgan shaklni saqlab qolish qobiliyatiga ega. Boshqa xususiyatlar bilan bir qatorda, yorug‘likga chidamliligi ko‘ylaklardan foydalanish jarayonida ularning xizmat muddatini ko‘rsatadi. Shu bois ham ko‘ylakbop to‘qimalar ishlab chiqarishda xom ashyo tanlab olishda, iste‘mol xususiyatlari to‘qimalarda ahamiyatliligini bilishda boshqa estetik, gigienik, texnologik xususiyatlarini ham hisobga olish zarur. Respublikamiz iqlim sharoitining yozgi issiq davriga mo‘ljallangan ko‘ylakbop to‘qima taklif etildi. Respublikamiz iqlim

ISSN 3030-3907

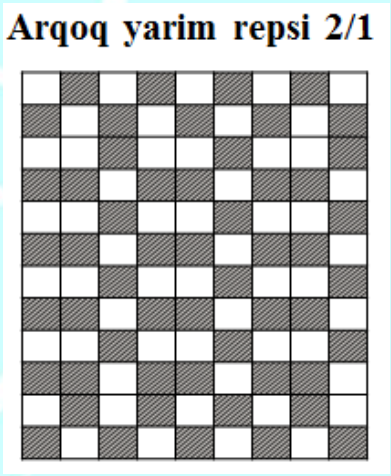
sharoitining kuzgi-qishqi davri uchun modal iplar o‘rilishida – satin, sarja, reps va ularning kombinatsiyalari ishlab chiqilgan bo‘lib, ular quyida keltirilgan.



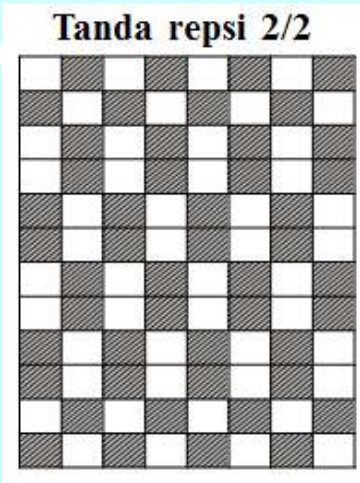
2-rasm. 1/1 polotno o‘rilishi asosida to‘qilgan yangi ko‘ylakbop matosining tuzilishi



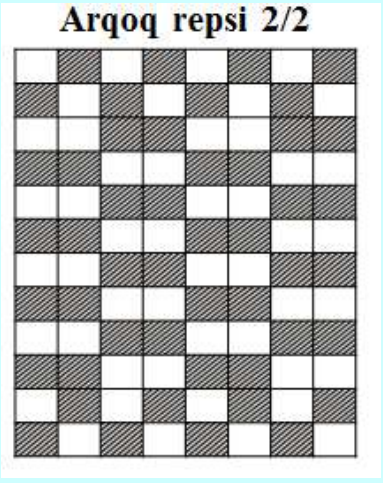
3-rasm. 2/1 yarim tanda repsi asosidagi to‘qima o‘rilishi



4-rasm. 2/1 yarim arqoq repsi asosidagi to‘qima o‘rilishi

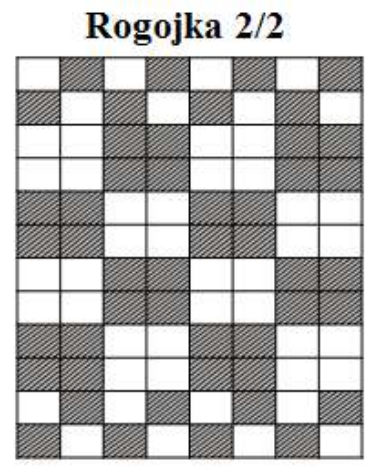


5-rasm. 2/2 tanda repsi asosidagi to‘qima o‘rilishi

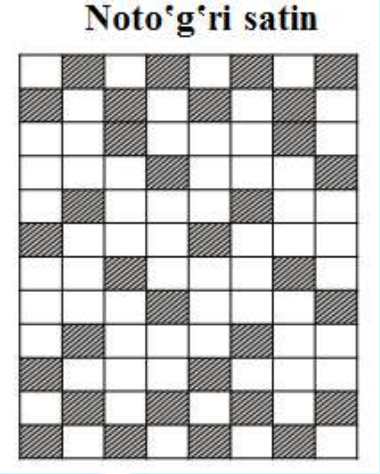


6-rasm. 2/2 arqoq repsi asosidagi to‘qima o‘rilishi

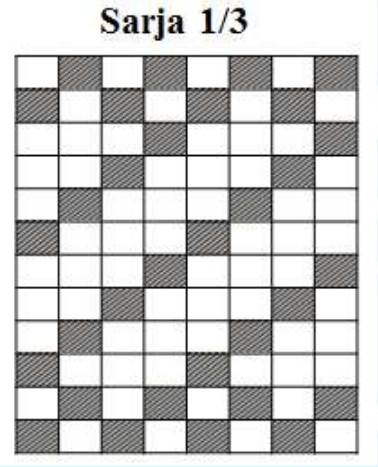
ISSN 3030-3907



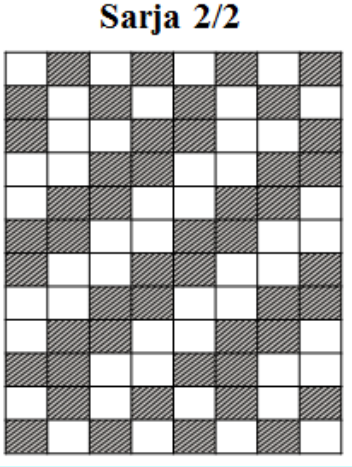
7-rasm. 2/2 rogojka asosidagi to‘qima o‘rilishi



8-rasm. To‘rt ipli noto‘g‘ri satin asosidagi to‘qima o‘rilishi



9-rasm. 1/3 sarja asosidagi to‘qima o‘rilishi



10-rasm. 2/2 sarja asosidagi to‘qima o‘rilishi

Kuz-qish mavsumi uchun 3-10-rasmlardagi to‘qima o‘rilishlari tavsiya etiladi. Bu mato o‘rilishlari zich bo‘lib, rapport chegarasidagi lavsan iplari chiziqlari orasidagi bog‘lanish yuzalarida turli naqshlar mavjud.

Rogojka o‘rilishli mato sof paxta, modal va lavsandan tayyorlangan (7-rasmga qarang). Rogojka o‘rilishining o‘ziga xosligi shundaki, rapport chegarasida tanda va arqoq iplarining bir-birini qoplanishlar soni bir xil. Matoni yaratish uchun bo‘yalgan va bo‘yalmagan iplar ishlatiladi, shu bilan kichik kataksimon naqsh hosil qilinadi. Ushbu ko‘ylaklar ham rasmiy tadbirlar, ham kundalik kiyim uchun mo‘ljallangan. Rogojka gazlamasidan tikilgan ko‘ylaklar alohida kutim talab etmaydi, ular boshqa turdagi ko‘ylaklarga nisbatan o‘z shaklini ancha yaxshi saqlaydi, tez-tez yuvish mumkin. Rogojka matosi havo o‘tqazuvchanligi yaxshi, juda qulay, yengil, shu tarafidan ham ushbu matoni asosan yozgi erkaklar ko‘ylaklari uchun ishlatish ma’qul [1].

To‘rt shodali noto‘g‘ri satin – satin va atlas o‘rilishlarining hosilalari bo‘lib nomlanadi (8-rasmga qarang). Ayniqsa klassik oq rang chiroyli va ko‘rkam

ISSN 3030-3907

koʻrinadi. Toʻrt shodali notoʻgʻri satin toʻqimasi oʻzining mustahkamligi va chidamliligi bilan ajralib turadigan gazlamalar qatoriga kiradi, shu sababli ushbu matodan sifati yuqori koʻylaklar tikiladi. Keltirilayotgan notoʻgʻri satinning yana bir afzallik tomoni shundaki, uning turli xil rang olish xususiyati yaxshi. Toʻrt ipli notoʻgʻri satindan tikilgan koʻylaklar deyarli gʻijimlanmaydi, bunga sabab toʻqima oʻrilishining tuzilishi shu jihatdan kundalik kiyim sifatida foydalanishga qulay. Bundan tashqari shu matodan (ip turiga qarab) ham kundalikga, ham kechki kiyimlar sifatida ishlatiladi. Mintaqaning iqlim sharoitidan kelib chiqib lavsan, modal, paxtadan toʻqilgan koʻylakbop matolar ishlab chiqarish texnologiyasidan foydalanish maqsadga muvofiqdir [1].

Sarja 1/3 (9-rasmga qarang) asosida toʻqima oʻrilishi va sarja 2/2 asosida qurilgan toʻqima oʻrilishi (10-rasmga qarang) oʻziga xos oʻrilish naqshga ega boʻlib, u diagonal boʻylab joylashgan parallel yoʻllardan iborat. Parallel, diagonal boʻylab joylashgan yoʻllar arqoq iplarining maxsus toʻqilishi natijasida sarjada hosil boʻladi. Sarja esa old va orqa tomonlarga boʻlinadi. Sarjaning yuzasida gʻayrioddiy oʻrilishlar aniqroq koʻrinadi. Chunki sarja oʻrilishi matoda yoʻl-yoʻl naqshni hosil qiladi va kuchaytiradi.

Binobarin, foydalanish maqsadiga koʻra, ishlab chiqariladigan toʻqimalarning tolaviy tarkibiga, materialning turiga va uning tuzilishiga qarab belgilanadigan tegishli isteʻmol, fizik-mexanik va gigienik xususiyatlarga ega boʻlishi kerak.

XULOSA

Maqolada koʻylakbop toʻqimalarni ishlab chiqarishda tanda va arqoq iplarining tarkibi, oʻrilish turlari va ularning fizik-mexanik, gigiyenik xususiyatlariga ta’siri chuqur oʻrganildi. Paxta, modal va lavsan iplaridan aralash foydalanish orqali nafas oluvchanligi yuqori, mustahkam va qulay koʻylakbop matolar yaratish imkoniyatlari koʻrsatildi. Turli mavsumlar uchun moslashtirilgan oʻrilishlar (reps, rogojka, satin, sarja) asosida yangi materiallar ishlab chiqilib, ularning iste’mol va estetik jihatdan samaradorligi asoslab berildi. Natijada, respublika iqlimi uchun mos, sifatli va uzgaruvchan talablarga javob beradigan koʻylakbop toʻqimalar ishlab chiqarish texnologiyasi taklif etildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Жолдасова А. Б., Даминов А. Д., Рахимходжаев С. С. Влияние на плотность и на коэффициент наполнения переплетения новой сорочечной ткани. UNIVERSUM: Технические науки. №2 (119), февраль 2024г. С. 65-71.

2. Жолдасова А.Б., Даминов А.Д., Рахимходжаев С.С. Влияние на плотность на коэффициент наполнения переплетения новой сорочечной ткани. “Xavfsizlik va atrof-muhitni muhofaza qilish muammolarini hal qilishda fan va taʻlimning roʻli”, Respublika ilmiy-amaliy anjuman. Andijon-2024. 1394-1400 b.

3. Букаев П.Т. Хлопкоткачество. М., Легпромбытиздат, 1987. С.575.

ISSN 3030-3907

4. Рахимходжаев С.С., Собирова Г.Н. Теория строения ткани (однослойные переплетения). Учебник, 2024. LAPLAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, Mauritius. С.58.
5. Ўзбекистон Республикаси патенти IAP 20230712. “Сорочечная ткань” / А.Б. Жолдасова., A.D. Daminov., S.S. Rakhimkhodzhaev., Торениязова Л.А., Каримбаев Н.М. // Ўзбекистон республикаси Интеллектуал мулк агентлиги Расмий Ахборотномаси. Тошкент 2024. №IAP 7808. С. 7.

ISSN 3030-3907

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНЫХ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ КАДРОВ В ЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ОТРАСЛИ

А. Н. Маматкулов
PhD, доц., Каршинский государственный технический университет, Карши, 180100, Узбекистан;
E-mail: asamnorovich@mail.ru
https://orcid.org/0000-0002-0689-2666
Холиёр Саййид Сафаров
Соискатель, Каршинский государственный технический университет, Карши 180100, Узбекистан;
E-mail: sayyidsafarov23@mail.ru
https://orcid.org/0009-0008-5740-191X
Бобокулова Муҳаббат Маҳаммадиевна
Соискатель, Каршинский государственный технический университет, Карши 180100, Узбекистан;
E-mail: muhabbatbobokulova820@gmail.com

Annotatsiya. Zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalangan holda o‘qitishda foydalaniladigan yelektr tizimlarida dinamik yuk modellarini tahlil qilish yelektr yenergiyasi tizimlarining dinamik xususiyatlari haqidagi nazariy bilimlarni innovatsion o‘qitish usullari orqali ishlab chiqilgan amaliy ko‘nikmalar bilan birlashtirishni o‘z ichiga oladi. Bunda sistemaga turli xil yuklamalar ulangan sharoitda tizimlarning xatti-harakatlarini o‘rganish uchun simulyatorlar, virtual laboratoriyalar va interaktiv modellardan foydalanish, shuningdek analitik va muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish uchun zamonaviy o‘qitish usullari va tanqidiy fikrlash texnologiyalaridan foydalanish kiradi.

Kalit so‘zlar: dinamik yuklama, motorlar, elektr tizimlari, dinamik xususiyatlar, innovatsion usullar, Spiral (regressus, progressus), model, innovatsiya, ishlab chiqarish, energetika.

Аннотация. Анализ моделей динамической нагрузки в электрических системах, применяемый в обучении с использованием современных педагогических технологий, предполагает интеграцию теоретических знаний о динамических характеристиках электроэнергетических систем с практическими навыками, формируемыми с помощью инновационных методов обучения. Это включает в себя использование симуляторов, виртуальных лабораторий и интерактивных моделей для изучения поведения систем при различных условиях нагрузки, а также применение современных методик обучения и технологий критического мышления для развития навыков анализа и решения проблем.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: динамическая нагрузка, двигатели, электрический системы, динамический характеристики, инновационные методы, Spiral (regressus, progressus), модель, инновация, производства, энергетика.

Abstract. in recent years, due to the energy transition taking place in many countries of the world, energy transition processes are taking place in Uzbekistan. The transition is associated with a turn to green energy and serious problems of diversification of energy sources, development of market relations, digitalization and intellectualization of the energy sector. In such conditions, at all stages of the transition, it is necessary to ensure the reliability of electricity supply to consumers and the provision of electric power systems (EPS) in various modes. Therefore, conducting a study on the use of reliable methods for providing consumers with high-quality electrical power, including when operating wind and solar power plants with unstable modes, is relevant. One of such methods is operational demand response.

Keywords: dynamic load, motors, electrical systems, dynamic characteristics, innovative methods, Spiral (regressus, progressus), model, innovation, production, energy.

Введение

Организация образовательного процесса с использованием педагогических технологий на основе системного подхода и его реализация в определенной последовательности важны для студентов, обучающихся в технических вузах. Например, в области электроэнергетики для доведения сложных тем до сознания студентов преподавателю необходимо максимально использовать знания высокого уровня и применить современные педагогические технологии [1]. Эффективная организация учебного процесса связана с:- использованием современных педагогических технологий в образовании;- применением коммуникационных и информационных технологий в процессе занятии;- организация обучения в виртуальной лаборатории и другие [2];

В статье рассматривается анализ моделей динамической нагрузки в электрических системах, применяемый в обучении с использованием современных педагогических технологий, предполагает интеграцию теоретических знаний о динамических характеристиках электроэнергетических систем с практическими навыками, формируемыми с помощью инновационных методов обучения. Это включает в себя использование симуляторов, виртуальных лабораторий и интерактивных моделей для изучения поведения систем при различных условиях нагрузки, а также применение современных методик обучения и технологий

ISSN 3030-3907

критического мышления для развития навыков анализа и решения проблем [3,4,5].

Коротко рассмотрем современные педагогические технологии, применяемые в обучении:

1. Технологии развития критического мышления: Обучение студентов анализировать информацию, оценивать различные подходы к решению задач, выявлять проблемы и предлагать инновационные решения.

2. Игровые технологии: Включение элементов игры в учебный процесс для повышения мотивации и вовлеченности учащихся.

3. Технология проблемного обучения: Представление учебного материала в виде проблемных ситуаций, требующих от учащихся самостоятельного поиска решений.

4. Информационно-коммуникационные технологии (ИКТ): Использование компьютерного моделирования, симуляторов электрических систем, интерактивных учебных платформ и виртуальных лабораторий для изучения динамических характеристик.

5. Технология “Spiral (regresses, progresses)”: Суть технологии заключается в том, что в дополнение к основным понятиям одной темы также предоставляется и получается информация по различным ее ответвлениям (составляется набор вопросов и путем обсуждения, дискутирования достигается правильное решение и вывод). Spiral(regressus, progressus) - интерактивная технология предполагает двухэтапный процесс занятий, в ходе начального этапа " regressus - осознанное отступление"- при этом информация по предмету повторяется, восстанавливается и закрепляется в памяти, верхняя ступень – заключительная " progressus – продвижение, шаг вперед" предполагается не только понять тему, зная ее, или сделать ее полноценным изложением, но и привнести в нее новаторские идеи, введя личные научные идеи в рамки информации, относящейся к теме. Кроме того, в ходе занятий, наряду с основными элементами темы, также обсуждаются их отдельные элементы. Например, рассматриваются плюсы и минусы, преимущества и недостатки.

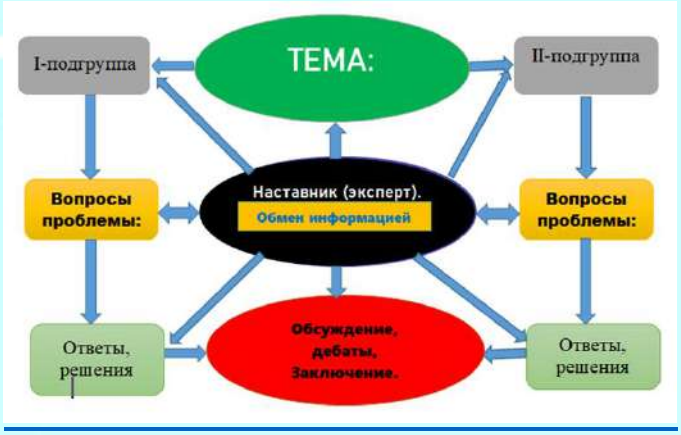
1. Materiallar va usullar

Рассмотрим применение Spiral (regressus, progressus), одной из интерактивных педагогических технологий, которая повышает мотивацию учащихся к обучению, облегчая понимание урока. Интерактивное обучение предполагает обязательную работу обучающихся в малых разделённых подгруппах на основе кооперации и сотрудничества. При этом основная роль преподавателя заключается в умении организовать продуктивную групповую и межличностную коммуникацию обучающихся. Интерактивное обучение

ISSN 3030-3907

опирается не только на процессы восприятия, памяти, внимания, а прежде всего на творческое продуктивное мышление и общение. Педагогическими средствами интерактивного обучения являются: - субъект-субъектное и групповое взаимодействие (субъектная позиция, сотрудничество, кооперация, конструктивная и доброжелательная атмосфера); - диалог-полилог (умение слушать, задавать вопросы и отвечать на вопросы, высказывать и отстаивать собственную точку зрения, вести полемику); - мыследеятельность и смыслотворчество (умение осуществлять мыслительные операции, четко выражать смысл своей позиции, понимание и объяснение смысла законов, явлений, теорий, фактов); - свобода выбора средств и способов усвоения учебного материала (проявление творчества, самостоятельности, выбор способов решения учебных задач, проявление индивидуального стиля учебной деятельности); - ситуация успеха (применение комплекса педагогических средств, способствующих успеху в учебной деятельности всех субъектов образовательного процесса); - рефлексия (самоанализ и объективная оценка и самооценка результатов личностного развития и учебной деятельности). Таким образом, суть технологии Spiral (regressus, progressus), в основе которой лежит идея интерактивного педагогического взаимодействия, и теория контекстно-ситуационного обучения составляют концептуальную базу инновационных образовательных технологий в вузе.

При применение интерактивной педагогической технологии Spiral (regressus, progressus), группу разделим на две подгруппы рис.-1.



1-рис. Структурный модель технологии обучения "Spiral (regress, progressus)".

Образовательная технология "Spiral (regressus, progressus)":

Тема задается наставником (экспертом);

Тема: Анализ модели динамической нагрузки электрических систем. Участники первой и второй подгруппы разрабатывают набор вопросов и проблем, связанных с данной темой:

ISSN 3030-3907

Таблица-1.

Алгоритм обучение технологии "Spiral (regressus, progressus)".

Подгруппа I: набор вопросов и проблем:	**Подгруппа II:** набор вопросов и проблем:
1. Какие компоненты имеют насосные агрегаты (НА) ? 2. Как влияет частота рабочего колеса на работу НА ? 3. Какими уравнениями описывается напорный характеристике насоса ? 4. Как определяется противо давления НА ? 5. Какими путями определяется статика гидравлических процессов ?	1. Пусковые характеристики асинхронного двигателя учитывается? 2. Какими уравнениями определяется движения ротора асинхронного двигателя? 3. Как учитывается момент сопротивления АД ? 4. Как учитывается НА в математическом моделеровании электрических сетях ? 5. Что такой частотный пуск АД ?

Результаты

Обсуждение, дебаты с участием наставника (эксперта).

-НА содержат следующие компоненты: насосы, электродвигатели, преобразователи частоты, информационно-измерительные и управляющие средства. Изменение частоты вращения рабочего колеса насоса ведет к изменению всех его рабочих параметров. Можно пересчитать характеристики насоса, используя формулы подобия в соответствии с текущей частотой вращения [6]

$$p_i = k_i\omega_i^2; \quad P_i = k_p\omega_i^3;$$
$$M_i = k_M\omega_i^2; \quad Q_i = k_Q\omega_i;$$

где $p_i, P_i, M_i, Q_i, \omega_i$– текущие значения давления, подачи, момента статического сопротивления и нагрузки, потребляемой мощности, а также частота вращения насоса. Для удобства исследований и расчетов в статье используется давление, связанное с напором формулой

$$p_i = H_i\rho g;$$

где p_i – давление, Па; H_i – напор, м; ρ – плотность жидкости, кг/м3; g = 9.8 м/с^2 – ускорение свободного падения.

Напорная характеристика насоса, работающего с переменной частотой вращения рабочего колеса, описывается уравнением квадратичной параболы

$$p_i = p_0\left(\frac{\omega_i^2}{\omega_{\text{ном}i}^2}\right) - R_{\text{нас}}Q_i^2; \qquad (1)$$

ISSN 3030-3907

где p_0 – давление насоса при нулевой подаче жидкости;

$R_{\text{нас}} = \frac{p_0 - p_{\text{ном}}}{Q^2_{\text{ном}}}$ гидравлическое сопротивление насоса, определяемое из номинальных данных и давления холостого хода, $P_{\text{ном}}$ и $Q_{\text{ном}}$ – номинальное давление и номинальная подача насоса; Q_i – текущая подача насоса. По давлению нулевой подачи p_0 при номинальной скорости $\omega_{\text{ном}}$ находится давление нулевой подачи для любой скорости вращения вала:

$$p_{0i} = \left(\frac{p_0\ \omega_i^2}{\omega^2_{\text{ном}_i}}\right); \qquad \text{или} \qquad p_{0i} = k_{p0}\omega_i^2 \qquad (2)$$

Характеристика сети (магистрали) при наличии противодавления определяется по формуле, $p_c = p_n + R_c Q_c^2$ где p_c– текущее давление в сети; $p_п$ – противодавление, обусловленное разностью геодезических отметок наивысшей точки подачи жидкости и места установки насоса;

$R_{\text{нас}} = \frac{p_{\text{ном}} - p_{\text{п}}}{Q^2_{\text{ном}}}$ – гидравлическое сопротивление сети;

Q_c – текущий расход жидкости в сети.

Далее наставник объясняет как определяют рабочих параметров НА, для определения рабочих параметров центробежных насосов, работающих с противодавлением, когда подача зависит не только от частоты вращения, но также от отношения p_n/p_0. Совместное решение уравнений насоса и сети относительно текущей подачи Q_i дает зависимость изменения подачи насоса от его угловой частоты вращения при наличии противодавления в следующем виде [2]:

$$Q_i = Q_0 \sqrt{\frac{(\frac{\omega_i}{\omega_{nom}})^2 - (p_n/p_0)}{1 - (p_n/p_0)}}. \qquad (3)$$

Приведенные формулы (2), (3) определяют статику гидравлических процессов. Наставник подробно останавливается формулам описывающий динамический процессы гидравлических частей насосов. При описании динамических процессов движения жидкости в гидравлической части насосного агрегата ее рассматривают как несжимаемое тело плотностью ρ, занимающее объем в некотором фиктивном трубопроводе с постоянным сечением S и длиной L. В этом случае увеличение или снижение подачи будет характеризоваться увеличением или уменьшением скорости движения жидкости под действием сил, определяемых действующими давлениями и гидравлическим сопротивлением гидравлической части насосного агрегата:

$$\frac{dQ_i}{dt} = \frac{s}{pL}\left[p_1 + p_0 - p_c - (R_\Sigma \quad Q_i^2)\right], \qquad (4)$$

где ρ_1– давление во всасывающем трубопроводе насоса; R_Σ – суммарное гидравлическое сопротивление насоса с частью напорного трубопровода.

ISSN 3030-3907

Гидравлическая (полезная) мощность насоса и мощность, потребляемая насосом, определяются выражениями

$$P_{\text{гид}} = p_i Q_i; \qquad P_{\text{пот}} = \frac{p_i Q_i}{\eta_i},$$

где η_i – КПД насоса. Изменение КПД в зависимости от угловой скорости насоса определяется с помощью формулы Муди, преобразованной для насосов:

$$\eta_i = 1 - \frac{1-\eta_{nom}}{\left(\frac{\omega}{\omega_{nom}}\right)^{0.36}}, \text{ или } \quad \eta_i = \mathrm{k}_\eta \omega_i^{0.36} \qquad (5)$$

где $\eta_{\text{ном}}$ – номинальный КПД насоса. Момент сопротивления насоса определяется выражением

$$\mathrm{M}_{\text{н.с}} = \frac{P_{\text{пот}}}{\omega_{\text{ш}}} = \frac{p_i Q_i}{\omega_i \eta_i} \qquad (6)$$

Ещё важно обратить внимание учащихся на модели электропривода с асинхронным (синхронным) двигателем АД (СД) при частотном управлении. Система «преобразователь частоты – асинхронный (синхронный) двигатель» с векторным управлением. Без учета магнитного насыщения динамическая модель электропривода с векторным управлением формируется при рассмотрении переменных в системе координат d–q и ориентации оси d по вектору потокосцепления ротора.

Мощность асинхронного двигателя определяется с учетом изменения скольжения в диапазоне от его номинального значения до полного останова, при этом активное и реактивное сопротивления схемы замещения АД переменны, т.е. учитываются пусковые характеристики асинхронного двигателя.

Расчетные формулы:

$$\mathrm{P}_{\text{ас}} = \mathrm{P}_{\text{ас.ном}} \cdot \frac{U^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot cos\varphi_{\text{ном}}} \cdot f\left(S_{\text{дв}}\right) \qquad (7)$$

$$Q_{\text{ас}} = \mathrm{P}_{\text{ас}} \cdot \frac{S_{\text{дв}}}{S_{\text{кр}}} + \frac{U^2}{U_{\text{ном}}^2 \cdot \mathrm{x}_\mu} \cdot \frac{\mathrm{P}_{\text{ас.ном}}}{cosf_{\text{ном}}} \qquad (8)$$

где $f\left(S_{\text{дв}}\right) = \frac{r \cdot S_{\text{дв}}}{(\mathrm{x}^2 \cdot S_{\text{дв}}^2 + r^2) \cdot (1+f_u)^2}$ $\quad S_{\text{кр}} = \frac{r}{x}, \; r = f_1\left(S_{\text{дв}}\right), \; x = f_2\left(S_{\text{дв}}\right)$

Далее наставник объясняет движение ротора и момент сопротивления АД, они описываются следующими уравнениями:

$$\frac{dS_p}{dt} = \frac{1}{T_{\text{дв}}}\left(\frac{P_{\text{эм}}}{1+f_u} - P_T\right) \qquad (9)$$

Момент сопротивления АД

$$P_T = K_3 \cdot cos\varphi_{\text{ном}} \cdot \delta_0 \left[(1-a-b) + a\left(1+S_p\right) + b\left(1+S_p\right)^2\right] \qquad (10)$$

где $\delta_0 = \frac{1}{(1-a-b)+a\left(1-S_{\text{дв}(0)}\right)+b\left(1-S_{\text{дв}(0)}\right)^2}$

$$S_{\text{дв}} = f_u - S_p$$

ISSN 3030-3907

$$P_{эм} = f(S_{дв}) \cdot \frac{U^2}{U_{ном}^2} \qquad (11)$$

$f(S_{дв})$ – переменная зависящая от параметров x, r и от $S_{дв}$.

$$r = \begin{cases} r_0, & \text{если } S_{дв} \le S_r \\ \dfrac{r_0(1 - S_{дв}) + K_r \cdot r_0(S_{дв} - S_r)}{1 - S_r}, & \text{если } S_{дв} > S_r \end{cases}$$

$$x = \begin{cases} x_{ko} & \text{если } S_{дв} \le S_r \\ \dfrac{x_{ko} \cdot (1 - S_r - S_{дв}) + x_{k1}(S_{дв} - S_r)}{1 - 2S_r}, & \text{если } S_r < S_{дв} < (1 - S_r) \\ x_{k1}, & \text{если } S_{дв} \ge (1 - S_r) \end{cases}$$

В принятом работы удобнее оперировать проводимостями, поэтому уравнения претерпевают преобразование. В общем случае комплексный нагрузки в узлах сети подразделяются в виде статической и динамической нагрузки;

$$У_Н = У_{ст} + У_{ас} \qquad (12)$$

$$У_{ст} = У'_{ст.ном} \cdot F'(U, f_u) + jУ''_{ст.ном} \cdot F''(U, f_u) \qquad (13)$$

где $F' = (U, f_u) = \left(\frac{U_\delta}{U}\right)^2 \left[A_0 + A_1 \frac{U}{U_\delta} + A_2 \left(\frac{U}{U_\delta}\right)^2 + A_f \cdot f_u\right]$

$$F'' = (U, f_u) = \left(\frac{U_\delta}{U}\right)^2 \left[B_0 + B_1 \frac{U}{U_\delta} + B_2 \left(\frac{U}{U_\delta}\right)^2 + B_f \cdot f_u\right]$$

при $U = U_{ном}$, $У'_{ст} = У'_{ст.ном}$

под $U_{ном}$ подразумевается $U_{ном}$ ступени

$$У'_Н = У'_{ном}(1 - К_{ас}) \cdot F''(U, f_u) - У'_{ном} \cdot F''(S_{дв})$$

где $К_{ас}$ – доля асинхронной нагрузки в узле, задается в исходной информации.

$У'_{ном}$ - определяется в начальных значениях.

$$У'_{ном} = \frac{У'_{но}}{(1 - К_{ас}) \cdot F'(U_0) + F'(S_{дв.0})}$$

$$У'_{но} = \frac{Р_{но}}{U_0^2}$$

$S_{дв.0}$ определяется на основании равенства $Р_{то}$ и $Р_{эмо}$.

ISSN 3030-3907

$$К_З \cdot cos\varphi_{ном} = f(S_{дв.0}) \frac{U_0^2}{U_{ном}^2}$$

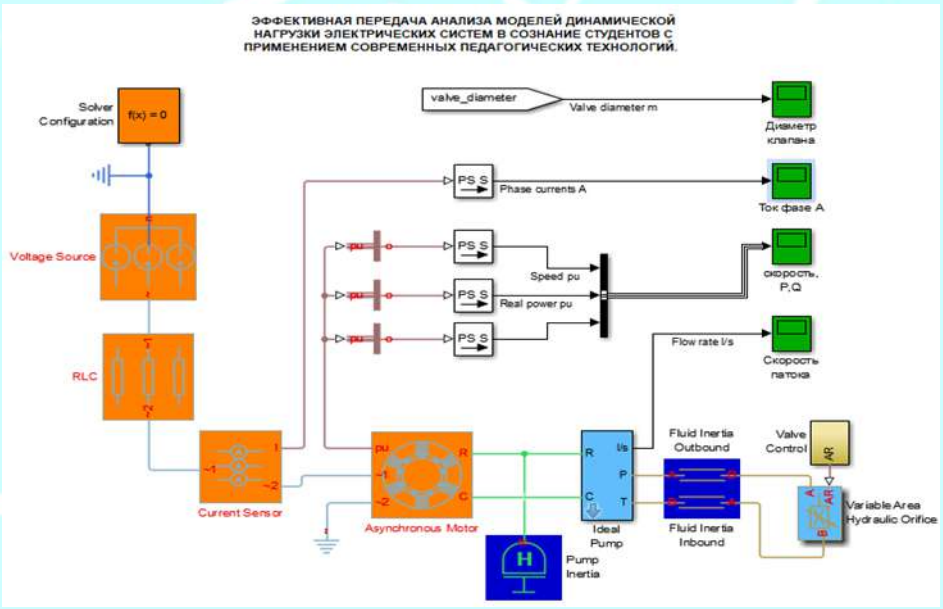
$$F'(S_{дв}) = \frac{К_{ас}}{cos\varphi_{ном}} \cdot f(S_{дв})$$

$$F''(S_{дв}) = \frac{К_{ас}}{cos\varphi_{ном}} \left[f(S_{дв}) \cdot \frac{S_{дв}}{S_{кр}} + \frac{1}{x_\mu} \right]$$

$$У''_{ном} = \frac{У''_{но} + У'_{ном} \cdot K_{Qo}}{F''(U_c)} - У'_{ном} K_{Qном}$$

$$К_{Qном} = F''(S_{дв.ном}); \quad K_{Qo} = F''(S_{дв.о})$$

2. Обсуждение (Discussion)



2-Рис. Экспериментальная схема для анализа работы насосного агрегата.

Таким образом, комплексная нагрузочная проводимость в состав которого включены параметры НА в узле на расчетном интервале определяется по формулам:

$$У'_Н = У'_{ном} \left[F'(U, f_u) \cdot (1 - K_{ac}) + \frac{K_{ac}}{cos\varphi_{ном}} \cdot f(S_{дв}) \right] \quad (14)$$

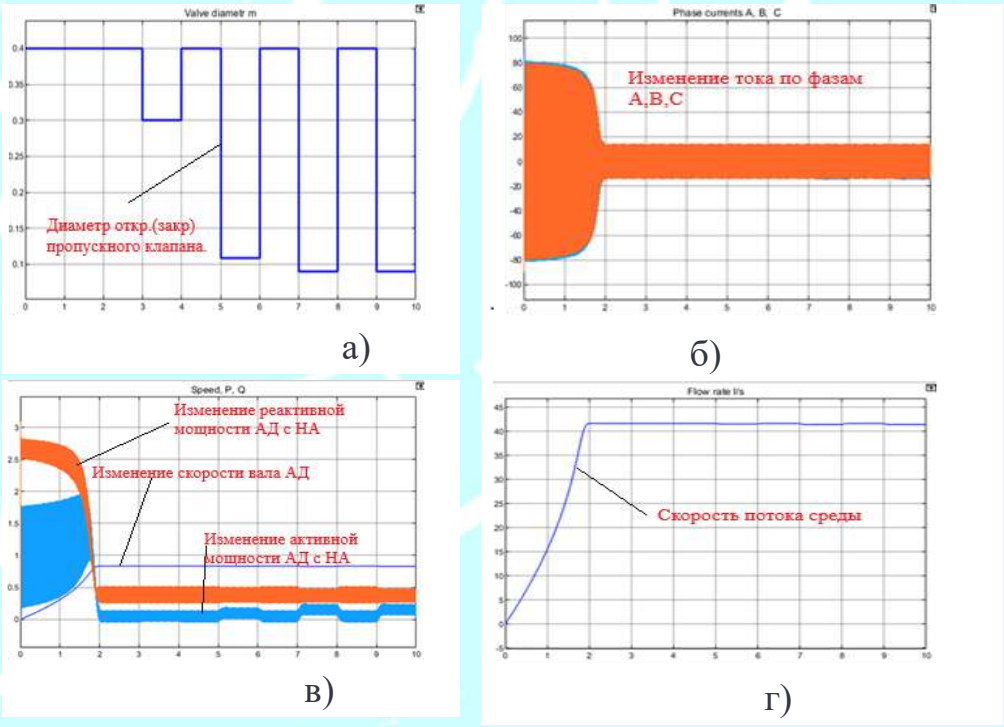
$$У''_Н = \left(У'_{ном} \cdot К_{Qном} + У''_{ном} \right) \cdot F''(U, f_u) -$$
$$- У'_{ном} \cdot \frac{K_{ac}}{cos\varphi_{ном}} \left[f(S_{дв}) \cdot \frac{S_{дв} \cdot x(1+f_u)}{r} + \frac{1}{x_\mu(1+f_u)} \right] \quad (15)$$

Как показывают опыт, учет таких основных факторов, как механическая инерция АД (СД), зависимость электромагнитной мощности от напряжения и скольжения дает хорошие результате при исследовании насосных агрегатов совместно работающие с АД (СД) [7].

ISSN 3030-3907

Для оценки работы НА приведем пример, в состав НА входит: насос КМ45/30, асинхронный двигатель АИР112М2.

Исходные данные: $N_н$ =5,5 кВт − мощность насоса, $P_{2н}$ =7,5 кВт − мощность двигателя, $H_н$=31 м − напор насоса, $Q_н$ =45 м3/ч − расход насоса, ηнасн =0,7 − КПД насоса, ηдвн =0,87 − КПД двигателя; $H_п$ =15,6 м − статическая составляющая напора (разница геодезических отметок насосной установки и потребителя плюс свободный напор у потребителя); Нф =39,2 м − фиктивный напор насоса при нулевой подаче; g=9,81 м/с2 = 2,725.10−3м/ч2, ρ=1000 кг/м3 − плотность жидкости. По каталогу находим рабочие характеристики насоса, зависимости $η_{нас}$ =f(Q), H=f(Q) [3].



3-Рис. Результаты анализов работы асинхронного двигателя с насосным агрегатом.

Для вычисления характеристик НА в диалоговом окне «Block Parameters: Centrifugal Pump» существует возможность выбрать один из трех методов: «By approximating polynomial» - по аппроксимационному полиному, «By two 1D characteristics: P-Q and N-Q» - по двум одномерным массивам: PQ и NQ. «By two 2D characteristics: P-Q-W and N-Q-W» - по двум двумерным массивам: PQW и NQW. В нашем случае воспользуемся методом «By two 1D characteristics: P-Q and N-Q».

3. Заключение (Conclusion)

Выходные характеристики представлены на рис. 3 а, б, в, г. Анализ результатов позволяет сделать следующий вывод: моделирование в графической системе Simulink программы MATLAB, при использовании математической модели, позволяет получить характеристики, которые подтверждают работоспособность системы двигатель-насос. Результаты

ISSN 3030-3907

моделирования могут быть использованы при проектировании и исследовании электроприводов с нагрузкой в виде НА, а также при построении систем управления центробежными насосами УЦН [8].

ЛИТЕРАТУРА

1. Монахов В.М., От традиционной методики к новой технологии обучения. М. Тула: Будрус, 2012.
2. Новые педагогические и информационные технологии в системе образования. Под ред. Е.С. Полат. – М., 2014.
3. “ElektroMaster.org” (http://elektromaster.org/osnovnyie-zakonyi-elektrotehniki.html).
4. “Информационный ресурс” (http://infoelectrik.ru/nemnogo-osnov-lektrotehniki/zakon_dzhoulya-lenca.html).
5. “Информационный ресурс” (http://infoelectrik.ru/nemnogo-osnov-elektrotehniki/ osnovnye-zakony kirhgofa.html).
6. Goppelt F., Hieninger T., Schmidt-Vollus R. Modeling centrifugal pump systems from a system-theoretical point of view // 18th International Conference on Mechatronics - Mechatronika (ME). 2018. P. 1-8.
7. Лысенко О.А. Программный модуль «Моделирование насосной установки с центробежным насосом и асинхронным двигателем» / О.А. Лысенко, А.А. Охотников // Свидетельство о регистрации электронного ресурса. - 2014.
8. Герман-Галкин С.Г. Matlab & Simulink. Проектирование мехатронных систем на ПК. - СПб.: КОРОНА-Век, 2008. - 368 с.

ISSN 3030-3907

KONTRAFAKT VA FALSIFIKATSIYA QILINGAN MAHSULOTLARNIN ANIQLASH VA ULARGA QARSHI KURASHISH.

L.R.Radjabova.
Buxoro davlat pedagogika instituti dotsenti, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)
Nabiyeva Muazzam
Buxoro davlat pedagogika instituti 1-bosqich magistr

Annotatasiya: Mazkur maqolada O'zbekiston bozorlarida qalbaki (kontrafakt) tovarlarning aniqlanishi, ularning tarqalish sabablari va ularga qarshi kurashish yo'llari yoritilgan. Kontrafakt mahsulotlarning iste'molchilarga, ayniqsa inson salomatligiga yetkazayotgan zararli ta'siri ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Shuningdek, bu holatga qarshi kurashishda huquqiy, texnik va ijtimoiy choralar muhokama qilingan.

Kalit so'zlar: qayd etish, qalbaki tovarlar, kontrafakt, inson salomatligi, xavf, iste'molchi huquqlari, nazorat.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы выявления фальсифицированной (контрафактной) продукции на рынках Узбекистана, причины её распространения и меры по борьбе с этим явлением. Проведён научный анализ негативного влияния контрафактной продукции на здоровье человека. Также обсуждаются правовые, технические и социальные меры по противодействию распространению фальсификата.

Ключевые слова: обнаружение, фальсифицированная продукция, контрафакт, здоровье человека, риск, права потребителей, контроль.

Abstract: This article explores the identification of counterfeit (contraband) goods in the markets of Uzbekistan, the causes behind their distribution, and the strategies to combat them. It provides a scientific analysis of the harmful impact that counterfeit products have on human health. Legal, technical, and social measures to fight against counterfeit goods are also discussed.

Keywords: detection, counterfeit goods, contraband, human health, risk, consumer rights, control

Kirish

Barchamizga ma'lumki, sifatsiz kontrafakt tovarlarning muomalaga kiritilishi oqibatida, respublikamiz iqtisodiyotiga jiddiy zarar etkazgan holda, iste'molchilar huquqlarini qo'pol ravishda poymol bo'lishiga, mamlakatimizda nosog'lom raqobatni vujudga kelishiga va iqtisodiy diversiya shakllanishiga sabab bo'lmoqda.Mamlakatimizga rasmiy import qilingan tovarlarning Xitoyda ishlab chiqarilgan tovarlar tashkil etayotgan bo'lsada, ichki hududlarda faoliyat olib borayotgan bozor va do'konlarda sotilayotgan tovarlar, parfyumeriya mahsulotlari, kiyim kechak, dori-darmon va tibbiyot vositalari, bolalar o'yinchoqlari, avtoulov

ISSN 3030-3907

ehtiyot qismlari, kanselyariya tovarlari, asosan, SD va DVD formatda yozilgan materiallar, uyali aloqa vositalari va maishiy texnika buyumlarining yorliqlarida ularning ishlab chiqarilgan mamlakati sifatida Italiya, Fransiya, Germaniya va boshqa etakchi davlatlar ko‘rsatilgan. Barchamizga ma’lumki, bunday sifatsiz kontrafakt tovarlarning muomalaga kiritilishi oqibatida, respublikamiz iqtisodiyotiga jiddiy zarar etkazgan holda, iste’molchilar huquqlarini qo‘pol ravishda poymol bo‘lishiga, mamlakatimizda nosog‘lom raqobatni vujudga kelishiga va iqtisodiy diversiya shakllanishiga sabab bo‘lmoqda.Xalqaro savdo palatasi (ICC) ning Kontrafakt va qaroqchilikka qarshi kurashish biznes assotsiatsiyasi (BASCAP) direktori Djeffri Xard joriy yilning oktyabr oyida o‘tkazilgan “Antikontrafakt-2012” xalqaro forumdagi ishtirokida, “2015-yilga borib jahon kontrafakt bozori 1,5 trln. AQSh dollariga qadar o‘sib borishi mumkinligi, bu esa bugungi kundagi ko‘rsatkichdan – 860 mlrd. AQSh dollaridan ikki barobar ko‘p” ekanligini ta’kidladi.

10-15%, tamaki mahsulotlarining– 1-2%, hatto 2% avia - qismlar ham qalbakilashtiriladi[1].

Yuqorida keltirilgan ma’lumotlarga nazar tashlaydigan bo‘lsak, ularning asosiy qismini mamlakatimizga import qilinadigan, birlamchi xalq istemoli tovarlari tashkil etadi. Xususan, bojxona organlari tomonidan tovarlar, transport vositalari ustidan bojxona ko‘rigini amalga oshirish jarayonida tashqi ko‘rinishi, asl ko‘rinishidan unchalik farq qilmaydigan kontrafakt tovarlar uchraydi. Mazkur holatlar esa qo‘shimcha ekspertiza o‘tkazilishini va ortiqcha vaqt sarfini talab etadi, shuningdek kontrafakt tovarlar korrupsiyaning kuchayishiga olib keladi. Shu bois ham, mazkur yo‘nalishdagi ishlarga jiddiy e’tibor qaratgan holda, bu boradagi tadbirlarni keskin jonlantirishimiz talab etiladi.Tovar (ish, xizmat) majburiy talablariga muvofiq kelishi shart bo‘lgan normativ hujjatning nomi; tovar (ish, xizmat)ning asosiy iste’mol xususiyatlari, shu jumladan, o‘ziga xos xususiyatlari ro‘yxati; bahosi (tarifi) va sotib olish shartlari; ayrim turdagi tovarlarning ishlab chiqarilgan sanasi; ishlab chiqaruvchi (ijrochi)ning kafillik majburiyatlari; tovardan samarali va xavfsiz foydalanish qoidalari hamda shartlari; tovarning xizmat (yaroqlilik) muddati va ushbu muddat tugaganidan keyin iste’molchi nima ishlar qilishi zarurligi, shuningdek bunday ishlarni bajarmaslik natijasida kelib chiqishi mumkin bo‘lgan oqibatlar to‘g‘risidagi ma’lumotlar; ishlab chiqaruvchi (ijrochi, sotuvchi)ning nomi va mulkchilik shakli, ro‘yxatga olish va litsenziya guvohnomasining nomeri; ishlab chiqaruvchi (ijrochi, sotuvchi)ning hamda ular iste’molchidan da’vo qabul qilishga vakolat bergan, shuningdek ta’mirlash ishlarini bajaradigan va texnikaviy xizmat ko‘rsatadigan korxonalarning

[1] http://www.forum-antikontrafakt.ru/facts/

ISSN 3030-3907

manzillari; tovarlarni saqlash, xavfsiz utilizatsiya qilish usullari hamda qoidalari; teatr-konsert tadbirlari o‘tkazilayotganda fonogrammadan foydalanilishi to‘g‘risidagi axborot. Sertifikatlanishi shart bo‘lgan tovar haqida iste’molchiga uning sertifikatlanganligi to‘g‘risida ma’lumot taqdim etilishi lozim. Tovar (ish, xizmat) haqidagi zarur axborotning yo‘qligi bunday tovar (ish, xizmat)ni realizatsiya qilish ma’lumot berilgunga qadar tegishli davlat boshqaruvi organining ko‘rsatmasi bo‘yicha to‘xtatib turilishiga sabab bo‘ladi.Iste’molchilar huquqlarining davlat tomonidan himoya qilinishini ta’minlanishi xususida Qonun (221-I) ning 23-moddasida fikr yuritiladi.O‘zbekiston Respublikasining 30.08.2001-yildagi 267-II “Tovar belgilari, xizmat ko‘rsatish belgilari va tovar kelib chiqqan joy nomlari to‘g‘risida”gi Qonunida tovar belgilari, ularni huquqiy jihatdan m-uhofaza qilish va bu sohasidagi vakolatli davlat organlari, mazkur qonun hujjatlarni buzganlik uchun javobgarlik masalalari keng yoritib berilgan.Mazkur Qonunning 3-moddasida “Tovar belgisi va xizmat ko‘rsatish belgisi” tushunchasiga quyidagicha ta’rif berilgan.

Tovar belgisi bu bir yuridik va jismoniy shaxslar tovarlari va xizmatlarini (bundan buyon matnda tovarlar deb yuritiladi) boshqa yuridik va jismoniy shaxslarning shu turdagi tovarlaridan farqlash uchun xizmat qiladigan, belgilangan tartibda ro‘yxatdan o‘tkazilgan belgilardir. Tovar belgilari yakka tartibdagi va jamoaviy bo‘lishi mumkin. Alohida yuridik yoki jismoniy shaxsga tegishli tovar belgisi yakka tartibdagi belgi hisoblanadi. Yuridik va (yoki) jismoniy shaxslar birlashmasining ular tomonidan ishlab chiqariladigan va (yoki) realizatsiya qilinadigan, bir xil sifatga yoki boshqa umumiy tavsiflarga ega bo‘lgan tovarlarini belgilash uchun mo‘ljallangan tovar belgisi jamoaviy belgi hisoblanadi.

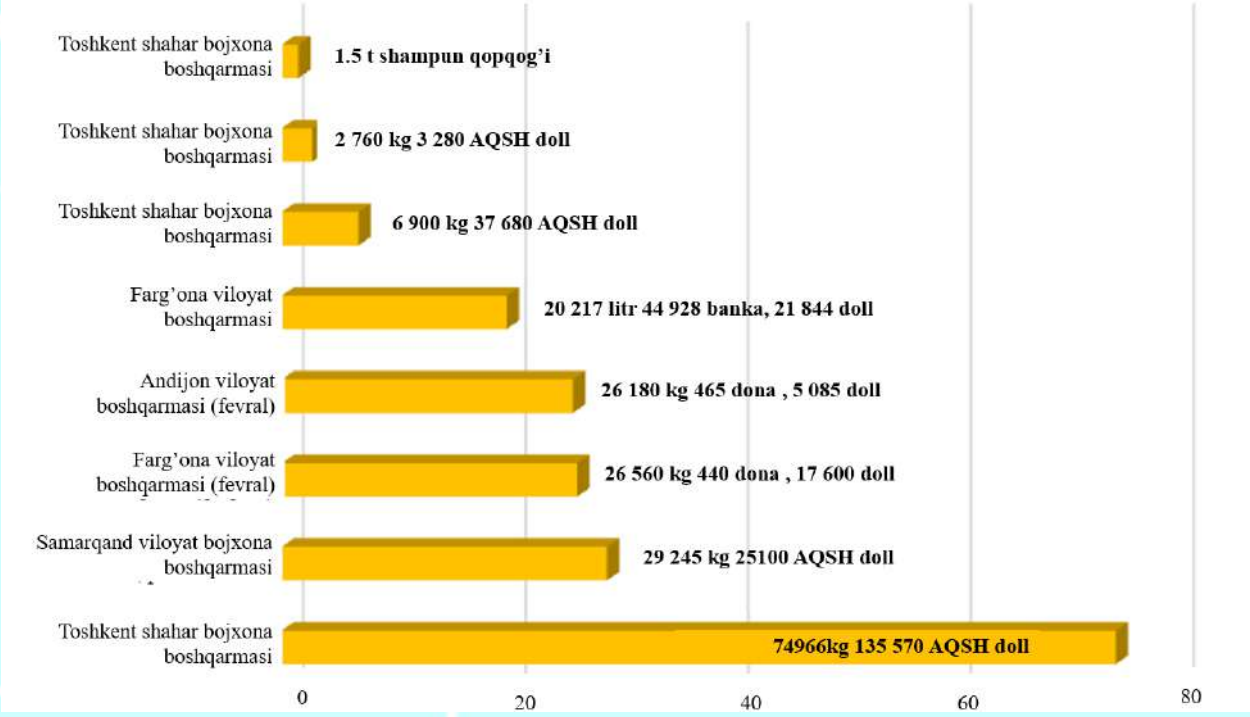
Kontrafakt mahsulotlar importiga qarshi kurash maqsadida AQSh hukumati tomonidan shunday tovarlarni ishlab chiqaruvchi xorijiy kompaniyalarning har yilgi “qora ro‘yxati”ni joriy qilish amaliyotga kiritilgan. Hammaga ma’lum tovar belgisiga ushbu Qonunda tovar belgisi uchun nazarda tutilgan huquqiy m-uhofaza beriladi.Hammaga ma’lum tovar belgisini huquqiy m-uhofaza qilish[2] qonun hujjatlarida belgilangan tartibda Apellyasiya kengashining qarori asosida beriladi.

Hammaga ma’lum tovar belgisining huquqiy m-uhofazasi muddatsiz amal qiladi. O‘zbekiston Respublikasining “Fuqarolik kodeksi”ning Tovar belgisiga bo‘lgan huquqni buzganlik uchun javobgarlik haqidagi 1107-moddasiga binoan, Tovar belgisidan qonunga xilof ravishda foydalanayotgan shaxs qoidabuzarlikni to‘xtatishi va tovar belgisining egasiga etkazilgan zararni to‘lashi, qonunga xilof ravishda foydalanayotgan tovar belgisini yoki almashtirib yuborish darajasida unga o‘xshash bo‘lgan belgini tovardan yoki uning idishi va o‘rovidan yo‘qotishi shart.

[2] O‘zbekiston Respublikasining “Tovar belgilari, xizmat ko‘rsatish belgilari va tovar kelib chiqqan joy nomlari to‘g‘risida”gi qonunining 32[2]-moddasi.

ISSN 3030-3907

Ushbu talablarni bajarishning iloji bo‘lmagan taqdirda, tegishli tovar yo‘q qilib tashlanishi lozim.Shuningdek, Fuqarolik kodeksining 1111-moddasida “Tovar chiqarilgan joy nomidan foydalanish huquqiga ega bo‘lgan shaxs, shuningdek iste’molchilar huquqlarini himoya qiluvchi tashkilotlar bu nomdan qonunga xilof foydalanayotgan shaxsdan nomdan foydalanishni to‘xtatish, tovardan, uning idishi va o‘rovidan, blankalar va boshqa hujjatlardan qonunga xilof foydalanilayotgan nomni yoki nom bilan adashtiradigan tarzda juda o‘xshash belgini yo‘qotishni, tayyorlab qo‘yilgan nom tasvirlarini va nom bilan adashtiradigan tarzda o‘xshash belgilarni yo‘q qilib tashlashni, basharti buning iloji bo‘lmasa tovarni va (yoki) idish va o‘rovni olib qo‘yish hamda yo‘q qilib tashlashni talab qilishga haqlidir. Tovar chiqarilgan joy nomidan foydalanish huquqiga ega bo‘lgan shaxs bu huquqni buzuvchidan o‘ziga etkazilgan zararning qoplanishini talab qilishga haqlidir” deb belgilangan.O‘zbekiston Respublikasining “Mualliflik huquqi va turdosh huquqlar to‘g‘risida”gi Qonunining 66-moddasiga ko‘ra: “Asarlarning va turdosh huquqlar obyektlarining kontrafakt nusxalari, shuningdek ularni tayyorlash va takrorlashda foydalaniladigan materiallar va asbob-uskunalar hamda sodir etilgan huquqbuzarlikning boshqa vositalari qonun hujjatlariga muvofiq sud tartibida musodara qilinadi. Quyida ko‘rsatilgan demografik ma’lumot tahlilida 2024-yilda Respublikamizda intellektual mulk obyektlariga bo‘lgan huquqlar buzilganligining belgilari bo‘lgan tovarlarni chiqarib yuborishni to‘xtatib turish chorasi to‘g‘risidagi ma’lumotlarni ko‘rishimiz mumkin.



1-rasm O‘zbekiston Respublikasi viloyatlar kesimida 2024- yilda intellektual mulk obyektlariga bo‘lgan huquqlar buzilganligining belgilari bo‘lgan tovarlarni chiqarib yuborishni to‘xtatib turish chorasi to‘g‘risidagi ma’lumotlarning demografik ma’lumotlar tahlili

ISSN 3030-3907

Shuningdek O‘zbekiston Respublikasining “Firma nomlari to‘g‘risida”[3]gi qonunining 12-moddasida: noqonuniy foydalanilgan firma nomini kontrafakt tovarlar, yorliqlar, idishlar va o‘rovlardan huquqbuzar hisobidan olib tashlash; noqonuniy foydalanilgan firma nomini kontrafakt tovarlar, yorliqlar, idishlar va o‘rovlardan olib tashlash mumkin bo‘lmagan taqdirda, ularni huquqbuzar hisobidan yo‘q qilib tashlash; kontrafakt tovarlar, yorliqlar, idishlar va o‘rovlarni firma nomiga bo‘lgan huquqqa egalik qiluvchi yuridik shaxsga berish orqali amalga oshiriladi” deb belgilangan. O‘zbekiston Respublikasining “Ixtirolar, foydali modellar va sanoat namunalari to‘g‘risida”gi qonunining 5-moddasida “Sanoat mulki obyektlarini huquqiy m-uhofaza qilish” bo‘yicha quydagilar belgilangan.Sanoat mulki obyektiga bo‘lgan huquq muallifga (hammualliflarga) yoki uning (ularning) huquqiy vorisiga (huquqiy vorislariga) tegishli bo‘ladi va patent bilan tasdiqlanadi.Sanoat mulki obyektining patenti davlat ekspertizasi o‘tkazilganidan keyin beriladi. Yuqoridagilardan kelib chiqib xulosa qilish mumkinki, kontrafakt mahsulotlar importiga qarshi kurashda ayrim muammolarning saqlanib qolayotganligi unga qarshi kurash samaradorligining pasayishiga sabab bo‘lmoqda. O‘z navbatida, mamlakat iqtisodiy xavfsizligiga bevosita tahdid soluvchi ushbu muammoga samarali qarshi kurashni tashkil qilish uchun yuqorida keltirilgan kamchiliklar bartaraf etilishi lozim. Bu borada har bir import iste’mol tovar partiyalarini chuqur tahlil qilish usullarini samaradorligini oshirish kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Q.M.Karimqulov, L.R.Radjabova. “Kontrafakt va falsifikatsiya qilingan mahsulotlar identifikatsiyalashning nazariy asoslari”. Tovarlar kimyosi hamda xalq tabobati muammolari va istiqbollari Mavzusidagi X Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. (Andijon, 2023, 14-15 sentyabr) 70-73 b.

2. Q.M.Karimqulov, L.R.Radjabova “Kontrafakt tovarlarni aniqlashda ekspertizaning ahamiyati”. “Sud ekspertiza sohasini rivojlantiris’hning zamonaviy usullari va ustuvor yo‘nalishlari” xalqaro ilmiy-amaliy konferensiya. Toshkent 2023 yil. 494-499 bet

3. Karimqulov Q.M., Salixov S.A., Muratova Sh.N. Tovarshunoslik. O‘quv qo‘llanma. – T.: “Yos’hlar matbuoti OOO” nas’hriyoti, 2013 y. - 230 bet.

4. 105. Namozov.A. Iste’molchiar manfaatlari yo‘lida sifatsiz tovarlarning chetdan kirib kelis’higa chek qo‘yis’h borasidagi bojxona tizimi xodimlarining faoliyatlari. // Bojxona organlari uchun malakali kadrlar tayyorlas’h muammolari 2003 yil 1 noyabrdagi Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari. –T.:-2003 yil. 53-55 bet

ISSN 3030-3907

5. Актуалные проблемы таможенной классификации (на примере Товарной номенклатуры внешнеекономической деяателности Евразийского экономи-ческого союуза)” А.Ф.Алгазина Омский государственный университет им. Ф.М.Достоевского, г. Омск, Россия. (стр.73-76).

ISSN 3030-3907

ALKOGOLLI ICHIMLIKLARNI QALBAKI ICHIMLIKLARDAN FARQLASH USULLARI

Radjabova Lobar Ramazonovna.
Buxoro davlat pedagogika instituti Kimyo kafedrasi dotsenti,texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
Gulomova Sitora Shuxratovna
Buxoro davlat pedagogika instituti 1-bosqich magistr

Annotatsiya: Mazkur maqolada Tashqi Iqtisodiy Faoliyatning Tovar Nomenklaturasi (TIF TN)ga muvofiq 22-tovar guruhi — alkogolli va alkogolsiz ichimliklarning tasnifi yoritilgan. Shuningdek, alkogol mahsulotlarini qalbaki ichimliklardan ajratishning ilmiy-amaliy usullari ko‘rib chiqiladi. Ichimliklarning sifati, xavfsizligi va sertifikatlash mezonlari haqida ma'lumot beriladi hamda iste'molchilarni qalbaki mahsulotlardan himoya qilish bo‘yicha tavsiyalar beriladi.

Kalit so‘zlar: TIF TN, 22-tovar guruhi, alkogolli ichimliklar, alkogolsiz ichimliklar, qalbaki mahsulot, tasniflash, identifikatsiya, sifat nazorati, sertifikatlash.

Аннотация: В статье рассматривается классификация алкогольных и безалкогольных напитков в соответствии с Товарной номенклатурой внешнеэкономической деятельности (ТН ВЭД), группа 22. Особое внимание уделяется методам отличия оригинальной алкогольной продукции от фальсифицированных напитков. Освещаются вопросы качества, безопасности и сертификации напитков, а также даны рекомендации по защите потребителей от поддельной продукции.

Ключевые слова: ТН ВЭД, товарная группа 22, алкогольные напитки, безалкогольные напитки, фальсификат, классификация, идентификация, контроль качества, сертификация.

Abstract: This airtcle discusses the classification of alcoholic and non-alcoholic beverages according to the Harmonized System (HS Code), specifically Group 22. It focuses on scientific and practical methods to distinguish genuine alcoholic products from counterfeit beverages. The paper also covers quality standards, safety regulations, certification criteria, and offers recommendations for protecting consumers from fake products.

Keywords: HS Code, Group 22, alcoholic beverages, non-alcoholic beverages, counterfeit products, classification, identification, quality control, certification.

Kirish

Tarkibida etil spirti bo‘lgan ichimliklar alkogolli ichimliklar hisoblanadi. Aroq, liker-aroq mahsulotlari, uzum va meva rezavorlardan tayyorlangan vinolar, konyak alkogolli ichimliklardir. Aroq, liker-aroq mahsulotlari uchun etil spirti asosiy xom-ashyo bo‘lib xizmat qiladi. U tarkibida kraxmal bo‘lgan (kartoshka,

ISSN 3030-3907

don va boshqalar) yoki qand bo‘lgan har xil mahsulotlar, drojji yordamida achitib olinadi. Iste’mol uchun o‘tkirligi kamida 95-96,5% bo‘lgan, yaxshi tozalangan yoki rektifikatsiya qilingan spirt ishlatiladi. Tozalanmagan spirt faqat texnikaviy maqsadlarda qo‘llaniladi. Ilmiy tadqiqot ishida alkogolli ichimliklarning tarkibini aniqlashda zamonaviy kimyoviy usullardan foydalanildi. Bugungi kunda savdo shaxobchalarida qalbaki ichimliklar ko‘plab uchramoqdaki, bu odamlar hayoti va salomatligiga salbiy ta’sir etishi bilan birga, insonlarning bevaqt o‘limiga ham sabab bo‘lishi mumkin.

Yuqoridagilardan kelib chiqib, tadqiqot ishida alkogolli mahsulotlarning sifati **quyidagi usullar bilan amalga oshirildi**.

Vinoni sifatini aniqlash - Vinoni sifatini uy sharoitida aniqlash uchun – vino kopqog‘ini (probkasini) ochib, bosh barmog‘imiz bilan idish og‘zini mahkam ushlagan holda, idishni suv solingan idishga solib, barmog‘imizni sekin astalik bilan idishning og‘zidan olamiz. Agar vino-suv bilan aralashmasa - hech qanday qo‘shimchalar qo‘shilmagan toza, tabiiy sifatli vino hisoblanadi; agar buning aksi bo‘lsa ya’ni suv bilan aralashib ketsa, qablaki ichimlik bo‘ladi. Chunki, ichimlikka spirt, bo‘yoq moddalar va shakar aralashtirganda, suvdan og‘ir bo‘ladi.

Aroqni sifatini aniqlash-Kolbaga aniqlamoqchi bo‘lgan aroqdan 20-25 ml, shuncha miqdorda sulfat kislota solamiz va aralashtiramiz. Agar aralashmada qora rang hosil bo‘lsa, bunday aroq qalbaki bo‘ladi. Xalq orasida bunday aroqlar “qo‘lbola” usulda tayyorlangan aroq deb nomlanadi. Bundan tashqari aroqni sifatini aniqlash uchun lakmus qog‘ozidan ham foydalansa bo‘ladi. Agar lakmus qog‘ozining rangi qizil rangli bo‘lsa - uning tarkibida kislota miqdori ko‘pligidan, aroqning sifati yomonligi va sog‘lik uchun xavfli ekanligidan darak beradi.

Pivoni sifatini aniqlash- Pivoni sifatini aniqlash uchun – yarim stakan pivoga cho‘kma hosil bo‘lgunga qadar sirka (uksus) kislotasi tomiziladi. Agar suyuqlik tatib ko‘rilganda ta’mi achchiq bo‘lsa, demak tarkibida har xil achchiq qo‘shimchalar borligini ko‘rsatadi. Chunki pivo sifatli bo‘lsa, unga sirka kislotasi qo‘shilganda achchiq bo‘lishi kerak emas. Pivo tarkibiga salbiy ta’sir ko‘rsatadigan ayrim holatlarda pikrin kislotasi qo‘shiladi. Buni aniqlash uchun pivo 10 min qaynatiladi. Suyuqlikka oq rangli sherst gazlama solinadi, agar gazlamaning rangi sariq ranga aylansa, demak bu pivoni sifati yomon, agar gazlamaning sariq rangni ko‘p bo‘lsa, demak tarkibida pikrin kislotasining miqdori ko‘pligidan darak beradi.

Etil spirti va undan tayyorlangan ichimliklar konsentratsiyasini (kuvvatini) aniqlash. Ilmiy tadqiqot ishida Etil spirti va uning ichimliklari konsentratsiyasini spirtomer lar yordamida aniqlanadi. Spirtomerlar odatda 2 xil bo‘ladi – metall va shishali. Ko‘pincha shishali spirtomerlar silindr formada bo‘lib, yuqori qismi shkalalarga ajratilgan va past qismiga esa og‘ir yuk o‘rnatildi. Spirtning konsentratsiyasini aniqlashdan oldin shishali spirtomerlar issiq suvda yuvildi va

ISSN 3030-3907

quruq holatga kelgunicha artib quritildi. Termometr va shisha idish tayyorlandi. Spirt shisha idishga (silindrga) quyildi va aralashtirildi, keyin sekin tayyorlangan spirt silindrga solindi. Spirtomer silindrning tubiga tushib ketmasligi kerak. Spirtomer silindrning 2-3 mm oraliqda spirtning ustida mualliq turishi kerak. Oradan 2-3 minut o‘tgandan keyin ko‘z orqali spirtomerning shkalasi tekshirildi, bunda ko‘z va spirtomerning joylashishi bitta balandlikda bo‘lishi talab etildi. Bir vaqtda spirtomerning eng pastki shkalasi aniqlandi va spirtning harorati termometr orqali aniqlandi.Spirtomerning shkalasida suvsiz spirtning foiz hajmi va eritmaning konsentratsiyasi aniqlandi. Ko‘pincha 200S haroratda spirtning konsentratsiyasi jadvallar orqali aniqlanadi. Masalan, spirtomerning shkalasi 29 gradus haroratda 90 ko‘rsatdi. Tegishli jadvaldan foydalanib topamiz, ushbu holatda eritmaning konsentratsiyasi 87,59% ekanligini ko‘rishimiz mumkin. Masalan, spirtometrning shkalasi – minus 100S 60 raqamini ko‘rsatdi, bu holatda eritmaning konsentratsiyasi 69,90% ekanligini ko‘rish mumkin.Spirtlarning konsentratsiyasini to‘g‘ri aniqlashda spirtomerlar (areometr) ishlatildi, ular shisha spirtomerlarga qaraganda ancha pishiq va kichik hajmda bo‘ladi. Metall spirtomerlar fizika qonuniga binoan hajmiga teng miqdordagi suyuqlikni siqib chiqaradi. Hajmi kichik bo‘lgan uchun uni aniqlash darajasi ortib boradi. Metall spirtomerning ishlash prinsipi ham xuddi shishali spirtomerning ishlash prinsipiga o‘xshaydi [94;].

Zichlik orqali spirt va uning ichimliklarini konsentratsiyasini aniqlash. Tadqiqot spirt eritmalari va uning ichimliklarini zichligi areometr yoki piknometrlar orqali aniqlandi. Quruq va toza shisha silindrga spirt eritmasi quyildi va unga quruq va toza areometr tushirildi. Hisoblash 3-4 minutdan keyin boshlandi. Areometrning eng past qismidagi shkala sonlari olindi. Jadval orqali berilgan zichlik va harorat orqali uni zichligi aniqlanadi. Masalan: agar areometr 20^0S haroratda 0,8700 sonini ko‘rsatdi. Jadvalga binoan zichligi 0,8700 bo‘lgan da spirtning konsentratsiyasi 76,06% teng, miqdoriy massa ulishi esa 69 % ni tashkil etdi.

Aroqning ishqoriyligini aniqlash- 100 ml aroqni titrlash uchun sarf bo‘lgan xlorid kislotaning ml hajmiga, uning ishqoriyligi deyiladi. Tadqiqot ishida aniqlash ikki usulda olib borildi: kimyoviy va potensiometrik usullar.

Aroq tarkibidagi sivush yog‘lari miqdorini aniqlash- Tadqiqot ishida aroq tarkibidagi sivush yog‘lari miqdorini aniqlash usuli, o‘rganilayotgan namuna va unga yaqin o‘xshash eritmani salitsil aldegid eritmasi bilan kimyoviy ta’siri natijasida reaksion muhitga ega bo‘lgan ranglarini kolorimetr yordamida solishtirishga asoslangan.

Aroq tarkibidagi metil spirt miqdorini aniqlash-Usul, aroq tarkibidagi spirtning kaliy permanganat bilan ta’siri natijasida hosil bo‘lgan formaldegidning

ISSN 3030-3907

fuksin sulfat 11 reaktiv bilan kimyoviy ta’siri natijasida muhitning ega bo‘lgan rangi intensivligini kolorimetr yordamida o‘lchash va shu ko‘rsatkich kattaligiga qarab metil spirtining miqdori haqida xulosa qilishga asoslangan. Reaksiya mahsuloti och havo rang tusga kirdi. Uning rang intensivligi fotokolorimetr yordamida A – 582 NM yorug‘lik to‘lqin uzunligida o‘lchandi. O‘lchashlarda tomonlari 3 0 mm bo‘lgan kyuvetalardan foydalanildi.

Olingan natijalar quyidagi 1.- jadvalda keltirilgan miqdordan oshmasligi kerak.

1-jadval

Mahsulotning turi	582 nm yorug‘lik to‘lqin uzunligida ruxsate tilgan qiymat
«lyuks» va «ekstra» spirtlaridan tayyorlangan aroqlar uchun	0,160
Oliy darajada tayyorlangan aroqlar uchun	0,200

1-jadvalda keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra mahsulotning tarkibidagi metil spirtining miqdori normadan yuqori ekanligidan dalolat berdi. Xulosa, albatta ikkita parallel o‘tkazilgan analizlarning o‘rtacha qiymati olindi.

Aroq tarkibidagi murakkab efirlar miqdorini aniqlash- Usul, aroq tarkibidagi murakkab efirlarning ishqoriy muhitda gidroxlorid bilan ta’siri natijasida hosil bo‘lgan gidroksam kislotasining temir xlorid bilan kimyoviy ta’siri natijasida muhitning rangi intensivligini kolorimetr yordamida o‘lchash va shu ko‘rsatkich kattaligiga qarab murakkab efirlarning miqdoriga o‘tishga asoslangan.

Tadqiqot ishida alkogolli mahsulotlar (vino, konyak, shampan vinosi) tarkibidagi spirt miqdorini aniqlash- Alkogolli mahsulotlar tarkibidagi spirt miqdorini quvvati, ko‘proq, haydalgan solishtirma zichligini shisha spirtomer yoki piknometr bilan aniqlandi.

Tadqiqot ishida fizik usullarni tadqiq etish- GOST 30536 – 97. Davlatlaroro standart. Aroq va etil spirti, zaharli mikroaralashma asrashini Gaz xromatografiya usulida aniqlash. Zaharli mikroaralashmaga: sirka aldegid, sirkakislotani metillangan efiri, sirkakislotani etillangan efiri, metilspirti, izopropakol, propanol – 1, izobutil spirti, butanol - 1 vaizoamilspirtikiradi. Tadqiqot ishida Xromatomass spektrometriya usuli bilan dondan olingan yuqori sifatli etil spirtida 170 dan ortiq birikmalar topildi. Etil spirtini identifikatsiyalashda va un tarkibidagi aralashmalarni aniqlashda IK–spektr, Mass–spektr, PMR–spektr va boshqa usullardan foydalanildi. Aroq mahsulotidan olingan namunaning to‘la quyilganligi, rangi, shafforligi, ta’mi va mazasi quvvati o‘rganildi.

O‘zbekiston Respublikasi Tashqi iqtisodiy faoliyat tovarlar nomeklaturasining “Tayyor oziq-ovqat mahsulotlari; alkogolli va alkogolsiz

ISSN 3030-3907

ichimliklar, uksus; tamaki va uning o‘rnini bosuvchi mahsulotlar” nomli IV-bo‘limining 22 guruhiga joylashtirilgan bo‘lib, to‘rt asosiy mahsulot guruhlarini o‘z ichiga oladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Абдуганиев. Б.Ё.Исследование и разработки экспресс методов изучения химеческого состава товаров, определяющих критериальные параметры по ТН ВЭД // Tashqi iqtisodiy faoliyat va qonunchilik muammolari: Respublika ilmiy-amaliy konferensiyalar (Tezis, ma’ruza va ilmiy maqolalar to‘plami), Tezis 2004 yil 29 oktyabrya.- Tashkent, GTK, 2004, - S. 145-146
2. Shoraxmedov.Sh., Asqarov. I., Karimqulov.Q.M., Bojxona nazoratida tovarlarni kimyoviy tarkibi asosida tasniflash.- T.: Iqtisodiyot va huquq dunyosi.- 2003.- B.257.
3. Shoraxmedov Sh.Sh., Asqarov I.R., Namozov A.A., Davlatov Sh.R. Tashqi iqtisodiy faoliyatni boj tarifi orqali tartibga solish. T.:544.B 136-137-b
4. Karimqulov Q.M., Xasanov O.A., Abdug‘aniev B.Yo., Asqarov I.R. Bojxona ekspertizasi tovarlarni halqaro sertifikatlash. T.:2013. 296-b.
5. Аскаров И.Р, Каримкулов К.М и.др Таможенная экпертиза и классификация товаров на основе их по химического состава. T.: Fan va texnologiyalar. – 26 – 30 s.
6. Karimqulov Q.M. Bojxona organlarida bojxona ekspertizasini takomillashtirishning ustivor yo‘nalishlari / Tovarlarni kimyoviy tarkibi asosida sinflash va sertifikatlash muammolari va istiqbollari. Ilmiy-amaliy konf. materiallari. –Toshkent, 2013. – B. 14-19.
7. К.М.Каримкулов., Л.Р.Раджабова. “ Переспективы развития экологической политики в Республике Узбекистан”. BOBEK Международный научно-практический журнал. International ceientific journal. “Global science and innovations ” Нур- Султан, Казахстан 2019 , 34-40 стр.

ISSN 3030-3907

ЭКЗИСТЕНЦИАЛЬНЫЙ ГЕРОЙ В ЕВРОПЕЙСКОЙ И РУССКОЙ ЛИТЕРАТУРЕ XX ВЕКА : ОТ КАФКИ И КАМЮ К ДОСТОЕВСКОМУ И ПЛАТОНОВУ

Шадыева Дильфуза Аббасовна
Преподаватель кафедры узбекской и русской филологии Азиатского Международного Университета,
Города Бухары
Мухаммадов Шохмирзо Шерали угли
Азиатского Международного Университета, Магистр 1 курса
E-mail: shoximuhammadov0424@gmail.com

Аннотация: Статья посвящена сопоставлению экзистенциального героя европейской и русской литературы XX века на материале произведений Франца Кафки, Альбера Камю, Ф. М. Достоевского и Андрея Платонова. Исследование раскрывает, как фигура героя формируется под воздействием кризисов эпохи — утраты традиционных духовных ориентиров, усиления отчуждения личности и осознания абсурдности мира. В центре внимания — различные модели переживания экзистенции: беспомощное сопротивление непостижимым силам у Кафки, бунт против абсурда и утверждение свободы у Камю, нравственно-духовный конфликт у Достоевского и поиски смысла в разрушенной идеологиями реальности у Платонова. Сравнительный анализ показывает, что европейская и русская традиции, двигаясь параллельно, формируют единую картину человека, оказавшегося в мире без очевидного смысла, но продолжающего искать опору — в свободе, вере, действии или внутреннем усилии. Работа подчёркивает, что экзистенциальный герой становится ключевой фигурой литературы XX века, отражая глубинные процессы переосмысления человеческого бытия.

Ключевые слова. Экзистенциальный герой , философия экзистенциализма, абсурд, отчуждение, свобода и выбор, ответственность личности, страх и тревога, кризис идентичности, бессмысленность бытия, поиск смысла, абсурдное существование, экзистенциальный бунт, пределы человеческой воли , метафизическая вина .

Annotatsiya: Ushbu maqola Frans Kafka, Alber Kamyu, F. M. Dostoyevskiy va Andrey Platonov asarlari misolida XX asr Yevropa va rus adabiyotidagi ekzistensial qahramonni qiyosiy tahlil qilishga bag‘ishlangan. Tadqiqotda qahramon siymosi davr inqirozlari — an’anaviy ma’naviy qadriyatlarning yo‘qolishi, shaxs begonalashuvining kuchayishi va dunyoning mantiqsizligini (absurdligini) anglash ta’sirida qanday shakllanishi ochib beriladi. E’tibor markazida ekzistensiyani boshdan kechirishning turlicha modellari yoritilgan: Kafka ijodida: anglab bo‘lmas kuchlarga qarshi ojizona qarshilik; Kamyu ijodida:

ISSN 3030-3907

absurdga qarshi isyon va erkinlikning qaror topishi; Dostoyevskiy ijodida: axloqiy-ma’naviy ziddiyatlar; Platonov ijodida: mafkuralar tomonidan parchalangan borliqda ma’no izlash.Qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatadiki, Yevropa va rus adabiy an’analari parallel ravishda rivojlanib, aniq mantiqdan mahrum bo‘lgan dunyoda qolgan, biroq baribir erkinlik, e’tiqod, harakat yoki ichki iroda orqali tayanch nuqtasini izlashda davom etayotgan insonning yaxlit qiyofasini yaratadi. Ishda ekzistensial qahramon inson borlig‘ini qayta anglashning chuqur jarayonlarini aks ettiruvchi, XX asr adabiyotining markaziy siymosi ekanligi ta’kidlanadi..

Kalit so‘zlar: Ekzistensial qahramon, ekzistensializm falsafasi, absurd, begonalashuv, erkinlik va tanlov, shaxs mas’uliyati, qo‘rquv va xavotir, o‘zlik inqirozi ,borliqning ma’nosizligi, ma’no izlash, absurd mavjudlik, ekzistensial isyon, inson irodasining chegaralari, metafizik aybdorlik, insoniy yolg‘izlik.

Abstract. The article is devoted to a comparison of the existential hero in 20th-century European and Russian literature, based on the works of Franz Kafka, Albert Camus, Fyodor Dostoevsky, and Andrei Platonov. The study reveals how the figure of the hero is shaped by the crises of the era—the loss of traditional spiritual anchors, the intensification of individual alienation, and the realization of the world's absurdity. The focus is on various models of experiencing existence: helpless resistance to unfathomable forces in Kafka, rebellion against the absurd and the affirmation of freedom in Camus, moral and spiritual conflict in Dostoevsky, and the search for meaning within a reality shattered by ideologies in Platonov. Comparative analysis shows that the European and Russian traditions, while moving in parallel, form a unified picture of a human being caught in a world without obvious meaning, yet continuing to seek a foothold—whether in freedom, faith, action, or internal effort. The work emphasizes that the existential hero becomes a key figure in 20th-century literature, reflecting profound processes of reimagining human existence.

Keywords: Existential hero, philosophy of existentialism, the absurd/absurdity, alienation, freedom and choice, individual responsibility, fear and anxiety (or dread and anguish), identity crisis, meaninglessness of existence, search for meaning ,absurd existence ,existential rebellion / existential revolt, limits of human will, metaphysical guilt.

Введение

Литература XX века формируется в условиях глубочайшего кризиса традиционных представлений о человеке, истории и мире. Исторические катаклизмы эпохи — мировые войны, революционные потрясения, крушение религиозных и гуманистических оснований культуры — привели к утрате веры в рационально организованный и осмысленный мир [1]. Человек всё

ISSN 3030-3907

чаще осознаёт себя как существо, существующее в условиях неопределённости и онтологической неустойчивости.

В этих условиях художественная литература становится пространством философского осмысления предельных вопросов бытия. Центральное место в литературе XX века занимает образ экзистенциального героя — персонажа, чьё существование определяется переживанием свободы, одиночества и ответственности в мире, лишённом гарантированного смысла [2].

Экзистенциальный герой не укладывается в рамки классических литературных типов. Его конфликт разворачивается преимущественно во внутреннем пространстве сознания и связан с осознанием разрыва между стремлением к смыслу и безразличием реальности [3]. Такой герой становится художественным выражением кризисного сознания эпохи.

Методологические основания исследования

Методологической основой работы является сравнительно-типологический анализ, позволяющий рассматривать экзистенциального героя как устойчивый литературный тип, проявляющийся в различных национальных и культурных традициях. В работе также используется герменевтический подход, ориентированный на интерпретацию художественного текста как формы философского высказывания.

Произведения Кафки, Камю, Достоевского и Платонова анализируются не как прямые иллюстрации философских концепций экзистенциализма, а как самостоятельные художественные модели осмысления предельных ситуаций человеческого существования.

Экзистенциальная проблематика как феномен культуры XX века

Экзистенциальная проблематика возникает в условиях кризиса рационалистического мировоззрения. Идеи исторической закономерности и прогресса утрачивают универсальный характер, а человеческое существование осмысливается как конечное, уязвимое и лишённое заранее заданной цели [1].

В философии экзистенциализма ключевыми становятся категории свободы, ответственности, тревоги и абсурда. В литературе данные категории приобретают конкретно-человеческое измерение, проявляясь через судьбы персонажей, оказавшихся в ситуации смысловой неопределённости.

Понятие экзистенциального героя

Экзистенциальный герой — это персонаж, существование которого определяется внутренним переживанием разрыва между человеком и миром [2]. Он не стремится к гармонии с действительностью и не ожидает окончательного разрешения конфликта между личностью и реальностью.

ISSN 3030-3907

К характерным признакам экзистенциального героя относятся:
отчуждённость от социальной среды;
утрата доверия к рациональному объяснению мира;
переживание свободы как источника тревоги;
пребывание в пограничной ситуации;
осознание личной ответственности за выбор.
Экзистенциальный герой в европейской литературе XX века

Франц Кафка

Творчество Франца Кафки представляет одну из наиболее радикальных форм художественного осмысления экзистенциального опыта. Мир его произведений лишён ясных причинно-следственных связей и подчиняется логике, недоступной человеческому пониманию [4].

В романе «Процесс» Йозеф К. оказывается обвинённым без объяснения причин. Судебная система предстает как безличный и замкнутый механизм. Герой не способен определить ни степень собственной вины, ни возможные способы сопротивления. Экзистенциальное состояние персонажа выражается в невозможности интерпретации происходящегоАльбер Камю

В произведениях Альбера Камю экзистенциальная проблематика получает философское осмысление. Камю формулирует понятие абсурда как противоречия между стремлением человека к смыслу и молчанием мира [3].

Мерсо, герой романа «Посторонний», отказывается принимать социальные и моральные нормы, навязываемые обществом [5]. Принятие абсурда у Камю выступает формой внутренней свободы.
Экзистенциальная традиция в русской литературе

Ф. М. Достоевский

Русская литература придаёт экзистенциальной проблематике выраженное нравственное измерение. В творчестве Ф. М. Достоевского свобода осмысливается как тяжёлое испытание, сопряжённое с ответственностью и виной [6].

Подпольный человек отвергает рационалистические концепции счастья. В образе Раскольникова свобода приобретает форму нравственного эксперимента, результатом которого становится глубокий внутренний кризис [7].

Андрей Платонов

Проза Андрея Платонова отражает экзистенциальное состояние личности в условиях утопического социального проекта. В повести «Котлован» человек включён в безличный исторический процесс, где индивидуальное существование утрачивает ценность [8].
Экзистенциальный герой и проблема субъективного сознания

ISSN 3030-3907

Экзистенциальный герой воспринимает мир как фрагментарную и нестабильную реальность. Его сознание фиксирует не столько события, сколько их бессмысленность или непостижимость [2].

У Кафки сознание героя оказывается неспособным рационально интерпретировать происходящее [4]. У Камю — ясно фиксирует отсутствие смысла [3]. В русской литературе субъективное сознание экзистенциального героя тесно связано с нравственной рефлексией [6].

Экзистенциальный герой и проблема языка

Кризис экзистенциального сознания сопровождается кризисом языка. Язык утрачивает функцию надёжного средства коммуникации и становится источником отчуждения [1].

У Кафки язык обезличен и бюрократичен [4]. У Камю — предельно лаконичен [5]. У Платонова нарушение языковых норм отражает кризис мышления и распад смыслов [8].

Экзистенциальный герой и мотив одиночества

Одиночество является фундаментальной чертой экзистенциального героя. Оно носит не только социальный, но и онтологический характер [2].

У Кафки одиночество навязано структурой мира [4]. У Камю оно связано с внутренней автономией [3]. У Достоевского и Платонова одиночество приобретает трагический характер, связанный с утратой духовных и коллективных оснований [6; 9].

Экзистенциальный герой и проблема действия

Экзистенциальный герой часто оказывается неспособным к целенаправленному действию. Его поступки не приводят к изменению мира и лишь углубляют внутренний конфликт [2].

В «Процессе» действия Йозефа К. не приближают его к разрешению ситуации [4]. У Камю действие становится личным выбором без гарантии оправдания [3]. У Достоевского действие связано с нравственным риском [7].

Экзистенциальный герой и ответственность

Ответственность является центральной категорией экзистенциального сознания. Герой несёт ответственность не только за поступки, но и за сам факт своего существования [2].

В европейской традиции ответственность понимается как индивидуальный выбор в условиях абсурда [3]. В русской литературе она приобретает нравственно-религиозное измерение [6]. У Платонова ответственность проявляется даже при отсутствии реальной свободы действия [8].

Экзистенциальный герой как образ человека XX века

ISSN 3030-3907

Экзистенциальный герой выходит за рамки индивидуального художественного образа и становится символом человека XX века. Его внутренний конфликт отражает кризис исторического сознания, разрушение традиционных форм идентичности и утрату веры в прогресс [1].

Экзистенциальный герой в европейской и русской литературе XX века является художественным воплощением кризиса человеческого самосознания. Несмотря на различие национальных традиций, данный тип героя объединяет переживание свободы, одиночества и ответственности в мире, лишённом устойчивых смыслов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ясперс К. Смысл и назначение истории. — М. : Республика, 1991.
2. Сартр Ж.-П. Экзистенциализм — это гуманизм. — М. : Политиздат, 1990.
3. Камю А. Миф о Сизифе. — М. : Прогресс, 1990.
4. Кафка Ф. Процесс. — СПб. : Азбука, 2000.
5. Камю А. Посторонний. — М. : Прогресс, 1989.
6. Достоевский Ф. М. Записки из подполья. — М., 1983.
7. Достоевский Ф. М. Преступление и наказание. — М., 1985.
8. Платонов А. П. Котлован. — М., 1987.
9. Платонов А. П. Чевенгур. — М., 1990.
10. Бердяев Н. А. Философия свободы. — М. : Республика, 1991

ISSN 3030-3907

FAOL TAJRIBADA REGRESSION BIR OMILLI MATEMATIK MODELNI ANIQLASH METODIKASI

Joldasova Ayzada Bekbaulievna
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti «Sanoat texnologiyasi» kafedrasi assistenti
E-mail: ayzosh-2020@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada to‘qima sanoatida bir omilli faol tajriba ma’lumotlarini qayta ishlash va regressiya modelini aniqlash metodikasi ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotda arqoq ipidagi modal miqdori (X omili)ning to‘qimaning havo o‘tkazuvchanligiga (Y parametri) ta’siri o‘rganilgan. Tajribalar 5 daraja va har biri 5 marta takrorlangan holda olib borilgan. Statistik tahlllar (Smirnov–Grabs, Shapiro–Wilk, Cochran, Fisher, Student mezonlari) yordamida ma’lumotlarning normal taqsimlanganligi, dispersiyalarning bir hil ligi va modelning adekvatligi tekshirilgan. Natijada chiziqli regressiya tenglamasi olingan: Y = 144 + 0,55X, u tajriba ma’lumotlariga mos kelishi va regressiya koeffitsientlarining ahamiyatliligi isbotlangan.

Kalit so‘zlar: regressiya modeli, bir omilli tajriba, havo o‘tkazuvchanligi, modal ip, statistik tahll, Fisher mezoni, Student mezoni.

Аннотация. В статье рассматривается методика обработки данных однофакторного активного эксперимента и определения регрессионной модели в текстильной промышленности. Исследовано влияние содержания модальной нити в утке (фактор X) на воздухопроницаемость ткани (параметр Y). Эксперименты проведены на 5 уровнях, каждый повторен 5 раз. С помощью статистических анализов (критерии Смирнова–Граббса, Шапиро–Уилка, Кохрена, Фишера, Стьюдента) проверены нормальность распределения данных, однородность дисперсий и адекватность модели. В результате получено линейное регрессионное уравнение: Y = 144 + 0,55X, которое соответствует экспериментальным данным, и доказана значимость коэффициентов регрессии.

Ключевые слова: регрессионная модель, однофакторный эксперимент, воздухопроницаемость, модальная нить, статистический анализ, критерий Фишера, критерий Стьюдента.

Abstract. The article discusses the methodology for processing single-factor active experiment data and determining a regression model in the textile industry. The study examines the effect of the modal content in the weft thread (X factor) on the air permeability of the fabric (Y parameter). Experiments were conducted at 5 levels, each repeated 5 times. Statistical analyses (Smirnov–Grubbs, Shapiro–Wilk, Cochran, Fisher, Student’s tests) were used to check data normality, homogeneity of variances, and model adequacy. As a result, a linear regression equation was

ISSN 3030-3907

obtained: Y = 144 + 0,55X, which fits the experimental data, and the significance of the regression coefficients was proven.

Keywords: regression model, single-factor experiment, air permeability, modal thread, statistical analysis, Fisher's test, Student's test.

Kirish

Bir kirishli va bir chiqishli ob'ekt uchun regression modelni aniqlashda X omilning keng doiradagi o'zgarishlarida o'tkaziladi. Tajribani rejalashtirish matritsasida omil darajalari soni yoki tajribalar soni $N = 5$ deb qabul qilingan. Chiqish parametri Y ni aniqlash aniqligini oshirish uchun har bir matritsali tajriba bir necha marta takrorlanadi $(m = 5)$.

To'quv dastgohida X arqoq ipi tarkibidagi modal miqdorining foiziga qarab to'qimaning Y-havo o'tkazuvchanligi o'rganilgan jarayonlarni ko'rib chiqamiz [1-4]. 1-jadvalda matritsaning har bir u–tajribasining v–takroriy tajribasida Y_{UV} – chiqish parametrining $N = 5$ va $m = 5$ bo'lganda matoning havo o'tkazuvchanligi qiymatlari ko'rsatilgan.

1-jadval

Arqoq ipi tarkibidagi modalning foiziga qarab to'qimaning havo o'tkazuvchanligi qiymatlarining natijalari

	v	Y_{UV}								
X_u	u	1	2	3	4	5	$\sum Y_{ui}$	Y_u	$S_U^2\{Y\}$	$S_U\{Y\}$
20	1	156	157	156	157	156	780	156	0,5	0,71
40	2	167	164	165	167	166	825	165	2,5	1,58
60	3	178	176	177	179	175	885	177	1,5	1,22
80	4	193	187	190	192	188	950	190	4,25	2,06
100	5	198	199	198	199	198	990	198	0,5	0,71
300	∑							886	9,25	6,28

MATERIALLAR VA METODLAR

Tajribaning keskin ajralib turadigan ma'lumotlari mavjudligini tekshirish Smirnov-Grabs mezonining hisoblangan qiymatini quyidagi formula yordamida aniqlashni o'z ichiga oladi:

$$V_{R\,max} = \frac{(Y_{UV\,max} - Y_U)\left[\frac{m}{(m-1)}\right]^{0,5}}{S_U\{Y\}} \qquad (1)$$

Agar keskin ajralib turadigan maksimal qiymatga shubha qilinganda

$$V_{R\,min} = \frac{(Y_U - Y_{UV\,min})\left[\frac{m}{(m-1)}\right]^{0,5}}{S_U\{Y\}} \qquad (2)$$

ISSN 3030-3907

Agar $Y_{UV\,min}$ ning keskin ajralib turadigan minimal qiymatiga shubha qilinganda, bu yerda Y_U - omilning u-darajasida chiqish parametrining o‘rtacha qiymati ga teng

$$Y_U = \frac{1}{m}\Sigma\, Y_{UV} \qquad (3)$$

O‘rtacha kvadratik og‘ish

$$S_U^2\{Y\} = \frac{[\Sigma(Y_{UV}-Y_U)^2]}{(m-1)} \qquad (4)$$

Smirnov-Grabs mezonining hisoblangan qiymatlari ishonchlilik ehtimoli, $P_D = 0{,}95$ va takroriy tajribalar soni m, ya‘ni $V_T[P_D = 0{,}95, m = 5]$ bo‘lganda aniqlanadigan V_T ning jadval qiymati bilan taqqoslanadi. Agar $V_{R\,max} > V_T$ yoki $V_{R\,min} > V_T$ bo‘lsa, unda keskin ajralib turadigan $Y_{UV\,max}$ va $Y_{UV\,min}$ qiymatlari ma’lumotlarni keyingi statik qayta ishlashdan chiqarib tashlanadi.

Matritsaning birinchi tajribasi ma’lumotlarini tahlil qilishda ushbu jarayonni ko‘rib chiqamiz

$$\sqrt{V_{Rmax} = \frac{193-190}{2{,}06}\sqrt{\frac{5}{5-1}} = 1{,}35} \qquad \sqrt{V_{Rmin} = \frac{187-190}{2{,}06}\sqrt{\frac{5}{5-1}} = 1{,}35}$$

X=80 va shubhali qiymatlar $Y_{UVmax} = 193$ va $Y_{UVmin} = 187$ bo‘lganda U=4. (2) va (3) formulalar bo‘yicha Y_U va $S_U^2\{Y\}$ ning hisoblangan qiymatlari 2.5-jadvalda keltirilgan. (2) va (3) formulalar yordamida $V_T[P_D = 0{,}95; m = 5] = 1{,}869$ ekanligini aniqlaymiz. Chunki $V_{R\,max} < V_T$; $V_{R\,min} < V_T$, keyin ko‘rib chiqilgan qiymatlar $V_{R\,max} < V_T$; $V_{R\,min} < V_T$, va $Y_{UVmin} = 187$ keskin farqlanmaydi va keyingi qayta ishlash uchun qoladi. Y_{UV} - tasodifiy o‘zgaruvchilar - matritsaning har bir u - eksperimenti uchun (masalan, U=1 uchun, X=20 bo‘lganda) normal taqsimlanishi haqidagi gipotezani tekshirish quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

a) (2.3) formula yordamida o‘rtacha qiymatni aniqlash $Y_U = Y_1 = \frac{780}{5} = 156$

b) matritsaning 1-tajribasi uchun chiqish parametrining dispersiyasini quyidagi formula yordamida aniqlash $S_1^2\{Y\} = \left(\frac{1}{5-1}\right)\cdot[(156-156)^2 + (157-156)^2 + (156-156)^2 + (157-156)^2 + (156-156)^2] = 0{,}5$

v) formuladan foydalanib, mezonning hisoblangan qiymatini aniqlash

$$W_R = Q^2/S_{U^2}\{Y\} \qquad (5)$$

bu yerda

$$Q = q_m(Y_m - Y_1) + \ldots + q_{\,m\text{-}k+1}(Y_{m-k+1} - Y_k) \qquad (6)$$

m juft son bo‘lsa K= m/2;

m toq son bo‘lsa K= 1/2 (m-1);

$Y_m \geq Y_{m-1} \geq \ldots \geq Y_1$ bo‘lsa 157 > 156

$i = 1\ldots$ va K=3-50 uchun q_{m-i+1} ning qiymati keltirilgan [1, 4]

Misolda $Q = 0{,}6646\,(157-156) + 0{,}2413(157-156) = 0{,}91$

ISSN 3030-3907

shuning uchun $W_R = \frac{0,91^2}{0,5} = 1,66$

g) W_R ning hisoblangan qiymati jadval bilan solishtiriladi, u berilgan ishonchli ehtimollik va takroriy tajribalar (o‘lchashlar) ning ma‘lum sonida m aniqlanadi. Ko‘rib chiqilayotgan misol uchun $W_T(P_D = 0,95; m = 5) = 0,762$ W_{R1} mezonining hisoblangan qiymati tanlangan ishonchli ehtimollik uchun W_T ning jadval qiymatidan oshib ketganligi sababli Y_{1v} tasodifiy miqdorlarining normal taqsimlanishi haqidagi gipoteza rad etilmaydi.

Takroriy tajribalar soni $(m = 5)$ barcha matritsali tajribalar uchun bir xil bo‘lganligi sababli, dispersiyalarning bir xilliligini tekshirish uchun Kochren mezoni qo‘llaniladi, uning hisoblangan qiymati

$$G_R = \frac{S_U^2 max\{Y\}}{\Sigma S_U^2\{Y\}} = \frac{4,25}{9,25} = 0,46 \qquad (7)$$

G_R ning hisoblangan qiymati jadvaldagi G_T bilan taqqoslanadi, u matritsadagi tajribalar – N, dispersiyalarning erkinlik darajalari soni $f\{S_U^2\} = m - 1$ va berilgan ishonchlilik ehtimoli uchun aniqlanadi. Ko‘rib chiqilayotgan misolda: $G_T[P_D = 0,95; N = 5; f = 5 - 1 = 4] = 0,544$. $G_R < G_T$, bo‘lgani uchun dispersiylarning bir xilliligi, ya‘ni tajribalarning aniqligi va takrorlanuvchanligiga tengligi haqidagi gipoteza rad etilmaydi.

Matritsali tajribalarda chiqish parametrining o‘rtacha dispersiyasini aniqlash.

Agar tajribalarda dispersiya matritsalari bir hil bo‘lsa va takroriy tajribalar soni bir xil bo‘lsa, u holda o‘rtacha dispersiya quyidagi formula yordamida aniqlanadi

$$S_{(1)}^2\{Y\} = (1/N)\Sigma S_U^2\{Y\} = [\Sigma\,\Sigma(Y_{UV} - Y_U)^2]/(m-1)N \qquad (8)$$

Bu dispersiyaning erkinlik darajalari soni $f\{S_{(1)}^2\} = N(m-1)$

Ushbu dispersiya chiqish parametrlari qiymatlarining har bir omillar darajasidagi o‘rtacha qiymatlariga nisbatan o‘rtacha tarqalishini, ya‘ni tajribadagi tajribalar xatosini tavsiflaydi. Ko‘rib chiqilayotgan misolda bu dispersiya yoki boshqacha aytganda, takrorlanuvchanlik dispersiyasi tengdir

$$S_1^2\{Y\} = \frac{9,25}{5} = 1,85$$

Birinchi tartibning bo‘linmagan ayirmalar omillarning o‘zgarish oralig‘i doimiy bo‘lganda qo‘llaniladi, ya‘ni

$$J_X = X_2 - X_1 = \ldots = X_{U+1} - X_U \ldots = X_N - X_{N-1} = \text{const.}$$

Bizning holatimizda J_X omillarning o‘zgarish oralig‘i doimiy va teng

40 - 20 = 60– 40 = 80 – 60 = 100 – 80 = 20

Shuning uchun biz formuladan foydalanib, birinchi tartibning bo‘linmagan farqlarini aniqlaymiz

ISSN 3030-3907

$$\Delta_{H1}^{(1)} = \bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 \cdots \Delta_H^{(1)} = \bar{Y}_{U+1} - Y_U \cdots \Delta_{H\,(N-1)}^{(1)} = Y_N - Y_{N-1}$$

$$\Delta_{H1}^{(1)} = 165 - 156 = 9;\ \Delta_{H2}^{(1)} = 177 - 165 = 12;\ \Delta_{H3}^{(1)} = 190 - 177 = 13;\ \Delta_{H4}^{(1)} = 198 - 190 = 8$$

Tajribaning o‘rtacha kvadratik xatosi qiymatidan $\left(2S_{(1)}\{Y\} = 2x1{,}36 = 2{,}72\right)$ ikki baravar oshmaydigan chiqish parametrining birinchi tartibli bo‘linmagan farqlari orasidagi kichik farq tufayli, ularni bir xil deb taxmin qilishimiz va shuning uchun tajriba ma‘lumotlarini tavsiflash uchun to‘g‘ri chiziq tenglamasini shartli ravishda qabul qilishimiz mumkin.

Agar omilning har bir darajasi uchun chiqish parametrining dispersiyasi bir hil bo‘lsa, u holda regressiya koeffitsientlarini aniqlash uchun eng kichik kvadratlar usulini qo‘llash mumkin.

$\Sigma(Y_U - Y_{RU})^2 = \min$, dan foydalanib, quyidagi normal tenglamalar o‘rnatiladi:

$$d_0 N + d_1 \Sigma(X_U - X) = \Sigma Y_U$$

$$d_0 \Sigma(X_U - X) + d_1 \Sigma(X_U - X)^2 = \Sigma(X_U - X) Y_U$$

$\Sigma(X_U - X) = 0$, bo‘lgani uchun, bu tenglamalarni yechish natijasida biz quyidagilarga erishamiz:

$$d_0 = Y = \frac{1}{N\Sigma Y_U};\ d_1 = \Sigma(X_U - X) Y_U / \left(\Sigma(X_U - X)\right)^2$$

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Ko‘rib chiqilayotgan misol uchun regressiya koeffitsientlarini aniqlaymiz. Kerakli miqdorlarning hisob-kitoblarini 2-jadvalda keltiramiz. $X = \frac{300}{5} = 60$ topamiz.

$$d_0 = Y = \frac{886}{5} = 177;\ d_1 = \frac{2180}{4000} = 0.55$$

Shunday qilib, kerakli tenglama quyidagi ko‘rinishga ega

$$Y_R = 177 + 0{,}55\,(X - 60) \text{ yoki } Y_R = 144 + 0{,}55 - X \qquad (9)$$

2-jadval

Ipdagi modal miqdori foizini va matoning havo o‘tkazuvchanligini hisoblash natijalari

U	X_U	X_U -X	$(X_u\text{-}X)^2$	$У_u$	$(X_U\text{-}X)\ У_u$
1	20	-40	1600	156	-6240
2	40	-20	400	165	-3300
3	60	0	0	177	0
4	80	+20	400	190	3800
5	100	+40	1600	198	7920
∑	300	0	4000	886	2180

ISSN 3030-3907

Olingan tenglamaning adekvatligini aniqlash uchun Fisher mezonidan foydalaniladi, uning hisoblangan qiymati quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi

$$F_R = S^2_{(2)}\{Y\}/S^2_{(1)}\{Y\}, \quad (10)$$

bu yerda $S^2_{(1)}\{Y\}$ - formula (8) bo‘yicha aniqlanadigan o‘rtacha dispersiya yoki takrorlanuvchanlik dispersiyasi; $S^2_{(2)}\{Y\}$ - Y_{RU} ning hisoblangan qiymatlariga nisbatan Y_u ning o‘rtacha eksperimental qiymatlarining dispersiyasini tavsiflovchi dispersiya, ya‘ni (2.10) formula bilan to‘g‘ri chiziqqa nisbatan aniqlangan.

Bu dispersiya bog‘liqlikdagi approksimatsiya aniqligini tavsiflaydi, $Y_U = f(X)$ to‘g‘ri chiziq va formula bilan aniqlanadi

$$S^2_{(2)}\{Y\} = m/(N-2)\Sigma(Y_U - Y_{RU})^2 \quad (11)$$

Bu dispersiyaning erkinlik darajasi quyidagiga teng $f\{S^2_{(2)}\} = N - 2$

(8) va (11) dan dispersiya qiymatini (10) formulaga qo‘yib, quyidagini olamiz:

$$F_R = \left(m\Sigma(Y_U - Y_{RU})/(N-2)\right)/([\Sigma\Sigma(Y_{UV} - Y_U)^2]/(m-1)N) \quad (12)$$

F_R ning hisoblangan qiymati P_D = 0,95 ishonchlilik ehtimoli va $f\{S^2_{(2)}\} = N - 2$ va $f\{S^2_{(1)}\} = (m-1)N$ dispersiyaning erkinlik darajalari sonida aniqlanadigan Fisher mezonining F_T jadval qiymati bilan taqqoslanadi. Agar $F_R \leq F_T$bo‘lsa, u holda (10) chiziqli tenglamaning tajriba ma’lumotlariga mosligi haqidagi gipoteza rad etilmaydi. (12) formula bo‘yicha yig‘indini hisoblash 3-jadvalda umumlashtirilgan.

3-jadval

Fisher mezonini aniqlashda ko‘rsatkichlarni hisoblash natijalari

U	X_U	d_1X_U	Y_{RU}	Y_U	Y_u-Y_{RU}	$(Y_u$-$Y_{RU})^2$
1	20	12	155	156	-1	1
2	40	22	166	165	-1	1
3	60	34	178	177	-1	1
4	80	46	190	190	0	0
5	100	55	199	198	-1	1
∑	300	-	-	886	-3	4

Ushbu 3-jadval ma‘lumotlaridan foydalanib, $S^2_{(2)}\{Y\} = \frac{5}{(5-2)} \cdot 4 = 6,6$ ni topamiz. Topilgan dispersiya qiymatlarini (12) formulaga qo‘yib, biz quyidagilarni olamiz:

$$F_R = \frac{6,6}{1,85} = 3,6$$

$F_T[P_D = 0,95; f\{S^2_{(1)}\} = 20; f\{S^2_{(2)}\} = 3] = 8,66$ ga teng, ya‘ni jadval qiymati bilan taqqoslaymiz f{S_((2))^2 }=3]=8,66. Ko‘rib chiqilayotgan misolda

ISSN 3030-3907

$F_R = 3{,}6 < F_T = 8{,}66$ shuning uchun chiziqli modelning adekvatligi haqidagi gipoteza rad etilmaydi.

Regressiya koeffitsientlarining ahamiyatini baholash uchun Styudent mezonlari qo‘llaniladi, ularning hisoblangan qiymati formula bo‘yicha aniqlanadi

$$t_R\{d_i\} = |d_i|/S\{d_i\} \quad (13)$$

bu yerda $S\{d_i\}$ - regressiya koeffitsientlarining o‘rtacha kvadratik og‘ishini baholash.

(13) tenglamadagi d_0 va d_1 regressiya koeffitsientlari dispersiyasining bahosi mos ravishda quyidagi formulalar bo‘yicha aniqlanadi:

$$S^2\{d_0\} = \frac{S^2\{Y\}}{mN} = S^2\{Y\}/N \quad (14)$$

$$S^2\{d_1\} = \frac{S^2\{Y\}}{m\Sigma(X_U - X)^2} = S^2\{Y\}/\Sigma(X_U - X)^2 \quad (15)$$

(14) va (15) formulalar S2{Y} dispersiyani o‘z ichiga oladi, bu chiziqli bo‘g‘lanish (9) sharti bo‘yicha chiqish parametrining Y_U tasodifiy o‘zgaruvchisi dispersiyasining umumiy bahosi hisoblanadi. Bu dispersiya quyidagi formula bo‘yicha aniqlanadi

$$S^2\{Y\} = \left((m-1)NS^2_{(1)}\{Y\} + (N-2)S^2_{(2)}\{Y\}\right)/(mN-2) \quad (16)$$

Bu dispersiyaning erkinlik darajalari soni $f\{S^2\} = m \cdot N - 2$ (17) ga teng.

(16) formulaga kiruvchi avval aniqlangan qiymatlarni qo‘yib, ko‘rib chiqilayotgan misol uchun Y tasodifiy miqdorining yig‘indi dispersiyasini topamiz

$$S^2\{Y\} = \frac{\left((5-1)\cdot 5 \cdot 1{,}85 + (5-2)\cdot 6.6\right)}{(5\cdot 5 - 2)} = 36{,}1$$

(14) va (15) formulalar yordamida regressiya koeffitsientlarining dispersiyasini aniqlaymiz: $S^2\{d_0\} = \frac{36{,}1}{5\cdot 5} = 1{,}44$; $S^2\{d_1\} = \frac{36{,}1}{5\cdot 4000} = 0{,}0018$;

$S\{d_0\} = 1{,}18$; $S\{d_1\} = 0{,}042$.

Styudent mezonining hisoblangan qiymatlari (13) formula yordamida aniqlaymiz

$$t_R\{d_0\} = \frac{144}{1{,}18} = 122;\ t_R\{d_1\} = \frac{0{,}55}{0{,}042} = 13{,}1.\ Y_R = 144 + 0{,}55 - X.$$

Ishonchlilik ehtimoli $P_D = 0{,}95$ ga, erkinlik darajalari soni esa $f\{S^2\} = \frac{5}{5-2} = 23$ ga teng bo‘lishi sharti bilan Styudent mezonining jadval qiymatini aniqlaymiz. Shuning uchun: $t_T[P_D = 0{,}95; f = 23] = 2{,}07$.. $t_R\{d_0\} = 122 > t_T = 2{,}07$ va $t_R\{d_1\} = 13{,}1 > t_T = 2{,}07$ bo‘lgani uchun olingan koeffitsientlar ahamiyatli, shuning uchun Y va X o‘rtasidagi bog‘liqlik muhim. Regressiya koeffitsientlarining mutlaq ishonchlilik xatolari $E\{d_i\} = S\{d_i\}t_T[P_D; f\{S^2\}]$ formulasi bilan aniqlanadi.

Ko‘rib chiqilayotgan misolda bu xatolar $E\{d_0\} = 1{,}18 \cdot 2{,}07 = 2{,}5$ ga teng.

ISSN 3030-3907

$E\{d_1\} = 0{,}042 \cdot 2{,}07 = 0{,}1$ (2.10) chiziqli tenglamadagi δ_0, $\delta_1$regressiya koeffitsientlarining haqiqiy qiymatlari uchun ishonchli intervallari $d_i - E\{d_i\} \leq \delta_i \leq d_i + E\{d_i\}$ tengsizligi bilan aniqlanadi.

Ko‘rib chiqilayotgan misol uchun P_d=0,95 regressiya koeffitsientlarining ishonchli intervallari quyidagicha:

$$144 - 2{,}5 = 141{,}5 \leq \delta_0 \leq 144 + 2{,}5 = 146{,}5;$$

$$0{,}55 - 0{,}1 = 0{,}45 \leq \delta_1 \leq 0{,}55 + 0{,}1 = 0{,}65.$$

Shu bilan ko‘rib chiqilayotgan bir omilli tajriba maʻlumotlarini statistik qayta ishlashni yakunlaymiz.

XULOSA

Maqolada to‘qima sanoati uchun muhim bo‘lgan havo o‘tkazuvchanligi parametrini arqoq tarkibidagi modal miqdori omili bilan bog‘liqligini o‘rganishga qaratilgan bir omilli regressiya modelini qurish metodikasi batafsil yoritilgan. Tajriba ma’lumotlari statistik jihatdan qayta ishlanib, ma’lumotlarning normal taqsimlanishi, dispersiyalarning bir hil ligi, modelning adekvatligi va regressiya koeffitsientlarining ahamiyatliligi isbotlandi. Olingan chiziqli bog‘lanish Y = 144 + 0,55X tenglamasi orqali ifodalangan bo‘lib, u amaliyotda to‘qimalarning havo o‘tkazuvchanligini nazorat qilish va bashoratlash imkonini beradi. Bu metodika to‘qima sanoatida materiallar xususiyatlarini optimallashtirish va sifat nazoratini ilmiy asosda olib borish uchun qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Amzaev L.A. Tadqiqot ilmiy asoslari va texnologik jarayonlarni muqobillash.: Darslik/ - Toshkent.: 2008 - 190 b.

2. Рахимходжаев С.С., Кадырова Д.Н. Теория строения ткани (сложные переплетения). Учебник, 2024. LAPLAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, Mauritius. С.71.

3. Расулов Х. Ю. Рахимходжаев С.С. Исследование и оптимизация натяжения нитей на бесчелночных ткацких станках при выработке сорочечных тканей. Монография, 2024. LAPLAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, Mauritius. С.68.

4. ГОСТ ИСО 9237-2002. Ткани и штучные изделия хлопчатобумажные и смесовые. С.5.

ISSN 3030-3907

TO‘QIMALARNING FAZAVIY TUZILISHINI O‘RGANISH

Joldasova Ayzada Bekbaulievna
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti «Sanoat texnologiyasi» kafedrasi assistenti
E-mail: ayzosh-2020@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada to‘qimalarning fazaviy tuzilishi va uning iplar orasidagi ishqalanish kuchiga ta’siri o‘rganilgan. To‘qima tuzilishining 9 fazasi keltirilib, har bir fazada tanda va arqoq iplarining egilish to‘lqin balandliklari (h_t va h_a) tahlil qilingan. Geometrik modellar orqali iplar orasidagi ishqalanish burchagi (A) va ishqalanish kuchining hisoblash usullari ko‘rsatilgan. Turli ip tarkiblari (paxta, modal, lavsan) uchun ishqalanish koeffitsientlari aniqlanib, ularning to‘qima tuzilishi fazalariga bog‘liq ravishda o‘zgarishi ko‘rsatilgan. Tadqiqot natijalari to‘qimalarning tuzilish fazalarini nazorat qilish va ishlash xususiyatlarini bashoratlash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: to‘qima tuzilishi, fazaviy tuzilish, egilish to‘lqini, ishqalanish kuchi, ishqalanish burchagi, tanda, arqoq, modal, lavsan.

Аннотация. В статье исследуется фазовое строение тканей и его влияние на силу трения между нитями. Представлены 9 фаз структуры ткани, проанализированы высоты изгибных волн основных и уточных нитей (h_t и h_a) в каждой фазе. С помощью геометрических моделей показаны методы расчёта угла трения (A) и силы трения между нитями. Определены коэффициенты трения для различных составов нитей (хлопок, модаль, лавсан), показано их изменение в зависимости от фазы структуры ткани. Результаты исследования позволяют контролировать фазы структуры ткани и прогнозировать её эксплуатационные свойства.

Ключевые слова: структура ткани, фазовое строение, изгибная волна, сила трения, угол трения, основа, уток, модаль, лавсан.

Abstract. The article studies the phase structure of fabrics and its effect on the friction force between threads. Nine phases of fabric structure are presented, analyzing the bending wave heights of warp and weft threads (h_t and h_a) in each phase. Geometric models are used to demonstrate the calculation methods for the friction angle (A) and friction force between threads. Friction coefficients for different thread compositions (cotton, modal, polyester) are determined, and their variation depending on the fabric structure phase is shown. The research results allow for control over fabric structure phases and prediction of their performance characteristics.

Keywords: fabric structure, phase structure, bending wave, friction force, friction angle, warp, weft, modal, polyester.

Kirish

ISSN 3030-3907

Matoning tuzilishi tola va ipning xossalari, o‘rilishning turi va zichligi bilan bir qatorda, uni to‘quv dastgohida ishlab chiqarish sharoitlari bilan ham belgilanadi. Ushbu omillarning har birining to‘qimalarning haqiqiy tuzilishiga ta’siri hali etarlicha o‘rganilmagan, shuning uchun nazariy tahlilda to‘qima tuzilishining shartli geometrik sxemasidan kelib chiqishga to‘g‘ri keladi. Shu bilan birga, mato dastgohdan yechib olingandan so‘ng, turli tizimdagi iplarda tarangliklarning bo‘shashishi va o‘zaro muvozanatlashuvi sodir bo‘lishi mumkin. Bu to‘qima tuzilishining birmuncha qayta qurilishiga olib keladi, lekin uning shakllanish sharoitlari ta’sirini to‘liq bartaraf etmaydi. Ko‘pgina tadqiqotchilar to‘qimaning bunday tuzilishini tahlil qilish bilan shug‘ullanib, tanda va arqoq iplari mutlaqo egiluvchan, qat‘iy silindrsimon shaklga ega va cho‘zilish va yemirilish deformatsiyalariga uchramaydi deb taxmin qilishgan. To‘qima tuzilishini analitik tadqiq qilishning asosiy masalasi tanda va arqoq iplarining to‘lqin balandliklarini aniqlashdir [1-3]. To‘qimaning fazaviy tuzilishi nazariyasiga asoslanib [4-6] tanda va arqoqning egilish to‘lqinining balandligiga qarab, to‘qima tuzilishining to‘qqiz fazasi farq qilinadi. Bunday holda, ma‘lum shartlar belgilanadi: polotno o‘rilishli mato; tanda va arqoq iplari silindrsimon shaklda; o‘lchov birligi sifatida ipning radiusi (r) qabul qilingan.

MATERIALLAR VA METODLAR

To‘qima tuzilishining birinchi fazasida (1-rasmga qarang) tanda va arqoq iplarining diametrlari bir xil bo‘lganda ($d_t=d_a$) to‘qimada tanda iplari tekis (to‘lqin egilish balandligi nolga teng, ya‘ni ($h_t=0$), arqoq iplari esa maksimal egilishlarga ega (arqoq to‘lqinining balandligi uning to‘rtta radiusiga teng, ya‘ni ($h_a=4r$). To‘qima tuzilishining to‘qqizinchi fazasida, aksincha, arqoq iplari tekis ($h_y=0$), tanda iplari esa maksimal egilishlarga ega ($h_t=4r$). Bir fazadan keyingi fazaga ketma-ket o‘tish bilan bir tizim iplarining to‘lqin balandligi qarama-qarshi tizim iplarining to‘lqin balandligidan qanchalik katta bo‘lsa, shuncha kamayadi [7]. Shunday qilib, to‘qima tuzilish fazasining II tartibida tanda to‘lqinining balandligi $h_t=0,5r$, arqoq to‘lqinining balandligi esa (1) ga asoslanib $h_a=4r-0,5r=3,5$ (3.1)
To‘qima tuzilishi fazasining tartibi tanda va arqoq to‘lqinlari balandligi h_t/h_a nisbati bilan aniqlanadi (1-jadvalga qarang).

1-jadval

To‘qima tuzilishi fazalarining tartibi

Tuzilish fazasi tartibi	Egilish to‘lqini balandligi, **r** orqali ifodalangan		**h_t/h_a** nisbat koeffitsienti
	Tanda **h_t**	Arqoq **h_a**	
I	0	4	0/8=0
II	0,5	3,5	1/7=0,143
III	1	3	1/3=0,333

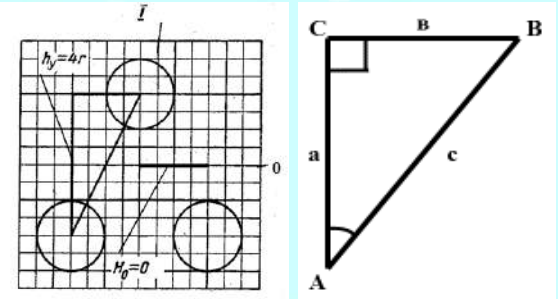
ISSN 3030-3907

IV	1,5	2,5	3/5=0,6
V	2	2	2/2=1
VI	2,5	1,5	5/3=1,666
VII	3	1	3/1=3,0
VIII	3,5	0,5	3,0/0,5=7
IX	4,0	0	4/0=∞

1-9-rasmlarda to‘qima tuzilishining 9 fazasi modellari taqdim keltirilgan. Bunda 1a - 9a-rasmlarda vertikal va gorizontal yo‘nalishlar bo‘yicha ip radiusining yarmiga $(^1/_2\,r)$ teng bo‘lgan kvadratlarga ega to‘r qog‘ozda to‘lqin balandligi h_a bo‘lgan arqoq va H tandaning joylashuvi ko‘rsatilgan. 1b-9b-rasmlarda esa uchburchakda iplarning egilish to‘lqinlari joylashishining geometrik modeli ko‘rsatilgan bo‘lib, bu yerda a katet arqoq ipining egilish to‘lqinlari balandligi h_a ga teng, tanda iplari orasidagi ishqalanish burchagi A arqoq uchburchakda iplarning egilish to‘lqinlari joylashishining geometrik modelidan, ya‘ni a va c tomonlar o‘rtasida hosil bo‘lgan burchakdan aniqlanadi.

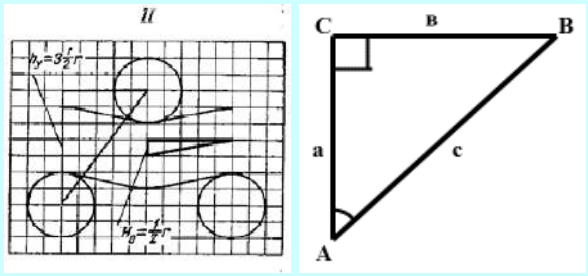
To‘qima tuzilishi fazasining birinchi tartibida to‘qimadagi tanda iplari arqoq iplarini aylanib o‘tmaydi va tekis bo‘lib qoladi; tanda egilishlarining (to‘lqinlarining) balandligi H nolga teng, arqoq ipining to‘lqinlari balandligi h_a esa 4r maksimal qiymatga ega (tanda va arqoq iplarining diametrlari bir xil bo‘lganda).

To‘qima tuzilishi fazasining ikkinchi tartibida va IX gacha bo‘lgan har bir keyingi faza tartibida tanda ipining to‘lqin balandligi $^1/_2\,r$ ga oshadi, arqoq ipining to‘lqin balandligi esa xuddi shu qiymatga $(^1/_2\,r)$ kamayadi. Shunday qilib, to‘qima tuzilishi fazasining V tartibida tanda va arqoq to‘lqin balandliklari h, H (5a-rasm, V faza tartibi) teng va ularning har biri 2r ga teng bo‘ladi.



a) b)

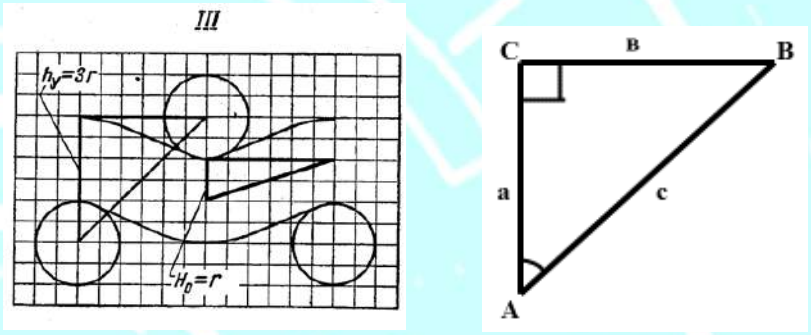
1-rasm. To‘qima tuzilishining birinchi fazasi modeli



a) b)

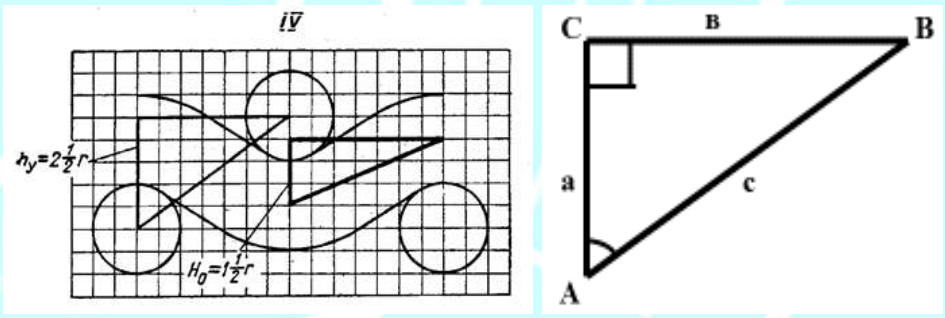
2-rasm. To‘qima tuzilishining ikkinchi fazasi modeli

ISSN 3030-3907



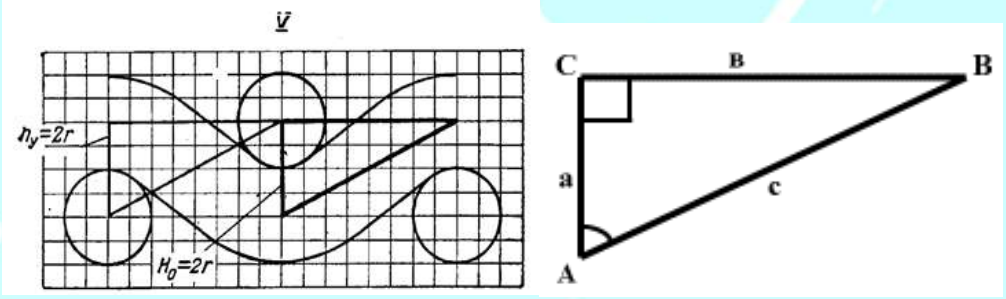
a) b)

3-rasm. To‘qima tuzilishining uchinchi fazasi modeli



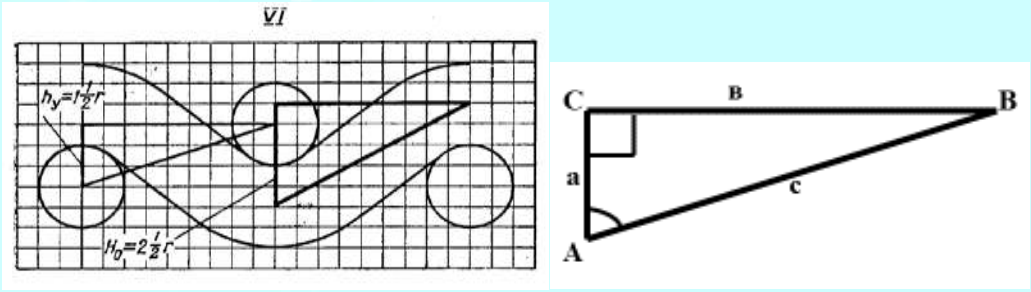
a) b)

4-rasm. To‘qima tuzilishining to‘rtinchi fazasi modeli



a) b)

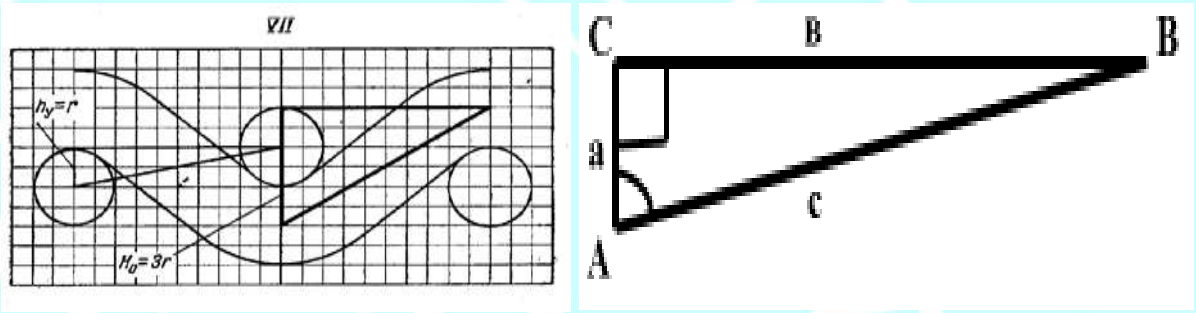
5-rasm. To‘qima tuzilishining beshinchi fazasi modeli



a) b)

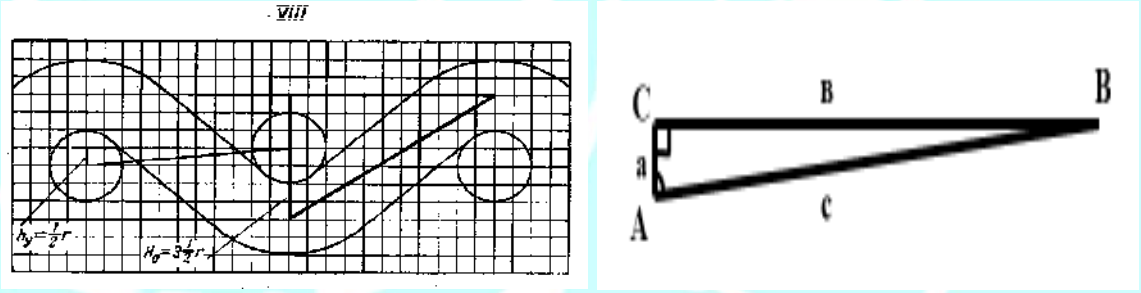
6-rasm. To‘qima tuzilishining oltinchi fazasi modeli

ISSN 3030-3907



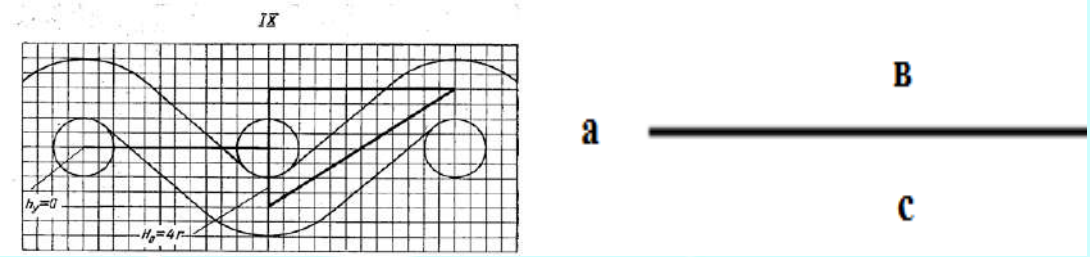
a) b)

7-rasm. To‘qima tuzilishining ettinchi fazasi modeli



a) b)

8-rasm. To‘qima tuzilishining sakkizinchi fazasi modeli



a) b)

9-rasm. To‘qima tuzilishining to‘qqizinchi fazasi modeli

To‘qima tuzilishi fazasining VI tartibidan boshlab, tanda ipining to‘lqin balandligi arqoq ipining to‘lqin balandligidan $^1/_2$ r ga katta bo‘ladi va 2 $^1/_2$ r ni tashkil etadi, fazaning IX tartibida esa tanda ipining to‘lqin balandligi H maksimumga – 4r ga etadi, arqoq ipining to‘lqin balandligi h esa nol holatiga keladi, ya‘ni arqoq ipi tekislanadi. To‘lqin balandligi bo‘yicha to‘qima tuzilishi fazalarining I va IX tartiblari o‘zaro qarama-qarshidir. Tuzilish fazalarining IV, III, II va I tartibli to‘qimalarini olish uchun arqoq bo‘ylab zichlikni asta-sekin oshirib va tandani bo‘shashtirib borish kerak, chunki to‘qimaning to‘ldirilish foizi haddan tashqari yuqori bo‘lishi va eni bo‘ylab ko‘p qisqarishi natijasida tuzilish fazasining I tartibli to‘qimasini boshqacha ishlab bo‘lmaydi. Tuzilish fazalarining VI, VII, VIII va IX tartibli to‘qimalarini olish uchun tandani zichlash va arqoq bo‘yicha zichlikni kamaytirish kerak.

Shuningdek, 1 b-9 b-rasmlardan kelib chiqadiki, a va s o‘lchamlari ma‘lum bo‘lganda, ishqalanish burchagini A ni uchburchaklarning trigonometrik

ISSN 3030-3907

funksiyasi yordamida aniqlash mumkin. A burchakning tangensi deb a tomonning v tomonga bo‘lgan nisbatiga sifatida aytiladi, ya’ni tg A = $^{a}/_{B}$.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

2-jadvalda to‘qima tuzilishi parametrlariga bog‘liq holda to‘qima tuzilishi fazalarining tartibi ko‘rsatilgan.

2-jadval

To‘qima tuzilishi parametrlariga qarab to‘qima tuzilishi fazasining tartibi

To‘qima tuzilishi fazasining tartibi	Arqoq ipining to‘lqin balandligi h_a, **a** tomoni	Tanda ipining to‘lqin balandligi h_t, **b** tomoni	Arqoq ipi to‘lqin balandligining gipotenuzasi h_a, **c** tomoni	Tanda ipi to‘lqin balandligi h_t va arqoq ipi to‘lqin balandligi h_a orasidagi **A** burchak, **b** tomonlari va **c** tomonlari graduslarda	Tanda ipi to‘lqin balandligi h_t va arqoq ipi to‘lqin balandligi h_a orasidagi **A** burchak, **b** tomonlari va **c** tomonlari radianlarda
1	8	4	8,94	26,57	0,46
2	7	5	8,6	35,54	0,622
3	6	6	8,49	45,0	0,79
4	5	7	8,6	54,46	0,95
5	4	8	8,94	63,43	1,11
6	3	9	9,49	71,57	1,25
7	2	10	10,2	78,69	1,27
8	1	11	11,05	84,81	1,48
9	0	12	0	0	0

Arqoq ipi to‘lqinining balandligi h_a, tanda ipi to‘lqinining balandligi h_t va arqoq ipi to‘lqinining balandligi h_a balandligi orasidagi ishqalanish burchagi A kabi iplar orasidagi ishqalanish kuchining har bir fazasidagi to‘qimaning parametrlari aniqlandi. To‘qimaning fazaviy tuzilishi ortishi bilan arqoq ipining to‘lqin balandligi h_a kamayadi va to‘lqin balandligi orasidagi ishqalanish burchagi A gradus va radianlarda 68% ga oshadi [3, 8-11]. Ishqalanuvchi yuzalarning turi, ipning tarkibi va chiziqli zichligiga qarab ishqalanish koeffitsientini hisoblash natijalari 3-jadvalda keltirilgan bo‘lib, ko‘rsatkichlar 2-bobning 3-bandi (ip parametrlarini aniqlash usullari va vositalari) asosida olingan.

ISSN 3030-3907

3-jadval

Ishqalanivchi yuzalarning turiga, ipning tarkibi va chiziqli zichligiga qarab ishqalanish koeffitsientini hisoblash natijalari

№	Ipning chiziqli zichligi, teks ipning tarkibi	Ishqalanuvchi friksion juftlari				
		Ip -metall	Paxta ipi – paxta ipi	Paxta ipi – modal ipi	Modal ipi – modal ipi	Paxta ipi –lavsan ipi
1.	11,8x2 paxta	0,22	0,33	-	-	-
2.	11,8x2 modal	0,23	-	0,35	0,37	-
3.	23,6x2 lavsan	0,19	-	-	-	0,21

Jadval tahlili shuni ko‘rsatadiki, iplar orasidagi eng yuqori ishqalanish koeffitsientni modal, paxta iplari orasidagi eng kichik ishqalanish koeffitsienti lavsan iplaridir. 4-jadvalda tanda ipida modal ip bo‘lgan modal arqoq iplari orasidagi ishqalanish kuchini hisoblash, 5-jadvalda tanda ipi paxta iplari bo‘lgan modal arqoq iplari orasidagi ishqalanish kuchini hisoblash, 6-jadvalda tanda va arqoq iplari paxta iplari bo‘lgan iplar orasidagi ishqalanish kuchini hisoblash keltirilgan [3].

4-jadval

Ishqalanish koeffitsienti f = 0,37 bo‘lganda tanda ipida modal ip bo‘lgan modal arqoq iplari orasidagi ishqalanish kuchini hisoblash

To‘qima tuzilishi fazasining tartibi	**A** burchak radianlarda	Arqoq ipining taxtlash tarangligi, sN	Ishqalanish koeffitsienti va burchagining ko‘paytmasi $\mathbf{A \cdot} f$	Iplar orasidagi ishqalanish kuchi ***F***, sN
1	0,46	10	0,17	1,7
2	0,622	10	0,23	2,3
3	0,79	10	0,363	3,6
4	0,95	10	0,437	4,4
5	1,11	10	0,51	5,1
6	1,25	10	0,58	5,8
7	1,27	10	0,58	5,8
8	1,48	10	0,68	6,8
9	0	10	0	0

ISSN 3030-3907

5-jadval

Ishqalanish koeffitsienti f = 0,35 bo‘lganda tanda ipi paxta ipi bo‘lgan modal arqoq iplari orasidagi ishqalanish kuchini hisoblash

To‘qima tuzilishi fazasining tartibi	**A** burchak radianlarda	Arqoq ipining taxtlash tarangligi, sN	Ishqalanish koeffitsienti va burchagining ko‘paytmasi $\mathbf{A \cdot f}$	Iplar orasidagi ishqalanish kuchi ***F***, sN
1	0,46	10	0,161	1,6
2	0,622	10	0,218	2,2
3	0,79	10	0,277	2,8
4	0,95	10	0,333	3,3
5	1,11	10	0,389	3,9
6	1,25	10	0,438	4,4
7	1,27	10	0,444	4,4
8	1,48	10	0,518	5,2
9	0	10	0	0

6-jadval

Ishqalanish koeffitsienti f=0,33 bo‘lganda tanda va arqoq iplari paxta ipi bo‘lgan iplar orasidagi ishqalanish kuchini hisoblash

To‘qima tuzilishi fazasining tartibi	**A** burchak radianlarda	Arqoq ipining taxtlash tarangligi, sN	Ishqalanish koeffitsienti va burchagining ko‘paytmasi $\mathbf{A \cdot f}$	Iplar orasidagi ishqalanish kuchi ***F***, sN
1	0,46	10	0,152	1,5
2	0,622	10	0,205	2,0
3	0,79	10	0,261	2,6
4	0,95	10	0,314	3,2
5	1,11	10	0,366	3,7
6	1,25	10	0,413	4,1
7	1,27	10	0,419	4,2
8	1,48	10	0,488	4,9
9	0	10	0	0

4-6-jadvallar tahlili shuni ko‘rsatadiki, arqoq ipining tarangligi, tanda va arqoq iplari orasidagi ishqalanish koeffitsientining doimiy qiymatlarida, to‘qima tuzilishi fazalarining o‘zgarishi bilan, arqoq ipi to‘lqinining balandligi h_a va tanda ipi to‘lqinining balandligi h_t orasidagi ishqalanish burchagi A ning bir xil qiymatlarida, barcha variantlarda iplar orasidagi ishqalanish kuchi ortadi.

ISSN 3030-3907

Ishqalanish koeffitsientini oshirish ishqalanish kuchining mutlaq qiymatlarini oshiradi.

XULOSA

Maqolada to‘qimalarning fazaviy tuzilishining nazariy asoslari va amaliy ahamiyati keng yoritilgan. To‘qima tuzilishining 9 fazasi orqali tanda va arqoq iplarining egilish holatlari, ular orasidagi ishqalanish burchagi va kuchining o‘zgarishi tizimli ravishda tahlil qilingan. Turli ip materiallari (paxta, modal, lavsan) uchun eksperimental aniqlangan ishqalanish koeffitsientlari asosida iplar orasidagi ishqalanish kuchi hisoblangan va uning tuzilish fazasiga bog‘liqligi ko‘rsatilgan. Bu tahlillar to‘qimalarning ishlash xususiyatlarini oldindan bashoratlash, ularning mustahkamligi, deformatsiya xususiyatlari va ishlov berish qulayligini nazorat qilish imkonini beradi. Natijada, to‘qima tuzilishini loyihalash va optimallashtirishda fazaviy tahlilning amaliy ahamiyati asoslab berilgan.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Raximxodjaev S.S , D.N.Qodirova To‘qima loyialashning zamonaviy usullari. Darslik.-T.: Adabiyot uchqunlari. 2018.144b.
2. Новиков Н.Г. О строении ткани и проектировании ее с помощью геометрического метода. Текстильная промышленность. Москва, 1946. №2, №4, №6, №11. С.42.
3. Жолдасова А. Б., Даминов А. Д., Рахимходжаев С. С. Исследование фазового строения ткани. UNIVERSUM: Технические науки. №2 (119), февраль 2024г. Стр. 57-64.
4. А.Б. Жолдасова., А.Д. Даминов., С.С. Рахимходжаев. Параметры и проектирование сорочечной ткани. O‘ZBEKISTON TO‘QIMACHILIK JURNALI. №1.2024. 88-95b.
5. Собирова Г.Н. Расулов Х.Ю. Рахимходжаев С.С. Системы образования ткани, параметры, исследования, оптимизация (часть 1). Учебник, 2024. LAPLAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, Mauritius. С.93.
6. Оразбаева Р. И., Кадырова Д.Н., Рахимходжаев С.С. Проектирование с заданными свойствами и технология производства костюмных тканей. Монография, 2024. LAPLAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, Mauritius. С.64.
7. Жолдасова А.Б., Даминов А.Д., Рахимходжаев С.С. Фазовое строение ткани. “Актуальные направления развития текстильной и легкой промышленности в современных условиях”, Первая Всероссийская научная конференция с международным участием. Москва-2024. С.134-138.
8. А.Б. Жолдасова., А.Д. Даминов., С.С. Рахимходжаев. Трение нитей при прибое утка к опушке ткани. “Саноат технологияларида инновацион

ISSN 3030-3907

ечимлар” II-Республика илмий-амалий анжуман. Нукус - 2024. 5-апрель. 30-31б.

9. А.Б. Жолдасова., Г.Н. Собирова., С.С. Рахимходжаев. Механика текстильной нити в ткачестве. // “Paxta tozalash, to‘qimachilik va yengil sanoat sohalarining texnologiyasini takomillashtirish”, Xalqaro ilmiy-texnik anjuman. Термиз-2023. 20-21-oktabr. 257-259b.

10. Рахимходжаев С.С. Натяжение нитей в ткачестве (ткацкий отдел). Монография, 2024. LAPLAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, Mauritius. С.110.

11. Собирова Г.Н. Расулов Х.Ю. Рахимходжаев С.С. Системы образования ткани, параметры, исследования, оптимизация (часть 2). Учебник, 2024. LAPLAMBERT ACADEMIC PUBLISHING, Mauritius. С.82.

ISSN 3030-3907

BLOKCHEYNDA MA’LUMOTLARNI XESHLASH MEXANIZMLARI: NAZARIY ASOSLAR, ALGORITMLAR ARXITEKTURASI VA XAVFSIZLIK TAHLILI

Raimov Ulug‘bek Yorqinbek o‘g‘li
Andijon Davlat texnika instituti o‘qituvchisi
E-mail: uraimov0111@gmail.com
ORCID: 0009-0009-9304-5980

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot blokcheyn texnologiyasining fundamental komponenti bo‘lgan ma’lumotlarni xeshlash mexanizmlarining nazariy asoslari, texnik arxitekturasi va xavfsizlik jihatlarini chuqur ilmiy tahlil qilishga bag‘ishlanadi. Maqolada kriptografik xesh funksiyalarining pre-image resistance, second pre-image resistance, collision resistance va avalanche effect kabi mustahkamlik talablari asosida shakllangan matematik modeli o‘rganiladi. Shuningdek, hashingning blokcheyn arxitekturasida bajaradigan vazifalari — blok header tuzilmasida oldingi blok xeshiga tayangan holda zanjirning o‘zgarmasligini ta’minlash, transaksiyalarni Merkle daraxtlari orqali ixchamlashtirish va verifikatsiya jarayonlarini optimallashtirish — ilmiy asoslangan holda yoritiladi. Tadqiqotda zamonaviy hashing algoritmlari, jumladan SHA-256, Keccak-256 (SHA-3), Blake2/3 va ASIC-resistant algoritmlar (Equihash, Scrypt, RandomX) texnik samaradorlik, xavfsizlik darajasi, energiya iste’moli va konsensus mexanizmlari bilan integratsiyasi nuqtai nazaridan taqqoslanadi. Shuningdek, Proof of Work va Proof of Stake mexanizmlarida hashingning roli, shuningdek, Zero-Knowledge protokollarida (Pedersen, Poseidon) isbot generatsiyasi uchun qo‘llanishi tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalari hashing algoritmlari blokcheyn tizimlarining ishonchliligi, barqarorligi va kelajakdagi quantum computing tahdidlariga nisbatan chidamliligini belgilashda strategik ahamiyatga egaligini ko‘rsatadi. Kalit xulosalar blokcheyn xavfsizligi konsepsiyasida hashingni takomillashtirish bo‘yicha ilmiy takliflarni o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar: Blockchain, Kriptografik xesh funksiyalari, SHA-256, Keccak-256, Merkle daraxti, Konsensus algoritmlari.

Аннотация. Данное исследование посвящено глубокому научному анализу теоретических основ, технической архитектуры и аспектов безопасности механизмов хеширования данных, являющихся фундаментальным компонентом технологии блокчейн. В статье исследуется математическая модель криптографических хеш-функций, сформированная на основе таких требований устойчивости, как стойкость к поиску прообраза (pre-image resistance), стойкость к поиску второго прообраза (second pre-image resistance), коллизионная стойкость (collision resistance) и эффект лавины (avalanche effect). Также научно обосновываются функции хеширования в

ISSN 3030-3907

архитектуре блокчейна: обеспечение неизменности цепи путем опоры на хеш предыдущего блока в структуре заголовка, компактное представление транзакций через деревья Меркла и оптимизация процессов верификации. В исследовании проводится сравнительный анализ современных алгоритмов хеширования, включая SHA-256, Keccak-256 (SHA-3), Blake2/3 и ASIC-устойчивые алгоритмы (Equihash, Scrypt, RandomX), с точки зрения технической эффективности, уровня безопасности, энергопотребления и интеграции с механизмами консенсуса. Анализируется роль хеширования в механизмах Proof of Work и Proof of Stake, а также его применение для генерации доказательств в протоколах с нулевым разглашением (Zero-Knowledge: Pedersen, Poseidon). Результаты исследования показывают, что алгоритмы хеширования имеют стратегическое значение в определении надежности, стабильности и устойчивости блокчейн-систем к будущим угрозам квантовых вычислений. Ключевые выводы включают научные предложения по совершенствованию хеширования в концепции безопасности блокчейна.

Ключевые слова: Блокчейн, криптографические хеш-функции, SHA-256, Keccak-256, дерево Меркла, алгоритмы консенсуса.

Abstract. This research is devoted to an in-depth scientific analysis of the theoretical foundations, technical architecture, and security aspects of data hashing mechanisms, which constitute a fundamental component of blockchain technology. The article examines the mathematical model of cryptographic hash functions formed on the basis of robustness requirements such as pre-image resistance, second pre-image resistance, collision resistance, and the avalanche effect. Furthermore, the functions of hashing within the blockchain architecture are scientifically elucidated: ensuring chain immutability by referencing the previous block hash in the block header structure, compacting transactions through Merkle trees, and optimizing verification processes. The study compares modern hashing algorithms, including SHA-256, Keccak-256 (SHA-3), Blake2/3, and ASIC-resistant algorithms (Equihash, Scrypt, RandomX), in terms of technical efficiency, security level, energy consumption, and integration with consensus mechanisms. The role of hashing in Proof of Work and Proof of Stake mechanisms, as well as its application for proof generation in Zero-Knowledge protocols (Pedersen, Poseidon), is also analyzed. The research results demonstrate that hashing algorithms hold strategic importance in determining the reliability, stability, and resilience of blockchain systems against future quantum computing threats. Key findings include scientific proposals for enhancing hashing within the framework of blockchain security.

ISSN 3030-3907

Keywords: Blockchain, Cryptographic hash functions, SHA-256, Keccak-256, Merkle tree, Consensus algorithms.

Kirish.

Blokcheyn texnologiyasi zamonaviy raqamli infratuzilmaning asosiy kriptografik tayanchlaridan biri bo‘lib, uning ishonchliligi ma’lumotlarni xeshlash mexanizmlariga bevosita bog‘liqdir. Xesh funksiyalari har qanday turdagi ma’lumotni qat’iy belgilangan uzunlikdagi raqamli “barmoq izi”ga aylantirishi, deterministik natija berishi, pseudotasodifiy va kolliziyalarga chidamli bo‘lishi bilan blokcheynning xavfsizlik modelini shakllantiradi. Drescher (2017) tomonidan ta’kidlanganidek, xesh funksiyalari blokcheynda nafaqat ma’lumotni identifikatsiya qilish, balki tarmoqdagi transaksiyalarni tezkor solishtirish, verifikatsiya jarayonlarini ixchamlashtirish va ma’lumot butunligini kafolatlash uchun ham zarurdir.

Blokcheynning taqsimlangan peer-to-peer muhiti katta hajmdagi transaksiyalar bilan ishlaydi va ularni noyob tarzda aniqlash zarurati paydo bo‘ladi. Shuning uchun xesh funksiyalarini “raqamli barmoq izi” sifatida talqin qilish to‘g‘ri metafora bo‘lib, ular yordamida har bir transaksiyaning noyob identifikatori yaratiladi. Xesh funksiyalarini qo‘llash naqshlari — mustaqil xeshlash, birlashtirilgan xeshlash, takroriy xeshlash, ketma-ket va ierarxik xeshlash — blokcheyn arxitekturasining strukturalash jarayonini belgilaydi. Aynan ierarxik xeshlash tamoyili Merkle daraxtlarining asosiy mexanizmini tashkil etib, katta hajmdagi ma’lumotlar bo‘yicha ixcham Merkle root orqali butun blokning o‘zgarmasligini matematik tarzda tasdiqlaydi[1].

Kriptografik xesh funksiyalarining nazariy asoslari Rogaway va Shrimpton (2004), shuningdek Wiley va MDPI platformalarida chop etilgan so‘nggi tadqiqotlarda chuqur o‘rganilgan bo‘lib, xesh funksiyalarining pre-image resistance, second pre-image resistance va collision resistance talablari ularning barqarorligini belgilaydi. Zamonaviy blokcheynlarda SHA-256, Keccak-256, Blake2/3 kabi algoritmlarning qo‘llanilishi ma’lumotlar yaxlitligi, konsensus mexanizmlarining samaradorligi va kelajakdagi post-quantum tahdidlariga chidamlilikni mustahkamlashda muhim omil sifatida baholanadi.

Kriptografik xesh funksiyalari blokcheyn texnologiyasining matematik asosini tashkil etib, ma’lumotlarni qisqa, qat’iy uzunlikdagi raqamli qiymatga aylantiruvchi mexanizmdir. Ular blokcheynning ma’lumot butunligini saqlash, transaksiyalarni identifikatsiya qilish, bloklar orasidagi bog‘liqlikni yaratish hamda tarmoqdagi har bir tugun tomonidan ma’lumotning bir xil talqin qilinishini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Xesh funksiyalarining ishlash tamoyili Drescher (2017) tomonidan “raqamli barmoq izi” metaforasi bilan ta’riflangan bo‘lib,

ISSN 3030-3907

qanday qilib barmoq izi har bir individni noyob aniqlasa, xesh qiymati ham har bir ma’lumotni noyob tarzda belgilaydi[2].

Xesh funksiyasining matematik ta’rifi quyidagicha ifodalanadi:

$$H:M\rightarrow\{0,1\}n$$

Bu yerda M – har qanday uzunlikdagi ma’lumotlar to‘plami, nnn esa belgilangan bit uzunligi (masalan, SHA-256 uchun 256 bit). Bu xususiyat blokcheyn tarmog‘idagi barcha ma’lumotlar, ularning hajmidan qat’i nazar, bir xil uzunlikdagi identifikator orqali taqqoslanishini ta’minlaydi.

Xesh funksiyalari deterministik bo‘lishi shart, ya’ni har safar bir xil kirish ma’lumotiga bir xil natija qaytadi. Bunda tarmoqdagi barcha tugunlar identik natija oladi. Aks holda, blokcheynning konsensus mexanizmi izdan chiqadi.

Xesh funksiyalarining eng muhim tamoyillaridan biri — bir tomonlama bo‘lishdir. Matematik nuqtayi nazardan, bu shunday ifodalanadi:

$$H(x)=y\text{ bo‘lsa ham, }y\rightarrow x\text{ amalda imkonsiz.}$$

Bu xususiyat blokcheynning maxfiylik va butunlik tamoyillarini kafolatlaydi. Ma’lumot xeshlanganidan so‘ng uni qayta tiklab bo‘lmaydi, bu esa transaksiyalar mazmunining oshkor bo‘lib qolishini cheklaydi va tizim xavfsizligini oshiradi.

Collision resistance – xesh funksiyasining eng muhim kriptografik kafolatlaridan biridir. Ya’ni turli ma’lumotlarning bir xil xesh qiymatiga ega bo‘lish ehtimoli juda kichik bo‘lishi kerak. Kolliziya ehtimoli nazariy jihatdan quyidagicha baholanadi:

$$P(\text{collision})\approx 2^{-n/2}$$

Masalan, SHA-256 algoritmida n=256n=256n=256 bo‘lgani uchun amaliy kolliziya ehtimoli deyarli nolga teng. Rogaway va Shrimpton (2004) ushbu tamoyilni xesh funksiyalarining eng asosiy xavfsizlik mezonlaridan biri sifatida talqin qiladi.

Xesh funksiyalarida pseudotasodifiylik ham muhim o‘rin tutadi. Kirish ma’lumotidagi juda kichik o‘zgarish (hatto bitta bit) chiqishdagi natijaning keskin o‘zgarishiga olib kelishi kerak. Bu hodisa “avalanche effect” deb yuritiladi va blokcheyn uchun juda muhimdir. Chunki ma’lumotdagi minimal manipulyatsiya ham darhol seziladi va xesh qiymatlaridagi farq orqali aniqlanadi.

Drescher tomonidan tushuntirilgan xeshlash naqshlari kriptografik jarayonlarning amaliy qo‘llanilishini chuqurroq tushunish imkonini beradi. Mustaqil xeshlash har bir ma’lumotni alohida qayta ishlaydi, birlashtirilgan xeshlash esa ko‘plab ma’lumotlarni bitta satrga jamlab, umumiy xesh hosil qiladi. Takroriy xeshlash xesh natijasini yana qayta xeshlashdan iborat bo‘lib, Bitcoin blok sarlavhasida qo‘llanadigan “double SHA-256” buning yorqin misolidir.

ISSN 3030-3907

Ketma-ket xeshlash oqim ma’lumotlar bilan ishlovchi tizimlarda qo‘llanadi va har bir yangi ma’lumot avvalgi xesh qiymati bilan birlashtiriladi.

Eng muhim naqsh — bu ierarxik xeshlash, ya’ni Merkle daraxtlari mexanizmi. Merkle daraxti blok ichidagi barcha transaksiyalarning kriptografik izini umumlashtirib, yagona Merkle rootni hosil qiladi. Bu root blok headerida saqlanadi va blokning butun mazmuni o‘zgarmaganini isbotlash uchun xizmat qiladi. Agar bitta transaksiyada o‘zgarish yuz bersa, daraxt bo‘yicha barcha yuqoridagi xeshlar o‘zgaradi va natijada butun blokning haqiqiyligi buziladi.

Zamonaviy ilmiy tadqiqotlarda (MDPI, Wiley, IOS Press) xesh funksiyalarining blokcheyn xavfsizligidagi roli, ularning samaradorligi va yangi arxitekturalar bo‘yicha muhim xulosalar keltiriladi. Ayniqsa Keccak (SHA-3) ning sponge konstruktsiyasi, Blake2/Blake3 algoritmlarining yuqori tezligi va SHA-256 ning barqarorligi blokcheynning kelajakdagi texnologik rivojlanish yo‘nalishlarini belgilaydi. Shu bois, xesh funksiyalarining matematik asoslarini chuqur o‘rganish blokcheyn texnologiyasining xavfsizlik, samaradorlik va barqarorlik darajasini baholashda muhim ilmiy omil hisoblanadi[3][4].

Blokcheyn arxitekturasining o‘ziga xosligini belgilovchi eng muhim omillardan biri bu kriptografik xesh funksiyalarining tizim ichidagi o‘rni va ular bajaradigan vazifalardir. Xesh funksiyalari blokcheynning barcha asosiy jarayonlarini — bloklarning bog‘lanishi, transaksiyalarning identifikatsiyasi, ma’lumotning o‘zgarmasligi, verifikatsiya mexanizmlari, konsensus jarayonlari va yengil tugunlar faoliyatini — kriptografik darajada mustahkamlaydi. Xesh funksiyasi istalgan uzunlikdagi ma’lumotni qat’iy uzunlikdagi qiymatga o‘tkazishga mo‘ljallangan bo‘lib, matematik tarzda quyidagi ko‘rinishda ifodalanadi:

$$H{:}M\rightarrow\{0,1\}^{n}$$

Bu yerda MMM — kirish ma’lumotlari to‘plami, nnn — xesh uzunligi (masalan, SHA-256 uchun 256 bit). Xesh funksiyasining deterministic bo‘lishi, ya’ni har bir bir xil kiritma uchun doimo bir xil natija berishi, blokcheyn tarmog‘ining barcha tugunlari o‘rtasida konsensusning shakllanishi uchun zarurdir. Shu sababli har bir blok yaratilganda uning sarlavhasi xeshlanadi va natija blokning noyob identifikatori sifatida saqlanadi.

Blokcheynning zanjirsimon tuzilmasi xesh pointerlar orqali yaratiladi. Har bir blok o‘zidan oldingi blokning xesh qiymatini o‘zida saqlaydi. Agar BiB_iBi blokning mazmuni o‘zgaradigan bo‘lsa, uning xesh qiymati ham o‘zgaradi:

$$H(B_i)\neq H(B_i')$$

Bu o‘zgarish zanjirning keyingi barcha bloklaridagi xesh pointerlarni buzadi va natijada butun blokcheyn strukturasi mos kelmay qoladi. Xuddi shuning uchun blokcheynning o‘zgarmaslik tamoyili matematik jihatdan mustahkam va amalda

ISSN 3030-3907

buzib bo‘lmaydigan mexanizmga ega. Zanjirning o‘rtasidagi bitta bitning o‘zgarishi ham barcha keyingi bloklarning noto‘g‘ri bo‘lishiga olib keladi, shuning uchun tasdiqlangan bloklarni o‘zgartirish deyarli imkonsiz hisoblanadi.

Transaksiyalarni xeshlash blokcheynning eng muhim amaliy jarayonlaridan biridir. Har bir transaksiyaga xesh funksiyasi qo‘llanadi va shu orqali noyob identifikator hosil qilinadi. Xesh funksiyasining pseudotasodifiy xususiyati tufayli:

$$x \to x', ||x - x'|| = 1 \Rightarrow H(x) \text{ va } H(x') \text{ butunlay farqli bo‘ladi.}$$

Bu “avalanche effect” deb yuritiladi va transaksiyalarni soxtalashtirishni mutlaqo imkonsiz qiladi. Transaksiyalar xesh orqali tanib olinadi, solishtiriladi va blok ichidagi tartibi aniqlanadi. Xeshlar identifikator sifatida barqaror bo‘lgani uchun tugunlar transaksiyalarni juda tez qayta ishlay oladi, bu tarmoqning optimalligini sezilarli oshiradi.

Merkle daraxtlari blokcheyn arxitekturasidagi eng muhim ierarxik xeshlash tuzilmasidir. Har bir transaksiyaning xeshi daraxt barglariga joylashtiriladi, keyin ular juft-juft birlashtirilib yana xeshlanadi. Bu jarayon yuqoriga ko‘tarilgan sari davom etadi va yakunida Merkle root hosil bo‘ladi. Merkle root quyidagi tarzda ishlaydi:

$$h_{i,j} = H(h_{i-1,2j} /\!/ h_{i-1,2j+1})$$

Bu yagona root blokdagi barcha transaksiyalarning kriptografik izini ifodalaydi. Blokning ichidagi istalgan transaksiyadagi o‘zgarish daraxtning bir bo‘lagini, so‘ngra yuqoridagi barcha xeshlarni, oxirida Merkle rootni ham o‘zgartiradi. Shu sababli Merkle root blok sarlavhasiga kiritilgan eng muhim kriptografik indikator hisoblanadi. Bu mexanizm yengil tugunlarda (SPV nodes) bloklarni to‘liq yuklamasdan turib, faqat Merkle yo‘li orqali transaksiyani tekshirish imkonini yaratadi.

Konsensus algoritmlarida xeshlash yana ham siyosiy ahamiyat kasb etadi. Proof-of-Work tizimlarida maynerlar blok sarlavhasiga nonce qo‘shib yana qayta-qayta xesh hisoblaydi va ma’lum murakkablik darajasiga mos keladigan xesh qiymatini topishi kerak:

$$H(Header) < Target$$

Bu jarayon tarmoqni hisoblash jihatdan murakkab qiladi va xavfsizlik darajasini oshiradi. Proof-of-Stake tizimlarida esa xeshlash validator tanlashda, bloklarning tasodifiyligini belgilashda va tasdiqlash jarayonlarida qo‘llanadi. Har ikki mexanizmda xeshlash tizimning ishonchliligini saqlashda beqiyos ahamiyatga ega[5][6].

Umuman olganda, xesh funksiyalari blokcheynning o‘zgarmaslik, aniqlik, samarali verifikatsiya, zanjir barqarorligi va xavfsizlik tamoyillari uchun tayanch kriptografik mexanizm bo‘lib xizmat qiladi. Xeshlashni olib tashlash blokcheynning butun arxitekturasini mazmunsiz qilib qo‘ygan bo‘lardi.

ISSN 3030-3907

1-jadval.

Xeshlashning arxitekturaviy ahamiyati

Arxitektura tamoyili	Xeshlashning roli	Izoh
O‘zgarmaslik (Immutability)	Xesh pointerlar orqali bloklarning bog‘lanishi	Bitta bit o‘zgarishi ham butun zanjirni buzadi, bu o‘zgarmaslikni ta’minlaydi.
Aniqlik (Integrity)	Transaksiyalar va bloklarning xesh identifikatori	Har bir obyektning noyobligi kafolatlanadi va soxtalashtirish imkoni yo‘q.
Sinxronlik (Consistency)	Deterministik xeshlash	Barcha tugunlar bir xil natija oladi, konsensusning asosini tashkil etadi.
Verifikatsiya samaradorligi	Merkle daraxtlari orqali ixcham tekshiruv	SPV tugunlar tez va kam resurs bilan transaksiyani isbotlashi mumkin.
Zanjir barqarorligi	Blok sarlavhasi xeshlanishi	Bloklar orasidagi kriptografik bog‘liqlik buzilmaydi.
Xavfsizlik (Security)	Kolliziyaga chidamlik, bir tomonlama funksiyalar	Transaksiyalarni o‘zgartirish, qayta tiklash yoki soxtalashtirish amalda imkonsiz.

Blokcheyn texnologiyasida hashing algoritmlarining o‘rni beqiyos bo‘lib, ular tizimning xavfsizligini, barqarorligini va ishonchliligini ta’minlovchi asosiy kriptografik mexanizmdir. Hashing algoritmlarining samaradorligi blokcheynning umumiy ishlash mexanizmlariga, ayniqsa konsensus protokollariga bevosita ta’sir qiladi. Shu sababli turli blokcheyn platformalari o‘zining maqsadiga qarab farqli hashing algoritmlaridan foydalanadi. Ularning barchasi kriptografik mustahkamlik, kolliziyalarga chidamlilik, qaytarilmaslik, deterministiklik va pseudotasodifiylik tamoyillariga asoslanadi.

Zamonaviy blokcheynlarning aksariyatida hashingning eng mashhur varianti SHA-256 algoritmidir. U Bitcoin tarmog‘ining asosiy tayanchi bo‘lib, transaksiyalarni identifikatsiya qilishdan tortib blok sarlavhalarini generatsiya qilishgacha bo‘lgan barcha kriptografik jarayonlarda qo‘llaniladi. SHA-256 algoritmi o‘zining yuqori barqarorligi, kolliziyalarga qarshi chidamliligi va ko‘p

ISSN 3030-3907

yillik amaliy tajriba bilan tasdiqlangan ishonchliligi tufayli dunyodagi eng keng qo‘llaniladigan hashing standartlaridan biri hisoblanadi. Bitcoin arxitekturasi aynan shu algoritmning ishonchliligiga tayanadi, chunki PoW jarayonida milliardlab xesh hisob-kitoblari bajariladi va har bir natijaning aniq deterministik bo‘lishi zarur.

Ethereum esa SHA-256 o‘rniga Keccak-256 algoritmidan foydalanadi. Keccakning arxitekturasi SHA oilasidan farq qiladi va u ma’lumotlarni qayta ishlashda yanada moslashuvchan tizimga ega. Ethereumning Keccakni tanlashi uning faqat mayningga emas, balki aqlli kontraktlar, hisoblash amallari va ma’lumotlarni qayta ishlaydigan murakkab funksiyalarni ham qo‘llab-quvvatlashi bilan bog‘liq. Keccak-256 algoritmi xavfsizlik darajasining yuqoriligi bilan ajralib turadi va ko‘plab ilmiy tadqiqotlarda uning kolliziya ehtimoli amaliy jihatdan juda past ekani e’tirof etilgan.

Blake2 va Blake3 kabi yangi avlod hashing algoritmlari tezlik va samaradorlik bo‘yicha sezilarli ustunlikka ega. Blake2 SHA-256ga qaraganda tezroq ishlaydi, hisoblash resurslari kamroq sarflaydi va shu bilan birga kriptografik mustahkamlik darajasi yuqori. Blake3 esa zamonaviy ko‘p yadroli tizimlar uchun optimallashtirilgan bo‘lib, ma’lumotlarni parallel qayta ishlash imkonini beradi. Bu algoritmlar ayniqsa katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlaydigan blokcheyn platformalarida yoki yuqori darajadagi tranzaksiya oqimini talab qiladigan tizimlarda foydalidir. Ba’zi blokcheynlar, masalan Zcash, Litecoin yoki Monero, ASIC qurilmalarining ustunlikka ega bo‘lishini oldini olish uchun maxsus hashing algoritmlaridan foydalanadi. Zcash Equihash algoritmini qo‘llaydi, u xotira talabchanligi tufayli ASIClar bilan samarali ishlash imkonini bermaydi va GPU asosidagi mayningni qo‘llab-quvvatlaydi. Litecoinning Scrypt algoritmi esa xotira markazli yondashuvga ega bo‘lib, SHA-256ga nisbatan boshqacha xususiyatlarga ega. Moneroda esa RandomX algoritmi qo‘llaniladi, u CPU markazli bo‘lishi sababli tarmoqning markazlashuvdan holi bo‘lishini ta’minlaydi. Bu algoritmlar turli hujum vektorlariga qarshi blokcheynning himoya darajasini oshirishga qaratilgan[8].

Hashing algoritmlarining konsensus mexanizmlaridagi o‘rni yanada muhimdir. Proof-of-Work (PoW) modelida hashing isbot mexanizmining asosini tashkil etadi. Maynerlar blok sarlavhasiga turli qiymatlarni qo‘shib, uni qayta-qayta xeshlaydilar va faqat ma’lum shartlarga mos tushadigan qiymat topilganda blok haqiqiy deb qabul qilinadi. Ushbu jarayon tarmoqning himoyasi uchun zarur bo‘lgan hisoblash murakkabligini yaratadi. Xeshlash bu yerda “ish isboti” sifatida qo‘llanadi va kim ko‘proq hisoblash quvvatiga ega bo‘lsa, o‘sha blok yaratish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Bu jarayon tarmoqni turli hujumlardan, jumladan “double spending” kabi muammolardan himoya qiladi.

ISSN 3030-3907

Proof-of-Stake (PoS) tizimida hashing PoWdagi kabi markaziy o‘rinni egallamasa-da, baribir konsensusning bir nechta bosqichlarida zarur element sifatida ishlatiladi. PoS tizimida validatorlarni tanlash jarayonida xeshlash deterministik va tasodifiy komponentlar o‘rtasida muvozanat yaratadi. Validatorlar orasida adolatli tanlov amalga oshirilishi uchun xesh funksiyalari qo‘llaniladi. Shuningdek, PoS tizimlari blokning haqiqiyligini tasdiqlashda, hujjatlashtirish jarayonlarida va bloklar orasidagi kriptografik bog‘lanishni saqlashda ham xeshlashga tayanadi.

Zero-Knowledge texnologiyalarida hashingning o‘rni yanada murakkab va kengaytirilgan ko‘rinishga ega. Masalan, zk-SNARK yoki zk-STARK texnologiyalarida hashing matematik isbotlarni yashirin shaklda yaratishga yordam beradi. Pedersen hashing, Poseidon hashing kabi algoritmlar zero-knowledge isbotlarining tezkor va xavfsiz ishlashiga imkon yaratadi. Bu texnologiyalar maxfiylikni saqlashga qaratilgan Web3 ekotizimlarida tobora keng qo‘llanmoqda.

Umuman olganda, hashing algoritmlari blokcheynning barcha jarayonlarida uzluksiz ishlaydigan, tizimning butun kriptografik poydevorini tashkil qiladigan mexanizmdir. Har bir blokcheyn o‘zining ehtiyojlari, xavfsizlik talablari, konsensus modeli va maqsadlariga qarab alohida hashing algoritmini tanlaydi. Bu tanlov tarmoqning barqarorligi, tezligi, energiya sarfi va hujumlarga chidamliligi bilan bevosita bog‘liqdir. Shu sababli hashing algoritmlari blokcheyn texnologiyalarida strategik ahamiyatga ega bo‘lib qoladi.

Ushbu tadqiqot blokcheyn texnologiyasining asosiy kriptografik elementi bo‘lgan xeshlash jarayonining nazariy va amaliy jihatlarini chuqur o‘rganishga bag‘ishlandi. Hashing blokcheyn arxitekturasining barcha qatlamlarida ishlaydigan, transaksiyalarning identifikatsiyasidan tortib konsensus mexanizmlarining barqarorligigacha bo‘lgan jarayonlarni himoyalovchi tayanch mexanizm sifatida namoyon bo‘ladi. Tadqiqot davomida xesh funksiyalarining deterministikligi, qaytarilmasligi, pseudotasodifiyligi va kolliziyaga chidamliligi blokcheynning o‘zgarmaslik tamoyilini qanday ta’minlashi keng tahlil qilindi. Ayniqsa, xesh pointerlar yordamida bloklarning zanjirsimon bog‘lanishi blokcheynning fundamental ishonch asosini shakllantirishi ilmiy asoslangan tarzda bayon etildi.

Merkle daraxtlari orqali ierarxik xeshlash mexanizmining qo‘llanilishi bloklardagi transaksiyalarni ixcham, tezkor va aniq tarzda tekshirish imkonini berishi muhim xulosa sifatida qayd etildi. Ushbu mexanizm tufayli yengil (SPV) tugunlar butun blokni yuklamasdan turib, faqat Merkle yo‘li orqali transaksiyaning haqiqiyligini isbotlay oladi. Bu blokcheyn tarmoqlarining keng ko‘lamda ishlay olishi, mobil va resurs cheklangan qurilmalar tomonidan qabul qilinishi uchun strategik afzallik yaratadi.

ISSN 3030-3907

Hashing algoritmlarining funksional farqlari ham tadqiqotning muhim jihatlaridan biri bo‘ldi. SHA-256, Keccak-256, Blake2/3, Scrypt, Equihash, RandomX kabi algoritmlarning turli blokcheyn platformalarida qo‘llanilishi ularning xavfsizlik talablari, konsensus modeli, hisoblash resurslari va markazlashuv darajasiga qarab qanday tanlanishini ko‘rsatdi. Ayniqsa, Proof-of-Work va Proof-of-Stake konsensus mexanizmlarida hashingning tutgan o‘rni turlicha bo‘lishiga qaramay, ular har ikkala tizimda ham ishonchlilik, tasodifiylik, kriptografik barqarorlik va isbotlash jarayonlarining asosiy tayanchi sifatida xizmat qilishi aniqlashtirildi[9].

Umuman olganda, xeshlash mexanizmi blokcheynning ishlash falsafasini belgilovchi, ularning o‘zgarmas va markazlashmagan tabiatini ta’minlovchi eng asosiy kriptografik tamoyildir. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, hashing algoritmlarisiz blokcheyn tizimi amalda mavjud bo‘la olmaydi. U ma’lumotlarning yaxlitligini saqlash, tarmoq ishtirokchilari o‘rtasida ishonch yaratish, konsensus algoritmlarini amalga oshirish va tizim barqarorligini kafolatlashda hal qiluvchi o‘rin tutadi. Shu bois hashing kelajakdagi Web3 va decentralizatsiya ekotizimlarining ham markaziy elementi bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *Wiley Online Library*. (2020). **Blockchain-based Data Integrity using Cryptographic Hashing Techniques.** https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1155/2020/8876317

2. *IOS Press Ebooks*. (2019). **Blockchain Hash Functions and Integrity Preservation in Distributed Systems.** https://ebooks.iospress.nl/volumearticle/50851

3. *MDPI Materials Journal*. (2019). **Application of Hashing Methods in Blockchain-Based Systems.** https://www.mdpi.com/2571-8800/2/3/21

4. *MDPI Symmetry Journal*. (2024). **Cryptographic Structures and Hash Algorithms in Decentralized Architectures.** https://www.mdpi.com/2073-8994/16/1/62

5. Drescher, D. (2017). **Blockchain Basics: A Non-Technical Introduction in 25 Steps.** Springer, Berlin. (Xususan, *Step 10: Hashing Data* bo‘limidan foydalanildi.)

6. Rogaway, P., & Shrimpton, T. (2004). **Cryptographic Hash-Function Basics: Definitions, Implications and Separations for Preimage Resistance, Second Preimage Resistance and Collision Resistance.** In *Fast Software Encryption – FSE 2004*, Springer LNCS Vol. 3017.

7. Merkle, R. (1987). **A Digital Signature Based on a Conventional Encryption Function.** In *Advances in Cryptology — CRYPTO ’87*. Springer.

ISSN 3030-3907

8. Nakamoto, S. (2008). **Bitcoin: A Peer-to-Peer Electronic Cash System.** https://bitcoin.org/bitcoin.pdf

9. Bertoni, G., Daemen, J., Peeters, M., & Van Assche, G. (2013). **Keccak Sponge Function Family.** NIST SHA-3 Standard Documentation.

ISSN 3030-3907

UGLEVODORODLARNI QIZDIRISHDA QUVURLI ISSIQLIK ALMASHINISH USKUNALARINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH USULLARI

Murtazayev Feruzbek Ismatovich
Qarshi davlat texnika universiteti, "Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi" kafedrasi dotsenti,
O'zbekiston. Qarshi.sh.
E-mail: feruz.murtazayev@bk.ru
Qurbonov Ravshanbek Tursunboyevich
Qarshi davlat texnika universiteti, "Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi" kafedrasi magistranti,
O'zbekiston. Qarshi.sh.

Annotatsiya. Mazkur maqolada uglevodorodlarni qizdirishda qo'llaniladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalalari tadqiq etilgan. Tadqiqot jarayonida issiqlik uzatish jarayonlariga ta'sir etuvchi asosiy konstruktiv va texnologik omillar tahlil qilinib, energiya sarfini kamaytirishga qaratilgan kompleks yondashuv asoslab berilgan. Olingan natijalar shuni ko'rsatdiki, quvur geometriyasini optimallashtirish, oqim rejimini ratsional boshqarish va issiqlik almashinish sirtining faol ishlashini ta'minlash orqali issiqlik uzatish samaradorligini oshirish bilan birga umumiy energiya sarfini kamaytirish mumkin. Tadqiqot natijalari quvurli issiqlik almashinish uskunalarini modernizatsiya qilish va yangi energiya tejamkor qurilmalarni loyihalashda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar. uglevodorodlarni qizdirish, quvurli issiqlik almashinish uskunasi, energiya samaradorligi, issiqlik uzatish, energiya tejamkorlik.

Abstract. This article investigates methods for improving the energy efficiency of tubular heat exchangers used for heating hydrocarbons. The study analyzes key structural and technological factors influencing heat transfer processes and substantiates a comprehensive approach aimed at reducing overall energy consumption. The results demonstrate that optimization of tube geometry, rational control of flow regimes, and enhancement of active heat transfer surfaces lead to increased heat transfer efficiency while simultaneously reducing energy losses. The findings can be applied in the modernization of existing tubular heat exchangers and in the design of new energy-efficient thermal equipment.

Keywords. hydrocarbon heating, tubular heat exchanger, energy efficiency, heat transfer, energy saving.

Аннотация. В данной статье рассматриваются способы повышения энергетической эффективности трубчатых теплообменных аппаратов, применяемых для нагрева углеводородов. В ходе исследования

проанализированы основные конструктивные и технологические факторы, влияющие на процессы теплообмена, и обоснован комплексный подход, направленный на снижение общего энергопотребления. Полученные результаты показали, что оптимизация геометрии труб, рациональное управление режимами течения и обеспечение активной работы поверхности теплообмена позволяют повысить эффективность теплопередачи и одновременно снизить энергетические потери. Результаты исследования имеют практическое значение для модернизации существующих теплообменных аппаратов и проектирования энергоэффективного оборудования.

Ключевые слова: нагрев углеводородов, трубчатый теплообменник, энергетическая эффективность, теплопередача, энергосбережение.

Kirish

Uglevodorod xomashyolarini qayta ishlash jarayonlarida ularni ma’lum haroratgacha qizdirish muhim texnologik bosqichlardan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon neftni dastlabki qayta ishlash, katalitik kreking, piroliz, gidrotozalash hamda boshqa ko‘plab kimyoviy-texnologik tizimlarda asosiy energiya sarfi yuqori bo‘lgan operatsiyalar sirasiga kiradi. Amaliyotda uglevodorod oqimlarini qizdirish uchun keng qo‘llaniladigan qurilmalardan biri quvurli issiqlik almashinish uskunalari bo‘lib, ularning samaradorligi bevosita energiya tejamkorligi, ishlab chiqarish tannarxi va ekologik ko‘rsatkichlarga ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasi zamonaviy neft-gaz va kimyo sanoati uchun dolzarb ilmiy-texnik muammo sifatida qaralmoqda.

Tadqiqot ob’yekti sifatida uglevodorodlarni qizdirishda ishlatiladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarida kechadigan issiqlik uzatish va energiya almashinish jarayonlari tanlab olindi. Ushbu ob’yekt issiqlik-texnik, gidrodinamik va konstruktiv omillar o‘zaro bog‘langan murakkab tizim bo‘lib, undagi har qanday konstruktiv yoki rejimiy o‘zgarish apparatning umumiy samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Avvalgi tadqiqotlarda asosan issiqlik almashinish sirtini kengaytirish, oqim tezligini oshirish yoki harorat farqini ko‘paytirish orqali natijaga erishish yo‘llari ko‘rib chiqilgan. Biroq bunday yondashuvlar ko‘pincha gidravlik qarshilikning oshishi, qo‘shimcha energiya sarfi va ekspluatatsion ishonchlilikning pasayishiga olib kelgan.

Muammoning markaziga qo‘yilishida shuni ta’kidlash joizki, mavjud ilmiy manbalarda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligi ko‘pincha faqat issiqlik uzatish intensivligi bilan baholanadi. Bunda umumiy energiya balansi, nasos va yordamchi uskunalar sarfi, issiqlik yo‘qotishlari hamda uzoq muddatli ishlash jarayonida yuzaga keladigan cho‘kindi va ifloslanish

ISSN 3030-3907

omillari yetarlicha hisobga olinmaydi. Ayrim tadqiqotlarda esa energiya samaradorligini oshirish uchun taklif etilgan konstruktiv yechimlar sanoat sharoitida qo‘llash uchun murakkab yoki iqtisodiy jihatdan samarasiz bo‘lib chiqmoqda. Natijada an’anaviy xulosalar ko‘pincha laboratoriya darajasida qolib ketmoqda va amaliyotga tatbiq etish imkoniyati cheklangan.

Mazkur tadqiqotning borish jarayonida asosiy e’tibor quvurli issiqlik almashinish uskunalarida energiya samaradorligini kompleks yondashuv asosida oshirish usullarini aniqlashga qaratildi. Tadqiqotning maqsadi uglevodorodlarni qizdirish jarayonida issiqlik uzatish samaradorligini oshirish bilan birga umumiy energiya sarfini kamaytiruvchi konstruktiv va texnologik yechimlarni ilmiy asoslashdan iborat. Ayni vaqtda olib borilgan tadqiqotlar natijasida quvur geometriyasini optimallashtirish, oqim rejimini boshqarish hamda issiqlik almashinish sirtining faol ishlashini ta’minlash orqali energiya samaradorligini sezilarli darajada oshirish mumkinligi aniqlangan. Ushbu yondashuvlar mavjud uskunalarni modernizatsiya qilish imkonini berishi bilan birga yangi avlod issiqlik almashinish apparatlarini loyihalash uchun ham ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Adabiyotlar sharxi: Ilmiy adabiyotlarda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalalari turli nuqtai nazarlardan yoritilgan. Klassik ishlarda issiqlik uzatish koeffitsientini oshirish uchun oqimni turbulent holatga o‘tkazish asosiy usul sifatida ko‘rib chiqilgan. Bu yondashuv issiqlik almashinish intensivligini oshirgan bo‘lsa-da, gidravlik qarshilikning keskin ortishi sababli umumiy energiya samaradorligi har doim ham ijobiy natija bermagan.

Keyingi tadqiqotlarda quvurlar ichki yuzasini modifikatsiyalash, spiral va profilli quvurlar qo‘llash orqali oqim strukturasini o‘zgartirish usullari taklif etilgan. Ushbu ishlarda issiqlik uzatish sirtining faol ishtiroki ortgani qayd etilgan bo‘lsa-da, uglevodorod xomashyolarining yuqori yopishqoqligi va cho‘kindi hosil qilish xususiyatlari sababli uzoq muddatli ekspluatatsiya masalalari yetarli darajada yoritilmagan.

Zamonaviy tadqiqotlarda energiya samaradorligini oshirish masalasiga tizimli yondashuv kuchaymoqda. Jumladan, issiqlik almashinish apparatining faqat issiqlik-texnik ko‘rsatkichlari emas, balki umumiy energiya balansi, yordamchi uskunalar sarfi va texnik-iqtisodiy samaradorlik ham birgalikda tahlil qilinmoqda. Ba’zi mualliflar CFD modellashtirish yordamida optimal oqim rejimlarini aniqlashga harakat qilgan, biroq ularning natijalari ko‘pincha ideal sharoitlarga asoslangan bo‘lib, real sanoat sharoitlariga moslashuvi cheklangan.

Shu jihatdan, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, uglevodorodlarni qizdirishda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasi hanuzgacha kompleks va amaliy yechimlarni talab etadi.

ISSN 3030-3907

Ayniqsa, konstruktiv takomillashtirishni energiya sarfi bilan muvozanatlash, ekspluatatsion barqarorlikni ta’minlash va iqtisodiy samaradorlikni oshirish yo‘nalishlari yetarli darajada tadqiq etilmagan.

1-jadval.

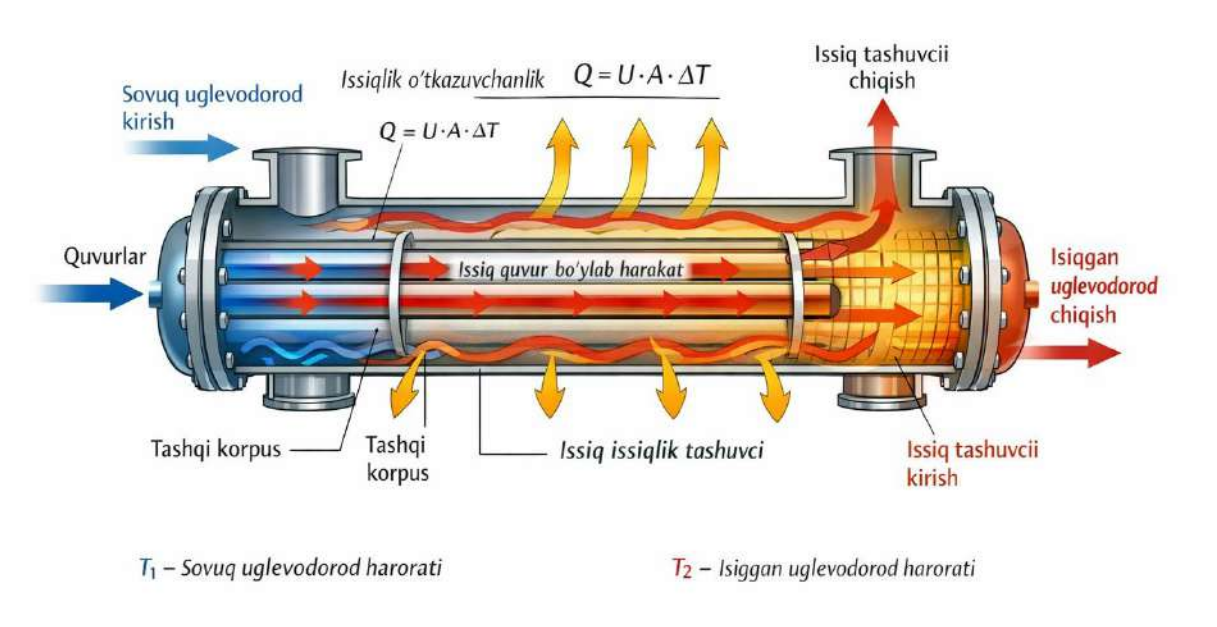
Quvurli issiqlik almashinish uskunalarida energiya samaradorligini oshirish usullarining tahliliy taqqoslanishi

Usul turi	Issiqlik uzatishga ta’siri	Energiya sarfiga ta’siri	Cheklovlari
Oqim tezligini oshirish	Yuqori	Nasos sarfi ortadi	Gidravlik yo‘qotishlar
Spiral/profilli quvurlar	O‘rtacha–yuqori	Nisbatan barqaror	Ishlab chiqarish murakkabligi
Issiqlik sirtini kengaytirish	Yuqori	O‘rtacha	Cho‘kindi hosil bo‘lishi
Oqim rejimini optimallashtirish	Yuqori	Minimal	Aniq hisoblash talab etadi

Metodologiya: Mazkur tadqiqotda uglevodorodlarni qizdirishda qo‘llaniladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasi kompleks ilmiy yondashuv asosida o‘rganildi. Tadqiqot metodologiyasi issiqlik-texnik tahlil, gidrodinamik hisoblash, konstruktiv yechimlarni taqqoslash hamda energiya balansini baholash bosqichlarini o‘z ichiga oladi. Ushbu yondashuv apparatning faqat issiqlik uzatish ko‘rsatkichlarini emas, balki umumiy energiya sarfi va ekspluatatsion samaradorligini ham aniqlash imkonini beradi.

“Tadqiqot jarayonida quvurli issiqlik almashinish uskunasida issiqlik va oqim jarayonlari sxematik tarzda tahlil qilindi (1-rasm).”

ISSN 3030-3907



1-rasm. Uglevodorod oqimining quvurli issiqlik almashinish uskunasida harakatlanishi va issiqlik uzatish jarayonining sxematik tasviri.

Tadqiqotning birinchi bosqichida quvurli issiqlik almashinish uskunasida uglevodorod oqimining harakat rejimi va issiqlik uzatish sharoitlari tahlil qilindi. Bunda issiqlik tashuvchi va qizdirilayotgan muhitning fizik-kimyoviy xossalari, jumladan zichlik, issiqlik sig‘imi, yopishqoqlik va issiqlik o‘tkazuvchanlik ko‘rsatkichlari hisobga olindi. Issiqlik uzatish jarayoni Nyuton–Rixman qonuni hamda issiqlik almashinish apparatlari uchun qo‘llaniladigan klassik tenglamalar asosida baholandi.

Ikkinchi bosqichda quvurli issiqlik almashinish uskunasining energiya samaradorligi umumiy energiya balansi asosida aniqlandi. Bunda foydali uzatilgan issiqlik miqdori bilan birga nasos va yordamchi uskunalarning elektr energiyasi sarfi, gidravlik qarshiliklar hamda issiqlik yo‘qotishlari hisobga olindi. Energiya samaradorligi ko‘rsatkichi sifatida uzatilgan foydali issiqlikning umumiy energiya sarfiga nisbati qabul qilindi, bu esa taklif etilgan usullarning real samaradorligini baholash imkonini berdi.

Uchinchi bosqichda energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan konstruktiv va texnologik yechimlar tadqiq etildi. Jumladan, quvur geometriyasini optimallashtirish, oqim tezligini ratsional tanlash, issiqlik almashinish sirtining faol ishlashini ta’minlash hamda oqim rejimini barqarorlashtirish usullari tahlil qilindi. Har bir yechim issiqlik uzatish intensivligi va gidravlik yo‘qotishlar nuqtai nazaridan alohida baholandi.

To‘rtinchi bosqichda olingan natijalar mavjud an’anaviy konstruksiyalar bilan solishtirildi. Taqqoslash jarayonida issiqlik uzatish koeffitsienti, energiya sarfi, ekspluatatsion barqarorlik va texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlar asosiy mezon sifatida tanlandi. Ushbu yondashuv energiya samaradorligini oshirishning eng

ISSN 3030-3907

maqbul usullarini aniqlash va ularni sanoat sharoitida qo‘llash imkoniyatlarini asoslashga xizmat qildi.

Mazkur metodologiya uglevodorodlarni qizdirishda quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasini tizimli ravishda o‘rganish imkonini berib, ilmiy asoslangan va amaliy ahamiyatga ega xulosalar chiqarish uchun zarur shart-sharoitlarni yaratadi.

Tadqiqot natijasi: O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida uglevodorodlarni qizdirishda qo‘llaniladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari kompleks ravishda aniqlandi. Tadqiqot jarayonida issiqlik uzatish jarayonining intensivligi, umumiy energiya sarfi va apparatning ekspluatatsion ko‘rsatkichlari o‘zaro bog‘liq holda tahlil qilindi.

Birinchi navbatda, quvur geometriyasini ratsional tanlash va oqim rejimini optimallashtirish issiqlik uzatish koeffitsientining sezilarli darajada ortishiga olib kelishi aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, oqimning haddan tashqari tezlashtirilishi issiqlik uzatishni kuchaytirgan bo‘lsa-da, gidravlik qarshilikning keskin ortishi sababli umumiy energiya samaradorligi pasayadi. Shu bilan birga, oqim tezligini muvozanatli qiymatlarda ushlab turish orqali foydali uzatilgan issiqlik miqdorini oshirish va yordamchi energiya sarfini kamaytirish mumkinligi ilmiy jihatdan asoslandi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, issiqlik almashinish sirtining faol ishlashini ta’minlovchi konstruktiv yechimlar energiya samaradorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, issiqlik tashuvchi bilan uglevodorod oqimi o‘rtasidagi harorat farqidan maksimal darajada foydalanish, quvur devori orqali issiqlik o‘tishini barqarorlashtirish va mahalliy issiqlik qarshiliklarini kamaytirish apparatning foydali ish koeffitsientini oshirishi aniqlangan. Bu holat energiya balansi hisoblari bilan tasdiqlandi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, energiya samaradorligini oshirish faqat issiqlik uzatish koeffitsientining ortishi bilan emas, balki umumiy energiya sarfining kamayishi bilan ham bog‘liq. Tadqiqot davomida taklif etilgan yondashuvlar natijasida nasoslar tomonidan sarflanadigan elektr energiyasi ulushi qisqargan, issiqlik yo‘qotishlari kamaygan va apparatning barqaror ishlash rejimi ta’minlangan. Bu esa quvurli issiqlik almashinish uskunalarining sanoat sharoitida qo‘llanish samaradorligini oshiradi.

Ilmiy nuqtai nazardan, mazkur tadqiqot natijalari quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini baholashda faqat alohida issiqlik-texnik ko‘rsatkichlarga tayanish yetarli emasligini ko‘rsatadi. Taklif etilgan kompleks yondashuv issiqlik uzatish, gidravlik qarshilik va umumiy energiya sarfini yagona tizim sifatida ko‘rib chiqishga imkon beradi. Bu yondashuv kelgusida yuqori haroratli uglevodorod oqimlari bilan ishlovchi issiqlik

ISSN 3030-3907

almashinish apparatlarini loyihalash va modernizatsiya qilishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Shu bilan birga, olingan natijalar mavjud an’anaviy quvurli issiqlik almashinish uskunalarini takomillashtirish orqali energiya tejamkorligini oshirish mumkinligini ko‘rsatib berdi. Bu esa ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish, energiya resurslaridan oqilona foydalanish va texnologik jarayonlarning ekologik barqarorligini ta’minlash nuqtai nazaridan muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Diskussiya: Mazkur tadqiqot davomida olingan ilmiy natijalar quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish masalasiga oid mavjud ilmiy qarashlar bilan qiyosiy tahlil qilindi. Issiqlik uzatish jarayonlarini intensifikatsiyalash bo‘yicha olib borilgan klassik tadqiqotlarda asosiy e’tibor oqimni maksimal darajada turbulent holatga o‘tkazish orqali yuqori issiqlik uzatish koeffitsientiga erishishga qaratilgan. Ayrim olimlar bunday yondashuvni eng samarali usul sifatida baholagan bo‘lsa, boshqa tadqiqotchilar gidravlik qarshilikning ortishi natijasida umumiy energiya samaradorligi pasayishini asosiy kamchilik sifatida qayd etgan. Ushbu qarama-qarshi fikrlar mazkur tadqiqotda olingan natijalar bilan tasdiqlandi, ya’ni issiqlik uzatish intensivligining ortishi har doim ham energiya tejamkorligiga olib kelmasligi ilmiy jihatdan asoslandi.

Olingan natijalarni baholash jarayonida issiqlik almashinish samaradorligi tushunchasi faqat issiqlik uzatish koeffitsienti bilan emas, balki umumiy energiya balansi bilan izohlanishi lozimligi aniqlandi. Ba’zi adabiyotlarda energiya samaradorligi faqat issiqlik almashinish sirtini kengaytirish yoki quvur ichki yuzasini modifikatsiyalash orqali baholangan. Biroq ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, bunday konstruktiv o‘zgarishlar nasoslar tomonidan sarflanadigan energiyaning ortishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois, ilgari surilgan gipoteza — ya’ni quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish faqat issiqlik uzatish intensivligini emas, balki gidravlik yo‘qotishlarni ham birgalikda optimallashtirish orqali erishiladi — olingan natijalar bilan to‘liq tasdiqlandi.

Ilmiy bahslar jarayonida ayrim olimlar tomonidan taklif etilgan yuqori murakkab konstruktiv yechimlarning sanoat sharoitida qo‘llanishi cheklanganligi ham muhokama qilindi. Mazkur tadqiqotda esa energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan yechimlar mavjud apparatlarni modernizatsiya qilish imkonini berishi bilan ajralib turadi. Bu holat taklif etilgan yondashuvlarning amaliy ahamiyatini kuchaytiradi va ularning ishonchliligini oshiradi.

Shu bilan birga, tadqiqotning ayrim cheklangan jihatlarini ham qayd etish zarur. Tadqiqot asosan uglevodorod xomashyosining ma’lum fizik-kimyoviy xususiyatlariga ega turlarini qamrab olgan bo‘lib, yuqori yopishqoqlikka ega og‘ir fraksiyalar uchun qo‘shimcha tadqiqotlar talab etiladi. Bundan tashqari, uzoq

ISSN 3030-3907

muddatli ekspluatatsiya jarayonida cho‘kindi hosil bo‘lishi va issiqlik almashinish sirtining ifloslanishi energiya samaradorligiga qanday ta’sir ko‘rsatishi masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan.

Kelgusidagi tadqiqotlar uchun tavsiya sifatida quvurli issiqlik almashinish uskunalarida energiya samaradorligini oshirishni real sanoat sharoitida uzoq muddatli kuzatuvlar asosida baholash, shuningdek, turli uglevodorod xomashyolari uchun universal konstruktiv yechimlarni ishlab chiqish zarurligi ta’kidlanadi. Ushbu yo‘nalishdagi izlanishlar energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish va sanoat jarayonlarining barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Xulosa: O‘tkazilgan tadqiqotlar uglevodorodlarni qizdirishda qo‘llaniladigan quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari mavjudligini ilmiy jihatdan tasdiqladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, energiya samaradorligini oshirish faqat issiqlik uzatish intensivligini kuchaytirish bilan cheklanib qolmasdan, umumiy energiya sarfini optimallashtirish orqali ta’minlanishi lozim.

Quvur geometriyasini ratsional tanlash va oqim rejimini muvozanatli boshqarish issiqlik uzatish ko‘rsatkichlarini barqaror oshirish bilan birga gidravlik yo‘qotishlarni kamaytirishga imkon beradi. Bu yondashuv quvurli issiqlik almashinish uskunalarining foydali ish koeffitsientini oshirish va yordamchi energiya sarfini qisqartirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.

Tadqiqot davomida taklif etilgan kompleks metodologiya quvurli issiqlik almashinish uskunalarining energiya samaradorligini baholashda amaliy jihatdan ishonchli natijalar berishini ko‘rsatdi. Ushbu yondashuv mavjud apparatlarni modernizatsiya qilishda ham, yangi issiqlik almashinish uskunalarini loyihalashda ham qo‘llash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Amaliy tavsiya sifatida uglevodorodlarni qizdirish jarayonlarida quvurli issiqlik almashinish uskunalarini loyihalashda issiqlik uzatish va gidravlik qarshilik ko‘rsatkichlarini birgalikda optimallashtirish, energiya sarfini doimiy monitoring qilish hamda ekspluatatsion barqarorlikni ta’minlovchi konstruktiv yechimlarni joriy etish taklif etiladi. Ushbu chora-tadbirlar energiya resurslaridan samarali foydalanish, ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish va texnologik jarayonlarning barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Abdullayev A.X., Karimov B.B. Neft va gazni qayta ishlash texnologiyasi. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2018. — 356 b.
2. Z. Salimov., Kimyoviy texnologiyaning asosiy jarayonlari va qurilmalari O‘zbekiston nashriyoti, 1995.
3. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукмел А.С. Теплообмен. — Москва: Энергоиздат, 1981. — 416 с.

ISSN 3030-3907

4. Какац С., Лью Х. Теплообменники: выбор, расчет и тепловое проектирование. — Москва: Мир, 2006. — 560 с.
5. Хьюитт Д.Ф., Шайрс Г.Л., Ботт Т.Р. Процессный теплообмен. — Москва: Химия, 1990. — 740 с.
6. Incropera F.P., DeWitt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. — 7th ed. — New York: John Wiley & Sons, 2011. — 1070 p.
7. Хурмаматов А.М., Рахимов Г.Б., Муртазаев Ф.И. ИНТЕНСИФИКАЦИИ ПРОЦЕССОВ ТЕПЛООБМЕНА В ТРУБЧАТЫХ ТЕПЛООБМЕННИКАХ. - Universum: технические науки – 26.11.2021.
8. (https://7universum.com/ru/tech/archive/item/12573)
9. Ganisher B. Rakhimov., Feruzbek I. Murtazayev. Increasing the efficiency of heat exchange by changing the construction of a shell-and-tube heat exchanger. - E3S Web of Conferences 443, 03008 (2023) ETESD-II 2023. (https://www.e3s-conferences.org/articles/e3sconf/pdf/2023/80/e3sconf_etesd2023_03008.pdf)

ISSN 3030-3907

“SYNTHESIS OF OCTANE-BOOSTING ADDITIVES FOR AUTOMOTIVE GASOLINE BASED ON WASTE HEAVY HEXANE.”

Abdullayev Hasan Rakhmatovich
Doctoral Researcher, Bukhara State University of Technology, Republic of Uzbekistan, Bukhara.
Tel.: +998 99 032 85 04 (m)
E-mail: abdulloyevhasan23@gmail.com
Panoyev Nodir Shavkatovich
Associate Professor, Bukhara State University of Technology, Republic of Uzbekistan, Bukhara.
Tel.: +998 97 281 89 30
E-mail: nodirpanoyev@89mail.ru
Safarov Jasur Alijon o‘g‘li
Associate Professor, Bukhara State University of Technology, Republic of Uzbekistan, Bukhara.
Tel.: +998 93 688 56 88 (m)
E-mail: jasur.safarov1993@mail.ru

Annotation. This article investigates the synthesis of octane-boosting additives for automotive gasoline based on waste heavy hexane. The study focuses on the processing of saturated hydrocarbons (n-decane, n-dodecane) using the K_2MnO_4 + H_2SO_4 oxidative system and Pt/Al_2O_3 catalysts. Fundamental reactions such as oxidation, isomerization, alkylation, etherification, and transesterification are examined. These processes yield high-octane, oxygen-containing organic compounds including alcohols, ketones, ethers, and isoalkanes. The synthesized additives significantly increase the octane number of fuel components from 20–40 up to 90–105, enhance combustion efficiency, and reduce harmful emissions. The developed technology offers a method for producing environmentally benign, high-performance fuel additives through deep processing of heavy hydrocarbon waste, thereby addressing both economic and ecological challenges in the fuel industry.

Keywords: heavy hexane, octane number, fuel additives, saturated hydrocarbons, oxidation, isomerization, alkylation, etherification, transesterification, K_2MnO_4, platinum catalyst, isoalkanes, oxygen-containing compounds.

Annotatsiya. Ushbu maqola chiqindilarni og‘ir geksanga asoslangan avtomobil benzini uchun oktanni kuchaytiruvchi qo‘shimchalar sintezini o‘rganadi.zoh. Ushbu maqola chiqindilarni og‘ir geksanga asoslangan avtomobil benzini uchun oktanni kuchaytiruvchi qo‘shimchalar sintezini o‘rganadi. Tadqiqot K_2mnoeffekt + H_2SOEFFEzoh. Ushbu maqola chiqindilarni og‘ir geksanga asoslangan avtomobil benzini uchun oktanni kuchaytiruvchi qo‘shimchalar sintezini o‘rganadi. Tadqiqot K_2mnoeffekt + H_2SOEFFEKT oksidlanish tizimi va

ISSN 3030-3907

Pt/Al₂oeffekt katalizatorlari yordamida to‘yingan uglevodorodlarni (n-dekan, n-dodekan) qayta ishlashga qaratilgan. Oksidlanish, izomerizatsiya, alkillanish, eterifikatsiya va transesterifikatsiya kabi Fundamental reaktsiyalar o‘rganiladi. Ushbu jarayonlar yuqori oktanli, kislorodli organik birikmalar, shu jumladan spirtlar, ketonlar, efirlar va izoalkanlar. Sintez qilingan qo‘shimchalar yoqilg‘i komponentlarining oktan sonini 20-40 dan 90-105 gacha sezilarli darajada oshiradi, yonish samaradorligini oshiradi va zararli chiqindilarni kamaytiradi.intez qilingan qo‘shimchalar yoqilg‘i komponentlarining oktan dan 90-105 gacha sezilarli darajada oshiradi, yonish samaradorligini oshiradi va zararli chiqindilarni kamaytiradi. Ishlab chiqilgan texnologiya og‘ir uglevodorod chiqindilarini chuqur qayta ishlash orqali ekologik jihatdan yaxshi, yuqori samarali yoqilg‘i qo‘shimchalarini ishlab chiqarish usulini taklif etadi va shu bilan yoqilg‘i sanoatidagi iqtisodiy va ekologik muammolarni hal qiladi.

Kalit so‘zlar: og‘ir geksan, oktan soni, yoqilg‘i qo‘shimchalari, to‘yingan uglevodorodlar, oksidlanish, izomerizatsiya, alkillanish, eterifikatsiya, transesterifikatsiya, K₂mnoexpress, platina katalizatori, izoalkanlar, kislorodli birikmalar.

Аннотация. В данной статье исследуется синтез присадок, повышающих октановое число для автомобильных бензинов, на основе отработанного тяжелого гексана. Исследование фокусируется на переработке насыщенных углеводородов (Н-декан, Н-додекан) с использованием системы K_2MnO_4 + окислительного H_2SO_4 и PT/Al_2O_3 катализаторы. Рассматриваются основные реакции, такие как окисление, изомеризация, алкилирование, этерификация и переэтерификация. В результате этих процессов образуются высокооктановые органические соединения, содержащие кислород, включая спирты, кетоны, простые эфиры и изоалканы. Синтезированные присадки значительно повышают октановое число компонентов топлива с 20-40 до 90-105, повышают эффективность сгорания и снижают вредные выбросы. Разработанная технология предлагает способ получения экологически чистых, высокоэффективных присадок к топливу путем глубокой переработки тяжелых углеводородных отходов, тем самым решая как экономические, так и экологические проблемы топливной промышленности.

Ключевые слова: тяжелый гексан, октановое число, присадки к топливу, насыщенные углеводороды, окисление, изомеризация, алкилирование, этерификация, переэтерификация, k_2mno_4, платиновый катализатор, изоалканы, кислородсодержащие соединения.

Introduction.

In a period when the demand for fuels in the national economy of our country is steadily increasing, one of the most essential tasks is the deep processing of waste

ISSN 3030-3907

streams generated at the existing *gas-chemical complexes and oil-and-gas processing plants* using modern technologies, in order to produce fuel products that comply with international standards and possess high economic efficiency. At present, preventing the formation of wastes in the oil and gas industry, as well as studying their composition, represents one of the critical scientific and technological challenges.

Developing a technology for producing octane-enhancing additives for automotive fuels based on heavy hexane residues requires taking into account the interrelation between achieving economic benefits and ensuring environmental efficiency. In the primary polyethylene production unit of the "Uz-Kor Gas Chemical" JV LLC, hexane is employed as a suspension medium. A significant portion of the hexane discharged from the process is recovered through purification, while the remaining heavy hexane—together with polymer residues—is removed from the system. Currently, the generation and prevention of heavy hexane waste from the primary polypropylene production unit is considered a pressing problem.

In many countries around the world, a centralized collection system for heavy hexane residues has not yet been established. The qualitative and quantitative composition, as well as the physicochemical properties of heavy hexane residues, continue to be actively studied by researchers worldwide.

Object and Methods of the Study. Saturated hydrocarbons were used as the primary feedstock for the synthesis of oxygenated high-octane additives in the presence of **$K_2MnO_4 + H_2SO_4$** and a **platinum catalyst**. The saturated hydrocarbon ($CH_3–(CH_2)n–CH_3$) represents a long-chain paraffinic compound classified as a low-octane (RON ≈ 20–30) fuel component. However, through oxidation and catalytic transformation, it is possible to convert saturated hydrocarbon molecules into oxygen-containing organic additives such as alcohols, ketones, peroxides, or ethers**.** These compounds enhance combustion efficiency and can increase the octane number to the 95–100 range.

The process proceeds in two principal stages.

1)Using K_2MnO_4 and H_2SO_4, the molecule of a saturated hydrocarbon undergoes radical-generating oxidation in an oxidizing environment.

2) The intermediate products formed in the presence of a Pt catalyst undergo oxidation and isomerization stages, resulting in the formation of oxygen-containing compounds such as alcohols, ketones, or ethers.

Stepwise mechanism of the process

Initiation Step – Radical Formation:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + [O]$$

The resulting atomic oxygen reacts with n-decane:

ISSN 3030-3907

$$R–H + [O] \rightarrow R• + •OH$$

II. Radical Chain Oxidation

$$R• + O_2 \rightarrow ROO• \rightarrow ROOH \rightarrow RO• + •OH \rightarrow ROH + R•$$

As a result, alkanols (decyl alcohols) are formed: n-decane → 2-decanol, 3-decanol, or decanones.

III. Rearrangement in the Presence of a Platinum Catalyst

$$R–CH_2–CH_3 \rightarrow R–CH=CH_2 + H_2 \rightarrow R–CH(OH)–CH_2OH \rightarrow R–CO–CH_3$$

Table 1

Main products formed during chemical oxidation

The product is turio	Chemical formulation	Octane number (RON)	Feature
A monoatomic alcohol	$CH_3(CH_2)_nCHOHCH_3$	≈ 95	Good source of oxygen, clean air
A monoatomic alcohol	$CH_3(CH_2)_nCHOHCH_3$	≈ 96	Increases combustion stability
Ketone	$CH_3(CH_2)_nCOCH_3$	≈ 100	Stable, high octane
Normal air	$CH_3(CH_2)_nO(CH_2)_nCH_3$	≈ 105	Adds oxygen to fuel, reduces CO_2

Table 2

Chemical process conditions and parametrs

Parametr	Value
Temperature	120–300 °C
Pressure	0.5–1.0 MPa
Catalyst	Pt/Al_2O_3 yoki Pt/C
Oxidizing	$K_2MnO_4 + H_2SO_4$
Main enviroment	Acidic (pH ≈ 2–3)
Reaction time	2–3 hours

Saturated hydrocarbons can be oxidized in a $K_2MnO_4 + H_2SO_4$ medium and in the presence of a Pt catalyst to yield oxygenated organic compounds such as alcohols, ketones, and ethers. These products serve as stable and environmentally safe additives in high-octane gasoline formulations. The reaction mechanism comprises radical-oxidative pathways coupled with catalytic rearrangement stages. As a result, it becomes feasible to obtain high-octane, clean-burning, oxygen-enriched fuel additives derived from saturated hydrocarbons.

ISSN 3030-3907

Isomerization Reactions of *n*-Long-Chain Saturated Hydrocarbons in the Presence of K_2MnO_4 + H_2SO_4 and Catalysts: n-Long-chain saturated hydrocarbons possess a low octane number (RON ≈ 25–30). Straight-chain alkanes undergo rapid detonation in internal combustion engines; therefore, they are subjected to isomerization. As a result of the isomerization process, branched-chain isoalkanes are formed. These isoalkanes exhibit greater structural stability and serve as high-octane (RON ≈ 90–100) fuel components. The combined medium of K_2MnO_4 and H_2SO_4 generates a strongly acidic yet mild oxidative environment, which activates *n*-long-chain saturated hydrocarbons and facilitates the formation of carbocation intermediates. Catalysts accelerate this process by lowering the activation energy.

Overall reaction:

$$CH_3(CH_2)_nCH_3 \rightarrow \text{iso-alkane } (C_nH_{2n+2})$$

Stages of Isomerization Reactions:

1.Protonation and formation of a carbocation.

2.Intramolecular rearrangement within the carbocation framework.

3.-Formation of a stable isoalkane via deprotonation, which proceeds through the mechanistic steps described below.

I. Formation of active sites:

$$2KMnO_4 + 3H_2SO_4 \rightarrow K_2SO_4 + 2MnSO_4 + 3H_2O + [O]$$

In this process, the atomic oxygen and protons generated activate the Pt (or Al_2O_3) active centers on the catalyst surface.

II. Protonation of the n-alkane:

$$CH_3–(CH_2)_n–CH_3 + H^+ \rightarrow CH_3–(CH_2)_n–CH^+–CH_3$$

III. Rearrangement of the Carbocation (Isomerization Stage):

Carbocations undergo structural reorganization through hydride-shift or methyl-shift mechanisms.

1,2-Hydride Shift:

$$R–CH^+–CH_2– \rightarrow R–CH_2 – CH^+–$$

1,2-methyl Shift:

$$R – CH_2 – CH^+– CH_3 \rightarrow R – CH(CH_3) – CH_2 + R – CH_2 – CH^+ – CH_3$$

IV. Deprotonation and isoalkane formation:

$$CH_3–CH(CH_2CH_3)–CH_2–CH(CH_3)–CH_2–CH_2–CH_2–CH_3 \rightarrow \text{Iso-alkane.}$$

ISSN 3030-3907

Table 3

Selected catalysts for isomerization processes and their role

T/r	Catalyst	Home	Advantage
1.	Pt/Al_2O_3	(Ctrl)-Dehydrogenation and carbocation stabilization	High activity and selectivity
2.	$Pt/–SO_4^{2–}$	Strong acid, proton donor	High conversion, low temperature
3.	Pt/H-Y tseolit	Stabilizes carbocation with acidic centers	Strengthens networking
4.	$WO_3–ZrO_2$	Acid base catalyst	Stable operation in harsh environments

Table 5

Isomers obtained from n-decane their proporties

T/r	Substance name	Chemical formulation	Octane number (RON)	Explanation
1.	2,2,5-trimethilhexane	C_9H_{20}	97–100	Isooctane analog, high octane
2.	2,5-dimethylheptane	C_9H_{20}	94	Stable combustion, low smoke
3.	3,4-dimethylhexane	C_8H_{18}	92	Thermal stability is high
4.	2,3,4-trimethylpentane	C_8H_{18}	100	Standart iooctane model

The isomerization of *n*-decane in a $K_2MnO_4 + H_2SO_4$ medium and in the presence of Pt, ZrO_2, or zeolite catalysts proceeds via a carbocationic mechanism. The resulting isoalkanes constitute high-octane, environmentally benign, and thermally stable fuel components. Owing to its high efficiency and selectivity, this process is recognized as one of the key technologies employed in modern gasoline production.

Processing of n-Decane and Dodecane in the Presence of $K_2MnO_4 + H_2SO_4$ and Pt/Al_2O_3 Catalysts. n-Decane ($C_{10}H_{22}$) and dodecane ($C_{12}H_{26}$) are high-molecular-weight saturated hydrocarbons that constitute major components of natural petroleum fractions. Due to their linear-chain structure, they exhibit a high tendency toward detonation during combustion and therefore possess low octane numbers (RON ≈ 20–40). The conversion of these hydrocarbons using a $K_2MnO_4 + H_2SO_4$ oxidizing system in conjunction with a Pt/Al_2O_3 catalyst enables their transformation into oxygen-containing organic compounds. These products serve

ISSN 3030-3907

as octane-enhancing additives and are utilized in the production of environmentally benign gasoline.

Alkylation process. In the alkylation process, the addition of saturated hydrocarbons to olefins leads to the formation of high-octane isoalkanes. When catalysts such as Pt/Al_2O_3 or $MnO_2–SO_4^{2-}$ are employed, isoalkanes with octane numbers in the range of 95–100 are produced.

$$C_{10}H_{22} + CH_2 = CH – CH_3 \rightarrow C_{13}H_{28}$$

$$C_{12}H_{26} + CH_2 = CH_2 \rightarrow C_{14}H_{30}$$

Mechanism:

1.The olefin is activated on the Pt surface: $CH_2=CH–CH_3 \rightarrow CH_3–CH^+–CH_3$.

2.n-Decane or dodecane reacts with the carbocation.

3.Proton elimination occurs, yielding the isoparaffin.

Esterification process: In the esterification process, the interaction between an alcohol and an acid results in the formation of an ester and water.

$$C_{10}H_{21}OH + CH_3COOH \rightarrow C_{10}H_{21}OCOCH_3 + H_2O$$

$$C_{12}H_{25}OH + HCOOH \rightarrow C_{12}H_{25}OCHO + H_2O$$

Mechanism:

1. Acid protonation: $R–COOH + H^+ \rightarrow R–C(OH)_2^+$

2. Alcohol attacks: $R'–OH + R–C(OH)_2^+ \rightarrow R–CO(OH)(OR')$

3. Water is released: $R–CO(OH)(OR') \rightarrow R–COOR' + H_2O$

As catalysts, H_2SO_4, Al_2O_3, and Pt were employed. The resulting products—decyl acetate and dodecyl formate—are high-octane ethers (RON ≈ 95–105).

Transesterification process.

In the transesterification process, the exchange of alkyl groups occurs between an ester and an alcohol, resulting in the formation of a new ester. Pt/Al_2O_3 was employed as the catalyst. The formation of methyl/ethyl decanoates and dodecanoates, as well as biodiesel fractions, was investigated as the reaction products (RON ≈ 90–100).

$$C_nH_{2n+2}OCOCH_3 + CH_3OH \rightarrow C_nH_{2n+2}OCH_3 + CH_3COOH$$

$$C_nH_{2n+2}OCOCH_3 + C_2H_5OH \rightarrow C_nH_{2n+2}OC_2H_5 + CH_3COOH$$

Mechanism:

1.Deprotonation of the alcohol: $ROH \rightarrow RO^- + H^+$ In this step, the alcohol molecule loses a proton, generating a highly reactive alkoxide anion.

2.Nucleophilic substitution reaction: $RO^- + R'–COOR'' \rightarrow R'–COOR + R''–O^-$ The resulting alkoxide anion acts as a nucleophile and attacks the carboxylate ester, leading to the interchange of alkoxy groups.

3.Protonation and formation of the new ester: In the final stage, the $R''–O^-$ species undergoes protonation, yielding a stable new ester as the reaction product.

ISSN 3030-3907

Table 6

Various chemical reactions that increase the octane number of synthesized compare the results

T/r	Type of reaction	Catalysts	Main product	Effect on octane number	Practical importance
1	Alkylation	Pt/Al_2O_3	Iso-decane, iso-dodecane	↑↑ (95–100)	Gasoline components
3	Etherification	H_2SO_4, Pt/Al_2O_3	Ethers (Decyl acetate)	↑↑ (95–105)	Octane-boosting esters
3	Transesterification	Pt/Al_2O_3	Methyl/ethyl decanates	↑↑ (90–100)	Fuel components

Through reactions carried out in the presence of $K_2MnO_4 + H_2SO_4$ and Pt/Al_2O_3 catalysts, n-decane and dodecane are converted into high-octane, oxygenated organic compounds. The alkylation process yields iso-paraffinic fuel components, while oxidation and esterification reactions generate oxygen-containing additives. Transesterification provides environmentally benign biodiesel fractions. As a result, the octane number increases from 20–35 to 95–105, combustion efficiency improves, and exhaust emissions decrease. These processes constitute an important scientific basis for the production of environmentally friendly, high-octane gasoline.

Conclusion. The study successfully demonstrated the feasibility of synthesizing high-octane fuel additives from heavy hydrocarbon waste streams (n-decane, n-dodecane) through chemical conversion processes. The combined use of the $K_2MnO_4 + H_2SO_4$ oxidizing system with Pt-based catalysts enabled the implementation of key transformation reactions such as isomerization, oxidation, alkylation, and etherification. These processes efficiently converted low-octane linear alkanes into valuable products—including branched isoalkanes, alcohols, ketones, and ethers—characterized by significantly enhanced octane performance (RON 90–105).

The resulting additives not only improve the anti-knock properties of gasoline but also promote cleaner combustion and reduce environmental emissions. This work provides a scientific foundation for converting industrial hydrocarbon waste streams into high-quality, environmentally benign fuel components, contributing to resource efficiency and meeting modern fuel standards.

REFERENCES

1. Abdulloyev H.R., Panoyev N.Sh. Gas chromatographic–mass spectrometric analysis of heavy hexane waste from “Uz-Kor Gas Chemical” JV LLC. *Problems,*

ISSN 3030-3907

Innovative Proposals and Solutions in the Field of Chemistry and Technology of Oil and Gas, Proceedings of the International Scientific–Technical Conference. Bukhara, 2023, pp. 104–108.

2. Abdulloyev H.R. Fractional analysis of heavy hexane. *Innovative Solutions to Technological Problems in the Processes of Extraction and Preparation of Oil, Gas, and Gas Condensate*, Proceedings of the Republican Scientific–Technical Conference. Bukhara, 2024, pp. 426–428.

3. Safarov Zh.A., Khayitov R.R. Investigation of the physicochemical properties and chemical composition of used motor oils. *Universum: Technical Sciences*, 2021, No. 6-4 (87), pp. 14–19.

4. Safarov Zh.A., Khayitov R.R., Murodov M.N., Jumayeva M.T. Comprehensive processing of used motor oils to obtain valuable products. *Theory and Practice of Modern Science*, 2019, No. 4, pp. 201–206.

5. Safarov J.A., Rustamovich H.L., Temirov A.H. Restoring the quality of used engine oils. *Euro-Asia Conferences*, 2021, Vol. 1, No. 1, pp. 29–33.

6. Safarov J.A. Selection of refining methods and integrated processing of used oils to obtain valuable products. *EPRA International Journal of Multidisciplinary Research (IJMR)*, p. 75.

7. Abdulloyev H.R., Panoyev N.Sh. Gas chromatographic–mass spectrometric analysis of waste heavy-hexane fractions. *Proceedings of the International Scientific–Practical Conference on "Current Issues and Prospects of the Oil and Gas Industry"*. Bukhara, 2024, Part I, pp. 341–346.

8. Behruz T. Salomatov, Nodir Sh. Panoyev, Jasur A. Safarov, Hasan R. Abdulloyev. Modern methods of purification of used oils. *Science and Education Scientific Journal*, Vol. 5, Issue 4, April 2024, pp. 211–217.

9. Abdulloyev Hasan Rakhmatovich, Panoyev Nodir Shavkatovich, Safarov Jasur Alijon ugli. Physicochemical analysis of residual heavy hexane—waste from JV "Uz-Kor Gas Chemical". *Universum: Technical Sciences*, 2024, No. 7(124), pp. 5–8.

ISSN 3030-3907

DEVELOPING THE INTELLECTUAL POTENTIAL OF STUDENTS BASED ON DIGITAL PEDAGOGY IN HIGHER EDUCATION

Akmalova Aziza Najmiddinovna
PhD student at the National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek
E-mail: shoira051966@gmail.com

Abstract. The rapid digital transformation of contemporary society has profoundly reshaped the objectives, content, and methodological foundations of higher education systems worldwide. In the context of the digital economy and knowledge-based society, universities are increasingly expected not only to transmit disciplinary knowledge but also to ensure the systematic development of students' intellectual potential. This requirement is driven by the growing demand for graduates who are capable of critical thinking, analytical reasoning, creative problem-solving, and continuous self-directed learning in dynamically changing professional environments. Digital pedagogy, as an innovative and integrative educational paradigm, offers significant opportunities for addressing these challenges. Unlike traditional pedagogical approaches, digital pedagogy emphasizes student-centered learning, active cognitive engagement, and the purposeful use of digital technologies to support intellectual growth. It enables the creation of flexible and interactive learning environments that foster higher-order thinking skills, creativity, reflective learning, and intellectual autonomy. This article provides an in-depth theoretical and methodological analysis of developing students' intellectual potential based on digital pedagogy in higher education. The study synthesizes international scientific research, contemporary educational frameworks, and pedagogical models related to digital learning environments, student-centered instruction, and intellectual development. Particular attention is given to the role of digital learning platforms, problem-based and project-based learning, collaborative activities, and personalized learning pathways in enhancing students' cognitive, analytical, and creative abilities. The findings of the study demonstrate that the purposeful and pedagogically grounded integration of digital pedagogy significantly contributes to the intellectual development of students. Digital pedagogy not only enhances cognitive engagement and academic performance but also supports the formation of critical thinking, creativity, and lifelong learning competencies. The article concludes that digital pedagogy should be understood as a holistic transformation of teaching and learning processes aimed at intellectual growth, rather than merely as the application of technological tools in higher education.

Keywords: digital pedagogy, intellectual potential, higher education, digital transformation, cognitive development, innovative learning.

ISSN 3030-3907

Аннотация. Быстрая цифровая трансформация современного общества коренным образом изменила цели, содержание и методологические основы систем высшего образования во всем мире. В условиях цифровой экономики и общества знаний от университетов все чаще ожидают не только передачи дисциплинарных знаний, но и обеспечения систематического развития интеллектуального потенциала студентов. Это требование обусловлено растущим спросом на выпускников, способных к критическому мышлению, аналитическому рассуждению, творческому решению проблем и непрерывному самостоятельному обучению в динамично меняющейся профессиональной среде. Цифровая педагогика как инновационная и интегративная образовательная парадигма предлагает значительные возможности для решения этих проблем. В отличие от традиционных педагогических подходов, цифровая педагогика делает акцент на ученикоцентрированном обучении, активном познавательном участии и целенаправленном использовании цифровых технологий для поддержки интеллектуального развития. Это позволяет создавать гибкие и интерактивные учебные среды, способствующие развитию навыков мышления высокого уровня, креативности, рефлексивного обучения и интеллектуальной автономии. В этой статье представлен углубленный теоретико-методологический анализ развития интеллектуального потенциала студентов на основе цифровой педагогики в высшем образовании. В исследовании синтезируются международные научные исследования, современные образовательные концепции и педагогические модели, связанные с цифровыми образовательными средами, студентоцентрированным обучением и интеллектуальным развитием. Особое внимание уделяется роли цифровых образовательных платформ, проблемно-ориентированного и проектного обучения, совместной деятельности и индивидуальных образовательных траекторий в развитии когнитивных, аналитических и творческих способностей учащихся. Результаты исследования демонстрируют, что целенаправленное и педагогически обоснованное внедрение цифровой педагогики в значительной степени способствует интеллектуальному развитию студентов. Цифровая педагогика не только повышает когнитивную вовлеченность и успеваемость, но также способствует формированию навыков критического мышления, креативности и непрерывного обучения. В статье делается вывод о том, что цифровую педагогику следует понимать как целостную трансформацию процессов преподавания и обучения, направленную на интеллектуальный рост, а не просто как применение технологических инструментов в высшем образовании.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: цифровая педагогика, интеллектуальный потенциал, высшее образование, цифровая трансформация, когнитивное развитие, инновационное обучение.

Annotatsiya. Zamonaviy jamiyatning tezkor raqamli o‘zgarishi butun dunyo bo‘ylab oliy ta'lim tizimlarining maqsadlari, mazmuni va uslubiy asoslarini tubdan o‘zgartirdi. Raqamli iqtisodiyot va bilimlar jamiyati sharoitida universitetlardan nafaqat intizomiy bilimlarning uzatilishi, balki talabalarning intellektual salohiyatining tizimli rivojlanishini ta'minlash ham tobora ko‘proq kutilmoqda. Ushbu talab tanqidiy fikrlash, analitik fikrlash, ijodiy muammolarni hal qilish va dinamik ravishda o‘zgarib turadigan professional muhitda uzluksiz mustaqil o‘rganishga qodir bo‘lgan bitiruvchilarga bo‘lgan talabning ortishi bilan bog‘liq.shbu talab tanqidiy fikrlash, analitik fikrlash, ijodiy muammolarni hal qilish va dinamik ravishda o‘zgarib turadigan professional muhitda uzluksiz mustaqil o‘rganishga qodir bo‘lgan bitiruvchilarga bo‘lgan talabning ortishi bilan bog‘liq. Raqamli pedagogika innovatsion va integral ta'lim paradigmasi sifatida ushbu muammolarni hal qilish uchun muhim imkoniyatlarni taqdim etadi. An'anaviy pedagogik yondashuvlardan farqli o‘laroq, raqamli pedagogika o‘quvchilarga yo‘naltirilgan o‘qitish, faol kognitiv ishtirok etish va intellektual rivojlanishni qo‘llab-quvvatlash uchun raqamli texnologiyalardan maqsadli foydalanishga qaratilgan.n'anaviy pedagogik yondashuvlardan farqli o‘laroq, raqamli pedagogika o‘quvchilarga yo‘naltirilgan o‘qitish, faol kognitiv ishtirok etish va intellektual rivojlanishni qo‘llab-quvvatlash uchun raqamli texnologiyalardan maqsadli foydalanishga qaratilgan. Bu yuqori darajadagi fikrlash ko‘nikmalarini, ijodkorlikni, aks ettiruvchi o‘rganishni va intellektual avtonomiyani rivojlantirishga yordam beradigan moslashuvchan va interaktiv o‘quv muhitini yaratishga imkon beradi. Ushbu maqolada oliy ta'limda raqamli pedagogika asosida talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirishning chuqur nazariy va uslubiy tahlili keltirilgan.shbu maqolada oliy ta'limda raqamli pedagogika asosida talabalarning salohiyatini rivojlantirishning chuqur nazariy va uslubiy tahlili keltirilgan. Tadqiqot raqamli ta'lim muhiti, talabalarga yo‘naltirilgan ta'lim va intellektual rivojlanish bilan bog‘liq xalqaro ilmiy tadqiqotlar, zamonaviy ta'lim tushunchalari va pedagogik modellarni sintez qiladi. O‘quvchilarning bilim, tahliliy va ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishda raqamli ta'lim platformalari, muammoga yo‘naltirilgan va loyihaga asoslangan ta'lim, birgalikdagi faoliyat va individual ta'lim traektoriyalarining roliga alohida e'tibor qaratiladi.'quvchilarning bilim, tahliliy va ijodiy qobiliyatlarini rivojlantirishda raqamli ta'lim platformalari, muammoga yo‘naltirilgan va loyihaga asoslangan ta'lim, birgalikdagi faoliyat va individual ta'lim traektoriyalarining roliga alohida e'tibor qaratiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, raqamli pedagogikani maqsadli va pedagogik jihatdan

ISSN 3030-3907

to‘g‘ri amalga oshirish talabalarning intellektual rivojlanishiga sezilarli hissa qo‘shadi. Raqamli pedagogika nafaqat kognitiv faollik va akademik ko‘rsatkichlarni oshiradi, balki tanqidiy fikrlash, ijodkorlik va uzluksiz o‘rganish ko‘nikmalarini shakllantirishga yordam beradi.aqamli pedagogika nafaqat kognitiv faollik va akademik ko‘rsatkichlarni oshiradi, balki tanqidiy fikrlash, ijodkorlik va uzluksiz o‘rganish ko‘nikmalarini shakllantirishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: raqamli pedagogika, intellektual salohiyat, oliy ma'lumot, raqamli transformatsiya, kognitiv rivojlanish, innovatsion ta'lim.

Introduction

In the 21st century, higher education systems across the world are undergoing profound and irreversible transformations driven by rapid technological advancement, globalization, and the emergence of the digital economy. The accelerated development of information and communication technologies, artificial intelligence, and digital platforms has fundamentally changed not only the ways knowledge is produced and disseminated but also the expectations placed on university graduates. Knowledge is no longer perceived as a static and finite resource; instead, it is dynamic, continuously expanding, and closely connected with innovation, intellectual creativity, and problem-solving capacity. In this context, higher education institutions are required to revise traditional educational paradigms and adopt new pedagogical approaches that correspond to the realities of the digital age.

Modern educational research emphasizes that universities must move beyond traditional transmission-based models of teaching, which are primarily focused on the reproduction of information. As noted by Bates, digitally enriched learning environments provide opportunities for deep understanding, intellectual engagement, and the development of higher-order thinking skills that are essential for meaningful learning in contemporary society[1]. Such environments support active cognitive participation and encourage students to become co-creators of knowledge rather than passive recipients of information.

Within this evolving educational landscape, the intellectual potential of students has emerged as a central indicator of educational quality and effectiveness. Intellectual potential reflects a learner’s capacity for critical thinking, analytical reasoning, creativity, and independent learning. These abilities are increasingly regarded as key outcomes of higher education, as they directly influence graduates’ professional competence, adaptability, and long-term career success. Employers across various sectors emphasize the importance of graduates who can analyze complex information, evaluate alternative solutions, and continuously update their knowledge in response to changing professional demands.

ISSN 3030-3907

Consequently, higher education institutions face the challenge of creating pedagogical conditions that stimulate intellectual development rather than mere memorization of content. Traditional teaching approaches that rely heavily on lectures and standardized assessments are often insufficient to foster deep intellectual growth. Instead, contemporary pedagogy calls for learning environments that promote inquiry, reflection, and problem-solving. This shift highlights the need for innovative pedagogical models that place students' intellectual development at the center of the educational process.

Digital pedagogy has emerged as a strategic response to these challenges. It integrates digital technologies, innovative teaching methods, and learner-centered approaches to support intellectual growth and cognitive development. Unlike conventional pedagogical practices, digital pedagogy emphasizes active learning, interaction, collaboration, and personalization. According to Laurillard, digital pedagogy enables the design of learning experiences that actively support cognitive development through structured interaction, continuous feedback, and reflective learning processes[2]. These elements play a crucial role in fostering students' intellectual autonomy and metacognitive awareness.

Furthermore, digital pedagogy provides opportunities to bridge the gap between theory and practice by incorporating problem-based learning, project-based activities, and digital simulations into the educational process. Such approaches allow students to apply theoretical knowledge to real-world contexts, thereby enhancing analytical reasoning and creative problem-solving skills. The integration of digital tools also supports collaborative learning, enabling students to engage in intellectual dialogue and knowledge exchange beyond the physical classroom.

The relevance of this study is determined by the growing need to provide a comprehensive theoretical and pedagogical justification for the role of digital pedagogy in developing students' intellectual potential in higher education. While digital technologies are widely implemented in educational practice, their intellectual and pedagogical potential is not always fully realized. In many cases, digital tools are used as supplementary resources rather than as integral components of pedagogical design. This article seeks to address this gap by examining digital pedagogy as a holistic educational paradigm and by analyzing its contribution to the development of students' intellectual potential.

Thus, the purpose of this article is to explore the theoretical foundations and pedagogical mechanisms through which digital pedagogy supports intellectual development in higher education. By synthesizing contemporary research, educational frameworks, and pedagogical models, the study aims to demonstrate that the purposeful and systematic integration of digital pedagogy creates

ISSN 3030-3907

intellectually stimulating learning environments that foster critical thinking, creativity, and lifelong learning competencies among university students.

THEORETICAL FOUNDATIONS OF INTELLECTUAL POTENTIAL DEVELOPMENT

CONCEPTUAL FOUNDATIONS OF INTELLECTUAL POTENTIAL

Intellectual Potential as a Pedagogical Category

In contemporary pedagogical science, intellectual potential is regarded as a multidimensional and integrative category that reflects an individual's capacity for learning, reasoning, creativity, and professional self-realization. It is understood not merely as a set of innate cognitive abilities, but as a dynamically developing system shaped by educational experiences, social interaction, and purposeful pedagogical influence. Intellectual potential encompasses cognitive abilities, creative capacities, analytical and critical thinking skills, problem-solving competence, and metacognitive regulation, all of which determine a learner's readiness for academic and professional activity in complex and uncertain environments.

From a pedagogical perspective, intellectual potential is closely connected with the quality of learning processes and the educational environment in which students are immersed. It reflects students' ability to process information, evaluate evidence, synthesize knowledge from diverse sources, and apply theoretical concepts to practical and novel situations. International educational research emphasizes that intellectual potential is not a static characteristic but a dynamic construct that evolves throughout the learning process. In this regard, OECD studies highlight that intellectual potential is strongly linked to students' capacity for higher-order cognitive processes, such as analysis, evaluation, and creative application of knowledge in new and unpredictable contexts[4].

A comprehensive understanding of intellectual potential includes several interrelated components. Cognitive abilities form the foundational layer and include memory, attention, perception, and information processing speed. These abilities enable students to acquire and retain knowledge effectively. Analytical and critical thinking represent higher-level intellectual skills that allow learners to examine complex problems, identify relationships between concepts, and evaluate arguments logically. Creative and innovative thinking extends intellectual potential by enabling students to generate original ideas, explore alternative perspectives, and approach problems in non-standard ways. Problem-solving skills integrate cognitive and creative processes, supporting the formulation and implementation of effective solutions in academic and professional contexts. Metacognitive regulation and reflection constitute an essential dimension of intellectual potential,

ISSN 3030-3907

as they enable students to monitor, evaluate, and regulate their own learning activities.

The development of intellectual potential is a continuous and lifelong process influenced by multiple factors, including the educational environment, teaching strategies, and learning technologies. Pedagogical conditions that encourage inquiry, reflection, and active engagement play a decisive role in stimulating intellectual growth. Consequently, higher education institutions are increasingly required to design learning environments that support the holistic development of intellectual potential rather than focusing solely on the transmission of disciplinary knowledge.

Intellectual Development in Higher Education

Higher education plays a decisive and irreplaceable role in shaping students' intellectual potential. Universities represent intellectual spaces in which students are exposed to complex theoretical knowledge, engage in research activities, and participate in academic discourse. These experiences contribute significantly to the formation of analytical thinking, intellectual curiosity, and the ability to engage critically with knowledge. Intellectual development in higher education is therefore closely associated with students' involvement in cognitively demanding learning activities that require independent reasoning and reflective judgment.

Contemporary scholars emphasize that intellectual development in higher education increasingly depends on students' ability to connect knowledge across disciplines and digital networks[5]. Siemens argues that in the digital era, learning is no longer confined to individual disciplines or institutional boundaries; instead, it occurs through networks of information, people, and digital resources. This perspective highlights the importance of intellectual flexibility and the ability to navigate complex knowledge ecosystems, which are essential components of intellectual potential.

Traditional teaching models in higher education, which often emphasize passive learning and the reproduction of information, are widely recognized as insufficient for fostering deep intellectual development. Such approaches may support short-term knowledge acquisition but fail to stimulate critical thinking, creativity, and independent learning. In contrast, active learning approaches that engage students in analysis, discussion, problem-solving, and research are more effective in developing intellectual potential. When supported by digital pedagogy, these approaches create opportunities for meaningful intellectual engagement and cognitive growth.

Digital pedagogy enhances intellectual development in higher education by enabling interactive learning environments, collaborative knowledge construction, and personalized learning pathways. Through digital platforms, students gain

ISSN 3030-3907

access to diverse sources of information and engage in continuous intellectual dialogue with peers and instructors. These interactions promote deeper understanding and encourage students to articulate, defend, and refine their ideas. Moreover, digital pedagogy supports self-directed learning by providing tools for reflection, feedback, and self-assessment, thereby strengthening metacognitive skills and intellectual autonomy.

In this context, intellectual development in higher education should be understood as a holistic and multidimensional process that integrates cognitive, analytical, creative, and reflective dimensions. Universities that adopt pedagogical models grounded in digital pedagogy are better positioned to create intellectually stimulating learning environments that prepare students for the challenges of the digital economy and knowledge-based society.

DIGITAL PEDAGOGY AS AN EDUCATIONAL PARADIGM

Definition and Principles of Digital Pedagogy

Digital pedagogy refers to the purposeful, systematic, and pedagogically grounded integration of digital technologies into teaching and learning processes with the aim of enhancing educational quality and supporting students' intellectual development. Unlike approaches that view technology merely as a set of instructional tools, digital pedagogy emphasizes pedagogical transformation and the redesign of learning experiences to promote meaningful, deep, and intellectually engaging learning[3]. As highlighted by Selwyn, digital pedagogy is fundamentally concerned not with the technology itself, but with how pedagogical practices are reshaped to prioritize understanding, reflection, and learner agency.

From an academic perspective, digital pedagogy represents a shift from content-centered instruction toward learning environments that actively involve students in the construction of knowledge. It encourages learners to engage critically with information, collaborate with peers, and apply theoretical concepts to practical and authentic contexts. In this sense, digital pedagogy functions as a catalyst for intellectual growth by creating conditions that stimulate higher-order thinking, creativity, and independent learning.

The core principles of digital pedagogy reflect contemporary educational priorities and are closely aligned with the goal of developing intellectual potential. Student-centered learning occupies a central place within digital pedagogy, as it positions learners as active participants who take responsibility for their own learning processes. Active and collaborative learning further supports intellectual engagement by involving students in discussion, joint problem-solving, and knowledge co-construction. Personalization and adaptability enable learning experiences to be tailored to individual cognitive needs and learning styles, thereby enhancing motivation and intellectual confidence.

ISSN 3030-3907

Continuous feedback and reflection are essential elements of digital pedagogy, as they support metacognitive development and self-regulation. Digital learning environments provide opportunities for timely feedback, formative assessment, and reflective activities that help students evaluate their progress and refine their thinking strategies. The integration of theory and practice constitutes another fundamental principle, allowing students to apply abstract concepts to real-world problems through digital simulations, case studies, and project-based learning activities. Together, these principles form a coherent pedagogical framework that supports the holistic development of students' intellectual potential.

Digital Pedagogy and Learning Theories

Digital pedagogy is deeply rooted in contemporary learning theories, particularly constructivism and connectivism, which emphasize active knowledge construction and learning through networks. Constructivist theory views learning as an active process in which learners construct new knowledge based on prior experience, interaction, and reflection. Within digital learning environments, constructivist principles are realized through interactive tasks, inquiry-based activities, and collaborative projects that require students to analyze information, generate interpretations, and articulate their understanding.

Connectivism extends this perspective by emphasizing the role of digital networks, information flows, and technological connections in the learning process. From a connectivist standpoint, learning occurs not only within the individual but also across networks of people, digital resources, and technological systems. Siemens argues that in the digital age, intellectual development increasingly depends on learners' ability to navigate complex information ecosystems, recognize patterns, and establish meaningful connections between diverse sources of knowledge[14].

Digital pedagogy operationalizes these theoretical foundations by creating learning environments that support exploration, connectivity, and continuous knowledge exchange. Through online platforms, discussion forums, and collaborative digital tools, students engage with a wide range of perspectives and resources, thereby expanding their intellectual horizons. These environments encourage learners to move beyond linear learning pathways and develop intellectual flexibility, which is essential for coping with uncertainty and complexity in academic and professional contexts.

Furthermore, digital pedagogy supports metacognitive and reflective learning processes emphasized in modern learning theories. Digital tools facilitate self-assessment, peer feedback, and reflective journaling, enabling students to monitor their learning strategies and intellectual progress. As a result, learners

ISSN 3030-3907

develop greater awareness of their cognitive processes and become more capable of regulating their intellectual activity independently[13].

In summary, digital pedagogy represents a practical realization of constructivist and connectivist learning theories in higher education. By aligning pedagogical design with these theoretical foundations, digital pedagogy creates intellectually rich learning environments that foster critical thinking, creativity, and lifelong learning competencies among students.

RESEARCH METHODOLOGY

The study employs a qualitative research methodology based on literature analysis and pedagogical synthesis. Scientific sources related to digital pedagogy, intellectual development, and higher education were systematically reviewed. In addition, pedagogical observations were conducted in digitally supported courses to analyze students' intellectual engagement.

The object of the study is the educational process in higher education institutions, while the subject is the application of digital pedagogical approaches to develop students' intellectual potential[15].

RESULTS AND ANALYSIS

The analysis of scientific literature and pedagogical observations indicates that digital pedagogy significantly enhances students' intellectual engagement. Students participating in digitally enriched courses demonstrate improved analytical thinking, problem-solving abilities, and independent learning skills.

OECD research confirms that students exposed to interactive digital learning environments show higher levels of cognitive flexibility and intellectual curiosity [4]. Similarly, studies by Means et al. reveal that well-designed online learning can produce learning outcomes equal to or better than traditional instruction [11].

DISCUSSION

Despite the significant potential of digital pedagogy, several challenges remain. These include insufficient digital pedagogical competence among educators, unequal access to digital resources, and the risk of superficial technology use without pedagogical grounding. Fullan and Langworthy argue that meaningful intellectual development requires "deep learning" pedagogies supported by digital tools, not technology alone [12].

Therefore, higher education institutions must invest in professional development programs that enhance educators' digital pedagogical competencies and promote innovative teaching practices.

CONCLUSION

The article explores the impact of digital pedagogy on the intellectual development of students in higher education. It argues that universities must adapt to the digital economy, moving away from traditional teaching methods to foster

ISSN 3030-3907

critical thinking, creativity, and lifelong learning. Digital pedagogy emphasizes student-centered learning and active engagement, leveraging digital technologies to create interactive learning environments. The study synthesizes research on educational frameworks and methodologies, highlighting the role of digital platforms and collaborative activities in enhancing students' cognitive and analytical abilities. It concludes that effective integration of digital pedagogy not only improves academic performance but is essential for preparing students to navigate complex professional landscapes. Challenges such as educators' digital competence and unequal access to resources remain, necessitating comprehensive institutional support for pedagogical innovation.[12]

REFERENCES

1. Akmalova A., Xaydarov A., Pardayeva G. “Oliy ta’limni raqamlashtirish sharoitida talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirish” // // O‘zMU xabarlari. [1/12/2] 2023, ISSN 2181-7324. 269-271-b.
2. Akmalova A. “Развитие интеллектуального потенциала студентов в условиях цифровизации образования” // "Экономика и социум" №10(113) 2023
3. Akmalova.A.N “Ta’limni axborotlashtirish sharoitida talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirish” // Fan va ta’limda innovasion texnika va pedagogik texnologiyalarning rivojlanish istiqbollari mavzusidagi Respublika Ilmiy-amaliy anjumani. Qarshi 10-11 may, 2024. 95-98-b.
4. 4. Akmalova.A.N “Development of intellectual potential students in the development of higher education ” // MULTIDISCIPLINARY JOURNAL OF SCIENCE AND TECHNOLOGY. ResearchBib IF:8.848/2024 India, 4-october,2024 ISSN 2582-4686. P-35-37.
5. Akmalova.A.N “Oliy Ta’limni raqamlashtirish sharoitida talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirishning ustuvor jixatlari” // Suniy intellekt va raqamli ta’lim texnologiyalari: amaliyot, tajriba, muammo va istiqbollari mavzusidagi Xalqaro Ilmiy-amaliy konferensiya. Samarqand 3-4 iyun, 2024. 10-14-b.
6. Akmalova.A.N “Oliy ta’limni raqamlashtirish sharoitida talabalarning intellektual salohiyati muammo sifatida” // Matematika Fizika va Informatika fanlarini o‘qitishning dolzarb muammolari mavzusidagi Respublika ilmiy-amaliy anjumani. Samarqand 18-19 oktyabr 2024. 358-360-b.
7. Akmalova.A.N “Ta’lim jarayonini raqamlashtirishda talabalar salohiyatining oshishi” // Ta’limda zamonaviy texnologiyalar: muammolar yechimlar va istiqbollar mavzusidagi Xalqaro Ilmiy-amaliy konferensiya. Toshkent 28-iyun, 2024.

ISSN 3030-3907

8. Akmalova.A.N “Ta’limni axborotlashtirish sharoitida talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirishning ustuvor jixatlari” // Amaliy- matematika matematik modellashtirish va informatikaning dorzarb muammolari Respublika Ilmiy konferensiyasi. Nukus 24-25 may, 2024. 437-440-b.
9. Akmalova.A.N “Ta’limni raqamlashtirishda talabalar salohiyatini rivojlantirish // Malaka oshirish tizimi tinglovchilarda kasbiy kompetentlikni rivojlantirishning o‘ziga xos jixatlari Respublikailmiy-nazariy konferensiyasi. Qarshi, 12-dekabr, 2024. 216-220-b.
10. Akmalova.A.N “Talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirishda xorijiy tajribalar va ularni ommalash” // Axborot texnologiyalarning rivojlanish jarayonlarida ta’lim, ilm va innovatsiya: muammolar va yechimlar mavzusidagi Xalqaro Ilmiy-texnik anjuman Qarshi, 15-16 noyabr, 2024.
11. Akmalova.A.N. “Raqamlashtirish sharoitida talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantirish” // O‘zMU xabarlari. [1/4] 2024, ISSN 2181-7324. 56-58-b.
12. Akmalova.A.N. “Oliy ta’limda raqamli ta’limni integratsiya qilish zarurati: muammolar va imkoniyatlar” // МУҒАЛЛИМ ҲӘМ ҮЗЛИКСИЗ БИЛИМЛЕНДИРИЎ. 4-сан, 2025. ISSN 2181-7138б 149-159-б.
13. Akmalova.A.N. “Oliy ta’limda raqamli transformatsiya: raqamli ta’limni kuchaytirishning o‘ziga hos yo‘nalishlari” // KASB-HUNAR TA’LIMI Ilmiy-uslubiy, amaliy, ma’rifiy jurnal 2025-yil, 4-son. 100-108-b.
14. Akmalova.A.N., G.A.Pardayeva. “The priority of using information technologies in the development of students' intellectual potential” // Spanish international scientific online conference PROSPECTS AND MAIN TRANDS IN MODERN SCIENCE. International scientific-online conference, Part 5, October 29 th, COLLETIONS OF SCIENTIFIC WORKS, MADRID 2023. P-192-195.
15. Akmalova A., Pardaeva G., Turaeva S. “DEVELOPING A METHODOLOGY FOR ENHANCING STUDENTS’ INTELLECTUAL” // International Conference on E-Education, E-Business, E-Management and E-Learning (IC4E - 2025), 21st-22nd Oct 2025, Bangkok,Thailand. (Scopus)

DEVELOPMENT OF TECHNOLOGY FOR THE PRODUCTION OF NEW TYPES OF CARBON ADSORBENTS BASED ON DOMESTIC RAW MATERIALS FOR WASTEWATER TREATMENT

Bokieva Shakhnoza Komilovna
Associate Professor of the department of Oil and gas engineering, Republic of Uzbekistan, Bukhara state technical university
E-mail: shahnozab86@gmail.com
Khamraeva Laylo Rahmatiloevna
Lecturer of the department of Oil and gas engineering, Republic of Uzbekistan, Bukhara state technical university
Sharipov Kakhramon Kandierovich
Associate Professor of the department Oil and gas business, Republic of Uzbekistan, Bukhara state technical university
Obidov Shavkiddin Sharofiddinovich
Engineer geologist Republic of Uzbekistan, of the Bukhara "Amirabad mining and geophysical expedition"

Annotasiya. Sorbsionni aniqlash uchun sinovlar o‘tkazildi adsorbent xususiyati tomonidan taklif qilingan uglerod chiqindilaridan olingan adsorbent uchun ishlatiladi Sedum neftdagi oqava suvlar va suv omborlari ma'lumotlari aniqlandi piroliz jarayonida hosil bo‘lgan uglerod adsorbenti organik sintez uchun oqava suvlarni tozalash vositasi sifatida yoki piroliz jarayoni uchun yoqilg‘i sifatida ishlatilishi mumkin adsorbent uchun tomonidan ishlab chiqish termal faollashtirish qayta ishlangan. Bu tavsiya etiladi adsorbent xizmat qilish sorbsiya sifatini yaxshilash uchun mulk piroliz jarayonida.

Kalit so‘zlar: adsorbent, piroliz, oqava suv, uglevodorod qoldiqlari, zeolitlar, loylar; sun'iy noorganik moddalar; uglerod materiallari: faollashtirilgan uglerod

Аннотация. Проведены испытания с целью определения сорбционной свойство адсорбентов которые полученный на основе углеродных отходов, предлагаемые адсорбент использоваться для очитки сточных и пластовых вод в нефтяных Определено, что данные адсорбент углерода, образующийся в процессе пиролиза, может быть использован в качестве отчистки сточных вод для органического синтеза или в качестве топлива для процесса пиролиза, рекомендованные адсорбент для разработки путем термический активации обработан. Этот рекомендуемые адсорбент служить чтобы улучшить качество сорбционных свойство в процессе пиролиза.

Ключевые слова: Адсорбент, пиролиз, сточные воды, углеводородные остатки, цеолиты, глины; искусственные неорганические вещества; углеродистые материалы: активированный уголь

ISSN 3030-3907

Abstract. Tests were carried out to determine the sorption properties of adsorbents that are obtained from carbon waste, the proposed adsorbent is used for cleaning wastewater and reservoir waters in petroleum, It was determined that these carbon adsorbent formed during pyrolysis can be used as wastewater treatment for organic synthesis or as fuel for the pyrolysis process, the recommended adsorbent for developments by thermal activation are processed. This recommended adsorbent serve to improve the quality of sorption properties during the pyrolysis process.

Keywords: Adsorbent, pyrolysis, wastewater, hydrocarbon residues, zeolites, clays; artificial inorganic substances; carbonaceous materials: activated carbon

Introduction.

Scientific and practical research is underway worldwide to create a sought-after technology for purifying reservoir waters from oil and gas fields. In this regard, it is necessary to justify a number of scientific solutions, including: improvement of the technology of purification of reservoir waters of oil and gas fields from hydrocarbon debris; production of new types of adsorbents or their modification; application of modular installations in the purification of reservoir waters of oil and gas fields or industrial wastewater from hydrocarbon residues and mechanical impurities; Special attention is paid to creating optimal conditions for the purification of productive reservoir waters of oil and gas fields from residual hydrocarbons using various adsorbents. It should be noted that the development of technology for the production of new types of carbon adsorbents based on domestic raw materials and research work on the development of a combined modular device for purifying water from productive layers of gas fields from mechanical particles and hydrocarbon residues have not been carried out to date. The use of imported products in the preparation of productive reservoir waters in oil production leads to an increase in the cost of the process. The use of imported products in the preparation of productive reservoir waters in oil production leads to an increase in the cost of the process. Regenerative methods not only purify wastewater, extracting additional useful substances from it and allowing them to be reused in production. Destructive methods are used if it is not possible to extract additional substances or if such work is not considered economically beneficial. Currently, various natural materials can be used as adsorbents: zeolites, clays; artificial inorganic substances; carbonaceous materials: activated carbon, fibrous carbon materials, as well as molecular sorbents based on synthetic polymers. In industry, solids consisting of micropores with high porosity are used as adsorbents. In industry, adsorbents are used in granular or powdered form. During wastewater treatment by the adsorption method, adsorbents can be regenerated and in this case they can be used repeatedly. Knowing the basic

ISSN 3030-3907

properties of adsorbents when they are used is important for its effectiveness, as is the cost of purifying water or gases. Therefore, we analyzed the main properties of adsorbents. The high content of organic compounds in tree trunks (99%) and less ash, higher consistency, as well as having hydrophobic properties, have hydrophobic properties, shows them as an ideal material for producing adsorbents with very high adsorption activity. For this reason, thermal waste is extracted from local stumps, and the production of adsorbents from steam-gas activated carbon will allow our country to save currency and help solve environmental problems by using these adsorbents in various industries. Based on the above considerations, the plant waste found on the territory of our republic — mulberry, saxaul and yulgun - was chosen as the object of research. On the basis of this carbon-containing secondary raw material, carbon adsorbents were obtained using the method of physical activation.

Research methods. The purpose of this study is to use local plant waste, produce high-quality activated carbon adsorbents, and analyze their sorption properties. The selected plant waste (mulberry, saxaul and sedge) are environmentally friendly and renewable resources, thanks to the process of their physical activation, it is possible to ensure high adsorption activity of adsorbents.

During pyrolysis, dried samples in the amount of 100 g were taken from the selected study objects and heat treatment was carried out in a pyrolysis unit prepared in laboratory conditions (Fig.1).

Gases produced during pyrolysis are saturated and unsaturated hydrocarbons (e.g. CH_4, C_2H_6, C_2H_4, C_2H_2, etc.) will be available. These gases can be used for many other organic syntheses or as fuel for the pyrolysis process. After crushing, charcoal turns into granular coal, which is formed by crushing adsorbents into fractions up to a certain size through sieves. Powdered coal formed after crushing, when coal is divided into fractions, bringing adsorbents to a certain size through sieves, can be used to produce coal adsorbents in the form of granules or environmentally friendly coal briquettes.

ISSN 3030-3907

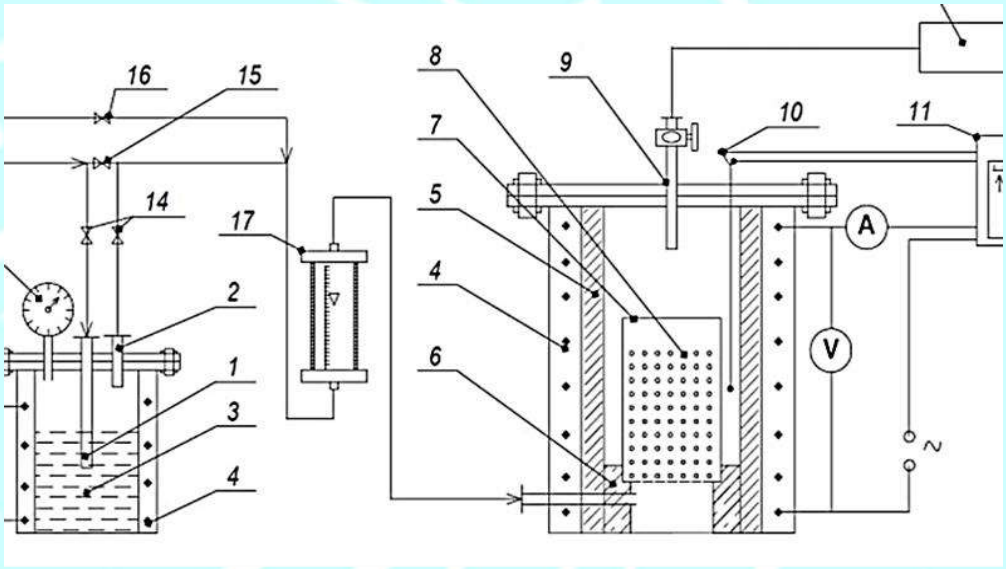


Figure 1 laboratory device for pyrolysis of vegetable raw materials:

1) argon tube; 2) argon tube for transferring a mixture of argon and water vapor; 2) argon tube for transferring a mixture of argon and water vapor; 3) steam generator; 4) electric heater; 5) reactor; 6) reinforcement ring; 7) reaction cup with a perforated bottom; 8) raw materials; 9) gas outlet pipe; 10) thermocouple; 11) KS–2 unit; 12) pressure gauge;odometer.

Due to the low content of inorganic substances in charcoal, coal adsorbents based on them have a relatively low ash content. The ash content of the samples increased with increasing activation temperature. As the pyrolysis temperature increases, a decrease in the amount of organic substances in the samples leads to the formation of inorganic compounds and the quantitative ratio between organic compounds changes. Therefore, there is an increase in the amount of ash.

The results of the study. One of the main advantages of steam activation is to increase the purity of the resulting carbon material. Organic substances are ignited by steam activation, while inorganic compounds ignite, forming ash in the coal material and reducing the amount of other pollutants. This process improves the quality of the carbon material and improves its adsorption properties. This is especially true for high purity coal material, and the specifics are important for in-demand industries.

ISSN 3030-3907

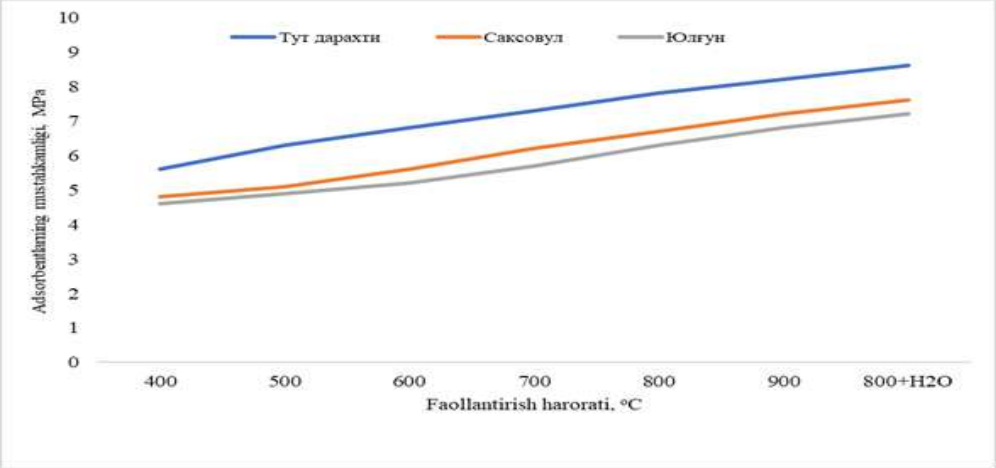


Figure-2. Dependence of the consistency of carbon adsorbents on the activation temperature

After absorption of the adsorbate particles by the adsorbent, the adsorbent and the surface of the adsorbent decrease the surface tension of the adsorbent as a result of the arrangement of the adsorbate molecules. This condition, in turn, also reduces the strength of the adsorbent.

In conclusion, it can be said that a decrease in strength, physical and affects its chemical stability, as well as the possibility of its long-term use. Therefore, in order to maintain the strength of adsorbents, it is important to increase the efficiency of adsorption processes. In technological processes, strength plays an important role in the extraction of adsorbents from systems after their use. It can be added that the adsorbent we offer, unlike other sorbents, cleans reservoir waters well.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРА:

1. Карелин Я.А. Очистка сточных вод нефтяных промыслов и заводов. учеб. - метод, пособие/ Я.А. Карелин -М.:Гостоптехиздат, 1959 -344 с.
2. Гидрогеология и воды нефтяных и газовых месторождений. учеб. - метод, пособие/ Г.М. Сухарев Л.: 1959-335 с.
3. Бокиева, Ш. К., Адизов, Б. З. (2023). Разработка сорбентов для применения в качестве очистки сточных вод нефтяных месторождений. *Universum: технические науки*, (11-5 (116)), 17-19.с
4. Бокиева, Ш. К., Адизов, Б. З. (2024). Анализ содержания азота в сточных водах нефтяных месторождений. Universum: технические науки, 6(2 (119)), 18-20.
5. Гидрогеология и воды нефтяных и газовых месторождений. учеб. - метод, пособие/ Г.М. Сухарев Л.: 1959-335 .с
6. Бокиева, Ш. К., Тошев, Ш. Ш., Дустов, Х. Б. (2021). Исследования химических методов очистки нефтепромысловых сточных вод. Scientific progress, 1(6), 904-908.с

ISSN 3030-3907

7. Bokiyeva, Sh. K., Ortiqova, M. O. Q. (2022). The relationship between the phase equilibrium of a gas and a glycolic solution. Science and Education, 3(4), 405-408.c

ISSN 3030-3907

FRANSUZ TILI O‘QITISH JARAYONIDA MADANIYATSHUNOSLIK INTEGRATSIYASI: OLIY TA’LIM MISOLIDA

Sindorov Rajapboy Ulugbek o‘g‘li
Samarqand tibbiyot universiteti assistent

Abstract: This article is devoted to the issue of teaching the French language and its connection with sociocultural knowledge and skills. Special emphasis is placed on the importance of the cultural studies approach in foreign language teaching. Such an approach contributes not only to the development of general educational and pedagogical objectives but also to the comprehensive personal development of learners. Sociological studies conducted on the Internet, the author’s observations during pedagogical practice at the Moscow City Pedagogical University, and the analysis of scientific literature have shown that students’ cultural competence is not sufficiently developed. Accordingly, there is a need to ensure coordination in efforts aimed at developing cultural competence in the teaching of the French language.

Keywords: French language, competence, skills, cultural studies

Аннотация: Данная статья посвящена вопросам преподавания французского языка и его взаимосвязи с социокультурными знаниями и умениями. Особое внимание уделяется значимости культурологического подхода в обучении иностранным языкам. Такой подход способствует не только развитию общеобразовательных и воспитательных целей, но и всестороннему развитию личности. Социологические исследования, проведённые в сети Интернет, наблюдения автора в ходе педагогической практики в Московском городском педагогическом университете, а также анализ научной литературы показали недостаточный уровень сформированности культурологической компетенции у студентов. В связи с этим возникает необходимость координации работы по формированию культурологической компетенции при обучении французскому языку.

Ключевые слова: французский язык, компетенция, умение

Annotatsiya: Ushbu maqola fransuz tilini o‘qitish masalasiga va uning sotsiokultural bilim hamda ko‘nikmalarga bog‘liqligiga bag‘ishlangan. Chet tilini o‘rgatishda madaniyatshunoslik yo‘nalishining ahamiyati alohida ta’kidlanadi. Bunday yondashuv nafaqat umumta’limiy va tarbiyaviy maqsadlarning rivojlanishiga, balki shaxsning har tomonlama kamol topishiga xizmat qiladi. Internet tarmog‘idagi sotsiologik tadqiqotlar, muallifning Moskva shahar pedagogika universitetidagi pedagogik amaliyoti davomida olib borgan kuzatuvlari va ilmiy adabiyotlar tahlili talabalarning madaniyatshunoslik kompetensiyasi yetarli darajada rivojlanmagani-ni ko‘rsatdi. Shunga muvofiq, fransuz tilini

ISSN 3030-3907

o‘qitishda madaniyatshunoslik kompetensiyasini shakllantirish bo‘yicha ishlarda muvofiqlashtirish zarurati mavjud.

Kalit so‘zlar: fransuz tili, kompetensiya, ko‘nikma, madaniyatshunoslik.

Kirish

Ko‘pchilik lingvistik ta’limni faqat chet tilini, uning fonetik, grammatik va leksik jihatlarini o‘rganish bilan chegaralangan deb hisoblaydi. Aslida esa til lingvist uchun mustaqil nazariy konstrukt bo‘lib, unga kommunikativ aktning o‘zi, uning funksiyalari va mamlakatning madaniy realliklari qo‘shiladi [4, 20]. Til madaniyatlararo muloqotni o‘rnatish va uni saqlab qolish vositasi sifatida xizmat qiladi. Biroq tilni o‘qitish texnologiyalari va metodlaridagi tub o‘zgarishlar til o‘qitish paradigmasining to‘liq qayta ko‘rib chiqilishiga olib keldi. Avvallari chet tilini o‘rganish asosan yozma nutqni qabul qilishga tayanar edi, hozirgi vaqtda esa chet tili real hamda vositali kommunikatsiyada turli madaniyat vakillari bilan aloqalarni o‘rnatish va saqlash vositasi — mediator sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Natijada asosiy e’tibor asta-sekin tildan kommunikatsiya vositasi va boshqa madaniyatni anglash manbai sifatida foydalanishga ko‘chdi. Boshqa xalqlarning madaniyatini o‘rganish samarali muloqotni ta’minlaydi, har xil fikrlash tarziga, diniy e’tiqodlarga va boshqa madaniyat vakillarining xulq-atvoriga bag‘rikeng munosabatda bo‘lishga o‘rgatadi. Shuningdek, bu omil til egasining nutq xususiyatlarini tezroq va samaraliroq o‘zlashtirishga imkon beradi.

Shubhasiz haqiqat shundan iboratki, turli milliy dunyoqarash fragmentlari o‘ziga xos bo‘lib, til egasi bo‘lgan shaxsning lingvistik ifodasida aks etadi. Madaniyat vakillari o‘z madaniy boyliklaridan intuitiv ravishda foydalanganliklari sababli, ular ko‘pincha o‘zlarining madaniy odatlari va didlarini kompleks tarzda aniqlab bera olmaydilar. Sistematik monitoring ularning madaniyatshunoslik xulq-atvorini tahlil qilishga yordam beradi va ularning tilga doir dunyo manzarasini yanada aniqroq ochib berish imkonini yaratadi. Ma’lum ma’noda, psixologik mexanizm individ yashab turgan voqelikni idrok etish jarayonini belgilaydi va uning til hamda madaniyat o‘rtasidagi bog‘liqlikka e’tibor qaratishiga sabab bo‘ladi. Natijada yangi konseptual-madaniyatshunoslik yo‘nalishi shakllana boshlaydi; so‘z esa bir qator gumanitar fanlar — san’atsunoslik va madaniyatshunoslik, tilshunoslik va adabiyotshunoslik, mantiq va falsafaning markaziy tushunchasiga aylanadi. “Dunyo manzarasi” tushunchasi asosiy metodologik kategoriya sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Konseptual-madaniyatshunoslik yo‘nalishining tilshunoslikka kirib kelishi til va voqelik, til va madaniyat o‘rtasidagi munosabat muammosiga yangi nuqtai nazardan yondashish imkonini berdi. Dunyo manzarasining ifodalovchilari sifatida til vositalari e’tirof etilib, til birliklari konseptlar sifatida talqin qilina boshladi.

ISSN 3030-3907

Effektiv nutqiy rivojlanish modeli, lingvokulturologiya nuqtai nazaridan, fanlararo yondashuvga asoslanadi. U quyidagi pedagogik shartlar yordamida amalga oshiriladi: o‘rganilayotgan til mamlakatining madaniy mazmunidagi aksiologik komponentni faollashtirish; chet tili darslarida o‘qituvchi va talaba o‘rtasida qiymat-ma’noga yo‘naltirilgan muloqotni tashkil etish; chet tilini o‘qitishda ijodiy-qiymatga yo‘naltirilgan metodlarni — suhbatlar, rol o‘yinlari, cases (amaliy vaziyatlar), empatiya va muloqot madaniyatini rivojlantirishga qaratilgan mashqlar majmuasini faollashtirish [5, s. 3].

Polilingval shaxsni shakllantirishning ijtimoiy-pedagogik, ilmiy-nazariy va ilmiy-metodik shartlari, xususiyatlari, struktura va mazmuniy tarkibiy elementlarini aniqlash va universalizatsiya qilish uchun yuqori ta’lim sharoitida ona tili bo‘lmagan tilni egallash prinsip va texnologiyalari asosida polilingval shaxsni rivojlantirishda kommunikativ-lingvokulturologik yondashuvni qo‘llash zarur. Bu talabalarining yangi sotsiokultural realliklarni idrok etish imkonini beradigan intensiv chet tilidagi nutqiy amaliyotga kompleks integratsiyasini nazarda tutadi. Shaxsiy va kommunikativ-aktiv o‘qitish metodlaridan foydalanish oliy ta’lim sharoitida polilingval ko‘nikmalarni rivojlantirishga yo‘naltirilgan. Shu orqali talabalarning nutqiy rivojlanishining asosiy xususiyatlaridan biri sifatida lingvokulturologik kompetensiya rivojlanishi faollashadi.

Effektiv nutqiy mashqlar majmuasi milliy-madaniy rangga ega leksika bilan lingvokulturologik materialni “matn + vazifa” formatida darslarda namoyish etadi; u talabalarning polilingval ko‘nikma va qobiliyatlarini rivojlantirishga qaratilgan. Shuni yodda tutish kerakki, o‘qituvchi bosqichma-bosqich o‘qitish g‘oyasiga amal qilishi lozim, bunda dominant sifatida muammo-yondashuvga asoslangan model qo‘llaniladi, u talabalarda tilga bo‘lgan to‘liq tasavvur hosil qilishga yordam beradi va yoshga xos xususiyatlar hamda til va madaniyatning kognitiv konseptlarini hisobga oladi. O‘rganilayotgan tillar va madaniyatlarning sotsiokultural nozikliklarini inobatga olish, shuningdek, chet til mamlakatining madaniyatini idrok etishdagi kognitiv aspekt va tillar hamda madaniyatlar o‘rtasida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan mojarolarni aniqlash va prognoz qilish qobiliyati lingvokulturologik yondashuvni fransuz tilini o‘rganishda talabalarda polilingval ko‘nikmalarni shakllantirish strategiyasi sifatida asoslashga yordam beradi.

Belgilanadigan vazifalarni amalga oshirish uchun quyidagi tadqiqot metodlaridan foydalanish zarur: dolzarb mavzuga oid sotsiokultural, psixologik, lingvistik va metodik adabiyotlarni o‘rganish va tahlil qilish; oliy ta’lim sharoitida maktab o‘quvchilarining polilingval ko‘nikmalarini shakllantirish jarayonini modellashtirish; suhbat, pedagogik kuzatuv, so‘rov, anketa va amaliy-eksperimental vazifalarni o‘z ichiga olgan tajriba ishlarini o‘tkazish; eksperimental o‘qitish natijalarini tahlil qilish va samarali tasvirlash [1, s. 19].

ISSN 3030-3907

Chet tili o‘qituvchisi tilni o‘rgatishning amaliy vazifasidan ko‘ra, talabalarning lingvokulturologik muloqotga tayyorlanishlari, xususan ijtimoiy va kommunikativ ko‘nikmalarni rivojlantirish orqali shug‘ullanadi. Chet tili o‘qituvchisi nafaqat talabaning chet tilidagi matnni tushunishini ta’minlashi, balki unga ona madaniyati bilan o‘rganilayotgan til mamlakatining madaniyati o‘rtasidagi umumiy va farqli jihatlarni anglash qobiliyatini rivojlantirishga xizmat qiladi. Bu esa tilni birgalikda o‘rganishning, natijada lingvokulturologik yo‘nalishdagi shaxsni shakllantirishning asosiy sharti hisoblanadi [2, s. 2].

Til to‘sig‘ini bartaraf etish turli madaniyat vakillari o‘rtasida samarali muloqotni o‘rnatish uchun yetarli emas. Bunda eng muhim vazifa madaniyat to‘sig‘ini yengishdir. Madaniyat to‘sig‘i til to‘sig‘idan ancha tanqidiy va paradoksal hisoblanadi. Til, tafakkur va madaniyat bir-biri bilan chambarchas bog‘langan bo‘lib, bu uch element o‘zaro bog‘langan tarzda faoliyat yuritadi. Ular real dunyo bilan aloqada bo‘lib, uni aks ettirish, idrok etish va shakllantirishda ishtirok etadi. Hozirgi globalizatsiya va jamiyatning integratsiya bosqichida oliy ta’limda lingvokulturologik komponentning mazmuni quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

Invariant komponent: talabalarni ona va o‘rganilayotgan til mamlakatlarining lingvokulturologik tarkibi bilan tanishtirish. Shu doirada talabalar o‘zlarini ona madaniyati vakili sifatida amalga oshirish, identifikatsiya va integratsiya qilish imkoniyatiga ega bo‘ladi [4, s. 10]. Shuningdek, bu komponent til va ijtimoiy-madaniy ko‘nikmalarni rivojlantirishga xizmat qiladi, bu esa talabaga ushbu muhitda erkin lingvokulturologik orientatsiyani egallash imkonini beradi.

O‘zgaruvchan komponent: u chet tilida kommunikativ kompetensiyani shakllantirishga yo‘naltirilgan nutq madaniyati xususiyatlarini hisobga oladi.

ADABIYOTLAR.

1. Аракелян К. А. (2020). Языковое поликультурное образование школьников основного этапа. // Иностранный язык: методические вопросы подготовки конкурентоспособного выпускника. Материалы межвузовской научно-практической конференции. Москва: Белый Ветер. С. 23–28.

2. Глотова Н. А. (2020). Реализация принципа метапредметности в обучении: анализ практического опыта. // Известия Тульского государственного университета. Педагогика. Тула. С. 18–23.

3. Давыдова О. В. (2007). Реализация регионального компонента содержания языкового поликультурного образования в процессе профессиональной подготовки учителя иностранного языка. Автореферат диссертации кандидата педагогических наук. Курский государственный университет. 27 с.

ISSN 3030-3907

4. Нарыкова О. Н. (2013). Методика развития поликультурных умений студентов направления подготовки «Лингвистика»: английский язык. Автореферат диссертации кандидата филологических наук. Курский государственный университет. 25 с.
5. Шевякова Л. Н. (2006). Воспитание гуманитарной культуры будущего учителя иностранного языка в педагогическом колледже. Автореферат диссертации кандидата филологических наук. Елецкий государственный лингвистический университет им. И. А. Бунина. Елец. 24 с.

ISSN 3030-3907

BIOMETRIK FACE ID TERMINALLARI ORQALI OLIY TA'LIM MUASSASALARI INFRATUZILMASIDA TALABALARNING KIRISH–CHIQISH STATISTIKASI VA XAVFSIZLIKNI BOSHQARISHNING AVTOMATLASHTIRILGAN AXBOROT TIZIMI

G'oyibberdiyev Abdullajon Mirzoxidovich,
Andijon davlat chet tillar intituti pedagogika psixologiya kafedrasi o'qituvchisi
E-mail: abdullajongoyibberdiyev199608@gmail.com
Tel: +998-99-996-49-23

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada oliy ta'lim muassasalari va talabalar turar joylarida Face ID biometrik texnologiyalariga asoslangan avtomatlashtirilgan axborot tizimini yaratish va joriy etish masalalari keng yoritiladi. Tadqiqotda talabalarning kirish–chiqish jarayonlarini avtomatlashtirish, real vaqt rejimida statistik monitoring olib borish hamda xavfsizlikni boshqarishning samarali mexanizmlarini ishlab chiqish maqsad qilib olingan. Maqolada biometrik identifikatsiya texnologiyalarining nazariy asoslari, tizim arxitekturasi, funksional modullari, axborot xavfsizligi masalalari hamda amaliy samaradorligi tahlil qilinadi. Taklif etilgan model oliy ta'lim muassasalari infratuzilmasini raqamlashtirish, xavfsizlikni kuchaytirish va boshqaruv jarayonlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: biometrik texnologiya, Face ID, avtomatlashtirilgan axborot tizimi, oliy ta'lim muassasasi, xavfsizlik, kirish–chiqish nazorati, raqamli infratuzilma.

Abstract. This scientific article examines the development and implementation of an automated information system based on Face ID biometric technologies in higher education institutions and student dormitories. The study aims to automate student entry and exit processes, conduct real-time statistical monitoring, and develop effective mechanisms for security management. The article analyzes the theoretical foundations of biometric identification technologies, system architecture, functional modules, information security issues, and the practical effectiveness of the proposed system. The proposed model contributes to the digitalization of higher education infrastructure, enhances security levels, and optimizes management processes.

Keywords: biometric technology, Face ID, automated information system, higher education institution, security, access control, digital infrastructure.

Аннотация. В данной научной статье рассматриваются вопросы разработки и внедрения автоматизированной информационной системы на основе биометрических технологий Face ID в высших учебных заведениях и студенческих общежитиях. Целью исследования является автоматизация процессов входа и выхода студентов, проведение статистического мониторинга в режиме реального времени, а также разработка эффективных

ISSN 3030-3907

механизмов управления безопасностью. В статье анализируются теоретические основы биометрической идентификации, архитектура системы, функциональные модули, вопросы информационной безопасности и практическая эффективность предлагаемого решения. Предложенная модель способствует цифровизации инфраструктуры высших учебных заведений, повышению уровня безопасности и оптимизации управленческих процессов.

Ключевые слова: биометрические технологии, Face ID, автоматизированная информационная система, высшее учебное заведение, безопасность, контроль доступа, цифровая инфраструктура.

Kirish.

Zamonaviy jamiyatda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi barcha sohalar, jumladan, ta’lim tizimiga ham chuqur kirib kelmoqda. Oliy ta’lim muassasalarida ta’lim sifati bilan bir qatorda xavfsizlikni ta’minlash, boshqaruv jarayonlarini avtomatlashtirish va real vaqt rejimida monitoring olib borish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, talabalar oqimi katta bo‘lgan universitetlar va talabalar turar joylarida kirish–chiqish jarayonlarini aniq va ishonchli nazorat qilish dolzarb muammolardan sanaladi.

An’anaviy kirish–chiqish nazorat usullari, xususan, plastik kartalar, daftarlar yoki qo‘lda ro‘yxatga olish tizimlari ko‘plab kamchiliklarga ega. Ushbu usullar inson omiliga bog‘liq xatolar, qalbakilashtirish ehtimoli, ma’lumotlarning kechikib qayd etilishi va xavfsizlikning yetarli darajada ta’minlanmasligi kabi muammolarni keltirib chiqaradi. Shu bois biometrik texnologiyalar, xususan Face ID asosidagi identifikatsiya tizimlarini joriy etish ta’lim muassasalari infratuzilmasini modernizatsiyalashning muhim yo‘nalishiga aylanmoqda.

Tadqiqotning maqsadi va vazifalari

Tadqiqotning asosiy maqsadi — oliy ta’lim muassasalari va talabalar turar joylarida Face ID biometrik texnologiyalaridan foydalangan holda talabalarning kirish–chiqish jarayonlarini avtomatlashtirish, real vaqt rejimida statistik ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish hamda talaba xavfsizligini ta’minlashga xizmat qiluvchi avtomatlashtirilgan axborot tizimini ishlab chiqishdan iborat.

Mazkur maqsadga erishish uchun quyidagi vazifalar belgilandi:

- biometrik Face ID texnologiyalarining nazariy va amaliy asoslarini o‘rganish;
- oliy ta’lim muassasalari infratuzilmasida kirish–chiqish jarayonlarini avtomatlashtirish modelini ishlab chiqish;
- real vaqt rejimida statistik monitoringni amalga oshirish mexanizmlarini yaratish;
- biometrik ma’lumotlarni himoyalash va axborot xavfsizligini ta’minlash usullarini aniqlash;
- taklif etilgan tizimning samaradorligini baholash.

ISSN 3030-3907

Biometrik Face ID texnologiyalarining nazariy asoslari

Biometrik identifikatsiya texnologiyalari shaxsni uning noyob biologik va fiziologik xususiyatlari asosida aniqlashga qaratilgan usullar majmuasidir. Bunday xususiyatlarga barmoq izi, ko‘z to‘r pardasi, ovoz, yuz tuzilishi va boshqa belgilar kiradi. Face ID texnologiyasi inson yuzining geometrik va vizual xususiyatlarini tahlil qilish orqali shaxsni aniqlashga asoslanadi.

Yuzni aniqlash jarayoni bir nechta bosqichlardan iborat: yuzni aniqlash (face detection), yuzni normallashtirish, biometrik xususiyatlarni ajratib olish va ma’lumotlar bazasi bilan solishtirish. Ushbu jarayonlar sun’iy intellekt va mashinaviy o‘rganish algoritmlariga asoslanib amalga oshiriladi. Face ID texnologiyasining asosiy afzalligi — kontakt talab qilmasligi, tezkorligi va aniqligining yuqoriligidir.

Avtomatlashtirilgan axborot tizimining umumiy tuzilishi

Taklif etilayotgan avtomatlashtirilgan axborot tizimi oliy ta’lim muassasalari infratuzilmasida kirish–chiqish jarayonlarini boshqarish va xavfsizlikni ta’minlashga mo‘ljallangan kompleks tizim hisoblanadi. Tizim quyidagi asosiy komponentlardan tashkil topgan:

- **Face ID terminallari** – binoga kirish va chiqishda shaxsni aniqlovchi qurilmalar;
- **Ma’lumotlar bazasi** – talabalar biometrik shablonlari va kirish–chiqish loglarini saqlash;
- **Monitoring va statistika moduli** – real vaqt rejimida ma’lumotlarni qayd etish va tahlil qilish;
- **Xavfsizlik moduli** – ruxsatsiz kirishni aniqlash va ogohlantirish;
- **Administrator interfeysi** – tizimni boshqarish va hisobotlarni shakllantirish.

Mazkur tizimning integratsiyalashgan tuzilishi boshqaruv jarayonlarini soddalashtiradi va xavfsizlik darajasini oshiradi.

Real vaqt rejimida statistik monitoring

Real vaqt rejimida statistik monitoring tizimning eng muhim funksional imkoniyatlaridan biridir. Ushbu modul orqali talabalarning kunlik, haftalik va oylik kirish–chiqish faolligi tahlil qilinadi. Statistik ma’lumotlar asosida talabalar davomatini nazorat qilish, favqulodda holatlarda tezkor choralar ko‘rish hamda boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyati yaratiladi.

Statistik monitoring avtomatlashtirilgan tarzda amalga oshirilgani sababli ma’lumotlarning aniqligi va ishonchliligi ta’minlanadi. Bundan tashqari, tizim turli ko‘rinishdagi grafik va diagrammalar orqali tahliliy ma’lumotlarni vizual shaklda taqdim etadi.

Axborot xavfsizligi va biometrik ma’lumotlarni himoyalash

Biometrik ma’lumotlar bilan ishlash axborot xavfsizligi nuqtayi nazaridan alohida e’tibor talab etadi. Taklif etilayotgan tizimda biometrik ma’lumotlarni

ISSN 3030-3907

himoyalash uchun shifrlash algoritmlari, foydalanuvchi huquqlarini chegaralash va ko‘p bosqichli autentifikatsiya mexanizmlaridan foydalaniladi.

Shuningdek, biometrik ma’lumotlarni saqlash va qayta ishlashda amaldagi huquqiy-me’yoriy talablar hisobga olinadi. Bu talabalarning shaxsiy ma’lumotlari daxlsizligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalari va muhokama.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, Face ID asosidagi avtomatlashtirilgan axborot tizimini joriy etish kirish–chiqish jarayonlarini sezilarli darajada tezlashtiradi va aniqligini oshiradi. Tizim inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirib, xavfsizlik darajasini mustahkamlaydi.

Shuningdek, real vaqt statistikasi asosida boshqaruv qarorlarini qabul qilish samaradorligi oshadi. Talabalar turar joylarida ushbu tizimning qo‘llanilishi xavfsizlikni ta’minlash bilan bir qatorda intizomni mustahkamlashga ham xizmat qiladi.

Xulosa.

Xulosa qilib aytganda, Face ID biometrik texnologiyalariga asoslangan avtomatlashtirilgan axborot tizimi oliy ta’lim muassasalari infratuzilmasini modernizatsiyalashda muhim ahamiyatga ega. Taklif etilgan model talabalar xavfsizligini ta’minlash, kirish–chiqish jarayonlarini avtomatlashtirish va real vaqt rejimida statistik monitoringni amalga oshirish imkonini beradi. Ushbu tizimni joriy etish ta’lim muassasalarida raqamli boshqaruvni rivojlantirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. **“Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida** PF–6079-son Farmoni. — Toshkent, 2020.

2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. **Axborotlashtirish va raqamli texnologiyalarni rivojlantirishga oid normativ-huquqiy hujjatlar to‘plami.** — Toshkent, 2021.

3. Ashraf, S., Ahmed, M. **Biometric Authentication Systems: A Survey.** — *International Journal of Computer Science and Information Security*, 2020, Vol. 18(6), pp. 45–52.

4. Jain, A. K., Ross, A., Prabhakar, S. **An Introduction to Biometric Recognition.** — *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology*, 2004, Vol. 14(1), pp. 4–20.

5. Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., Rosenfeld, A. **Face Recognition: A Literature Survey.** — *ACM Computing Surveys*, 2003, Vol. 35(4), pp. 399–458.

6. Li, S. Z., Jain, A. K. **Handbook of Face Recognition.** — New York: Springer, 2011.

ISSN 3030-3907

7. Bowyer, K. W., Chang, K., Flynn, P. **A Survey of Face Recognition and Security.** — *IEEE Computer*, 2006, Vol. 39(2), pp. 41–48.
8. Turk, M., Pentland, A. **Eigenfaces for Recognition.** — *Journal of Cognitive Neuroscience*, 1991, Vol. 3(1), pp. 71–86.
9. Гаврилов, В. А. **Биометрические системы идентификации личности.** — Москва: Радио и связь, 2018.
10. Кузнецов, С. Д. **Информационная безопасность и защита персональных данных.** — Москва: Юрайт, 2020.
11. Иванов, А. И., Петров, Н. С. **Автоматизированные системы контроля доступа на основе биометрии.** — *Информационные технологии*, 2019, №7, с. 22–28.
12. Stallings, W. **Cryptography and Network Security: Principles and Practice.** — 7th ed. — Pearson Education, 2017.
13. ISO/IEC 24745:2011. **Information technology — Security techniques — Biometric information protection.**
14. Zhang, C., Zhang, Z. **Improving Multimodal Biometric Systems with Face Recognition.** — *Pattern Recognition Letters*, 2018, Vol. 105, pp. 1–9.
15. Wayman, J., Jain, A., Maltoni, D., Maio, D. **Biometric Systems: Technology, Design and Performance Evaluation.** — London: Springer, 2005.

ISSN 3030-3907

KICHIK HAJMLI TRANSPORT VOSITALARINI KOMPONOVKALASH SXEMALARINI ISHLAB CHIQISH

Halimov Shohjahon Rayim o‘g‘li
Buxoro davlat Txnika universiteti magistranti

Annotatsiya. Annotatsiya: Mazkur ilmiy maqolada zamonaviy shahar infratuzilmasi sharoitida kichik hajmli transport vositalarining (KHTV) o‘rni va ularni loyihalashda qo‘llaniladigan komponovkalash sxemalari tadqiq etilgan. Shahar ko‘chalarida avtomobillar sonining ortishi, tirbandliklar va ekologik muammolar kichik gabaritli transportlarni dolzarb qilmoqda. Maqolada KHTVlarning barqarorligi, og‘irlik markazini taqsimlash va ergonomik ko‘rsatkichlarini yaxshilashga qaratilgan yangi konstruktiv yechimlar tahlil qilingan. Shuningdek, ichki yonuv dvigateli va elektr dvigatelli variantlar uchun alohida komponovka modellarining afzallik hamda kamchiliklari solishtirilgan. Olingan natijalar yangi avlod mikromobillik vositalarini ishlab chiqishda nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Kichik hajmli transport, komponovkalash sxemasi, shahar logistikasi, dinamik barqarorlik, og‘irlik markazi, ergonomika, modulli shassi, elektromobillik, transport konstruksiyasi.

Annotation. This scientific article examines the role of small-capacity vehicles (SCVs) in the context of modern urban infrastructure and the layout schemes used in their design. The increase in the number of vehicles on city streets, traffic congestion, and environmental issues make small-sized transport highly relevant. The article analyzes new structural solutions aimed at improving the stability, weight distribution, and ergonomic performance of SCVs. Furthermore, the advantages and disadvantages of separate layout models for internal combustion engines and electric motor variants are compared. The results obtained serve as a theoretical basis for the development of new-generation micro-mobility vehicles.

Keywords: Small-capacity transport, layout scheme, urban logistics, dynamic stability, center of gravity, ergonomics, modular chassis, electromobility, transport construction.

Аннотация. В данной научной статье исследуется роль малогабаритных транспортных средств (МТС) в условиях современной городской инфраструктуры и компоновочные схемы, используемые при их проектировании. Рост количества автомобилей на городских улицах, пробки и экологические проблемы делают малогабаритный транспорт актуальным. В статье анализируются новые конструктивные решения, направленные на повышение устойчивости, распределение центра тяжести и эргономических показателей МТС. Также сравниваются преимущества и недостатки отдельных моделей компоновки для вариантов с двигателем внутреннего

ISSN 3030-3907

сгорания и электродвигателем. Полученные результаты служат теоретической базой для разработки транспортных средств микромобильности нового поколения.

Ключевые слова: Малогабаритный транспорт, компоновочная схема, городская логистика, динамическая устойчивость, центр тяжести, эргономика, модульное шасси, электромобильность, конструкция транспорта.

Kirish

Zamonaviy megapolislarda transport tizimi murakkab inqirozli holatga kelib qolgan. Global urbanizatsiya natijasida shahar aholisi zichligi oshib bormoqda, bu esa shaxsiy avtomobillar sonining geometrik progressiyada o‘sishiga sabab bo‘lyapti. An'anaviy o‘rta va katta hajmli avtomobillar shahar ko‘chalarida egallagan maydoni, yoqilg‘i sarfi va atmosferaga chiqaradigan zaharli gazlari bilan samaradorlikni yo‘qotmoqda.

Kichik hajmli transport vositalari (KHTV) — bu vazni 400 dan 800 kg gacha bo‘lgan, asosan 1 yoki 2 kishi uchun mo‘ljallangan transportlardir. Ularni loyihalashda komponovkalash (barcha qismlarni bir butunlikka yig‘ish) eng murakkab jarayondir. Chunki cheklangan o‘lcham ichida ham xavfsizlikni, ham qulaylikni, ham texnik unumdorlikni ta'minlash talab etiladi.

KHTVlar sohasidagi ilmiy tadqiqotlar bir necha o‘n yillik tarixga ega.V.A. Ilarionov va N.N. Yatsenko kabi olimlar avtomobillarning o‘tuvchanligi va turg‘unligi bo‘yicha fundamental tadqiqotlar olib borganlar. Ularning fikricha, g‘ildirak bazasining qisqarishi transportning boshqaruvchanligini oshirsa-da, yuqori tezlikda yo‘nalish barqarorligini pasaytiradi. G. Dreyfuss ergonomika bo‘yicha o‘z ishlarida kichik hajmli kabinalarda inson omilini hisobga olish, ya’ni haydovchi o‘rindig‘ining joylashuv burchaklarini optimallashtirish bo‘yicha standartlarni ishlab chiqqan. S.N. Norov (ilmiy rahbar) tomonidan mahalliy sharoitda transport vositalarining ekspluatatsion xususiyatlarini oshirish, xususan, kichik hajmli agregatlarning issiqlik almashinuvi va dinamik yuklamalarini taqsimlash masalalari keng tadqiq etilgan.

Kichik hajmli transport vositalarining asosiy komponentlari va funksiyalari ularning samarali va xavfsiz ishlashini ta’minlash uchun muhim ahamiyatga ega. Bu komponentlar transport vositasining mexanik, elektron va boshqaruv sistemalaridan iborat bo‘lib, har birining o‘z o‘rnida va muvofiqligida bo‘lishi transportning umumiy funktsional imkoniyatlarini belgilaydi. Kichik hajmli transport vositalarining komponentlarini tahlil qilishda, ularning dizayni va ishlab chiqarish jarayonlarini soddalashtirish, shuningdek, komponentlarning integratsiyasini ta’minlash muhimdir.Transport vositalarining asosiy mexanik komponentlari orasida ramka va korpus, shassi, dvigatel, transmissiya tizimi va

ISSN 3030-3907

shuningdek, yurish yoki harakat tizimlari joy oladi. Ramka va korpus – transport vositasining strukturalarini tashkil etib, uning mustahkamligi va yengilligi uchun muhimdir. Kichik hajmli transportlarda, ayniqsa, shahar muhitida foydalaniladigan modullangan va yengil ramkalar keng qo‘llaniladi, ular mexanik kuchlarni taqsimlashda va energiya tejamkorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi. Dvigatel va transmissiya tizimi esa, energiya uzatish va yurish jarayonlarini ta’minlaydi. Elektr dvigatel va batareyalar bilan ishlovchi tizimlar esa, ekologik toza va energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi, bu esa modern transport vositalarining eng muhim tendensiyalaridan biridir.

Elektron komponentlar va boshqaruv tizimlari ham muhim o‘rin tutadi. Bular orasida, sensorlar, mikroprotsessorlar va avtomatik boshqaruv modullari joy oladi. Bu tizimlar, transport vositasining holatini real vaqtda nazorat qilish, xavfsizlikni oshirish va energiya sarfini optimallashtirish uchun ishlatiladi. Masalan, sensorlar yordamida, transport vositasining harakatini, yuk miqdorini va muhit sharoitlarini aniqlash mumkin, bu esa avtomatik to‘xtash, yengil boshqaruv va xavfsizlikni ta’minlashda katta ahamiyatga ega. Elektron boshqaruv tizimlari, shuningdek, energiya taqsimoti va batareyani boshqarishni optimallashtirish imkoniyatini beradi, bu esa kichik hajmli transport vositalarining energiya samaradorligini oshiradi.Komponentlarning joylashuvi va ularning o‘zaro mosligi, sxemalar ishlab chiqishda asosiy o‘rin tutadi. Komponentlar o‘zaro bog‘lanish jarayonida, ularning joylashuvi mexanik va elektron sistemalarining samarali ishlashini ta’minlashi kerak. Modulli dizaynlar, ya’ni, komponentlarning alohida modullarga ajratilishi va ularni yagona tizimga birlashtirish, ishlab chiqarish va ta’mir qilish jarayonlarini yengillashtiradi. Bu, shuningdek, texnik xizmat va ta’mirlash uchun qulaylik yaratadi, komponentlarni almashtirish va yangilash jarayonini osonlashtiradi. Komponentlarning joylashuvi va ularga bog‘liq sxemalar, shuningdek, energiya uzatish tarmoqlari va boshqaruv kabellarining joylashuvi, umumiy tizimning ishonchliligi va xavfsizligini belgilaydi.Xavfsizlik va xavfsizlikni ta’minlash uchun, transport vositalarining komponentlari, shuningdek, ularning joylashuvi va ularga bog‘liq sxemalar muhimdir. Xavfsizlik uchun, masalan, yong‘in signalizatsiyasi, avariya to‘xtash tizimlari va yengil yong‘in o‘chirish tizimlari ishlab chiqiladi. Shuningdek, elektron va mexanik komponentlarning mosligi va mustahkamligi, xavfsizlikni ta’minlashning asosiy shartlaridan biridir. Komponentlar orasidagi muvofiqlik, energiya ta’minoti va boshqaruv tizimlarining ishonchliligi, transport vositasining barqarorligi va xavfsizligini ta’minlaydi.

Shuningdek, kichik hajmli transport vositalarining komponentlari va funksiyalarini ishlab chiqishda, ishlab chiqarish texnologiyalari va texnologik imkoniyatlar hisobga olinadi. 3D bosib chiqarish texnologiyalari va yuqori

ISSN 3030-3907

aniqlikdagi simulyatsiya vositalari yordamida, komponentlarning dizayni va ishlab chiqarilishi yanada rivojlantirilmoqda. Bu texnologiyalar, ishlab chiqarish jarayonini qisqartirish, xarajatlarni kamaytirish va yuqori sifatli komponentlar ishlab chiqarishga imkon beradi. Boshqa tomondan, elektr va elektron komponentlarning integratsiyasini osonlashtirish uchun, ular uchun yagona interfeyslar va standartlar ishlab chiqilmoqda, bu esa, kichik hajmli transport vositalarining ishlab chiqarish va ta’minot zanjirini soddalashtiradi.

Xulosa qilib aytganda, kichik hajmli transport vositalarining komponentlari va funksiyalari, ularning texnik imkoniyatlari va ishlab chiqarishdagi muvofiqligi, ushbu vositalarning samarali, xavfsiz va ekologik toza bo‘lishini ta’minlash uchun muhimdir. Komponentlarning optimal joylashuvi va ular orasidagi bog‘lanishlar, texnologik innovatsiyalar va dizayn yondashuvlari bilan birgalikda, yangi avlod kichik hajmli transport vositalarining rivojlanishiga asos bo‘lib xizmat qiladi. Bu esa, shahar muhitida, shaxsiy va kichik biznes ehtiyojlarini qondirishda muhim rol o‘ynaydi va ekologik muhitga ta’sirini kamaytiradi.

Komponovkalar sxemalarini ishlab chiqish uchun simulyatsiya texnologiyalari transport vositalarining dizayn va ishlab chiqarish jarayonlarida muhim ahamiyat kasb etadi. Bu texnologiyalar yordamida, ishlab chiqarishdan oldin, mexanizmlar va elektron komponentlarning o‘zaro mosligi, energiya samaradorligi va xavfsizlik parametrlari sinovdan o‘tkaziladi. Simulyatsiya texnologiyalari, ayniqsa, kichik hajmli transport vositalarining komponovkalarini loyihalashda, muhim ma'lumotlarni vizual tarzda ko‘rsatish va sinovdan o‘tkazish imkonini beradi.

Birinchidan, simulyatsiya texnologiyalarining asosiy vazifalaridan biri — real vaqt rejimida model yaratishdir. Bu modellarda, transport vositasining har xil komponentlari (mexanik, elektron va yengil konstruktsiyalar) 3D model sifatida quriladi. Bu jarayon, kompyuter grafikasi va mexanik simulatsiyalar yordamida amalga oshiriladi. Model yordamida, komponentlarning joylashuvi va bog‘lanishlarini optimallashtirish, ularning ishlash jarayonlarini tahlil qilish mumkin bo‘ladi. Masalan, energiya sarfini kamaytirish yoki mexanizmlarning uzilish xavfini aniqlash uchun bu modellardan foydalaniladi.Ikkinchidan, simulyatsiya texnologiyalari yordamida, komponentlarning o‘zaro mosligi va tizimlarning funksional ishlashini aniqlash uchun turli xil sinovlar o‘tkaziladi. Bu jarayonda, mexanik kuchlar, harorat, bosim va elektr toki kabi parametrlar virtual muhitda o‘rnatiladi. Bu orqali, haqiqiy ishlab chiqarishdan oldin, muammolar aniqlanadi va ularni hal qilish uchun takomillashtirishlar kiritiladi. Bu usul, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytiradi va ishlab chiqilayotgan modelning ishonchliligini oshiradi.Uchinchidan, simulyatsiya texnologiyalarining muhim afzalliklaridan biri — prototiplarni yaratmasdan, turli sxemalarni sinab ko‘rish

ISSN 3030-3907

imkoniyatidir. Bu shuningdek, dizayn tafovutlarini aniqlash, yangi komponentlar va bog‘lanish usullarini ishlab chiqish uchun keng imkoniyatlar yaratadi. Masalan, modulli dizaynlarni sinashda, har bir modulning o‘zaro ishlashini va tizimga integratsiyasini tekshirish mumkin. Bu jarayon, shuningdek, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va yuqori aniqlik bilan bajarilishini ta’minlaydi.

Simulyatsiya texnologiyalari, ayniqsa, 3D bosib chiqarish texnologiyalari bilan integratsiya qilinmoqda. Bu esa, real model yaratishdan oldin, haqiqiy komponentlarning o‘lchamlari va shaklini aniq ko‘rsatishga imkon beradi. 3D bosib chiqarish yordamida, dizaynerlar va muhandislar, o‘zgarishlarni tez va arzon amalga oshirishlari mumkin, bu esa ishlab chiqarish va dizayn jarayonlarining samaradorligini oshiradi.

Yana bir muhim jihat — simulyatsiya va modellashtirish texnologiyalarining avtomatlashtirilgan tizimlar bilan integratsiyasi. Bu, dizayn va sinov jarayonlarini avtomatik ravishda bajarishni ta’minlaydi. Masalan, genetik algoritmlar yoki optimallashtirish metodlari yordamida, eng samarali sxema va komponentlar tahlil qilinadi va tanlanadi. Bu yondashuv, ishlab chiqilayotgan sxemalarning sifatini oshiradi va ishlab chiqarish muddatlarini qisqartiradi.

Shu bilan birga, simulyatsiya texnologiyalarining rivojlanishi bilan bog‘liq muammolar ham mavjud. Ular orasida, modelning haqiqiy dunyo sharoitlariga mos kelmasligi, kompyuter resurslarining katta talab qilinishi va texnologiyaning yuqori narxliligi kabilar bor. Bunday muammolarni hal qilish uchun, ilg‘or dasturiy ta'minotlar, yuqori samarali kompyuterlar va keng qamrovli testlar tizimi ishlab chiqilmoqda.

KHTVlarda asosiy muammo — foydali hajmning (salon) agregatlar egallagan hajm bilan to‘qnashuvidir. Ushbu muammoni yechish uchun quyidagi sxemalar ishlab chiqildi:Ushbu sxemada dvigatel, uzatmalar qutisi va boshqaruv tizimi old qismda joylashadi. Afzalligi: Orqa qismda yuk uchun keng joy qoladi. Kamchiligi: Old o‘qqa tushadigan og‘irlik me’yordan ortib ketadi (60/40), bu esa tormozlanish paytida oldinga "shung‘ish" effektini beradi.

Orqa dvigatelli sxema (RR) Agregatlar orqa tomonda joylashadi.Afzalligi: Old qismni butunlay passiv xavfsizlik (zarbani yutuvchi) zonasi qilish mumkin. Yechim: Bu sxemada og‘irlik markazini pasaytirish uchun dvigatelni gorizontal (oppozit) holatda joylashtirish taklif etiladi.

Transport vositasining ag‘darilishga qarshilik koeffitsiyenti K quyidagi formula bilan aniqlanadi:

$$K = \frac{B}{2 \cdot h_g}$$

Bu yerda:B — g‘ildiraklar rutbasi (masofasi); h_g — og‘irlik markazining erdan balandligi.

ISSN 3030-3907

KHTVlar uchun K ko‘rsatkichi kamida 1.2 dan yuqori bo‘lishi shart. Bunga erishish uchun batareyalar blokini yoki dvigatelni pol darajasidan 300-350 mm dan baland bo‘lmagan nuqtaga o‘rnatish taklif qilinadi.

1-Jadval

Turli komponovka sxemalarining solishtirma tahlili

Parametr	**Old komponovka**	**Orqa komponovka**	**Markaziy (Elektr)**
Vazn taqsimoti	65/35	40/60	50/50
Salon hajmi	O‘rtacha	Kichik	Keng
Boshqaruvchanlik	Barqaror	Murakkab	Ideal
Xavfsizlik	Yuqori	O‘rtacha	Juda yuqori

Tadqiqotning eng muhim qismi — bu "Skeytbord" tipidagi platformani ishlab chiqishdir. Bunda barcha quvvat elementlari (motor-g‘ildiraklar va batareyalar) shassining pastki qismiga yashiriladi.Kabina butunlay "bo‘sh" bo‘ladi, bu esa turli dizayn variantlarini (yuk tashuvchi, yo‘lovchi, maxsus texnika) yaratish imkonini beradi.Og‘irlik markazi yerga maksimal darajada yaqinlashadi ($h_g < 400$ mm).Modulli tizim yordamida transport vositasining bazasini (L) osongina o‘zgartirish mumkin.

Kichik hajmli transport vositalarini komponovkalash bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar quyidagi xulosalarga imkon beradi:Shahar sharoitida 2 o‘rinli KHTVlar uchun eng samarali sxema — **markaziy elektr uzatmalidir**.Ergonomik qulaylikni ta'minlash uchun o‘rindiqning qiyalik burchagi 25° dan kam bo‘lmasligi, boshqaruv organlari esa haydovchidan 450-550 mm radiusda joylashishi lozim. Konstruksiyada kompozit materiallardan foydalanish umumiy vaznni 20% ga kamaytirib, energiya samaradorligini 15% ga oshiradi. Xulosa qilib aytganda, komponovkalar sxemalarini ishlab chiqish uchun simulyatsiya texnologiyalarining qo‘llanilishi, transport vositalarining dizaynini modernizatsiya qilish, ishlab chiqarish jarayonlarini soddalashtirish va xavfsizlikni oshirish uchun muhim omil hisoblanadi. Bu texnologiyalar yordamida, ishlab chiqarish jarayonlari yanada iqtisodiy, samarali va xavfsizlikka mos bo‘lib, kelajakda kichik hajmli transport vositalarining rivojlanishiga katta hissa qo‘shadi. Bu esa, shahar muhitida ekologik toza va energiya tejovchi transport echimlarini yaratishda asosiy rol o‘ynaydi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Ilarionov V.A. "Teoriya avtomobilya". - M.: Mashinostroyeniye, 1989.
2. Norov S.N. "Kichik hajmli transport vositalari konstruksiyasi". - Toshkent, 2021.
3. Gulyayev A.S. "Komponovka sovremennix legkovix avtomobiley". - SPb, 2018.

ISSN 3030-3907

4. International Standard ISO 2575:2010 "Road vehicles — Symbols for controls, indicators and tell-tales".
5. World Transport Statistics 2023. Annual Report.

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM MUASSASALARI VA TALABALAR TURAR JOYLARIDA FACE ID BIOMETRIK TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA KIRISH–CHIQISH JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH VA XAVFSIZLIKNI TA’MINLASHNING NAZARIY-ASOSLANGAN MODELI

G‘oyibberdiyev Abdullajon Mirzoxidovich,
Andijon davlat chet tillar intituti pedagogika psixologiya kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: abdullajongoyibberdiyev199608@gmail.com
Tel: +998-99-996-49-23

Annotatsiya: Mazkur ilmiy maqolada oliy ta’lim muassasalari va talabalar turar joylarida Face ID biometrik texnologiyalariga asoslangan kirish–chiqish jarayonlarini avtomatlashtirish va xavfsizlikni ta’minlash muammosi nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqot biometrik identifikatsiya nazariyasi, yuzni tanish (face recognition) algoritmik modellari, avtomatlashtirilgan axborot tizimlari hamda axborot xavfsizligi standartlariga tayangan holda olib borilgan. Jain, Ross va Prabhakar tomonidan ishlab chiqilgan biometrik tanish konsepsiyalari, shuningdek Zhao, Chellappa, Phillips va Rosenfeldlarning yuzni tanish bo‘yicha fundamental ishlanmalari ilmiy asos sifatida tahlil qilinadi. Maqolada Face ID tizimlarida FAR/FRR ko‘rsatkichlari, real vaqt monitoringi, ma’lumotlarga asoslangan boshqaruv (data-driven governance) hamda ISO/IEC 27001:2022 va ISO/IEC 24745 standartlari asosida biometrik ma’lumotlarni himoyalash masalalari yoritilgan. Tadqiqot natijalari ta’lim muassasalarida raqamli xavfsizlikni kuchaytirish, boshqaruv jarayonlarini optimallashtirish va zamonaviy raqamli infratuzilmani shakllantirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: biometrik identifikatsiya, Face ID, yuzni tanish, FAR/FRR, avtomatlashtirilgan axborot tizimi, real vaqt monitoringi, axborot xavfsizligi, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 24745, oliy ta’lim muassasasi.

Аннотация: В статье рассматриваются теоретические и прикладные аспекты автоматизации процессов входа и выхода студентов и обеспечения безопасности в высших учебных заведениях и студенческих общежитиях на основе биометрических технологий Face ID. Исследование базируется на теории биометрической идентификации, алгоритмических моделях распознавания лиц, принципах построения автоматизированных информационных систем и международных стандартах информационной безопасности. В качестве теоретической основы анализируются концепции биометрического распознавания, предложенные Джейном, Россом и Прабхакаром, а также фундаментальные исследования по распознаванию лиц, выполненные Чжао, Челлаппой, Филлипсом и Розенфельдом. В работе особое внимание уделено показателям FAR/FRR, мониторингу в реальном

ISSN 3030-3907

времени, управлению на основе данных и защите биометрической информации в соответствии со стандартами ISO/IEC 27001:2022 и ISO/IEC 24745. Результаты исследования способствуют повышению уровня безопасности, оптимизации управленческих процессов и развитию цифровой инфраструктуры образовательных учреждений.

Ключевые слова: биометрическая идентификация, Face ID, распознавание лиц, FAR/FRR, автоматизированная информационная система, мониторинг в реальном времени, информационная безопасность, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 24745, высшее учебное заведение.

Abstract: This article examines the theoretical and practical aspects of automating student entry–exit processes and ensuring security in higher education institutions and student dormitories using Face ID biometric technologies. The study is grounded in biometric identification theory, face recognition algorithmic models, automated information systems, and international information security standards. The theoretical framework draws on the foundational works of Jain, Ross, and Prabhakar in biometric recognition, as well as the comprehensive face recognition studies by Zhao, Chellappa, Phillips, and Rosenfeld. Particular attention is paid to FAR/FRR performance metrics, real-time monitoring, data-driven governance, and the protection of biometric data in accordance with ISO/IEC 27001:2022 and ISO/IEC 24745 standards. The findings demonstrate that the proposed model enhances security, optimizes management processes, and contributes to the development of a modern digital infrastructure in educational environments.

Keywords: biometric identification, Face ID, face recognition, FAR/FRR, automated information system, real-time monitoring, information security, ISO/IEC 27001, ISO/IEC 24745, higher education institution.

Kirish

Biometrik identifikatsiya shaxsni aniqlash va autentifikatsiyalashning “**kim ekanligi**” (physiological/behavioral traits) orqali bajariladigan yondashuvini anglatadi. Bu paradigma an’anaviy “**nima ega**” (ID karta) yoki “**nima eslaydi**” (parol) modeliga nisbatan mustahkamroq hisoblanadi. Biometrik tizimlar nazariyasida shaxsni tanish jarayoni odatda ikki rejimda ko‘riladi: **verifikatsiya (1:1) va identifikatsiya (1:N)**. Ushbu yondashuvlarning konseptual modeli va tizim arxitekturasi (sensor–xususiyat ajratish–shablon–taqqoslash–qaror) Jain, Ross va Prabhakar tomonidan biometrik tanish tizimlarining fundamental ishlanmasi sifatida keng bayon etilgan. (Michigan State University)

Biometrik tizimlar sifatini baholashda “xatoliklar nazariyasi” (FAR/FRR) muhim o‘rin tutadi. FAR (False Accept Rate) — ruxsatsiz shaxsni “o‘tkazib yuborish”, FRR (False Reject Rate) — ruxsatli shaxsni “rad etish” ehtimolini anglatadi. Jain va hamkorlar biometrik tizimlarda ushbu xatoliklar muvozanati

ISSN 3030-3907

(threshold tanlovi) xavfsizlik va qulaylik o‘rtasidagi kompromissni belgilashini ta’kidlaydi. (Michigan State University)

Mazkur konsepsiya Sizning tadqiqotingizda “kirish–chiqish nazorati”ni ilmiy asoslashda xizmat qiladi: Face ID tizimi aynan 1:N identifikatsiya yoki 1:1 verifikatsiya rejimida ishlashi, xatoliklar (FAR/FRR) esa xavfsizlik siyosatiga mos “chegara qiymatlari” orqali boshqarilishi kerak.

2. Yuzni tanish (Face Recognition) nazariyasi: ilmiy model va algoritmik bosqichlar

Face ID texnologiyasi biometrik identifikatsiyaning **yuzni tanish** (face recognition) yo‘nalishiga kiradi. Yuzni tanish nazariyasining klassik konseptual modeli quyidagi bosqichlarni qamrab oladi:

1. **Face detection** — tasvirdan yuzni ajratish;
2. **Normalization/Alignment** — yuz holatini tekislash (burchak, yorug‘lik, masshtab);
3. **Feature extraction** — diskriminativ belgilarni ajratish (geometrik/tekstura/embedding);
4. **Matching/Classification** — shablonlar bilan moslikni hisoblash;
5. **Decision** — identifikatsiya/inkor natijasi.

Yuzni tanish bo‘yicha fundamental survey tadqiqotida Zhao, Chellappa, Phillips va Rosenfeld yuzni tanishning still/video muhitdagi murakkabligini, o‘zgaruvchan omillar (yorug‘lik, mimika, poza, qarish, kamera sifati) aniqlikka kuchli ta’sir qilishini tizimli bayon qiladi. (ACM Digital Library)

Hozirgi Face ID yechimlarida ushbu bosqichlar ko‘pincha chuqur o‘rganish (deep learning) asosidagi embedding yondashuvlarga tayansa-da, nazariy nuqtayi nazardan aynan yuqoridagi pipeline **identifikatsiyaning deterministik modeli** sifatida saqlanadi: ya’ni tizim “sensor→xususiyat→moslik→qaror” sxemasiga tayanadi.

Tahliliy fikr: Oliy ta’lim muassasasi sharoitida (kirish turniketlari, turar joy yo‘laklari) pozaning o‘zgarishi, yorug‘lik yetishmasligi, kamera burchagi kabi omillar keskinlashadi. Shuning uchun nazariy jihatdan “normalizatsiya/alignment” bosqichini kuchaytirish, shuningdek, “quality assessment” (tasvir sifati bahosi) modulini qo‘shish tizimning barqarorligini oshiradi. Bu fikr Zhao va hamkorlar keltirgan omillar bilan metodologik jihatdan mos keladi. (ACM Digital Library)

3. Avtomatlashtirilgan axborot tizimlari (AAT) va tizimli yondashuv

Face ID asosidagi kirish–chiqish nazorati amalda **avtomatlashtirilgan axborot tizimi** (AAT) sifatida qaraladi. AAT nazariyasida tizim quyidagi siklni bajaradi: **axborotni yig‘ish → uzatish → saqlash → qayta ishlash → tahlil → boshqaruv qarori.**

ISSN 3030-3907

Jain, Ross va Prabhakar biometrik tizimni “kompleks identifikatsiya tizimi” sifatida ko‘rib, unda apparat (sensor), dasturiy (algoritmlar), tashkiliy (qoidalar) va inson omili (foydalanuvchi xulqi) o‘zaro bog‘liq ekanini ko‘rsatadi. (Michigan State University)

Sizning modelda bu “tizimli yondashuv” quyidagicha konkretlashadi:

- texnik qatlam: Face ID terminal + tarmoq + server,
- dasturiy qatlam: identifikatsiya + log + analitika,
- tashkiliy qatlam: ruxsat siyosati + navbatchilik protokoli,
- huquqiy/etik qatlam: shaxsiy ma’lumotlar siyosati + rozilik.

4. Real vaqt monitoringi va ma’lumotga asoslangan boshqaruv (data-driven governance)

Real vaqt rejimida statistik monitoring. Bu yondashuv boshqaruv nazariyasida “data-driven decision making” bilan uyg‘unlashadi: qarorlar subyektiv kuzatuvga emas, **uzluksiz yig‘ilayotgan ma’lumotlar**ga asoslanadi.

Real vaqt monitoringi universitet kontekstida quyidagi ilmiy-amaliy natijalarni beradi:

- kampus/turar joyda “harakat intensivligi”ni aniqlash (peak-time),
- “kech kirish–chiqish” holatlarini tahlil qilish,
- favqulodda vaziyatlarda “kim qayerda” tamoyili bo‘yicha tezkor qaror qabul qilish.

Monitoring moduli oddiy “log” emas, balki **analitik qatlam** bo‘lishi kerak: masalan, anomaliyani aniqlash (normadan og‘ish), zonalar bo‘yicha risk profili, kun/hafta mavsumiyligi. Bu yondashuv modelni “hisobot”dan “boshqaruv”ga olib chiqadi.

5. Axborot xavfsizligi va shaxsiy ma’lumotlarni himoyalash: ISO/IEC standartlari bilan asoslash

Biometrik tizimlarning eng muhim nazariy muammosi — **maxfiylik (privacy)** va **axborot xavfsizligi**. Axborot xavfsizligi nazariyasida “CIA triadasi” (Confidentiality, Integrity, Availability) asosiy tamoyil sifatida qabul qilinadi. ISO/IEC 27001:2022 axborot xavfsizligi boshqaruv tizimi (ISMS) uchun talablarni belgilovchi eng mashhur standartlardan biri sifatida ko‘rsatiladi. (ISO)

Biometrik ma’lumotlar bilan ishlash bo‘yicha maxsus standartlardan biri — ISO/IEC 24745 bo‘lib, u biometrik axborotni saqlash/uzatish jarayonida **maxfiylik, yaxlitlik va “renewability/revocability”** (ya’ni shablonni himoyalash va zaruratda “yangilash”) masalalarini yoritadi. (ISO) Shuningdek, ayrim manbalarda ISO/IEC 24745:2011 keyingi tahrir (2022) bilan almashtirilgani ko‘rsatiladi; bu esa dissertatsiya uchun “standartlarning yangilanishi” kontekstida muhim metodik izohdir. (Svenska institutet för standarder, SIS)

Me’yoriy-standart asos:

ISSN 3030-3907

- biometrik shablonni “raw image” emas, **template/embedding** ko‘rinishida saqlash;
- bazada shifrlash va kalitlarni boshqarish (key management);
- kirish huquqlarini rollar bo‘yicha ajratish (admin/operator/audit);
- audit log va insidentlarni qayd etish;
- ma’lumotlarni saqlash muddati va yo‘q qilish siyosati (retention).

Bu bandlar ISO/IEC 27001:2022’ning ISMS yondashuvi bilan, biometrik shablon himoyasi esa ISO/IEC 24745 konsepsiyalari bilan metodologik jihatdan uyg‘unlashadi. (ISO)

6. Nazariy asoslarning integrativ xulosasi

Yuqoridagi tahlillar shuni ko‘rsatadiki, Face ID biometrik texnologiyalariga asoslangan kirish–chiqish va xavfsizlik tizimi quyidagi nazariy poydevorlar kesishmasida shakllanadi:

- **biometrik identifikatsiya nazariyasi** (tizim arxitekturasi, FAR/FRR, 1:1 va 1:N) — Jain, Ross, Prabhakar; (Michigan State University)
- **yuzni tanish nazariyasi** (face recognition pipeline, muhit omillari, still/video farqi) — Zhao, Chellappa, Phillips, Rosenfeld; (ACM Digital Library)
- **axborot xavfsizligi standartlari** (ISMS, biometrik axborot himoyasi) — ISO/IEC 27001:2022 va ISO/IEC 24745. (ISO)

Demak, Siz taklif qilayotgan model nafaqat amaliy “turniket tizimi”, balki **ilmiy asoslangan, standartlarga mos, risklarni boshqaruvchi raqamli boshqaruv ekotizimi** sifatida talqin qilinadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Jain, A. K., Ross, A., & Prabhakar, S. *An Introduction to Biometric Recognition.* **IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology**, 14(1), 4–20, 2004. (Michigan State University)

2. Zhao, W., Chellappa, R., Phillips, P. J., & Rosenfeld, A. *Face Recognition: A Literature Survey*. **ACM Computing Surveys**, 35(4), 399–458, 2003. (ACM Digital Library)

3. ISO/IEC 27001:2022. *Information security management systems — Requirements.* (ISO)

4. ISO/IEC 24745:2011. *Information technology — Security techniques — Biometric information protection.* (ISO)

ISSN 3030-3907

TOZALASH JARAYONIDAN KEYIN TOLA TARKIBIDAGI NUQSON VA CHIQINDILAR MIQDORINING SELEKSIYA NAVLARI BO‘YICHA O‘ZGARISHI

Nilufar Abduxalim qizi Mamatisaqova
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti tayanch doktorant
E-mail: nmamatisaqova@gmail.com
Abdusattar Abdujabbarovich Abdugaffarov
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti dotsent
E-mail: monitoring.17@mail.ru

Annotatsiya. Tadqiqot ishlari Andijon viloyatidagi «XO`JAOBOD FAYZ-M»MCHJ klaster tizimidagi korxonada olib borildi. Unda Andijonda yetishtirilayotgan Xitoy davlatidan olib kelingan, Andijon-36, 52-4, Xitoy -31, Xitoy -29 va 52 seleksiya navlari qayta ishlandi va turli seleksiya navlari tarkibidagi nuqson va chiqindilar miqdori aniqlandi.

Kalit so‘zlari: po‘stloqli tola va tugunchalar, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar, oliy, yaxshi, o‘rta, iflos va yomon sinflar, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori

Annotation: The research work was conducted at the enterprise within the «XO`JAOBOD FAYZ-M»LLC cluster system in Andijan region. It involved processing cotton varieties grown in Andijan that were imported from China, as well as Andijon-36, 52-4, China-31, China-29, and 52 breeding lines, and determining the amount of defects and waste in various breeding lines.

Keywords: lint and neps, broken or damaged seeds, top, good, medium, dirty, and poor grades, amount of broken or damaged seeds.

Аннотация: Исследования проводились на предприятии в составе кластерной системы ООО «XO`JAOBOD FAYZ-M» в Андижанской области. Была проведена переработка хлопковых сортов, выращиваемых в Андижане и ввезенных из Китая, а также селекционных линий Андижон-36, 52-4, Китай-31, Китай-29 и 52, и определено количество дефектов и отходов в различных селекционных линиях.

Ключевые слова: волокно и узелки, поврежденные или травмированные семена, высший, хороший, средний, грязный и низший сорта, количество поврежденных или травмированных семян.

Kirish

Paxtachilik qishloq xo‘jaligida asosiy tarmoqlaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillardagi iqlim o‘zgarishlari esa soha oldiga yangidan-yangi vazifalar qo‘yib, ilm va innovatsiyalarni joriy qilishni taqazo etmoqda. Shu sababdan paxta hosildorligini oshirish bo‘yicha yangi tizimni joriy qilish, paxta yetishtirishda ilm va innovatsiyalarga asoslangan urug‘chilik, nav tanlash, yerga ishlov berish,

ISSN 3030-3907

o‘g‘itlash, sug‘orish ishlarini yo‘lga qo‘yish orqali paxta-to‘qimachilik sohasida eksport hajmi va daromadni oshirish maqsadida 2024 yilning 7 iyulida “Paxta hosildorligini oshirish, paxta yetishtirishda ilm va innovatsiyalarni joriy qilishning qo‘shimcha tashkiliy chora-tadbirlari to‘g‘risida” gi Prezident qarori qabul qilindi [1,2].

Respublikamiz seleksioner olimlari tomonidan yaratilgan g‘o‘zaning yangi va istiqbolli navlarini morfologik, xo‘jalik va tolasining texnologik ko‘rsatkichlari bo‘yicha xolisona baholash, ularning maydonini kelgusida kengaytirish uchun tanlab olish, yangi va istiqbolli g‘o‘za navlarining urug‘ini dastlabki ko‘paytiruvchi elita xo‘jaliklarida urug‘chilik ishlarining bajarilishini, paxta tozalash korxonalari va paxta qabul qilish maskanlarida urug‘lik paxtani qabul qilish, ularni navlar va avlodlari bo‘yicha alohida jamg‘arish hamda saqlanishini o‘rganish maqsadida bir qator Farmon va qarorlar qabul qilindi [2,3].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Paxtani dastlabki ishlash jarayonida standart talablaridan yuqori namlik va texnologik jarayonlar ta’sirida paxta tolasi tarkibidagi nuqson va chiqindilar miqdori ortib ketadi [4,5]. Agar paxtaning namligi standart ko‘rsatkichlaridan yuqori bo‘lsa, tola tarkibidagi chigal, murakkab chigal tola, iflosliklar miqdori ortib, po‘stloqli tola, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori kamayadi. Undan tashqari, paxta qanchalik ko‘p texnologik jarayonlardan o‘tkazilsa, iflosliklardan tozalanishi yaxshi bo‘lib, ba’zi bir urilgan yoki jarohatlangan chigitlar, chigal va murakkab chigal tola, po‘stloqli tola miqdorining oshishiga sabab bo‘ladi. Shu bilan bir qatorda namlik miqdorining past bo‘lishi hisobiga po‘stloqli tola va tugunchalar, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdorining oshishi hisobiga paxta tolasi tarkibidagi umumiy nuqson va chiqindilar miqdorining ortishiga sabab bo‘ladi. Undan tashqari, ba’zi bir seleksiya navlarining tozalanish darajasi past bo‘lib, talabga javob bermaydi. Bundan kelib chiqadiki, yaratilgan navlarning hammasi ham talabga javob bermasligi mumkin [6-8].

Paxta tolasining asosiy sifat ko‘rsatkichlaridan biri uning tarkibidagi nuqson va chiqindilar miqdorining namlik ta’sirida o‘zgarishidir [9-11]. Paxta tolasi tarkibidagi nuqson va chiqindilar miqdori standart ko‘rsatkichlaridan yuqori bo‘lsa, tolaning sifat ko‘rsatkichi yomonlashadi, hamda undan olinadigan iplarning fizik-mexanik ko‘rsatkichlariga salbiy ta’sir etmasdan qolmaydi. Davlat standartiga binoan paxta tolasi ifloslik miqdoriga qarab, bir qator sinflarga, ya’ni oliy, yaxshi, o‘rta, iflos va yomonlarga bo‘linadi va shu sinflari bo‘yicha narxlari turlicha bo‘ladi [12].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Paxta tozalash korxonalarida dastlabki ishlanayotgan turli seleksiya navli paxtani texnologik jarayonlarga ta’siri turlicha bo‘ladi. Ba’zi bir seleksiya navlari

ISSN 3030-3907

iflosliklardan yaxshi tozalansa, ba’zi birlari esa buning aksidir. Bundan kelib chiqadiki, respublikamizda yetishtirilayotgan har bir navlar uchun optimal sharoitlar yaratilishi zarurdir. Undan tashqari, ba’zi bir seleksiya navlarining chigiti murt bo‘lib, texnologik jarayonlar ta’sirida jarohatlanish imkoniyatlari ham mavjuddir.

Shu sababli, paxta tozalash korxonalarida sifatli paxta tolasini olishda tadqiqot ishlari olib borildi. Uning uchun turli istiqbolli seleksiya navlarini paxta tozalash korxonasida tolani tozalash jarayonidan keyin namunalar olib, tola tarkibidagi nuqson va chiqindilar miqdori aniqlandi. Olingan sinov natijalari 1-jadvalda keltirildi.

1-jadval

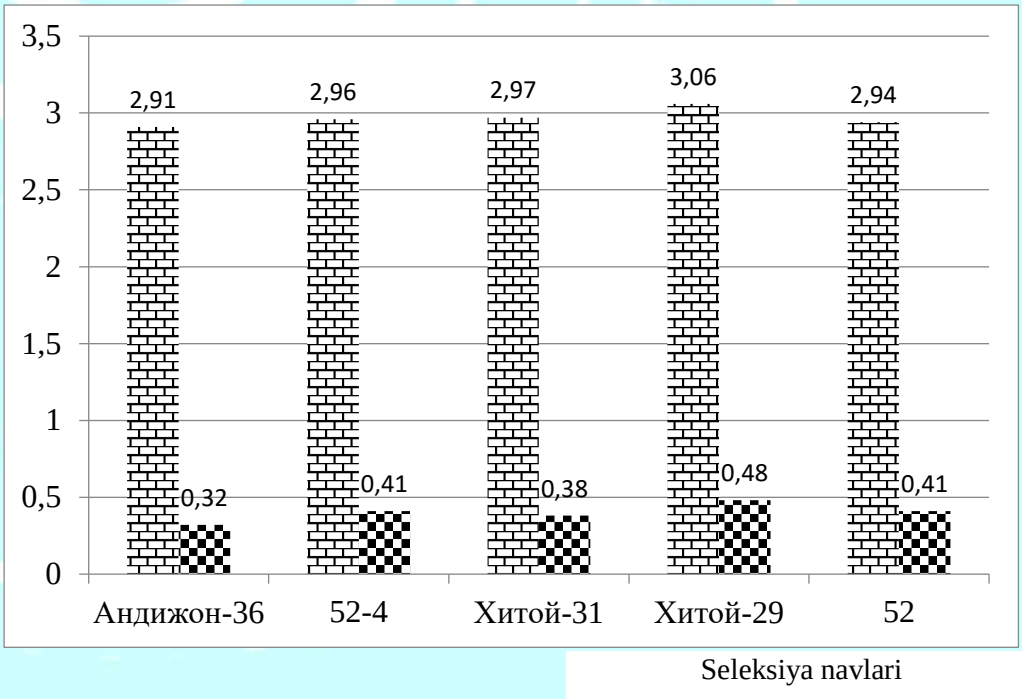
Tozalash jarayonidan keyin tola tarkibidagi nuqson va chiqindilar miqdorining o‘zgarishi

t/r	Ko‘rsatkichlar	Seleksiya navlari				
		Andijon-36 seleksiya navi	52-4 seleksiya navi	Xitoy-31 seleksiya navi	Xitoy -29 seleksiya navi	52 seleksiya navi
G‘aramdagi paxta						
1.	Umumiy nuqson va chiqindilar miqdori, %da	2,91	2,96	2,97	3,06	2,94
2.	Chigal tola	-	-	0,02	-	0,01
3.	Murakkab chigal tola	-	-	-	-	-
4.	Pishmagan tolalar dastasi	0,11	0,12	0,15	0,14	0,10
5.	Urilgan yoki jarohat-langan chigitlar	0,32	0,41	0,38	0,48	0,41
6.	Po‘stloqli tola	0,47	0,40	0,39	0,48	0,42
7.	Tugunchalar	0,23	0,21	0,14	0,15	0,22
8.	Iflosliklar	1,78	1,82	1,89	1,81	1,78
Toylash jarayonidan keyin						
1.	Umumiy nuqson va chiqindilar miqdori, %da	2,70	2,59	2,32	2,48	2,41
2.	Chigal tola	-	0,02	0,04	0,04	-

ISSN 3030-3907

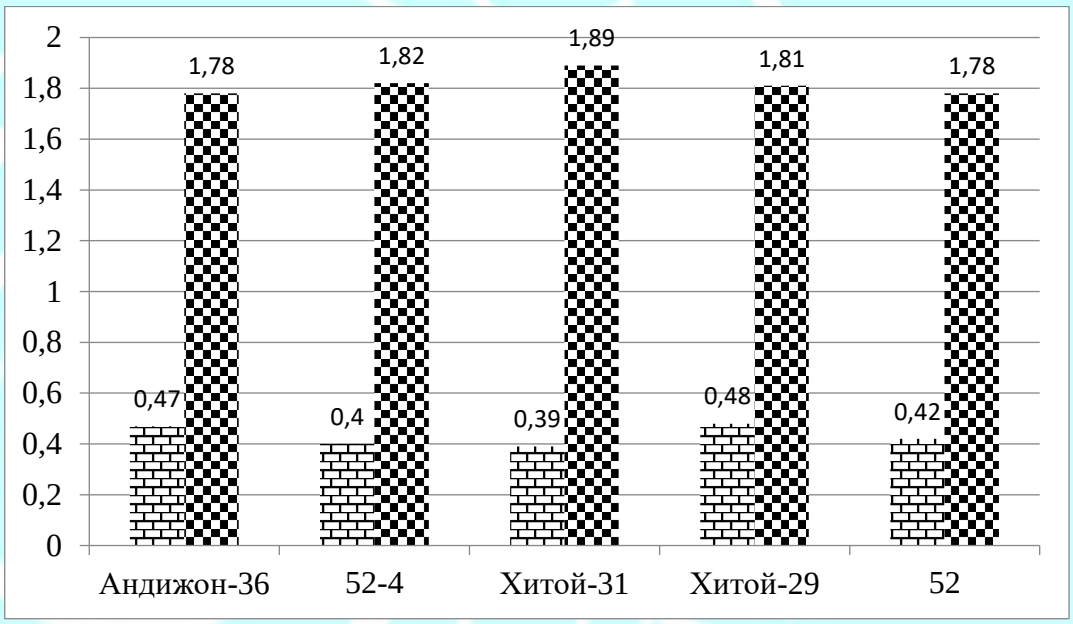
3.	Murakkab chigal tola	-	-	-	-	-
4.	Pishmagan tolalar dastasi	0,12	0,12	0,17	0,18	0,11
5.	Urilgan yoki jarohat-langan chigitlar	0,62	0,50	0,54	0,62	0,52
6.	Po‘stloqli tola	0,94	0,60	0,66	0,89	0,68
7.	Tugunchalar	0,28	0,20	0,12	0,18	0,24
8.	Iflosliklar	0,74	1,15	0,79	0,57	0,86

Tadqiqot natijalari asosida 3.18-3.19-rasmlarda g‘aramdagi tola tarkibidagi umumiy nuqson va chiqindilar miqdorining o‘zgarish gistogrammalari keltirildi.



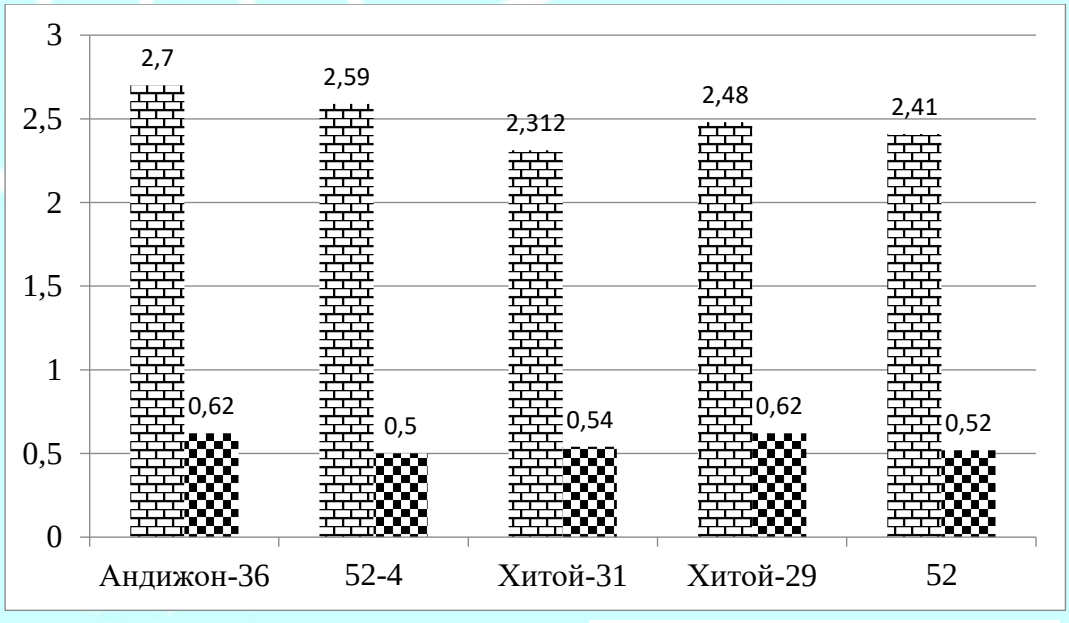
3.18-rasm. Tozalash jarayonidan keyin tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar va urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdorining o‘zgarishi.

ISSN 3030-3907



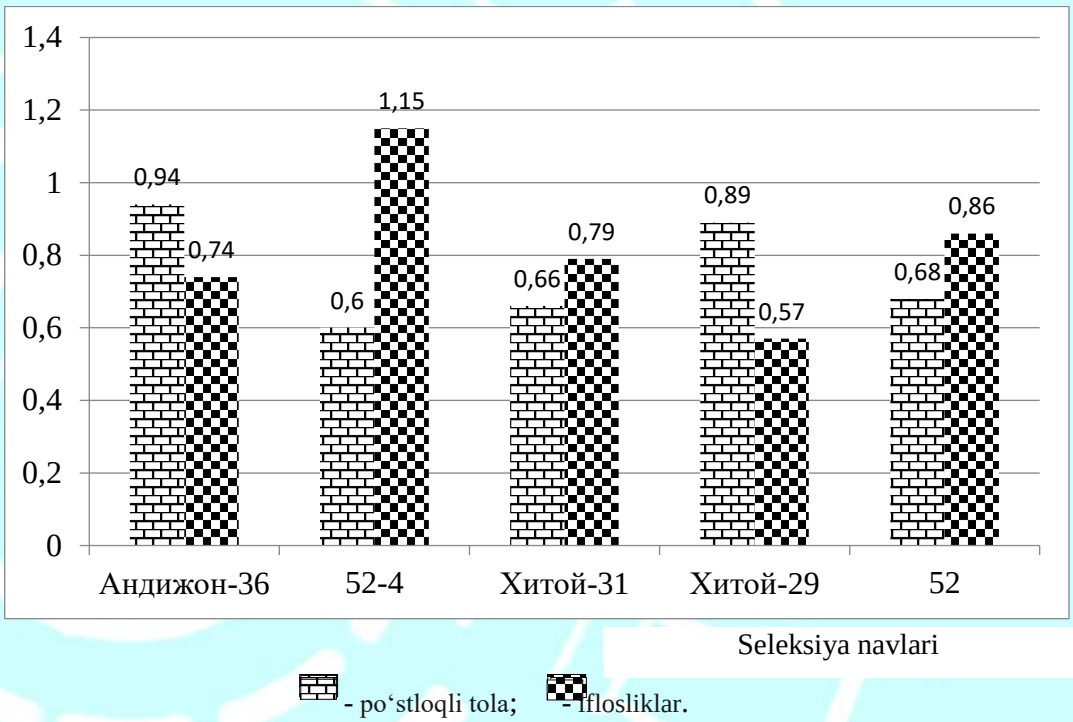
3.19-rasm. Tozalash jarayonidan keyin tola tarkibidagi po‘stloqli tola va iflosliklar miqdorining o‘zgarishi.

Tadqiqot natijalari asosida 3.18-3.19-rasmlarda paxtani dastlabki ishlash jarayonidan keyin tola tarkibidagi umumiy nuqson va chiqindilar miqdorining o‘zgarish gistogrammalari keltirildi.



3.18-rasm. Tozalash jarayonidan keyin tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar va urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdorining o‘zgarishi.

ISSN 3030-3907



3.19-rasm. Tozalash jarayonidan keyin tola tarkibidagi po‘stloqli tola va iflosliklar miqdorining o‘zgarishi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

G‘aramlangan paxta tolasini sinash natijalarini Andijon-36 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqson va chiqindilar miqdori bo‘yicha ko‘rsatkichlariga nisbatan solishtirsak, 52-4 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 1,7% ga, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori 21,9% ga oshdi, po‘stloqli tola 14,9% ga kamaydi, iflosliklar miqdori 2,1% ga oshdi, Xitoy-31 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 2,1% ga, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori 15,8% ga oshdi, po‘stloqli tola 17,1% ga kamaydi, iflosliklar miqdori 5,8% ga oshdi, Xitoy-29 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 5,0% ga kamaydi, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori 33,3%ga, po‘stloqli tola 2,1% ga, iflosliklar miqdori 1,9% ga oshdi, 52 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 1,1% ga, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori 21,9% ga oshdi, po‘stloqli tola 10,1% ga kamaydi, iflosliklar miqdori o‘zgarmadi.

Tolani tozalash jarayonidan keyin, olingan sinov natijalarini Andijon-36 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqson va chiqindilar miqdori bo‘yicha ko‘rsatkichlariga nisbatan solishtirsak, 52-4 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 4,1% ga, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori 19,4% ga, po‘stloqli tola 36,2% ga kamaydi, iflosliklar miqdori 35,7% ga oshdi, Xitoy-31 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 14,1% ga, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori 29,8% ga, po‘stloqli tola 29,8% ga kamaydi, iflosliklar miqdori 6,3% ga oshdi, Xitoy-29 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 8,1% ga kamaydi, urilgan yoki

ISSN 3030-3907

jarohatlangan chigitlar miqdori o‘zgarmadi, po‘stloqli tola 5,3% ga, iflosliklar miqdori 23,0% ga kamaydi, 52 seleksiya navli tola tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 10,8% ga, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori 16,1% ga, po‘stloqli tola 27,7% ga kamaydi, iflosliklar miqdori 13,9% ga oshdi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Paxta tolasi tarkibida po‘stloqli tola miqdori qanchalik yuqori bo‘lsa, undan olinadigan iplarning chiqish miqdori kamayadi, sifat ko‘rsatkichlari yomonlashadi, kalta tolalar miqdori ortadi. Shu sababli, paxta tozalash korxonalarida turli seleksiya navlarini qayta ishlashda har bir seleksiya uchun optimal variant ishlab chiqiladi.

Tadqiqot natijalari tahlilidan ko‘rinib turibdiki, tolani tozalash jarayonidan keyin Andijon-36 seleksiya navli tolaning ko‘rsatkichlariga nisbatan solishtirganimizda boshqa barcha turdagi Xitoyda olib kelingan seleksiya navlari tolasi tarkibidagi umumiy nuqsonlar miqdori 4,1% dan 10,8% gacha, urilgan yoki jarohatlangan chigitlar miqdori 16,1% dan 29,8% gacha, po‘stloqli tola 27,7% dan 36,2% gacha kamayganligi, iflosliklar miqdori 13,9% dan 35,7% gacha oshganligi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Артыков Р.Д., Каюмов А.Х., Парпиев А.П., Саидов С. Выбор оптимального режима работы сушилок// Хлопковая промышленность.1990. №6. С.6-8.

2. Umarxodjayev D.X., Parpiyev A. Tola sifatini yaxshilashni ba’zi muammolari. Paxta tozalash, to‘qimachilik, to‘qimachilik va yengil sanoat texnika va texnologiyalarini takomillashtirishda innavatsiyalarning roli. Ilmiy amaliy anjuman ma’ruza materiallari to‘plami. Namangan 2015 56-60 b.

3. Umarkhodjaev D.kh., Parpiev A. Some problems of fiber quality improvement. The role of innovation in the improvement of cotton ginning, textile, textile and light industry techniques and technologies. A collection of lecture materials of the scientific practical conference. Namangan 2015 pp. 56-60.

4. Umarkhodjaev D.Kh., Parpiev. A. “Peculiarities of processing machine-picked cotton” Scientific and practical conference of TTESI “Innovative ideas and developments of talented youth in the conditions of modernization of equipment and technologies” Tashkent, April 23-24, 2014.

5. Madumarov I.D. Improving the efficiency of the cotton cleaning process based on alternating and uniform heat-humidity conditions // Doctor of Technical Sciences (DSc) dissertation. Tashkent. 2019. 190 p.

6. Лугачев А.Е. Исследование основных элементов очистителей хлопка-сырца с целью повышения качественных показателей процесса. Дисс. канд. техн. наук. Ташкент. 1981. 180 с.

ISSN 3030-3907

7. Бурнашев Р.З. Теоретические основы очистки хлопка-сырца: Автореферат диссертации на соискание ученой степени док.техн.наук. Кострома. 1983. 434 с.
8. Кучерова Л.И. Оценка влияния сушки на структуру и свойства хлопкового волокна, вырабатываемого из него пряжи и ткани: Дис.. канд.техн.наук. М., 1981.
9. J. Kazakova, D. E. Zhumaniyazov, T. A. Ochilov, A. F. Plekhanov, и N. A. Koroleva, «Influence of different mixture structure on mechanical damage and fiber length on transitions of spinal processes», Izv. Vysshikh Uchebnykh Zaved. Seriya Teknol. Tekst. Promyshlennosti, т. 389, вып. 5, сс. 115–118, 2020.
10. T.Ochilov, H.Yodgorova, Sh.Shumkarova, M.Yuldasheva. Study the state of deformation of fibers with variable properties. // E3S Web of Conferences (Scopus), 2023. –P. 273–276. – T. 434. – №.4.
11. Atanafasov Muhiddin Rakhmonovich, Ochilov To‘lqin Ashurovich, Rahimjonov Husanboy Rahimjonov “Changes in the unevenness indicators of wicks obtained from mixtures of different compositions and processed fibers” //Innovative Development in Educational Activities // Volume 2, Issue 4, ISSN: 2181-3523, 2023.
12. Atanafasov M.R., Ochilov T.A., Usmonova Sh.A., Yuldashyev J.N., Hakimov Sh.H.Influence of Cotton Fiber of Different Composition and Secondary Material Resources on Single-Cycle Elongation Deformation of Yarns // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology – India, Volume 11, Issue 2, February 2022. pp.1135-1137.

ISSN 3030-3907

MOBIL TA’LIMNING AFZALLIKLARI, MUAMMOLARI VA O‘ZBEKISTONDAKI JORIY QILISH ISTIQBOLLARI

Esonova Moxiraxon Sodiqjon qizi
Andijon Davlat Universiteti, Fizika-matematika-IT fakulteti, magistr
E-mail: mohiramuhtarova@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada mobil ta’limning zamonaviy ta’lim tizimidagi o‘rni, uning asosiy afzalliklari hamda joriy etish jarayonida yuzaga kelayotgan muammolar ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Mobil texnologiyalarning ta’lim jarayonini tashkil etish, boshqarish va nazorat qilishdagi imkoniyatlari yoritilib, ularning o‘quv jarayoni samaradorligiga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot davomida tahliliy va taqqoslash metodlaridan foydalanilgan. Shuningdek, O‘zbekiston ta’lim tizimida mobil ta’limni joriy etishning amaldagi holati va istiqbollari baholangan. Tadqiqot natijasida mobil ta’limni bosqichma-bosqich joriy etish bo‘yicha amaliy takliflar ishlab chiqilgan bo‘lib, ular ta’lim sifatini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: mobil ta’lim, raqamli ta’lim, mobil texnologiyalar, ta’lim jarayoni, masofaviy ta’lim, innovatsion ta’lim, O‘zbekiston ta’lim tizimi

Аннотация. В данной статье проанализирована роль мобильного обучения в современной системе образования, его основные преимущества, а также проблемы внедрения и перспективы использования в Узбекистане. Рассмотрены возможности мобильных технологий для организации, управления и контроля образовательного процесса, их влияние на эффективность усвоения знаний учащимися. В исследовании применялись аналитический и сравнительный методы. Кроме того, оценено текущее состояние внедрения мобильного обучения в образовательной системе Узбекистана. На основании полученных результатов разработаны практические рекомендации по поэтапному внедрению мобильного обучения, способствующие повышению качества образования.

Ключевые слова: мобильное обучение, цифровое образование, мобильные технологии, образовательный процесс, дистанционное обучение, инновационное образование, система образования Узбекистана

Abstract. This article analyzes the role of mobile learning in the modern education system, its main advantages, as well as the challenges and prospects of its implementation in Uzbekistan. The possibilities of mobile technologies for organizing, managing, and monitoring the educational process, and their impact on students’ learning effectiveness are examined. Analytical and comparative methods were used in the study. Additionally, the current state of mobile learning implementation in the education system of Uzbekistan was evaluated. Based on the

results, practical recommendations for the phased introduction of mobile learning were developed to enhance the quality of education.

Keywords: mobile learning, digital education, mobile technologies, educational process, distance learning, innovative education, education system of Uzbekistan

Kirish

Bugungi kunda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi ta’lim tizimida yangi yondashuvlar va innovatsion ta’lim shakllarining paydo bo‘lishiga sabab bo‘lmoqda. Xususan, mobil qurilmalar va mobil ilovalar asosida tashkil etilgan mobil ta’lim (m-learning) ta’lim jarayonining uzluksizligini ta’minlash, o‘quvchilarning bilim olish imkoniyatlarini kengaytirish hamda ta’lim sifatini oshirishda muhim omil sifatida namoyon bo‘lmoqda. An’anaviy ta’lim shakllarida o‘quv jarayonini tashkil etish va boshqarishda mavjud bo‘lgan vaqt va makon bilan bog‘liq cheklovlar mobil ta’lim orqali sezilarli darajada bartaraf etilmoqda.

Mobil ta’limning asosiy afzalliklari qatoriga ta’lim jarayonining moslashuvchanligi, o‘quv materiallaridan istalgan vaqtda va istalgan joyda foydalanish imkoniyati, shuningdek, o‘quvchilar faolligini oshirishga xizmat qiluvchi interaktiv vositalarning mavjudligi kiradi. Shu bilan birga, mobil ta’limni joriy etish jarayonida texnik infratuzilmaning yetarli darajada rivojlanmaganligi, pedagog kadrlarning raqamli kompetensiyalari pastligi, metodik ta’minotning yetishmasligi kabi muammolar ham uchramoqda.

So‘nggi yillarda O‘zbekiston Respublikasida ta’lim tizimini raqamlashtirishga qaratilgan qator normativ-huquqiy hujjatlar va davlat dasturlari qabul qilinib, ta’lim jarayoniga zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini joriy etishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Mazkur jarayonda mobil ta’lim imkoniyatlaridan samarali foydalanish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi.

Mazkur maqolaning maqsadi mobil ta’limning ta’lim jarayonidagi ahamiyatini aniqlash, uning afzalliklari va joriy etishdagi muammolarini tahlil qilish, shuningdek, O‘zbekiston ta’lim tizimida mobil ta’limni rivojlantirish bo‘yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqishdan iborat.

ADABIYOTLAR TAHLILI

So‘nggi yillarda mobil ta’lim (mobile learning, m-learning) masalasi xorijiy va mahalliy tadqiqotchilar tomonidan keng o‘rganilmoqda. Ilmiy adabiyotlarda mobil ta’lim raqamli ta’limning muhim tarkibiy qismi sifatida talqin qilinib, u mobil qurilmalar yordamida o‘quv jarayonini tashkil etish, boshqarish va qo‘llab-quvvatlashga xizmat qiluvchi innovatsion yondashuv sifatida e’tirof etiladi. Tadqiqotchilarning fikriga ko‘ra, mobil ta’lim an’anaviy va masofaviy ta’lim shakllarini samarali to‘ldiruvchi vosita bo‘lib, ta’lim jarayonining moslashuvchanligini ta’minlaydi.

ISSN 3030-3907

Xorijiy ilmiy manbalarda mobil ta’limning afzalliklari sifatida o‘quvchilarning mustaqil ta’lim olish imkoniyatlarini kengaytirish, bilimlarni individuallashtirish, o‘quv jarayonida interaktivlikni oshirish hamda ta’lim jarayonining uzluksizligini ta’minlash kabi jihatlar ko‘rsatib o‘tiladi. Jumladan, mobil ilovalar, ta’lim platformalari va ijtimoiy tarmoqlar asosida tashkil etilgan o‘quv muhitlari o‘quvchilar va o‘qituvchilar o‘rtasidagi muloqotni tezkor va samarali amalga oshirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ayrim tadqiqotlarda mobil ta’limdan foydalanish o‘quvchilarning motivatsiyasini oshirishi va bilimlarni o‘zlashtirish darajasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi ta’kidlanadi.

Biroq ilmiy adabiyotlarda mobil ta’limni joriy etish bilan bog‘liq muammolar ham alohida qayd etilgan. Tadqiqotchilar texnik infratuzilmaning yetarli emasligi, barqaror internet aloqasining mavjud emasligi, mobil qurilmalardan foydalanish madaniyatining pastligi hamda pedagog kadrlarning raqamli kompetensiyalarining yetishmasligini asosiy cheklovchi omillar sifatida ko‘rsatadilar. Bundan tashqari, mobil ta’lim jarayonida o‘quvchilar faoliyatini nazorat qilish va baholash mexanizmlarini takomillashtirish zarurati ham ko‘plab ilmiy ishlarning markaziy masalalaridan biri hisoblanadi.

Mahalliy tadqiqotlarda esa asosan O‘zbekiston ta’lim tizimini raqamlashtirish, axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini ta’lim jarayoniga joriy etish hamda masofaviy ta’limni rivojlantirish masalalari yoritilgan. Ushbu tadqiqotlarda mobil ta’limning imkoniyatlari qayd etilgan bo‘lsa-da, uni ta’lim jarayonining to‘liq va tizimli shakli sifatida joriy etish masalasi yetarli darajada chuqur o‘rganilmagan. Aksariyat ishlarda mobil texnologiyalar yordamchi vosita sifatida talqin qilinib, ularning ta’lim jarayonini boshqarishdagi o‘rni kam yoritilgan.

Shu bois, mavjud ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish natijasida mobil ta’limning afzalliklari va muammolari yetarlicha o‘rganilgan bo‘lsa-da, ularni O‘zbekiston ta’lim tizimi sharoitida kompleks tahlil qilish hamda joriy etish istiqbollarini aniqlash zarurati mavjudligi aniqlanadi. Mazkur maqola aynan shu ilmiy bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan bo‘lib, mobil ta’limni ta’lim jarayonining samarali va istiqbolli shakli sifatida ilmiy asosda tahlil qilishni maqsad qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqot mobil ta’limning afzalliklari, muammolari hamda uni O‘zbekiston ta’lim tizimida joriy etish istiqbollarini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, unda ilmiy tahlilning bir nechta umumiy va maxsus metodlaridan foydalanildi. Tadqiqot jarayonida mobil ta’limga oid xorijiy va mahalliy ilmiy manbalar, normativ-huquqiy hujjatlar hamda amaliy tajribalar tizimli ravishda o‘rganildi.

Tadqiqotda tahliliy metod mobil ta’lim tushunchasi, uning asosiy xususiyatlari va ta’lim jarayonidagi ahamiyatini aniqlashda qo‘llanildi. Taqqoslash

ISSN 3030-3907

metodi orqali mobil ta’limning an’anaviy va masofaviy ta’lim shakllariga nisbatan afzalliklari hamda cheklovlari tahlil qilindi. Shuningdek, umumlashtirish metodi asosida mobil ta’limni joriy etish jarayonida yuzaga kelayotgan muammolar tizimlashtirilib, ularni bartaraf etish bo‘yicha xulosalar chiqarildi.

Bundan tashqari, O‘zbekiston ta’lim tizimida mobil texnologiyalardan foydalanishning amaldagi holatini baholash maqsadida kuzatish va hujjatlar tahlili metodlaridan foydalanildi. Tadqiqot natijalarini asoslashda mantiqiy tahlil metodidan foydalanilib, mobil ta’limni joriy etish istiqbollari va amaliy takliflar ishlab chiqildi. Qo‘llanilgan metodlar majmui tadqiqot natijalarining ishonchliligi va ilmiy asoslanganligini ta’minlashga xizmat qildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mobil ta’lim zamonaviy ta’lim tizimida o‘quv jarayonini samarali tashkil etish va boshqarish imkonini beruvchi muhim vosita hisoblanadi. Mobil qurilmalar va ilovalar yordamida o‘quv materiallariga tezkor kirish, topshiriqlarni bajarish va nazorat qilish, shuningdek, o‘qituvchi va o‘quvchi o‘rtasidagi muloqotni uzluksiz amalga oshirish mumkin. Bu holat ta’lim jarayonining moslashuvchanligini oshirib, o‘quvchilarning ta’limga bo‘lgan qiziqishini kuchaytiradi.

Mobil ta’limning asosiy afzalliklari tahlil qilinganda, birinchi navbatda, ta’lim jarayonining vaqt va makon bilan bog‘liq cheklovlardan holi ekanligi aniqlanadi. O‘quvchilar mobil qurilmalar orqali o‘quv materiallaridan istalgan joyda va istalgan vaqtda foydalanish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Shuningdek, mobil ilovalar asosida tashkil etilgan ta’lim muhiti o‘quv jarayonini individuallashtirish, o‘quvchilarning mustaqil ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirish va bilimlarni samarali o‘zlashtirishga xizmat qiladi.

Shu bilan birga, tadqiqot davomida mobil ta’limni joriy etish jarayonida yuzaga kelayotgan bir qator muammolar ham aniqlangan. Jumladan, ayrim hududlarda internet tarmog‘ining sifati pastligi, mobil qurilmalarning barcha o‘quvchilar uchun teng darajada mavjud emasligi, shuningdek, pedagoglarning mobil texnologiyalar bilan ishlash bo‘yicha yetarli tayyorgarlikka ega emasligi mobil ta’limdan samarali foydalanishga to‘sqinlik qilmoqda. Bundan tashqari, mobil ta’lim jarayonida o‘quvchilar faoliyatini baholash va nazorat qilish mexanizmlarini takomillashtirish zarurati mavjud.

O‘zbekiston ta’lim tizimida mobil ta’limni joriy etishning amaldagi holati tahlil qilinganda, so‘nggi yillarda raqamli ta’limga o‘tish jarayonida muayyan ijobiy siljishlar kuzatilayotganini ta’kidlash mumkin. Xususan, elektron ta’lim platformalari, mobil ilovalar va ijtimoiy tarmoqlardan ta’lim jarayonida foydalanish kengayib bormoqda. Biroq mobil ta’limni yagona va tizimli ta’lim shakli sifatida joriy etish masalasi hali to‘liq hal etilmagan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Mobil ta’limning afzalliklari va muammolari

№	Afzalliklar	Muammolar
1	Ta’lim jarayonining moslashuvchanligi	Internet infratuzilmasining yetarli emasligi
2	O‘quv materiallaridan tezkor foydalanish	Mobil qurilmalar bilan ta’minlanganlik darajasi
3	O‘quvchilar faolligining oshishi	Pedagoglarning raqamli kompetensiyalarining pastligi
4	Ta’lim jarayonini individuallashtirish	Baholash va nazorat mexanizmlarining takomillashmaganligi

Manba: muallif tomonidan tuzilgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mobil ta’lim zamonaviy ta’lim tizimining muhim va istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mobil texnologiyalar ta’lim jarayonini tashkil etish, boshqarish va nazorat qilishda keng imkoniyatlar yaratib, o‘quvchilarning bilim olish jarayonini yanada moslashuvchan va samarali qilishga xizmat qiladi. Tadqiqot davomida mobil ta’limning afzalliklari bilan bir qatorda, uni joriy etish jarayonida yuzaga kelayotgan muammolar ham aniqlandi.

Mobil ta’limning asosiy afzalliklari sifatida ta’lim jarayonining uzluksizligi, o‘quv materiallaridan erkin foydalanish imkoniyati, o‘quvchilar faolligining oshishi va ta’lim jarayonining individuallashtirilishi qayd etildi. Shu bilan birga, internet infratuzilmasining yetarli darajada rivojlanmaganligi, mobil qurilmalardan foydalanish imkoniyatlarining teng emasligi, pedagog kadrlarning raqamli kompetensiyalarining pastligi mobil ta’limni keng joriy etishga to‘sqinlik qiluvchi asosiy omillar sifatida belgilandi.

O‘zbekiston ta’lim tizimida mobil ta’limni joriy etish jarayonida ijobiy siljishlar kuzatilayotgan bo‘lsa-da, uni ta’lim jarayonining to‘liq va tizimli shakli sifatida tatbiq etish uchun kompleks yondashuv zarur. Shu munosabat bilan mobil ta’limni rivojlantirish bo‘yicha quyidagi takliflarni ilgari surish maqsadga muvofiq hisoblanadi:

- ta’lim muassasalarida internet infratuzilmasini yanada rivojlantirish va barqarorligini ta’minlash;
- pedagog kadrlarning mobil va raqamli texnologiyalar bo‘yicha malakasini oshirishga yo‘naltirilgan tizimli o‘quv kurslarini tashkil etish;
- mobil ta’lim uchun moslashtirilgan o‘quv-metodik materiallar va platformalarni ishlab chiqish;

ISSN 3030-3907

- mobil ta’lim jarayonida o‘quvchilar faoliyatini baholash va nazorat qilishning samarali mexanizmlarini joriy etish.

Mazkur takliflarning amaliyotga tatbiq etilishi mobil ta’limni O‘zbekiston ta’lim tizimida samarali joriy etish, ta’lim sifati va raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Ally, M., & Tannenbaum, R. (2020). *Mobile Learning in Higher Education: Trends and Applications*. New York: Springer, pp. 12–45.
2. Kukulska-Hulme, A. (2017). *Mobile-Assisted Language Learning*. London: Routledge, pp. 23–67.
3. Traxler, J. (2016). *Learning with Mobile Devices: A Handbook for Educators*. Oxford: Oxford University Press, pp. 5–50.
4. Sharipov, N. (2021). *Raqamli ta’lim va mobil texnologiyalar*. Toshkent: O‘zbekiston Pedagogika Universiteti nashriyoti, pp. 34–78.
5. Karimov, A., & Islomova, F. (2022). *O‘zbekiston maktablarida mobil ta’limni joriy etish tajribasi*. Toshkent: Fan, pp. 14–56.
6. Ally, M., & Prieto-Blázquez, J. (2014). *What is the Future of Mobile Learning in Education?* International Review of Research in Open and Distance Learning, 15(2), pp. 1–17.
7. Crompton, H. (2013). *Mobile Learning: New Approach, New Theory*. Routledge, pp. 8–42.
8. Sharipova, Z. (2020). *Mobil ilovalar orqali ta’lim jarayonini boshqarish*. Toshkent: Akademnashr, pp. 22–60.
9. Ally, M. (2019). *Foundations of Mobile Learning*. Athabasca University Press, pp. 15–48.
10. OECD (2021). *Education at a Glance 2021: Technology and Learning*. Paris: OECD Publishing, pp. 101–150.

ISSN 3030-3907

ELEKTR QARSHILIKLI ISSIQLIK PECHLARIDA QIZDIRUVCHI ELEMENTLAR PARAMETRLARINI OPTIMALLASHTIRISH VA SAMARADORLIK TAHLILI

Axmadaliyev Utkirbek Akramjonovich
Muqobil energiya manbalari kafedrasi katta o'qituvchisi
Jahongirov Xurshidbek Jahongir o'g'li
Andijon davlat texnika instituti muqobil energiya manbalari kafedrasi 4-kurs talabasi

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda elektr qarshilikli issiqlik pechlarida ishlatiladigan qizdiruvchi elementlarning asosiy elektr, issiqlik va konstruktiv parametrlari chuqur tahlil qilinadi. Qizdiruvchi element materialining turi, elektr qarshiligi, geometrik shakli va o'lchamlarining pechning umumiy samaradorligiga ta'siri o'rganiladi. Shuningdek, ishchi harorat rejimlari, issiqlik uzatish jarayonlari va energiya yo'qotish omillari baholanadi. Tadqiqot davomida energiya sarfini kamaytirish, qizdiruvchi elementlarning xizmat muddatini uzaytirish hamda pechning ishonchliligini oshirishga qaratilgan optimallashtirish usullari ko'rib chiqiladi. Olingan natijalar asosida elektr qarshilikli issiqlik pechlari uchun qizdiruvchi elementlarni tanlash va loyihalash bo'yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Ushbu ish sanoat va laboratoriya pechlarining energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so'zlar: elektr qarshilikli issiqlik pechi, qizdiruvchi element, energiya samaradorligi, parametrlarni optimallashtirish, elektr qarshiligi, issiqlik almashinuvi, ishchi harorat rejimi, elektr energiyasi sarfi, issiqlik yo'qotishlari, pech samaradorligi, xizmat muddati, termik barqarorlik, konstruktsion xususiyatlari.

Аннотация: В данном исследовании представлен углубленный анализ основных электрических, тепловых и конструктивных параметров нагревательных элементов, используемых в электропечах сопротивления. Изучено влияние типа материала нагревательного элемента, электрического сопротивления, геометрической формы и размеров на общую эффективность печи. Также оценены режимы рабочих температур, процессы теплопередачи и коэффициенты потерь энергии. В ходе исследования рассмотрены методы оптимизации, направленные на снижение энергопотребления, продление срока службы нагревательных элементов и повышение надежности печи. На основе полученных результатов разработаны научные и практические рекомендации по выбору и проектированию нагревательных элементов для электропечей сопротивления. Данная работа направлена на повышение энергоэффективности промышленных и лабораторных печей.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: электропечь сопротивления, нагревательный элемент, энергоэффективность, оптимизация параметров, электрическое сопротивление, теплопередача, режим рабочих температур, потребление электроэнергии, тепловые потери, эффективность печи, срок службы, термическая стабильность, конструктивные особенности.

Annotation: This study provides an in-depth analysis of the main electrical, thermal, and structural parameters of heating elements used in electric resistance furnaces. The influence of the type of heating element material, electrical resistance, geometric shape, and dimensions on the overall efficiency of the furnace is studied. Operating temperature regimes, heat transfer processes, and energy loss factors are also evaluated. Optimization methods aimed at reducing energy consumption, extending the service life of heating elements, and increasing furnace reliability are considered during the study. Based on the results obtained, scientific and practical recommendations are developed for the selection and design of heating elements for electric resistance furnaces. This work serves to increase the energy efficiency of industrial and laboratory furnaces.

Keywords: electric resistance furnace, heating element, energy efficiency, parameter optimization, electrical resistance, heat transfer, operating temperature regime, electricity consumption, heat losses, furnace efficiency, service life, thermal stability, structural features.

Kirish.

Elektr qarshilikli issiqlik pechlarining samarali ishlashi zamonaviy sanoat va ilmiy tadqiqot jarayonlarida muhim ahamiyatga ega bo‘lib, ularning energiya samaradorligini oshirish masalalari ilmiy va amaliy jihatdan yuqori dolzarblik kasb etmoqda. Elektr qarshilikli pechlar ishlash prinsipi asosida elektr energiyasining to‘liq issiqlikka aylanishi yotadi, bu jarayon pech ichidagi qizdiruvchi elementlar orqali amalga oshadi va ularning parametrlari pechning umumiy samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [1]. Qizdiruvchi elementlarning materiali, geometrik shakli va ishchi harorat rejimlari ularning termal va elektr xarakteristikalari orqali pechning energiya sarfi va isitish samaradorligini belgilaydi [2].

Hozirgi tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, pechda optimal qizdiruvchi elementlarni tanlash va ularning xarakteristikalarini moslashtirish orqali issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish va harorat nazoratini yaxshilash mumkin, bu esa energiya tejashni ta’minlaydi [3]. Shu bilan birga, pechning termal maydoni va elektr maydon taqsimoti ham pech samaradorligiga ta’sir qiladi, bu o‘zaro bog‘liq fizik jarayonlarni matematik modellar yordamida aniqlash samaradorlikni oshirish uchun muhimdir [4]. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, dinamik harorat nazorati va optimallashtirilgan element konfiguratsiyasi isish jarayonini barqarorlashtirib, pech samaradorligini oshiradi [5].

ISSN 3030-3907

Shu bois, elektr qarshilikli issiqlik pechlarida qizdiruvchi elementlarning parametrlarini optimallashtirish bugungi kunda energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan yetakchi tadqiqot yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u sanoat pechlaridan tortib laboratoriya uskunalarigacha barcha turdagi pechlarda qo‘llanilishi mumkin.

METOLOGIYA.

Elektr qarshilikli issiqlik pechlarida **qizdiruvchi elementlar** (heating elements) pechning asosiy issiqlik manbai bo‘lib, ularning material xossalari, geometrik o‘lchamlari va elektr parametrlari pechning umumiy samaradorligini belgilovchi eng muhim omillardir. Qizdiruvchi elementlar odatda **nikrom (NiCr), kanthal (FeCrAl), tungi mis simlar** yoki **keramika ichiga o‘tkazilgan metall tolalar** dan tayyorlanadi. Ularning tanlovi pechning ishchi harorati, energiya sarfi va ishlash muddati bilan bevosita bog‘liq.

Elektr qarshilikli elementda issiqlik ishlab chiqarish Joule-Lenz qonuni orqali ifodalanadi:

$$Q= I^2Rt \qquad (1)$$

Bu formulaga ko‘ra, qizdiruvchi elementning harorat ko‘tarilishi bilan qarshilik oshadi va shuning natijasida tok va issiqlik ishlab chiqarish qiymati dinamik tarzda o‘zgaradi. Shu sababli, elementlarni optimallashtirishda haroratga bog‘liq qarshilikni hisobga olish juda muhimdir. Bu formulada tokning kvadrati bilan issiqlik energiyasi proporsional ekanligi ko‘rsatilgan. Shu bilan birga, qarshilik RRR ham element materiali va geometrik o‘lchamlariga bog‘liq.

Kengaytirilgan shaklda, qarshilikning haroratga bog‘liqligi hisobga olinadi:

$$R(T)=R_0[1+\alpha(T-T_0)] \qquad (2)$$

Bu formulaga ko‘ra, qizdiruvchi elementning harorat ko‘tarilishi bilan qarshilik oshadi va shuning natijasida tok va issiqlik ishlab chiqarish qiymati dinamik tarzda o‘zgaradi. Shu sababli, elementlarni optimallashtirishda haroratga bog‘liq qarshilikni hisobga olish juda muhimdir.

Bu formulalar asosida element dizaynini optimallashtirish quyidagicha qarorlarni talab qiladi:

- Qarshilikni mos tanlash — elementning ρ qiymati yuqori bo‘lsa, u kam tok bilan ham ko‘p issiqlik chiqaradi.
- Geometriyani sozlash — uzunlik va kesim sohasini o‘zgartirish orqali R ni kerakli darajaga olib kelish.

Ushbu optimal elementlar uchun quyidagi qizdiruvchi element materiallari va ularning xususiyatlarini ifodalovchi jadvalni tavsiya qilish mumkin[4-6].

ISSN 3030-3907

1-jadval

№	Materiallar	273 ^{0} K da solishtirma qarshilik ρ , Ohm mm ^{2} / m	Maksimal ish harorati, ^{0} C	Zichlik 273 ^{0} K, g/ sm^3
1.	Alyuminiyli X15N6ON nichrom	1.0	1000	8.2
2.	Temir xrom nikel X25N20	0.92	7000	7.9
3.	Nichrom X20N80	1.09	1100	8.4
4.	Nichrom X20N80T3	1.27	1100	8.2
5.	Alyuminiyli XN70N nichrom	1.34	1200	7.9
6.	Alyuminiyli nichrom X15N60N3A	1.27	1200	7.9
7.	Temir-xrom-alyuminiy OX23U5A	1.42	1300	7.9
12.	Molibden	0,05	2200	0.2
13.	Volfram	0,054	3000	19.8

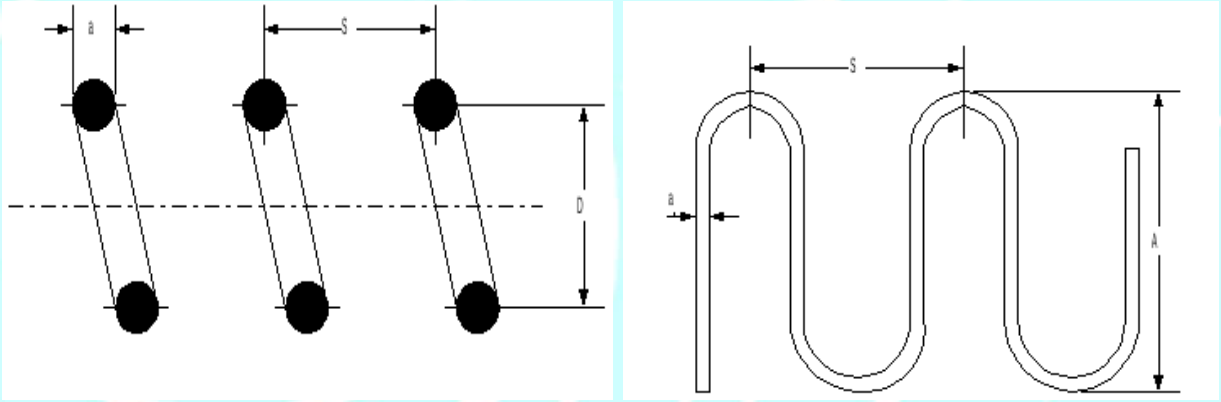
Qizdiruvchi elementning optimalligi bu ishlab chiqaradigan issiqlik miqdori bilan pech ichidagi issiqlik tarqalishini muvozanatlashdir. Agar R juda past bo‘lsa, tok kuchi oshib ketadi va sim tez isiydi, bu esa elementni shikastlashi mumkin. Qarshi holatda R juda yuqori bo‘lsa, element ko‘p issiqlik chiqarmaydi.

Amaliyotda elektr qarshilikli pechlar uchun eng ko‘p qo‘llaniladigan metall qizdiruvchi elementlar xrom–alyuminiy qotishmalari (Fe–Cr–Al), nixrom (Ni–Cr), shuningdek yuqori haroratli pechlar uchun volfram va molibden hisoblanadi. Ushbu materiallar yuqori erish harorati, katta solishtirma elektr qarshiligi va yaxshi termik barqarorligi bilan ajralib turadi. Bundan tashqari, zamonaviy issiqlik pechlarida metall bo‘lmagan qizdiruvchi elementlar — karborund (SiC), molibden disilitsidi ($MoSi_2$), grafit kabi materiallardan ham keng foydalanilmoqda. Bu materiallar o‘ta yuqori haroratlarda ishlash imkoniyati va uzoq xizmat muddati bilan ajralib turadi.

Strukturaviy jihatdan metall qizdiruvchi elementlar turli konstruktiv shakllarda tayyorlanadi. Amaliyotda ular simli spiral, zigzag shaklli sim, zigzag lenta, tasma ko‘rinishidagi elementlar, shuningdek list materiallardan shtamplash

ISSN 3030-3907

yo‘li bilan tayyorlangan yoki quyma usulda ishlab chiqarilgan qizdiruvchi elementlar sifatida qo‘llaniladi (1.2-rasm). Qizdiruvchi element konstruksiyasining tanlanishi pechning ishchi harorati, quvvat zichligi, issiqlik tarqalish bir xilligi va ekspluatatsion ishonchlilik talablariga bog‘liq bo‘ladi[7].



1-rasm.Qizdirish elementlarining konstruktiv sxemalari:
a) simli spiral; b) zigzag lenta.

TAHLIL VA NATIJALAR.

Qizdiruvchi elementlarning yakuniy geometrik o‘lchamlari sanoatda ishlab chiqariladigan standart elementlar o‘lchamlariga mos ravishda **GOST 2615 va GOST 2.238** talablariga muvofiq aniqlashtiriladi. Bu yondashuv elektr qarshilikli issiqlik pechlarida elementlarning almashinuvchanligini ta’minlash bilan birga, ularning ishonchli va barqaror ishlashini ham kafolatlaydi.

Qizdiruvchi elementlarning kesimini aniqlash hisoblarini soddalashtirish maqsadida **yuqoridagi jadvaldan** foydalanish mumkin. Ushbu jadval orqali pech quvvati (yoki bitta faza/parallel tarmoq quvvati), **solishtirma sirt quvvati W** hamda qizdiruvchi elementning geometrik o‘lchamlari — sim uchun **diametri d,** lenta uchun esa **qalinligi a** o‘rtasidagi bog‘liqlikni ifodalaydi. Grafiklar 380, 220 va 127 V standart kuchlanishlar uchun, shuningdek, **$\rho = 10^{-6}$ Ом·м** solishtirma elektr qarshilikka ega material va lenta kengligining qalinlikka nisbati **m = 10** bo‘lgan sharoitda tuzilgan.

Mazkur grafiklar yordamida qizdiruvchi element quvvati va ta’minlovchi kuchlanish ma’lum bo‘lganda, belgilangan solishtirma sirt quvvatiga mos keluvchi sim diametri yoki lenta qalinligini tez va aniqlik bilan aniqlash mumkin. Agar qizdiruvchi element boshqa solishtirma elektr qarshilikka ega materialdan tayyorlansa, solishtirma sirt quvvatining **ρ ga proportsional** o‘zgarishi inobatga olinadi. Bunda grafiklarda qo‘llaniladigan **W qiymati materialning ishchi haroratdagi haqiqiy solishtirma qarshiligiga bo‘linadi.**

Mazkur yondashuv qizdiruvchi elementlarning optimal o‘lchamlarini tanlash, ortiqcha qizishning oldini olish va natijada **issiqlik pechining energiya samaradorligini oshirish** imkonini beradi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Nixrom olovga chidamli qizdirish elementi

Ko‘pgina sanoat pechlaridagi isitish elementlari lenta yoki simdan yasalgan. 1-rasmda odatiy nichrom simli isitgichning tuzilishi, jumladan, pechning tomi, devorlari va poli uchun umumiy o‘rnatish moslamalari va terminal dizayni ko‘rsatilgan. Sanoat pech isitgichlarini ishlab chiqarish uchun odatda 3 dan 7 mm gacha bo‘lgan sim diametri ishlatiladi. Biroq, ish harorati 1000°C va undan yuqori bo‘lgan pechlar uchun 5 mm dan kam sim diametridan foydalanilmasligi kerak.

Spiralning qadami h va uning diametri D hamda simning diametri d o‘rtasidagi bog‘liqlik (2-rasm) isitgichlarni pechga joylashtirishni osonlashtiradigan, ularning yetarlicha qattiqligini ta'minlaydigan va shu bilan birga ulardan mahsulotlarga issiqlik o‘tkazilishiga haddan tashqari to‘sqinlik qilmaydigan tarzda tanlanadi.

G‘altakning diametri qanchalik katta va uning qadami qanchalik zich bo‘lsa, isitgichlarni pechga joylashtirish shunchalik oson bo‘ladi. Biroq, diametr oshishi bilan g‘altakning mustahkamligi pasayadi va uning burilishlarining bir-birining ustiga chiqish moyilligi ortadi. Aksincha, o‘rash zichligi oshishi bilan uning burilishlarining qolgan qismining mahsulotga qaragan qismining ekranlash effekti ortadi va natijada uning sirt maydoni kamayadi.[8-9].

XULOSA.

Xulosa qilib aytganda, qizdiruvchi elementlarning yakuniy o‘lchamlari sanoat standartlariga mos ravishda aniqlashtirilishi, ularning ishlash samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Grafik va formulalardan foydalanish orqali elementlarning diametri yoki lenta qalinligini tez va aniq tanlash mumkin, bu esa ortiqcha qizish va energiya yo‘qotilishining oldini oladi. Shuningdek, element materiali solishtirma qarshilik jihatdan farq qilsa, W qiymatini materialning haqiqiy qarshiligiga moslashtirish orqali hisoblash natijalarining to‘g‘riligi ta’minlanadi. Natijada, issiqlik pechining energiyadan samarali foydalanishi va elementlarning uzoq muddat barqaror ishlashi kafolatlanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Abdullaev, Sh.X. “Elektr qarshilikli issiqlik pechlarining dizayni va samaradorligi”, Toshkent: Fan va texnika nashriyoti, 2018.
2. Rahimov, A.T “Qizdiruvchi elementlar va ularning ishlash parametrlari”, Toshkent: O‘zbekiston Milliy Universiteti nashriyoti, 2020.
3. Логачёв, М.В., Иваницкий, Н.И., Давидович, Л.М. “Электрические нагреватели: расчет, конструкция, материалы”, Москва: Энергоатомиздат, 2015.
4. Кузнецов, В.А. “Металлические сопротивления и нагревательные элементы в промышленных печах”, Санкт-Петербург: Лань, 2017.
5. Hussein M. M., Alkhalaf S. va boshqalar. Modern Temperature Control of Electric Furnace in Industrial Applications Based on Modified Optimization Technique. Energies. 2022;15(22):8474.
6. Numerical simulation of resistance furnaces by using distributed and lumped models. Advances in Computational Mathematics. 2024.
7. Insights into the thermal and electric field distribution and the structural optimization in the graphitization furnace. Energy, 2024.
8. Temperature Control Method for Electric Heating Furnaces Based on Auto-Encoder and Fuzzy PI Control. Sensors. 2025.
9. Department of Energy – Electric Resistance Heating overview. U.S. Government.

ISSN 3030-3907

AROMATIK UGLEVODORODLARNI AJRATISH EKSTRAGENTLARINING XOSSALARI

G‘aybullayev Saidjon Abdusalimovich
Osiyo xalqaro universiteti, Umumtexnik fanlar kafedrasi dotsenti
E-mail: saidxontura@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur ishda aromatik uglevodorodlarga boy yonaki mahsulotlar, xususan piroliz distillyati tarkibidan benzolni ajratib olishning zamonaviy ekstraksion usullari, arenlarni ajratish jarayonining fizik-kimyoviy asoslari, tanlovchan erituvchilarning selektivligi hamda texnologik parametrlarning ajratish samaradorligiga ta’siri tahlil qilingan. DEG, DMSO, DMFA va sulfolan kabi erituvchilarning ekstraksion xossalari qiyosiy baholangan. Natijalar aromatik uglevodorodlarni sanoat miqyosida ajratib olish texnologiyalarini takomillashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: arenlarga boy konsentratlar, arenli distillyatlar, ekstraksiya, rafinat, ekstrakt, ekstragent, tanlovchanlik, aromatik uglevodorodlar, benzol.

Abstract. This study analyzes modern extraction methods for separating benzene from aromatic hydrocarbon-rich by-products, particularly pyrolysis distillates, as well as the physicochemical foundations of arene separation, the selectivity of chosen solvents, and the influence of technological parameters on separation efficiency. The extractive properties of solvents such as diethylene glycol (DEG), dimethyl sulfoxide (DMSO), N,N-dimethylformamide (DMFA), and sulfolane were comparatively evaluated. The results are of practical significance for improving industrial-scale technologies for the separation of aromatic hydrocarbons.

Keywords: arene-rich concentrates, arene distillates, extraction, raffinate, extract, extractant, selectivity, aromatic hydrocarbons, benzene.

Аннотация. Отация. В данной работе проанализированы современные методы экстракции продуктов горения, богатых ароматическими углеводородами, в частности, выделение бензола из состава пиролизного дистиллята, физико-химические основы процесса разделения аренов, селективность селективных растворителей и влияние технологических параметров на эффективность рннотация. В данной работе проанализированы современные методы экстракции продуктов горения, богатых ароматическими углеводородами, в частности, выделение бензола из состава пиролизного дистиллята, физико-химические основы процесса разделения аренов, селективность селективных растворителей и влияние технологических параметров на эффективность разделения. Экстракционные свойства таких растворителей, как DEG, DMSO, dmfa и сульфолан, оценивались сравнительно. Результаты имеют практическое значение для

ISSN 3030-3907

совершенствования технологий извлечения ароматических углеводородов в промышленных масштабах.

Ключевые слова: концентраты, богатые аренами, ареновые дистилляты, экстракция, Рафинат, экстракт, экстрагент, селективность, ароматические углеводороды, бензол.

Kirish.

Hozirgi kunda neft-kimyo va gaz-kimyo sanoatining jadal rivojlanishi aromatik uglevodorodlarga, xususan benzolga bo‘lgan talabning keskin ortishiga olib kelmoqda. Benzol polimerlar, sintetik tolalar, bo‘yoqlar, farmatsevtika mahsulotlari hamda yuqori oktanli yoqilg‘i komponentlarini ishlab chiqarishda asosiy xom ashyo sifatida keng qo‘llaniladi. Shu bois benzolni sanoat miqyosida samarali va iqtisodiy jihatdan maqbul usullar bilan ajratib olish dolzarb ilmiy-texnologik masalalardan biri hisoblanadi.

Hududiy yetakchi ishlab chiqarish korxonalarida asosiy texnologik jarayonlar bilan bir qatorda aromatik uglevodorodlarga boy yonaki mahsulotlar hosil bo‘ladi. Bunday mahsulotlarga, avvalo, uglevodorod xom ashyosini yuqori haroratlarda qayta ishlash natijasida olinadigan piroliz distillyati kiradi. Piroliz distillyati murakkab ko‘p komponentli sistema bo‘lib, tarkibida benzol, toluol, ksilollar, olefinlar hamda to‘yintirilgan uglevodorodlar mavjud bo‘ladi. Ushbu yonaki mahsulotlar ko‘pincha yetarli darajada chuqur qayta ishlanmasdan foydalaniladi yoki past qo‘shimcha qiymatga ega yo‘nalishlarda sarflanadi.

Piroliz distillyati tarkibidan benzolni ajratib olish texnologik jihatdan murakkab jarayon hisoblanadi, chunki distillyat tarkibidagi komponentlarning qaynash haroratlari bir-biriga yaqin va ularning ayrimlari yuqori harorat ta’sirida termik beqarorlik namoyon etadi. Shu sababli faqat rektifikatsiyaga asoslangan ajratish usullarini qo‘llash energiya sarfining ortishiga va jarayon samaradorligining pasayishiga olib keladi. Mazkur holatda tanlovchan erituvchilar yordamida suyuqlik–suyuqlik ekstraksiyasi benzolni ajratib olishning istiqbolli va samarali usullaridan biri sifatida qaraladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Distillyatlardan aromatik uglevodorodlarni ajratib olish neft-kimyo va gaz-kimyo sanoatining muhim texnologik bosqichlaridan biri hisoblanadi. Ushbu jarayonning samaradorligi bir qator o‘zaro bog‘liq fizik-kimyoviy, texnologik va apparat omillari bilan belgilanadi. Aromatik uglevodorodlarning (benzol, toluol, ksilollar) yuqori qo‘shimcha qiymatga ega bo‘lishi ularni distillyat tarkibidan maksimal darajada ajratib olishni talab etadi.

Avvalo, ajratish samaradorligi dastlabki distillyat tarkibi va xossalariga bevosita bog‘liq. Distillyatdagi aromatik va noaromatik uglevodorodlar nisbati, olefin va diolefinlarning mavjudligi, shuningdek komponentlarning qaynash

ISSN 3030-3907

haroratlari bir-biriga yaqinligi jarayonning murakkablik darajasini belgilaydi. Aromatik va alifatik uglevodorodlarning strukturaviy farqi ularning turli erituvchilarda eruvchanligiga ta’sir ko‘rsatadi va ekstraksion ajratishning nazariy asosini tashkil etadi.

Ajratish jarayonining samaradorligini belgilovchi muhim omillardan yana biri qo‘llaniladigan texnologik usul hisoblanadi. Qaynash haroratlari farqi yetarli bo‘lmagan hollarda faqat rektifikatsiya jarayonini qo‘llash energiya sarfining ortishiga olib keladi. Shu sababli aromatik uglevodorodlarga boy distillyatlarni qayta ishlashda tanlovchan erituvchilar yordamida amalga oshiriladigan suyuqlik–suyuqlik ekstraksiyasi keng qo‘llaniladi. Ko‘pincha ekstraksiya va rektifikatsiya jarayonlarining kombinatsiyasi eng yuqori texnologik samaradorlikni ta’minlaydi.

Aromatik uglevodorodlarga nisbatan yuqori selektivlikka ega bo‘lgan erituvchilarni qo‘llash piroliz distillyati tarkibidan benzolni yuqori tozalash darajasida ajratib olish, energiya sarfini kamaytirish hamda mavjud sanoat chiqindilarini qo‘shimcha qiymatli mahsulotlarga aylantirish imkonini beradi. Shu bilan birga, hududiy ishlab chiqarish korxonalarida hosil bo‘layotgan piroliz distillyatlarining ratsional qayta ishlanishi import o‘rnini bosuvchi mahsulotlar ishlab chiqarish, resurslardan kompleks foydalanish va ekologik yuklamani kamaytirish nuqtai nazaridan muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu sababli, mazkur ishda aromatik uglevodorodlarga boy piroliz distillyati tarkibidan benzolni ajratib olishning zamonaviy ekstraksion usullarini tahlil qilish, optimal texnologik sharoitlarni asoslash hamda jarayon samaradorligini oshirishga qaratilgan yondashuvlarni ishlab chiqish asosiy maqsad qilib belgilangan.

Ekstraksion ajratish jarayonida tanlovchan erituvchining xossalari hal qiluvchi ahamiyatga ega. Erituvchi aromatik uglevodorodlarga nisbatan yuqori selektivlikka, noaromatik komponentlarga nisbatan esa past eruvchanlikka ega bo‘lishi lozim. Shuningdek, erituvchining past uchuvchanligi, kimyoviy va termik barqarorligi, qayta regeneratsiya qilinishi va ekologik xavfsizligi jarayon samaradorligini belgilovchi asosiy mezonlar sirasiga kiradi. Amaliyotda sulfolan, N-metilpirolidon, dietilenglikol va furfurol kabi erituvchilar keng qo‘llaniladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Jarayonning texnologik parametrlari ham ajratish samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Haroratning oshishi aromatik uglevodorodlarning erituvchida eruvchanligini o‘zgartirishi mumkin, biroq selektivlikning pasayishiga olib kelishi ehtimoli mavjud. Erituvchi va distillyat sarflari nisbati, fazalararo kontakt vaqti, aralashtirish intensivligi hamda ekstraksiya bosqichlari soni aromatik uglevodorodlarning ajralish darajasini belgilovchi muhim omillardir.

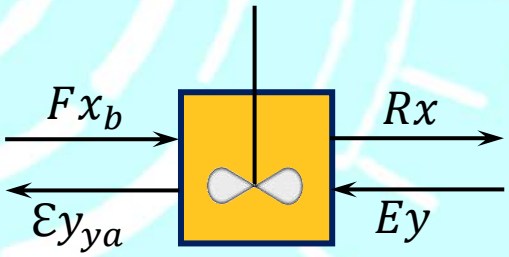
Bundan tashqari, fazalararo muvozanat sharoitlari ajratish jarayonining nazariy asosini tashkil etadi. Aromatik uglevodorodlarning taqsimlanish

ISSN 3030-3907

koeffitsienti, muvozanat egri chiziqlari va bog‘lovchi chiziqlarning (tie-lines) joylashuvi ekstraksiya jarayonining mumkin bo‘lgan maksimal samaradorligini aniqlash imkonini beradi.

Ajratish samaradorligiga apparat konstruksiyasi va texnologik sxema ham katta ta’sir ko‘rsatadi. Ekstraktor turi, ilmiy asoslangan gidravlik rejim, qarama-qarshi oqim sxemasidan foydalanish va fazalarni samarali ajratish sharoitlari jarayonning barqaror va yuqori samaradorlik bilan olib borilishini ta’minlaydi.

Ekstraksiyalash jarayoni suyuqlik aralashmalari tarkibidan bir yoki bir nechta komponentlarni tanlovchan erituvchilar yordamida ajratib olish maqsadida amalga oshiriladigan asosiy jarayon sanaladi. 1-rasmda bir bosqichli ekstraksiyalash jarayonining oqimlar sxemasi tasvirlangan.



1-rasm. Bir bosqichli ekstraksiyalash jarayoni

Berilgan chizmada aralashtirgich–ajratgich tipidagi bir bosqichli ekstraksiya apparati tasvirlangan. Ushbu qurilmada suyuq aralashma va tanlovchan erituvchi o‘zaro kontaktda bo‘lib, fazalararo modda almashinish hisobiga komponentlar ajratiladi. Apparatga:

xom ashyo oqimi ($F,\ x_b$) – ajratilishi lozim bo‘lgan komponentni saqlovchi asosiy faza;

erituvchi oqimi ($\mathcal{E},\ y_{ya}$) – tanlovchan xossaga ega bo‘lgan suyuqlik uzatiladi. Aralashtirish zonasida fazalar intensiv kontaktda bo‘lib, maqsadli komponent xom ashyo fazasidan erituvchi fazaga o‘tadi. Ajratish zonasida fazalar zichliklar farqi hisobiga ajraladi va:

rafinat ($R,\ x$) – maqsadli komponentdan qisman tozalangan xom ashyo fazasi;

ekstrakt (E, y) – maqsadli komponentga boy erituvchi faza hosil bo‘ladi.

Xom ashyo (F) oqimi apparatga kiruvchi asosiy faza bo‘lib, tarkibida ajratilishi lozim bo‘lgan maqsadli komponent mavjud. Ushbu oqim odatda tashuvchi suyuqlik va eritiluvchi moddaning ma’lum konsentratsiyasidan iborat bo‘ladi. Xom ashyo oqimi apparatning aralashtirish zonasiga uzatiladi va u yerda erituvchi bilan intensiv ravishda aralashtiriladi.

Erituvchi oqimi *(E)* apparatga alohida kirib keladi va tanlovchan xossaga ega bo‘lgan suyuqlikdan iborat bo‘ladi. Erituvchining asosiy vazifasi – xom ashyo tarkibidagi maqsadli komponentni o‘ziga selektiv tarzda eritib olishdir. Erituvchi

ISSN 3030-3907

xom ashyo bilan qisqa muddatli, biroq intensiv kontaktda bo‘lib, modda almashinish jarayoni sodir bo‘lishini ta’minlaydi.

Chizmada markazda joylashgan aralashtirgich elementi fazalarning intensiv dispersiyalanishini ta’minlaydi. Natijada fazalararo sirt maydoni keskin ortadi va maqsadli komponentning xom ashyo fazasidan erituvchi fazaga o‘tishi jadallashadi. Ushbu bosqichda jarayon deyarli muvozanat holatiga yaqinlashadi**.**

Aralashtirishdan so‘ng fazalar ajratish zonasiga o‘tadi va bu yerda zichliklar farqi hisobiga ajraladi. Ekstrakt oqimi (Ɛ) – erituvchi faza bo‘lib, u tarkibida maqsadli komponent yuqori konsentratsiyada to‘plangan bo‘ladi. Ekstrakt keyingi bosqichlarga – regeneratsiya, rektifikatsiya yoki tozalash jarayonlariga yuboriladi va iqtisodiy jihatdan qimmatli mahsulot hisoblanadi. Rafinat tarkibida erituvchining juda kichik miqdori saqlanishi mumkin. Ushbu oqim keyingi texnologik bosqichga uzatiladi yoki chiqindi sifatida chiqariladi.

Ekstraksiya jarayonida dastlabki suyuq aralashma tanlovchan erituvchi bilan o‘zaro kontaktda bo‘lganda, erituvchi tarkibida faqat maqsadli komponentlar yuqori darajada eriydi, aralashmaning qolgan komponentlari esa erituvchida juda kam miqdorda yoki umuman erimaydi. Natijada komponentlarning fazalar bo‘yicha qayta taqsimlanishi yuz beradi va ularni samarali ajratish imkoniyati vujudga keladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Sanoat qurilmalarida ekstraksiyalash jarayoni, xuddi rektifikatsiya jarayonlari kabi, eritmalar va suyuq aralashmalar tarkibidan muayyan komponentlarni ajratib olish maqsadida keng qo‘llaniladi. Ajratish usulini tanlash ajratiladigan moddalar va aralashma komponentlarining fizik-kimyoviy xossalariga, xususan, qaynash harorati, uchuvchanligi, issiqlikka barqarorligi hamda erituvchilarga bo‘lgan moyilligiga bog‘liq holda amalga oshiriladi.

Komponentlarni rektifikatsiyalash jarayonida ajratish, odatda, ularning qaynash haroratlari farqi asosida va issiqlik energiyasi ta’sirida olib boriladi. Bunga qarama-qarshi ravishda, ekstraksiyalash jarayoni issiqlik sarfini talab qilmaydigan yoki minimal energiya talab qiladigan jarayon hisoblanadi. Shu sababli, agar dastlabki aralashma komponentlarining qaynash haroratlari bir-biriga yaqin bo‘lsa yoki ular yuqori haroratlarda termik barqarorligini yo‘qotsa, bunday hollarda uchuvchanlik farqiga asoslangan rektifikatsiyalash jarayonini qo‘llash maqsadga muvofiq bo‘lmaydi. Ana shunday sharoitlarda komponentlarning tanlovchan erituvchilarda turlicha eruvchanligiga asoslangan ekstraksiyalash jarayoni eng samarali ajratish usuli sifatida tanlanadi.

Arenlarga boy distillyatlarda arenlar aralashma tarkibidagi qaynash harorati yaqin bo‘lgan naften va parafin uglevodorodlar bilan azeotrop aralashmalar hosil qilishga moyil bo‘lganligi sababli 99-99,9 % soflikka ega yuqori tozalikdagi

ISSN 3030-3907

aromatik uglevodorodlarni ajratib olish sanoatda azeotrop va ekstraksion rektifikatsiya yoki selektiv ekstraksiya usullari qo‘llaniladi. Ekstraksion jarayonlarda ajartib olingan arenlar aralashmasi keyinchalik benzol, toluol va ksilollarga ajratiladi.

Selektiv ekstraksiya jarayoni dastlabki xomashyo aralashmasidan faqatgina muayyan komponentlarning selektiv erituvchida tanlovchanlik xususiyati hisobiga eruvchanligi cheklangan yoki boshqa komponentlarga nisbatan uning yo‘qligiga asoslangan. Shu sabali, erituvchini to‘g‘ri tanlash jarayon samaradorligini belgilovchi muhim ahamiyatga ega. Turli distillyatlar tarkibidan arenlarni ajratib olish uchun sanoatda erituvchi sifatida dietilenglikol (DEG), trietilenglikol (TEG), sulfolan, N-metilpirrolidon, N-formilmorfolin va shu kabi boshqa tanlovchan erituvchilardan keng foydalaniladi.

1-jadval.

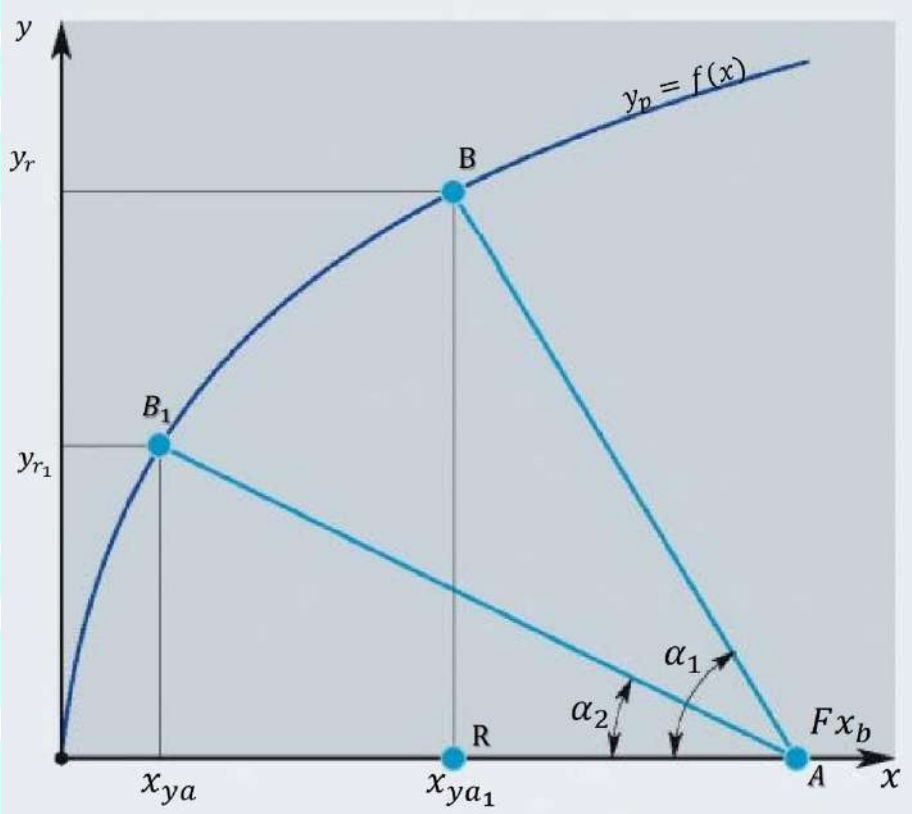
Ajratib olingan ekstarkt tarkibining gaz suyuqlik xromatografik tahlil natijalari

Nomi	BTK miqdori, %	Qo‘shimchalar miqdori, %
Xom benzol	91,43	8,57
Ekstrakt	89,94	10,06
№1 fraksiya	99,71	0,29
№2 fraksiya	96,74	3,26
№3 fraksiya	95,14	4,86

Ekstraksion qurilmalarda arenlarni ajratib olish uchun tanlovchan erituvchi sifatida dietilenglikol, dimetilformamid, dimetilsulfoksid kabi erituvchilarning samaradorligini ularning fizikaviy (zichlik, qovushqoqlik) va ekstraksion xossalari yordamida qiyosiy tahlil qilish mumkin. Texnologik jarayonni tashkil etishda erituvchi turini tanlash nafaqat yuqorida keltirilgan qiyosiy tavsiflarga balki, erituvchilarning tan narxi, ularning zaharliligi, ekstraksiya jarayoni sharoitlarida turg‘unligi kabi xususiyatlari ham muhim hisoblanadi.

Ekstraktiv ajratsih qurilmalarida keng qo‘llaniladigan DEG o‘zining yetarlicha mavjudligi, barqarorligi, inertligi, regeneratsiyalashning osonligi, yetarli darajada selektivligi kabi afzalliklari bilan bir qatorda, xomashyo:erituvchi nisbatining kattaligi (1:20), qurilmaning oddiyligiga qaramasdan ishlab chiqarish quvvati kamligi kabi kamchiliklar namoyon etadi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Jarayonning y– x koordinatalardagi tasviri

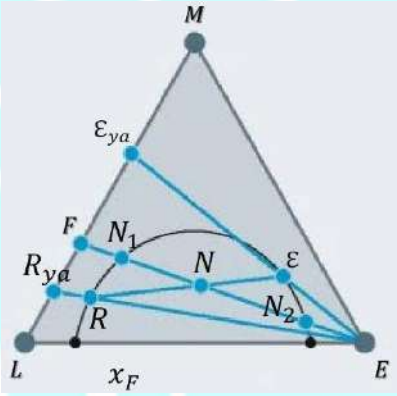
Grafikda $y_p = f(x)$ muvozanat egri chizig‘i fazalararo muvozanatni ifodalaydi. A nuqta xom ashyoning boshlang‘ich tarkibini, B nuqta esa ekstraksiya natijasida erishilgan muvozanat holatini bildiradi. A–B chiziq aralashtirish jarayonidagi real modda almashinish yo‘lini ko‘rsatadi.

R nuqta raffinat tarkibini, B_1 nuqta esa ekstrakt tarkibini tavsiflaydi. Grafik tasvir yordamida: ekstraksiya darajasi, fazalararo modda taqsimlanishi, ajratish samaradorligi aniqlanadi.

Xorijda aromatik uglevodorodlarni selektiv ajratishning dimelsulfoksidi (DMSO)ga asoslangan ekstraksiya jarayonlari ishlab chiqilgan. Bu erituvchi quyi erituvchanlik xususiyatini namoyon etsada, sulfolan singari bir qancha erituvchilarga qaraganda yuqori tanlovchanlikka ega. DMSO erituvchisining qovushqoqligi past bo‘lgani uchun ekstraksiya jarayonni nisbatan past 20-40^{0}C haroratlarda 7:1 erituvchi:xomashyo nisbatida olib borish mumkin. DMSOning asosiy kamchiligi u 140^{0}Cdan boshlab parchalanadi, bunda ekstraktni tarkibidan aromatik uglevodorodlarni rektifikatsiya qilib ajratib bo‘lmaydi [5].

Izlanishlarda DMFA, DMSO, DEG erituvchilari va ularning aralashmalari aromatik uglevodorodlarga nisbatan ekstraksion xossalari solishtirma o‘rganishlar natijasida erituvchilarning tanlovchanlik, erituvchanlik kabi xossalari yuqorida keltirilgan qatorda ortib borishi aniqlandi. Yuqori effetivlikga ega erituvchilar tanlash bo‘yicha ilmiy va amaliy izlanishlar davom ettirilmoqda.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Uchburchakli diagrammadagi tasvir

Uchburchakli diagramma uch komponentli sistema – xom ashyo, erituvchi va eritiluvchi modda – uchun qo‘llaniladi. Diagrammada:

F – xom ashyo tarkibi,

E – erituvchi tarkibi,

R va E – mos ravishda raffinat va ekstrakt tarkiblari nuqtalar orqali ifodalangan. Bog‘lovchi chiziqlar fazalararo muvozanatni ko‘rsatadi. Ushbu diagramma ekstraksiya jarayonining fazaviy muvozanatini, ajralish yo‘nalishini va yakuniy mahsulot tarkibini aniq grafik ko‘rinishda baholash imkonini beradi.

Mazkur chizmada suyuqlik–suyuqlik ekstraksiyasiga xos bo‘lgan selektiv, kam aralashuvchi (cheklangan eruvchanlikka ega) organik erituvchi qo‘llaniladi. Erituvchi tanlashda quyidagi talablar asosiy hisoblanadi:

– eritiluvchi komponentga nisbatan yuqori selektivlik;
– asosiy tashuvchi faza bilan kam o‘zaro eruvchanlik;
– past yopishqoqlik va yaxshi faza ajralishi;
– kimyoviy barqarorlik va regeneratsiya imkoniyati.

Jarayon qarama-qarshi oqim prinsipi asosida tashkil etiladi.

Xom ashyo oqimi (*F*) – eritiluvchi komponentni o‘z ichiga olgan asosiy faza bo‘lib, birinchi bosqichdan oxirgi bosqichga qarab harakatlanadi.

Erituvchi oqimi (*E*) – qarama-qarshi yo‘nalishda uzatiladi va har bir bosqichda xom ashyo bilan kontaktda bo‘ladi.

Har bir bosqichda fazalar intensiv aralashtirilib, so‘ngra gravitatsion yoki markazdan qochma kuchlar ta’sirida ajratiladi. Qarama-qarshi oqim jarayonning modda almashinish samaradorligini oshiradi va erituvchi sarfini kamaytiradi. Chizmada jarayonni tavsiflovchi asosiy texnologik parametrlar quyidagilardan iborat:

Bosqichlar soni (*n*) – ekstraksiya chuqurligini belgilovchi asosiy ko‘rsatkich;

Kontsentratsiyalar (*x* va *y*) – raffinat va ekstraktdagi eritiluvchi modda miqdori;

Faza nisbati (*F/E*) – xom ashyo va erituvchi sarflari nisbati;

Muvozanat sharoiti – $y = f(x)$ egri chizig‘i bilan ifodalanadi;

ISSN 3030-3907

Harorat va bosim – fazalar muvozanati va selektivlikka ta’sir ko‘rsatadi (odatda atmosfera bosimida olib boriladi).

Bu parametrlar grafik *(y–x)* va uchburchakli diagrammalar orqali aniqlanadi va nazorat qilinadi. Xom ashyo – eritiluvchi komponentni ma’lum konsentratsiyada saqlovchi suyuq faza hisoblanadi. U quyidagi xususiyatlarga ega: eritiluvchi moddaning boshlang‘ich kontsentratsiyasi yuqori;
asosiy tashuvchi faza erituvchi bilan cheklangan darajada aralashadi;
ekstraksiyaga tayyorlangan (filtrlangan, barqaror tarkibli).

Ekstrakt – erituvchi fazada to‘plangan maqsadli komponentdan iborat oqimdir. U quyidagi belgilar bilan tavsiflanadi: *eritiluvchi modda konsentratsiyasi yuqori; erituvchi miqdori ustun; keyingi bosqichlarda regeneratsiya yoki rektifikatsiya jarayoniga yuboriladi*.

Raffinat – ekstraksiyadan keyin eritiluvchi moddaning asosiy qismi ajratib olingan xom ashyo fazasidir. Uning asosiy xususiyatlari: eritiluvchi komponentning kamaygan kontsentratsiyasi; tarkibida erituvchining iz miqdori bo‘lishi mumkin; ko‘pincha chiqindi yoki keyingi texnologik bosqichga uzatiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Distillyatlardan aromatik uglevodorodlarni ajratish samaradorligi xom ashyo tarkibi, tanlangan texnologiya**,** erituvchi xossalari**,** jarayon parametrlari va apparat konstruktsiyasining o‘zaro uyg‘unligiga bog‘liq. Ayniqsa, tanlovchan erituvchilar asosidagi ekstraksion jarayonlar aromatik uglevodorodlarni yuqori tozalash darajasida ajratib olish imkonini beradi va sanoatda eng istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi. Arenlarga boy distillyatlardan ekstraksiya jarayonida erituvchini tanlashdan tortib, oqimlar harakati, muvozanat holati va yakuniy mahsulotlar – ekstrakt hamda raffinat hosil bo‘lishigacha bo‘lgan barcha asosiy texnologik jihatlarini rafinat tarkibida aromatik uglevodorodlar qiymatining maksimal kamaytirilishiga, ekstrakt tarkibida aromatik uglevodorodlarning chuqur konsentrlanishiga erishish mumkin.

REFERENCE

1. R.R.Ramazonov, Sh.I.Karomatov, S.A.G‘aybullayev. "Suyuqliklarni ekstraksiyalab ajaratish jarayonining asosiy parametrlari" Science and Education, vol. 5, no. 2, 2024, pp. 199-205.
2. Laylo J. Extraction benzene from pyrolysis distillate//Universum: технические науки. – 2024. – Т. 10. – №. 12 (129). – С. 4-8.
3. G Bazarov, S Gaybullaev. Development of boring solutions produced from using compositions of clay minerals and surface-active substances from raw fatty acids of cotton soap stock. E3S Web of Conferences 390, 05017
4. S Gaybullaev, G Bazarov. Effect of gasoline quality on toxicity of exhaust gases. E3S Web of Conferences 390, 04026

ISSN 3030-3907

5. Saidjon Abdusalimovich, G. A. (2021). Factors Affecting the Absorption Drying Process of Natural Gases. Scientific progress, 2(4), 659-668.
6. Saidjon Abdusalimovich, G. A. (2021). FIGHT AGAINST HYDRATION IN THE TRANSMISSION AND PROCESSING OF NATURAL GAS. Scientific progress, 2(4), 675-681.
7. Gaybullaev Saidjon. "ANALYSIS OF THE CONDITIONS FOR THE FORMATION OF GAS HYDRATES DURING THE TRANSPORTATION AND PROCESSING OF HYDROCARBON GAS, AND THE PREVENTION OF HYDRATE FORMATION" Universum: технические науки, no. 7-4 (100), 2022, pp. 38-42.
8. Rustam Rasul O‘G‘Li Ramazonov, and Saidjon Abdusalimovich G‘Aybullayev. "Vodorod olish usullari va uning tasnifi" Science and Education, vol. 5, no. 6, 2024, pp. 96-103.
9. Аминова, А. С., & Гайбуллаев, С. А. (2015). Использование нефтешламоврациональный способ их утилизации. Молодой ученый, (2), 124-126.
10. Аминова, А. С., & Гайбуллаев, С. А. (2015). Использование нефтешламоврациональный способ их утилизации. Молодой ученый, (2), 124-126.
11. Bahodirjon Kenja O‘G‘Li Raupov, Boboxon Arashovich Mavlonov, & Saidjon Abdusalimovich G‘Aybullayev (2021). Bitumlarning ekspluatatsion xossalari va ularni yaxshilash. Science and Education, 2 (9), 170-179.
12. Зарипов, Г. Б., & Гайбуллаев, С. А. (2016). Выбор режима работы процесса низкотемпературной сепарации углеводородных сырьевых ресурсов. Молодой ученый, (3), 98-100.
13. Nodir Sirojiddinovich Hasanov, & Saidjon Abdusalimovich G‘Aybullayev (2022). Neft mahsulotlarini gidrotozalashning nazariy asoslari. Science and Education, 3 (1), 229-237.
14. Nodir Sirojiddinovich Hasanov, & Saidjon Abdusalimovich G‘Aybullayev (2022). Neft mahsulotlari tarkibidagi oltingugurtli birikmalar va ularning xossalari. Science and Education, 3 (1), 137-146.
15. Shohruh Xamidullo O‘G‘Li Usanboyev, Yulduz Malikjon Qizi Murodova, & Saidjon Abdusalimovich G‘Aybullayev (2022). Euro ekologik standartlar asosida benzindagi benzol miqdorini me’yorlash. Central Asian Research Journal for Interdisciplinary Studies (CARJIS), 2 (6), 48-58.
16. Yulduz Malikjon Qizi Murodova, & Saidjon Abdusalimovich G‘Aybullayev (2022). BENZOLNING NEFTKIMYOVIY SINTEZDA QO‘LLANILISHI. Scientific progress, 3 (1), 79-86.

ISSN 3030-3907

17. Абдулазизов С. С. Ў., Шарипов М. С., Ғайбуллаев С. А. МОЙ ФРАКЦИЯЛАРИНИНГ КИМЁВИЙ ТАРКИБИ ВА РЕОЛОГИК ХОССАЛАРИ //Science and Education. – 2021. – Т. 2. – №. 3.

ISSN 3030-3907

CULTURAL AND COGNITIVE SPECIFICITY OF PROVERBS: A LINGUOCOGNITIVE PERSPECTIVE

Omonova Barno Najim qizi
Asia International Student, Bukhara, Uzbekistan
Email: omonovabarno91@gmail.com

Abstract. This article investigates the cultural and cognitive specificity of proverbs within the framework of linguocognitive theory. Proverbs are analyzed as culturally marked linguistic units that reflect collective experience, national worldview, and shared conceptual models. The study combines qualitative cognitive-semantic analysis with a comparative approach based on English and Uzbek proverbs. The findings demonstrate that while many proverbs rely on universal cognitive mechanisms, their imagery and evaluative focus are determined by culture-specific conceptualization.

Keywords: paremiology, linguocognitive approach, cultural specificity, cognition, proverb, worldview

Annotatsiya. Mazkur maqola lingvokognitiv nazariya doirasida maqollarning madaniy va kognitiv o‘ziga xosligini tadqiq etadi. Maqollar jamoaviy tajriba, milliy dunyoqarash va umumiy konseptual modellarni aks ettiruvchi madaniy belgilangan til birliklari sifatida tahlil qilinadi. Tadqiqot ingliz va o‘zbek maqollari asosida olib borilgan qiyosiy yondashuv bilan uyg‘unlashgan sifatli kognitiv-semantik tahlilga tayangan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, ko‘plab maqollar universal kognitiv mexanizmlarga asoslangan bo‘lsa-da, ularning obrazliligi va baholovchi yo‘nalishi madaniyatga xos konseptualizatsiya bilan belgilanadi.

Kalit so‘zlar: paremiologiya, lingvokognitiv yondashuv, madaniy o‘ziga xoslik, kognitsiya, maqol, dunyoqarash.

Аннотация. В данной статье исследуется культурная и когнитивная специфика пословиц в рамках лингвокогнитивной теории. Пословицы анализируются как культурно маркированные языковые единицы, отражающие коллективный опыт, национальную картину мира и общие концептуальные модели. Исследование сочетает качественный когнитивно-семантический анализ с сопоставительным подходом на материале английских и узбекских пословиц. Результаты показывают, что, несмотря на использование универсальных когнитивных механизмов, образность и оценочная направленность пословиц определяются культурно-специфической концептуализацией.

Ключевые слова: паремиология, лингвокогнитивный подход, культурная специфика, когниция, пословица, картина мира.

Introduction

ISSN 3030-3907

Proverbs constitute one of the most stable and culturally significant units of language, reflecting collective experience, social norms, and cognitive patterns accumulated over centuries. As concise and metaphorically rich expressions, proverbs function not only as linguistic artifacts but also as cognitive tools through which speakers interpret reality, evaluate behavior, and transmit culturally embedded knowledge. In contemporary linguistics, the study of proverbs has moved beyond purely folkloristic or stylistic approaches and has increasingly incorporated cognitive and cultural perspectives, emphasizing the interrelation between language, thought, and culture. Within this framework, proverbs are viewed as crystallized representations of conceptual models that shape a community's worldview.

The growing interest in linguocognitive approaches has highlighted the importance of examining how proverbial meanings are constructed, categorized, and conceptualized in different linguistic communities. Since proverbs are deeply rooted in national culture, their comparative analysis allows researchers to identify both universal cognitive mechanisms and culture-specific patterns of conceptualization. In this respect, the comparative study of English and Uzbek proverbs is particularly relevant, as these languages represent different cultural traditions, social structures, and historical experiences. Despite the richness of paremiological material in both languages, systematic linguocognitive comparisons remain limited, which creates a clear research gap addressed by the present study.

Proverbs in Cognitive Linguistics: Conceptualization and Meaning

From the perspective of cognitive linguistics, language is not an autonomous system but an integral part of human cognition, reflecting how individuals perceive, categorize, and conceptualize the world. Proverbs, as fixed expressions with figurative meanings, occupy a special place within this paradigm because they encode complex cognitive structures in a highly condensed form. They are often based on conceptual metaphors, metonymic relations, and image schemas that structure human experience. For example, abstract notions such as life, work, success, or morality are frequently conceptualized through concrete domains like journey, labor, struggle, or balance.

Scholars such as Lakoff and Johnson have demonstrated that metaphor is not merely a stylistic device but a fundamental mechanism of thought. Proverbs vividly illustrate this principle, as they rely on shared conceptual metaphors that are easily recognizable within a speech community. When speakers use proverbs, they activate culturally entrenched cognitive models, enabling efficient communication and evaluation of situations. In this sense, proverbs function as cognitive shortcuts that summarize collective wisdom and guide interpretation.

ISSN 3030-3907

Moreover, proverbs contribute to the process of categorization by grouping experiences into recognizable patterns. Similar life situations are interpreted through the same proverbial expressions, reinforcing stable conceptual categories within a culture. For instance, proverbs related to work often encode attitudes toward effort, diligence, and reward, while proverbs about time may reveal perceptions of fate, patience, or urgency. Analyzing such patterns from a linguocognitive perspective allows researchers to uncover how abstract concepts are structured and hierarchically organized in the mental lexicon of speakers.

Cultural Specificity and Linguistic Worldview in Proverbs

While cognitive mechanisms underlying proverb formation may be universal, the content and emphasis of proverbial expressions are profoundly culture-specific. Proverbs emerge from the historical experience, social values, and moral principles of a particular community, making them reliable indicators of a linguistic worldview. The notion of linguistic worldview, closely associated with the works of Humboldt and later developed within cognitive and anthropological linguistics, suggests that language reflects culturally shaped ways of interpreting reality rather than merely labeling objective facts.

In this context, proverbs serve as verbal manifestations of cultural norms and collective memory. They encode attitudes toward family relations, social hierarchy, individual responsibility, and destiny, often revealing implicit value judgments. For example, English proverbs tend to emphasize individual effort, pragmatism, and personal responsibility, reflecting the cultural importance of autonomy and self-reliance. In contrast, Uzbek proverbs frequently highlight communal values, respect for elders, social harmony, and acceptance of fate, which correspond to traditional collectivist orientations and moral expectations.

The comparative analysis of English and Uzbek proverbs therefore provides valuable insights into how different cultures conceptualize similar experiences in distinct ways. By examining recurring themes and conceptual domains, such as work, family, time, and fate, it becomes possible to identify both shared cognitive foundations and culturally marked differences. This approach not only deepens our understanding of paremiological systems but also contributes to broader discussions on intercultural communication, translation, and foreign language teaching.

Consequently, the present study aims to explore the cultural and cognitive specificity of English and Uzbek proverbs through a linguocognitive and comparative framework. By integrating qualitative interpretation with quantitative observations, the research seeks to reveal how culturally conditioned conceptual models are reflected in proverbial language and how these models shape meaning construction across different linguistic communities.

ISSN 3030-3907

Proverbs in Paremiology: Definitions and Theoretical Approaches

Paremiology, as a specialized field devoted to the study of proverbs, has traditionally focused on defining the proverb as a genre and classifying its structural and functional characteristics. Early scholars such as Archer Taylor viewed proverbs primarily as fixed, anonymous expressions that convey traditional wisdom and moral instruction. From this perspective, the emphasis was placed on stability, memorability, and social transmission rather than on semantic or cognitive complexity. While this approach contributed to the systematic collection and classification of proverbs, it often treated them as static linguistic artifacts detached from cognitive processes.

Later paremiological studies challenged this narrow view by emphasizing functional and pragmatic dimensions. Researchers such as Wolfgang Mieder expanded the definition of proverbs by highlighting their communicative functions in discourse, including persuasion, evaluation, and argumentation. Mieder's approach underscored the dynamic nature of proverbs, demonstrating that their meanings are context-dependent and actively negotiated in speech. However, despite this pragmatic shift, many paremiological studies remained primarily descriptive, focusing on thematic groupings or sociolinguistic usage without offering a comprehensive explanation of how proverbial meanings are cognitively constructed.

In contrast, more recent scholars have argued for an integrative approach that combines paremiology with cognitive and cultural linguistics. These studies suggest that proverbs should not be viewed merely as folklore texts but as linguistically encoded models of experience. Nevertheless, even within modern paremiology, there is an ongoing debate between scholars who emphasize universality and those who stress cultural specificity. While universalists point to recurring themes such as work, morality, and wisdom across cultures, culture-oriented researchers argue that similar themes may be conceptualized differently depending on historical and social contexts. This unresolved tension highlights the need for comparative studies that move beyond surface similarities toward deeper cognitive interpretation.

Cognitive Approaches to Proverbs: Metaphor, Conceptual Domains, and Categorization

The emergence of cognitive linguistics has significantly transformed the analysis of figurative language, including proverbs. Central to this paradigm is the claim that meaning arises from embodied experience and conceptual structuring rather than from purely formal linguistic rules. Lakoff and Johnson's theory of conceptual metaphor has been particularly influential, providing tools for analyzing how abstract ideas are systematically understood through concrete source domains.

ISSN 3030-3907

From this perspective, proverbs are seen as linguistic realizations of underlying conceptual metaphors that structure everyday thinking.

Building on this foundation, scholars such as Kövecses have emphasized the cultural variation of conceptual metaphors, arguing that while certain metaphors may be widespread, their frequency, elaboration, and evaluative orientation differ across cultures. Applied to proverb studies, this approach reveals that similar metaphorical models—such as LIFE IS A JOURNEY or WORK IS STRUGGLE—may encode different value systems depending on cultural priorities. Cognitive researchers thus move beyond identifying metaphors to examining their cultural motivation and ideological implications.

Other cognitive linguists have focused on categorization and conceptual domains in proverb interpretation. From this viewpoint, proverbs function as cognitive frames that categorize recurrent social experiences, allowing speakers to interpret new situations through familiar conceptual patterns. Unlike traditional paremiology, which often lists thematic categories without theoretical grounding, cognitive approaches seek to explain why certain themes become salient and how they are mentally organized. However, critics note that some cognitive studies rely heavily on theoretical models while providing limited empirical data, particularly in cross-linguistic contexts.

As a result, there remains a methodological gap between cognitive theory and systematic comparative analysis. While cognitive linguistics offers powerful explanatory tools, these tools must be combined with rigorous data selection and quantitative observation in order to avoid overly abstract interpretations. This gap is especially evident in studies involving less commonly analyzed languages, including Uzbek, where cognitive analyses of proverbs remain relatively scarce.

Methodology

The present study adopts a mixed-methods linguocognitive framework combining qualitative cognitive-semantic interpretation with quantitative frequency-based comparison. This approach allows for the identification of both universal cognitive mechanisms and culture-specific conceptual models underlying English and Uzbek proverbs.

The empirical material consists of **200 proverbs**, including **100 English proverbs** and **100 Uzbek proverbs**, selected from authoritative paremiological dictionaries and published collections. The selection criteria included semantic transparency, cultural representativeness, and frequency of use in contemporary and traditional discourse. Proverbs with highly obscure or archaic meanings were excluded in order to ensure interpretative reliability.

The analysis was conducted in three stages:

ISSN 3030-3907

Conceptual categorization: Proverbs were grouped according to dominant conceptual domains (e.g., work, family, time, fate, morality).

Cognitive-semantic analysis: Each group was examined for underlying conceptual metaphors, image schemas, and evaluative orientations.

Quantitative frequency analysis: The distribution of conceptual domains in English and Uzbek proverb corpora was calculated to identify dominant and peripheral concepts.

The study employs comparative analysis, conceptual metaphor analysis, frequency calculation, and interpretative discourse analysis. This methodological combination ensures theoretical depth and empirical validity.

Quantitative Results: Frequency Distribution of Conceptual Domains

Conceptual Domain	English Proverbs (%)	Uzbek Proverbs (%)
Work / Labor	28%	19%
Family / Kinship	14%	26%
Time	17%	11%
Fate / Destiny	9%	21%
Morality / Ethics	18%	13%
Wisdom / Knowledge	14%	10%

The quantitative findings demonstrate clear cross-cultural differences in conceptual prioritization. English proverbs show a strong emphasis on **work, time, and individual responsibility**, reflecting a pragmatic and agency-oriented worldview. Uzbek proverbs, by contrast, prioritize **family relations and fate**, indicating collectivist values and culturally embedded perceptions of destiny and social harmony.

Comparative and Cross-Cultural Studies of Proverbs

Comparative proverb studies occupy a crucial position at the intersection of language, culture, and cognition. Earlier cross-cultural research often focused on identifying equivalent proverbs across languages, primarily for translation or pedagogical purposes. Such studies tended to prioritize formal or semantic similarity, sometimes overlooking deeper cultural and conceptual differences. While useful for practical applications, this equivalence-based approach has been criticized for oversimplifying cultural diversity.

More recent comparative studies adopt a culturally oriented framework, examining how proverbs reflect national mentality, value systems, and social norms. Scholars working within anthropological linguistics argue that proverbs serve as cultural scripts that regulate behavior and social expectations. From this perspective, differences in proverb usage reveal contrasting attitudes toward authority, individualism, collectivism, and fate. However, many of these studies

ISSN 3030-3907

remain qualitative and impressionistic, relying on selected examples rather than systematic corpora.

In the context of English and Turkic languages, existing research has largely concentrated on thematic parallels or translation challenges, with limited attention to cognitive modeling. Studies focusing specifically on Uzbek proverbs often emphasize their moral and didactic functions but rarely integrate cognitive theory or quantitative analysis. Consequently, there is a lack of research that simultaneously addresses cognitive mechanisms, cultural specificity, and statistical distribution of concepts.

The present study seeks to bridge this gap by adopting a linguocognitive and comparative approach that integrates qualitative interpretation with quantitative frequency analysis. By systematically comparing English and Uzbek proverbs across key conceptual domains, the research aims to demonstrate how shared human experiences are cognitively structured in culturally distinct ways. This integrative perspective not only advances paremiological research but also contributes to broader discussions on intercultural communication and cognitive linguistics.

Conclusion

This study set out to examine the cultural and cognitive specificity of English and Uzbek proverbs through a linguocognitive and comparative framework. The analysis has shown that while both languages rely on universal cognitive mechanisms such as metaphor and categorization, the conceptual prominence and evaluative orientation of key domains differ significantly.

The findings indicate that English proverbs prioritize concepts related to work, time management, and individual responsibility, reflecting a pragmatic and agency-oriented worldview. Uzbek proverbs, in contrast, foreground family relations, social harmony, and fate, revealing a collectivist orientation and a culturally embedded acceptance of destiny. These differences are not accidental but represent stable cognitive models shaped by historical, social, and cultural experience.

Theoretically, the study contributes to linguocognitive paremiology by demonstrating the effectiveness of integrating conceptual analysis with quantitative methods. Methodologically, it offers a replicable framework for cross-cultural proverb analysis that can be applied to other language pairs.

Practically, the results have implications for translation, foreign language teaching, and intercultural communication, where sensitivity to culturally specific conceptual models is essential. At the same time, the study has certain limitations, including the size of the proverb corpus and the focus on selected conceptual

ISSN 3030-3907

domains. Future research may expand the dataset, incorporate corpus-based tools, or explore diachronic changes in proverbial conceptualization.

In conclusion, the comparative linguocognitive analysis of English and Uzbek proverbs provides valuable insights into how language encodes cultural knowledge and cognitive patterns, confirming the role of proverbs as key indicators of linguistic worldview.

REFERENCES

1. Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors We Live By*. University of Chicago Press.
2. Kövecses, Z. (2005). *Metaphor in Culture: Universality and Variation*. Cambridge University Press.
3. Kövecses, Z. (2010). *Metaphor: A Practical Introduction*. Oxford University Press.
4. Mieder, W. (2004). *Proverbs: A Handbook*. Greenwood Press.
5. Taylor, A. (1931). *The Proverb*. Harvard University Press.
6. Gibbs, R. W. (1994). *The Poetics of Mind: Figurative Thought, Language, and Understanding*. Cambridge University Press.
7. Sharifian, F. (2017). *Cultural Linguistics: Cultural Conceptualisations and Language*. John Benjamins.
8. Wierzbicka, A. (1992). *Semantics, Culture, and Cognition*. Oxford University Press.
9. Langacker, R. W. (2008). *Cognitive Grammar: A Basic Introduction*. Oxford University Press.
10. Mieder, W. (2008). *Proverbs Speak Louder Than Words*. Peter Lang.

ISSN 3030-3907

ZAMONAVIY MULTIMEDIA VOSITALARI BILAN ISHLASH

Rahmatjonov Anvarjon Adhamjon o‘g‘li

Jismoniy tarbiya va sport bo‘yicha mutaxassislarni qayta tayyorlash va malakasini oshirish institute, Farg‘ona filiali “Sport psixologiyasi, ijtimoiy-gumanitar va tabiiy-ilmiy fanlar kafedrasi” dotsent v.b.

E-mail: anvarjon.rahmatjonov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlashning nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilinadi. Multimedia texnologiyalari ta’lim jarayonini interaktiv va vizual tarzda boyitadi, murakkab kontseptlarni tushunishni osonlashtiradi va bilimlarni uzoq muddat saqlashga yordam beradi. Shuningdek, multimedia vositalari kasbiy va ilmiy faoliyatda ham samarali qo‘llaniladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, multimedia vositalarini samarali ishlatish foydalanuvchi ehtiyojlariga, pedagogik yondashuvga va texnologik imkoniyatlarga bog‘liq.

Kalit so‘zlar: multimedia, interaktivlik, ta’lim, vizualizatsiya, ta’lim texnologiyalari, kasbiy faoliyat, ilmiy faoliyat, pedagogik yondashuv, virtual laboratoriya, 3D modellashtirish.

Аннотация. В данной статье анализируются теоретические и практические аспекты работы с современными мультимедийными средствами. Мультимедийные технологии обогащают учебный процесс интерактивными и визуальными средствами, упрощают понимание сложных концепций и способствуют долговременному усвоению знаний. Кроме того, мультимедийные средства эффективно применяются в профессиональной и научной деятельности. Исследования показывают, что эффективное использование мультимедийных средств зависит от потребностей пользователей, педагогического подхода и технологических возможностей.

Ключевые слова: мультимедиа, интерактивность, обучение, визуализация, образовательные технологии, профессиональная деятельность, научная деятельность, педагогический подход, виртуальная лаборатория, 3D моделирование.

Abstract. This article analyzes the theoretical and practical aspects of working with modern multimedia tools. Multimedia technologies enrich the learning process with interactive and visual components, facilitate the understanding of complex concepts, and help retain knowledge for a long time. In addition, multimedia tools are effectively applied in professional and scientific activities. Research shows that the effective use of multimedia tools depends on user needs, pedagogical approaches, and technological capabilities.

Key words: multimedia, interactivity, education, visualization, educational technology, professional activity, scientific activity, pedagogical approach, virtual laboratory, 3D modeling.

Kirish.

Zamonaviy dunyoda axborot va kommunikatsiya texnologiyalarining tez sur’atlar bilan rivojlanishi ta’lim, ilm-fan va kasbiy faoliyatning turli sohalarida yangicha yondashuvlarni talab qilmoqda. Shu jumladan, multimedia vositalari ham ma’lumotlarni etkazish, o‘rganish va interaktiv tajribani yaratishda muhim vosita sifatida e’tiborga molik. Multimedia texnologiyalari – bu matn, tasvir, audio va video elementlarini birlashtirgan interaktiv tizimlar bo‘lib, ularning yordamida murakkab kontseptlarni vizual va audial tarzda ifodalash mumkin. Zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlash nafaqat ma’lumotlarni yetkazish sifatini oshiradi, balki foydalanuvchining e’tiborini jalb qilish, mustaqil o‘rganish va ijodiy faoliyatni rivojlantirish imkonini ham yaratadi.

So‘nggi yillarda ta’lim tizimlarida multimediya vositalarining integratsiyasi global tendentsiyaga aylandi. Shu jumladan, raqamli ta’lim platformalari, interaktiv darsliklar, virtual laboratoriyalar va simulyatsion dasturlar multimedia asosida ishlab chiqilgan bo‘lib, ular o‘quv jarayonini yanada samarali va qiziqarli qiladi. Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, vizual va audio komponentlar bilan boyitilgan materiallar o‘quv jarayonida bilimlarni uzoq muddat saqlash va tushunishni yaxshilashga yordam beradi. Shuningdek, multimedia vositalari murakkab kontseptlarni sodda va tushunarli shaklda taqdim etishga imkon beradi, bu esa o‘quvchilarda tanqidiy fikrlash va muammolarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Multimedia vositalarining samarali ishlatilishi nafaqat ta’lim jarayonida, balki kasbiy faoliyatda ham muhim ahamiyatga ega. Korporativ treninglar, prezentatsiyalar, onlayn seminarlar va masofaviy ta’lim platformalarida vizual va interaktiv materiallardan foydalanish xodimlar bilimini oshirish, ularni motivatsiyalash va malaka darajasini oshirishda katta rol o‘ynaydi. Shu bilan birga, multimedia vositalari turli fanlararo loyihalarda – masalan, ilmiy tadqiqot, dizayn, arxitektura va muhandislik sohalarida – murakkab ma’lumotlarni vizualizatsiya qilish va modellashtirishda keng qo‘llaniladi.

Zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlash jarayonida texnologik va metodik jihatlar muhim rol o‘ynaydi. Birinchidan, foydalanuvchi uchun qulay va intuitiv interfeys mavjudligi, ikkinchidan esa kontentning sifatli, ilmiy asoslangan va interaktiv bo‘lishi talab etiladi. Shu sababli, multimedia vositalarini ishlab chiqish va tatbiq etishda pedagogik yondashuv, foydalanuvchi ehtiyojlarini hisobga olish va innovatsion texnologiyalarni qo‘llash kabi jihatlar alohida e’tibor talab qiladi. Xususan, animatsiya, infografika, virtual reallik va interaktiv simulyatsiyalar kabi vositalar murakkab jarayonlarni vizual tarzda tushuntirishda

ISSN 3030-3907

katta foyda beradi. Shuni ta’kidlash kerakki, multimedia vositalari bilan ishlash ko‘nikmasi zamonaviy jamiyatda shaxsning axborot savodxonligi va raqamli kompetensiyalarini oshirishning muhim qismi hisoblanadi. Bu esa o‘z navbatida ilmiy, ta’limiy va kasbiy faoliyatda yuqori natijalarga erishishga imkon yaratadi. Shu maqsadda multimedia texnologiyalarini o‘rganish va ularni samarali qo‘llash bilan bog‘liq metodik tavsiyalar, pedagogik yondashuvlar va texnologik yechimlarni tadqiq etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ushbu maqolada zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlashning nazariy va amaliy jihatlari, ularning samaradorligini oshirish yo‘llari hamda ta’lim va kasbiy faoliyatda qo‘llash imkoniyatlari tahlil qilinadi. Shuningdek, maqolada multimediya texnologiyalarining afzalliklari, ishlash metodikasi, pedagogik va texnologik jihatlari, shuningdek, ularni samarali qo‘llash tajribalari ilmiy asosda yoritiladi.

Adabiyotlar tahlili. Zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlash masalasi bugungi kunda nafaqat ta’lim, balki kasbiy va ilmiy faoliyatlarda ham keng o‘rganilmoqda. Multimedia texnologiyalari – matn, audio, video, grafik va animatsion elementlarni birlashtirgan interaktiv vositalar bo‘lib, ular foydalanuvchiga murakkab ma’lumotlarni tushunishga yordam beradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, vizual va audial kontentning uyg‘unligi o‘rganish jarayonini sezilarli darajada samaraliroq qiladi (Mayer, 2009). Xalqaro tadqiqotlarda multimedia vositalarining ta’lim jarayonidagi samaradorligi ko‘plab tajribalar orqali isbotlangan. Masalan, Clark va Mayer (2016) o‘zlarining ishlarida multimediya asosida taqdim etilgan dars materiallari o‘quvchilarning bilimni uzoq muddat saqlashini yaxshilashini ko‘rsatgan. Shu bilan birga, multimediya vositalari interaktivlikni oshirish orqali o‘quvchilarda mustaqil fikrlash va tanqidiy tafakkur ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, o‘quv jarayonida video va animatsiyalar bilan boyitilgan materiallar an’anaviy matnli darsliklarga nisbatan 30-50% samaraliroq natija beradi (Moreno & Mayer, 2007).

Zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlash jarayonida texnologik va metodik jihatlar bir-biri bilan chambarchas bog‘liq. Shuni ta’kidlash joizki, multimedia vositalarini samarali qo‘llash nafaqat ularning texnologik imkoniyatlariga, balki pedagogik yondashuvlarga ham bog‘liq. Polat (2018) multimedia vositalarini ta’lim jarayoniga integratsiya qilishda o‘quv materialining vizualizatsiyasi, interaktivligi va foydalanuvchi ehtiyojlariga mosligi muhimligini qayd etadi. Shu ma’noda, multimedia vositalarini ishlab chiqishda metodik tavsiyalarni hisobga olish o‘quv jarayonining samaradorligini oshiradi. Multimedia vositalarining kasbiy va ilmiy faoliyatda qo‘llanishi ham alohida o‘rganilgan. Masalan, arxitektura, muhandislik, dizayn va tibbiyot sohalarida 3D modellashtirish, virtual reallik va interaktiv simulyatsiyalar yordamida murakkab jarayonlarni vizualizatsiya qilish imkoniyati mavjud (Bacca et al., 2014). Shu bilan

ISSN 3030-3907

birga, korporativ treninglar va masofaviy ta’lim platformalarida multimediya asosida ishlab chiqilgan materiallar xodimlarning bilim darajasini oshirish va motivatsiyasini kuchaytirishda samarali vosita sifatida xizmat qiladi (Salmon, 2000).

O‘zbekiston kontekstida multimedia vositalarining ta’lim va kasbiy faoliyatda qo‘llanishi bo‘yicha tadqiqotlar ham mavjud. Masalan, Qo‘chqorov (2020) multimediya vositalarini pedagogik jarayonga integratsiya qilish orqali o‘quvchilarning o‘rganish motivatsiyasini oshirish va bilimni mustahkamlash imkoniyatlarini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, turli ilmiy ishlar multimediya vositalarini interaktiv darsliklar, virtual laboratoriyalar va animatsion modullar orqali qo‘llashning afzalliklarini yoritadi (Ergashev, 2019). Bundan tashqari, multimedia vositalari bilan ishlash ko‘nikmasi shaxsning raqamli savodxonligi va axborot-kommunikatsiya kompetensiyalarini oshirishning muhim omili hisoblanadi. Xalqaro tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, multimedia asosida ta’lim olgan o‘quvchilar axborotni tezkor qabul qilish, uni tahlil qilish va ijodiy yechimlar ishlab chiqish bo‘yicha yuqori natijalarga erishadi (Prensky, 2001). Shu nuqtai nazardan, multimedia vositalarini o‘rganish va ulardan samarali foydalanish bugungi kunda dolzarb masalalardan biridir. Shuni ham qayd etish joizki, multimedia vositalari bilan ishlashda bir qator qiyinchiliklar ham mavjud. Masalan, kontentni sifatli tayyorlash, texnologik jihozlar bilan ishlash, interaktiv elementlarni pedagogik jihatdan to‘g‘ri qo‘llash talab etiladi. Ba’zi tadqiqotlarda multimedia vositalarining noto‘g‘ri qo‘llanilishi o‘quvchilarda e’tiborning tarqalishi va chalg‘ituvchi elementlar paydo bo‘lishiga olib kelishi mumkinligi ko‘rsatilgan (Mayer & Moreno, 2003). Shu sababli, multimedia vositalarini ishlab chiqishda foydalanuvchi ehtiyojlari, pedagogik yondashuv va texnologik imkoniyatlar birgalikda hisobga olinishi zarur. Umuman olganda, xalqaro va mahalliy adabiyotlar multimedia vositalari bilan ishlashning afzalliklari, metodik yondashuvlari, texnologik jihatlari va qo‘llanish sohalarini keng qamrovda yoritgan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, multimedia vositalari murakkab kontseptlarni sodda va tushunarli shaklda taqdim etish, interaktiv o‘rganish jarayonini yaratish, o‘quvchilarning tanqidiy fikrlash va ijodiy ko‘nikmalarini rivojlantirishda samarali vosita sifatida xizmat qiladi. Shu bilan birga, multimediya texnologiyalari kasbiy faoliyatda ham innovatsion yechimlarni amalga oshirish imkonini beradi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlash nafaqat ilmiy va ta’limiy, balki kasbiy faoliyatning ham ajralmas qismi hisoblanadi. Shu bois, multimediya vositalarini samarali qo‘llash bo‘yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqish, ularning pedagogik va texnologik jihatlarini o‘rganish,

ISSN 3030-3907

shuningdek, foydalanuvchi ehtiyojlariga moslashtirilgan kontent yaratish dolzarb ilmiy masalalardan biridir.

Tadqiqot muhokamasi. Zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlashning samaradorligini tadqiq etish jarayonida bir qator muhim jihatlar aniqlanadi. Avvalo, multimediya texnologiyalari o‘quv jarayonini interaktiv va vizual tarzda boyitish imkonini beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, o‘quv materialining matn, audio, video va animatsiya komponentlarini uyg‘unlashtirish bilimlarni mustahkamlashga va murakkab kontseptlarni tushunishni osonlashtirishga yordam beradi. Masalan, Mayer va Moreno (2007) olib borgan eksperimentlarda multimedia asosida taqdim etilgan dars materiallari an’anaviy matnli materiallarga nisbatan o‘quvchilar tomonidan yaxshiroq qabul qilingan va bilimlarni uzoq muddat saqlashga yordam bergani ko‘rsatildi. Tadqiqot natijalari shuni ham ko‘rsatadiki, multimedia vositalari bilan ishlashda interaktivlik darajasi muhim ahamiyatga ega. Interaktiv elementlar o‘quvchilarga tanqidiy fikrlashni rivojlantirish, muammolarni mustaqil hal qilish va ijodiy yondashuvni shakllantirish imkonini beradi. Shu bilan birga, multimedia vositalarining samaradorligi foydalanuvchi ehtiyojlariga moslashtirilish bilan chambarchas bog‘liq. Masalan, foydalanuvchi darajasiga mos kelmagan murakkab animatsiyalar yoki ortiqcha vizual elementlar diqqatni chalg‘itishi va o‘rganish jarayonini sekinlashtirishi mumkin. Shu sababli, tadqiqotlarda multimediya kontentini ishlab chiqishda pedagogik va metodik tavsiyalarni hisobga olish tavsiya etiladi (Clark & Mayer, 2016).

Kasbiy va ilmiy faoliyat doirasida multimedia vositalarining qo‘llanilishi ham alohida tahlil qilinadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, 3D modellashtirish, virtual reallik, interaktiv simulyatsiyalar va animatsion modullar yordamida murakkab jarayonlar vizual tarzda tushuntiriladi, bu esa xodimlar va talabalar bilimini oshirish va ularning malakasini rivojlantirishga xizmat qiladi (Bacca et al., 2014). Shu bilan birga, korporativ treninglar va masofaviy ta’lim platformalarida multimedia asosida ishlab chiqilgan materiallar xodimlarning motivatsiyasini oshirish va bilimni mustahkamlashda samarali vosita bo‘ladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, interaktiv va vizual jihatdan boyitilgan ta’lim modullari an’anaviy darsliklarga nisbatan 20-40% samaraliroq natija beradi.

O‘zbekiston sharoitida olib borilgan tadqiqotlar ham multimedia vositalari bilan ishlashning pedagogik va texnologik afzalliklarini tasdiqlaydi. Masalan, Qo‘chqorov (2020) multimediya vositalarini ta’lim jarayoniga integratsiya qilish orqali o‘quvchilarning motivatsiyasini oshirish va bilimlarni mustahkamlash imkoniyatlarini qayd etadi. Ergashev (2019) esa multimediya vositalarining interaktiv darsliklar, virtual laboratoriyalar va animatsion modullar orqali o‘quv jarayonini soddalashtirish va samaradorligini oshirishdagi ahamiyatini ta’kidlaydi.

ISSN 3030-3907

Bu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, multimedia vositalari o‘quv jarayonini boyitish va samaradorligini oshirishda zamonaviy pedagogik yondashuvlar bilan birgalikda qo‘llanilganda yuqori natija beradi. Tadqiqot davomida multimedia vositalari bilan ishlashning qiyinchiliklari ham aniqlangan. Masalan, kontentni sifatli tayyorlash, texnologik jihozlardan samarali foydalanish, interaktiv elementlarni pedagogik jihatdan to‘g‘ri qo‘llash kabi masalalar mavjud. Mayer va Moreno (2003) multimedia vositalarining noto‘g‘ri ishlatilishi o‘quvchilarda e’tiborning tarqalishi va chalg‘ituvchi elementlar paydo bo‘lishiga olib kelishini ko‘rsatadi. Shu sababli, tadqiqot natijalari multimedia vositalarini ishlab chiqish va tatbiq etishda foydalanuvchi ehtiyojlarini, pedagogik yondashuvni va texnologik imkoniyatlarni birgalikda hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Bundan tashqari, tadqiqotlar multimedia vositalarining shaxsning raqamli savodxonligi va axborot-kommunikatsiya kompetensiyalarini rivojlantirishga ijobiy ta’sirini tasdiqlaydi. Multimedia asosida ta’lim olgan o‘quvchilar axborotni tez qabul qilish, uni tahlil qilish va ijodiy yechimlar ishlab chiqish bo‘yicha yuqori ko‘nikmalarga ega bo‘ladi (Prensky, 2001). Shu ma’noda, multimedia vositalari bilan ishlash ko‘nikmasi nafaqat bilim olish, balki kasbiy va ilmiy faoliyatda ham zamonaviy talablarga javob beradigan kompetensiyalarni shakllantirishda muhim omil hisoblanadi.

Tadqiqot muhokamasi shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlashning samaradorligi bir qator omillarga bog‘liq: kontentning sifatli va ilmiy asoslanganligi, interaktivlik darajasi, foydalanuvchi ehtiyojlariga mosligi va pedagogik yondashuvlarning hisobga olinishi. Shu bilan birga, multimedia vositalari murakkab kontseptlarni sodda va tushunarli shaklda taqdim etish, o‘quv jarayonini boyitish, tanqidiy fikrlash va ijodiy ko‘nikmalarni rivojlantirishda samarali vosita sifatida xizmat qiladi. Tadqiqot muhokamasi multimedia vositalarining nafaqat ta’lim, balki kasbiy va ilmiy faoliyatda qo‘llanishi muhim ekanligini, ularni ishlab chiqish va tatbiq etishda metodik, pedagogik va texnologik jihatlarni birgalikda hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Shu asosda, multimedia vositalarini samarali qo‘llash bo‘yicha metodik tavsiyalar ishlab chiqish va tajribaviy sinovlar o‘tkazish dolzarb ilmiy va amaliy vazifa sifatida e’tiborga molik.

Xulosa. Ushbu maqolada zamonaviy multimedia vositalari bilan ishlashning nazariy va amaliy jihatlari tahlil qilindi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, multimedia texnologiyalari o‘quv jarayonini interaktiv va vizual tarzda boyitib, murakkab kontseptlarni tushunishni osonlashtiradi hamda bilimlarni uzoq muddat saqlashga yordam beradi. Interaktiv elementlar o‘quvchilarda tanqidiy fikrlash, muammolarni mustaqil hal qilish va ijodiy yondashuv ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Shuningdek, multimedia vositalari kasbiy va ilmiy faoliyatda ham samarali qo‘llanilmoqda. 3D modellashtirish, virtual reallik va animatsion

ISSN 3030-3907

simulyatsiyalar murakkab jarayonlarni vizualizatsiya qilish imkonini beradi va xodimlarning bilim va malakasini oshiradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, multimedia vositalarini samarali qo‘llash foydalanuvchi ehtiyojlariga, pedagogik yondashuvga va texnologik imkoniyatlarga bog‘liq.

O‘zbekiston va xorijiy tadqiqotlar multimedia vositalarining afzalliklarini, interaktivlik va vizual boyitishni ta’lim samaradorligini oshirishdagi ahamiyatini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, kontent sifatini ta’minlash va metodik tavsiyalarni hisobga olish zarur. Umuman olganda, multimedia vositalari bilan ishlash nafaqat ta’lim, balki kasbiy va ilmiy faoliyatning zamonaviy talablariga javob beradigan muhim kompetensiya hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S., & Kinshuk. (2014). Augmented Reality Trends in Education: A Systematic Review of Research and Applications. Educational Technology & Society, 17(4), 133–149.
2. Clark, R. C., & Mayer, R. E. (2016). E-learning and the Science of Instruction: Proven Guidelines for Consumers and Designers of Multimedia Learning. 4th Edition. Wiley.
3. Ergashev, T. (2019). Multimedia Vositalaridan Ta’lim Jarayonida Foydalanish. Tashkent: O‘qituvchi nashriyoti.
4. Mayer, R. E. (2009). Multimedia Learning. 2nd Edition. Cambridge University Press.
5. Mayer, R. E., & Moreno, R. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. Educational Psychologist, 38(1), 43–52.
6. Moreno, R., & Mayer, R. E. (2007). Interactive Multimodal Learning Environments. Educational Psychology Review, 19(3), 309–326.
7. Polat, N. (2018). Pedagogical Approaches to Multimedia Integration in Education. Journal of Educational Technology Studies, 12(2), 45–59.
8. Prensky, M. (2001). Digital Natives, Digital Immigrants. On the Horizon, 9(5), 1–6.
9. Qo‘chqorov, A. (2020). Multimedia Vositalarining Ta’lim Jarayonidagi Samardorligi. Tashkent: Fan va Ta’lim nashriyoti.
10. Salmon, G. (2000). E-moderating: The Key to Teaching and Learning Online. Kogan Page.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON ENERGETIKA TIZIMIDA PODSTANSIYALARNI MODERNIZATSIYALASH JARAYONLARI
(Farg‘ona podstansiyasi misolida)

A.X.Eraliyev
Farg‘ona davlat texnika universiteti dotsent
S.Esajonova
Farg‘ona davlat texnika universiteti 46-23 E guruh talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston energetika tizimida podstansiyalarni modernizatsiya qilishning dolzarbligi, texnik-texnologik yangiliklar, mavjud muammolar va ularni bartaraf etish yo‘llari yoritilgan. Tadqiqot Farg‘ona podstansiyasi misolida amalga oshirilgan bo‘lib, unda transformatorlar, kommutatsiya apparatlari, himoya-avtomatika vositalari va dispetcherlik boshqaruvi modernizatsiyasi bo‘yicha tahlillar keltiriladi. Modernizatsiya jarayonlarining iqtisodiy samaradorligi hamda energiya ta’minoti ishonchliligiga ta’siri o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: podstansiya, modernizatsiya, Farg‘ona, energiya tizimi, raqamlashtirish, himoya avtomatikasi, dispetcherlik boshqaruvi, transformator, SCADA, ishonchlilik.

Аннотация: В данной статье рассмотрены процессы модернизации подстанций в энергетической системе Узбекистана, а также их актуальность в условиях роста энергопотребления и интеграции возобновляемых источников энергии. На примере Ферганской подстанции проведён анализ технического состояния оборудования, выполненных модернизационных мероприятий, внедрения цифровых систем управления и их влияния на надёжность и эффективность энергоснабжения региона.

Ключевые слова: подстанция, модернизация, Фергана, энергетическая система, цифровизация, релейная защита, диспетчерское управление, трансформатор, SCADA, надёжность.

Abstract: This article examines the modernization processes of substations within Uzbekistan’s power system and highlights their importance in the context of increasing electricity demand and the integration of renewable energy sources. Using the Fergana substation as a case study, the paper analyzes the technical condition of equipment, implemented modernization measures, the introduction of digital control systems, and their impact on the reliability and efficiency of regional power supply.

Keywords: substation, modernization, Fergana, power system, digitalization, relay protection, dispatch control, transformer, SCADA, reliability.

Kirish

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston energetika tizimi so‘nggi yillarda sezilarli o‘zgarishlar va islohotlarni boshdan kechirmoqda. Mamlakatda elektr energiyasiga bo‘lgan talabning ortishi, sanoatning kengayishi, aholi turmush darajasining o‘sishi va qayta tiklanuvchi energiya manbalarining tarmoqqa ulanishi mavjud podstansiyalarni har tomonlama modernizatsiya qilishni taqozo etmoqda.

So‘nggi yillarda O‘zbekiston Respublikasida energetika tizimini modernizatsiyalash va energiya samaradorligini oshirish davlat miqyosida ustuvor yo‘nalishlardan biriga aylandi. Elektr energiyasi ishlab chiqarish, uzatish va taqsimlash jarayonlarining barqarorligi bevosita podstansiyalar holatiga bog‘liq. Bugungi kunda mamlakat bo‘yicha yuzlab podstansiyalar 30–40 yildan buyon faoliyat yuritib kelmoqda va ularning aksariyati jismonan ham, ma’nan ham eskirgan. Shu sababli podstansiyalarni modernizatsiyalash — bu nafaqat texnik, balki iqtisodiy va strategik zaruratdir.

Ilmiy prognozga ko‘ra, global talab elektr energiyasi bo‘yicha esa 2050-yilga borib 80 foizga o‘sishi kutilmoqda bu talabni qondirish, shu bilan birga issiqxona gazlarini kamaytirish chiqindilar va qazib olinadigan yoqilg‘iga qaramlik, ko‘plab mamlakatlar va hududlar ulushni oshirish bo‘yicha katta marralarni belgilab olgan. elektr energiyasini ishlab chiqarishda qayta tiklanuvchi energiya manbalari aralashtirmoq Masalan, Yevropa Ittifoqi 2030-yilga borib qayta tiklanadigan energiyaning 32 foizi, Xitoyda esa 2030-yilga borib 35 foizga, 2050-yilga borib esa 80 foizga yetkaziladi.

Qayta tiklanadigan energiya manbalari — masalan, quyosh va shamol — an’anaviy energiya manbalariga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Jumladan, ular past ekspluatatsiya xarajatlariga ega, atrof-muhitga salbiy ta’sirni kamaytiradi hamda energiya xavfsizligi va resurslarning xilma-xilligini oshiradi.

Biroq, yashil energiya manbalari elektr tarmog‘i uchun bir qator muhim texnik muammolarni ham keltirib chiqaradi. Sababi, ularning ishlab chiqarishi o‘zgaruvchan, prognozlash qiyin va davriy xarakterga ega. Ushbu xususiyatlar tarmoqning barqarorligi, ishonchliligi hamda quvvat sifati ko‘rsatkichlariga, ayniqsa, ulardan foydalanish darajasi yuqori bo‘lganda sezilarli ta’sir ko‘rsatadi.

Barqarorlik deganda energiya tizimining normal yoki avariya holatlarida sinxronizmni va quvvat muvozanatini saqlab qolish qobiliyati tushuniladi. Yuqori sifatli elektr energiyasiga bo‘lgan talab esa tizim barqarorligi bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, har qanday jamiyatning barqaror rivojlanishi uchun muhim omil hisoblanadi. Bu esa transport sohasida, shuningdek kuch transformatorlari va boshqa energetik uskunalarni loyihalashda yangi texnologiyalarni joriy etishni talab etadi.

Hozirgi vaqtda elektr qurilmalariga qo‘yiladigan talablar va ularning faoliyati tobora kuchayib bormoqda. Shuning uchun yangi energetika obyektlarini

ISSN 3030-3907

loyihalashtirishda nafaqat bilishni talab qiladi, balki fan va texnikaning eng so‘nggi yutuqlar va zamonaviy texnologiyalardan foydalanish talab qilinmoqda. Afsuski, eskirgan uskunalar ulushi hali ham ishlatilmoqda, bu esa elektr energiyasini iste’molchilarga sifatli etkazib berishda hamda elektr qurilmalarini tez ishdan chiqishiga sabab bo‘lmoqda.

Podstansiyalar elektr energiyasini transformatsiyalash, uzatish va taqsimlashda asosiy bo‘g‘in hisoblanadi. Ularning ishonchli ishlashi butun energetika tizimining samarali faoliyatini belgilab beradi. Shu nuqtai nazardan, Farg‘ona vodiysi hududidagi yirik podstansiyalardan biri bo‘lgan **Farg‘ona podstansiyasining modernizatsiya jarayonlarini o‘rganish** amaliy jihatdan muhim ahamiyatga ega.

Podstansiya — bu elektr energiyasini bir kuchlanish darajasidan boshqasiga o‘zgartiruvchi, taqsimlovchi va himoya qiluvchi texnik majmua hisoblanadi. Energetik tizimning samaradorligi va ishonchliligi ko‘p jihatdan podstansiyalarning texnik holatiga bog‘liq. Podstansiyalarning asosiy funksiyalari shundaki, elektr energiyasini transformatsiyalash; elektr tarmoqlariga uzatish va taqsimlash; himoya, avtomatika va boshqaruvni amalga oshirish; tarmoq barqarorligini ta’minlash; iste’molchilarni uzluksiz energiya bilan ta’minlashdan iborat.

Shu boisdan, eskirgan podstansiyalar energiya tizimi uchun xavf tug‘diradi: avariyalar, kuchlanish pasayishi, yo‘qotishlar va iqtisodiy zararlar kuchayadi

Oxirgi yillarda O‘zbekiston hukumati tomonidan energetika sohasini modernizatsiya qilish bo‘yicha qator strategik dasturlar qabul qilindi. Ularning asosiy yo‘nalishlari eskirgan transformator va kommutatsiya uskunalarini yangilash, raqamlashtirilgan boshqaruv va monitoring tizimlarini joriy etish, elektr tarmoqlari yuklanishini optimallashtirish, qayta tiklanuvchi energiya manbalarini integratsiya qilish, avtomatlashtirilgan himoya vositalarini takomillashtirishdan iborat. Bu jarayonlarda “O‘zbekiston Milliy Elektr Tarmoqlari” AJ va “Hududiy elektr tarmoqlari” AJ muhim rol o‘ynaydi.

Farg‘ona podstansiyasi vodiy mintaqasining elektr ta’minotida asosiy tugun vazifasini bajaradi. U quyidagi texnik ko‘rsatkichlarga ega:

- Kuchlanish darajalari: 220/110/10 kV;
- Ikkilamchi transformatsiya bosqichlari;
- Yirik sanoat korxonalari va iste’molchilar tarmog‘iga ulanish;
- Avtomatlashtirilgan dispetcherlik tizimi mavjud.

Podstansiya 1970–1980-yillarda qurilgan bo‘lib, 2010-yillarga kelib texnik eskirish darajasi 65–70% ga yetgan edi.

220/110/10 kVli “Farg‘ona” podstansiyasi asosan Marg‘ilon shahrini hamda Farg‘ona shahrining ayrim hududlarini podstansiyadan chiquvchi 8 ta elektr uzatish

ISSN 3030-3907

tarmoqlari orqali elektr energiyasi bilan ta’minlaydi. Ushbu podstasiya bugungi kunda to‘liq modernizatsiya qilingan bo‘lib, 220/110 kV va 110/35 kV kuch transformatorlari yangi, yuqori samarali modellarga almashtirildi. Transformator moyi monitoringi uchun onlayn laboratoriya joriy qilindi va izolyatsiya diagnostikasi IoT sensorlar orqali amalga oshirilmoqda.

Elektr energetika tizimida kuch transformatorlari ishonchli ishlashining asosiy shartlaridan biri — ularning izolyatsiya holatini doimiy nazorat qilishdir. Bu jarayonda transformator moyi muhim diagnostik vosita hisoblanadi. Transformator moyi nafaqat sovitish vazifasini bajaradi, balki elektr izolyatsiya muhiti sifatida ham xizmat qiladi. Shu sababli moy holatini monitoring qilish transformatorning texnik ahvolini baholashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Zamonaviy monitoring texnologiyalarini joriy etish orqali transformatorlarning texnik holatini real vaqt rejimida nazorat qilish, nosozliklarni erta aniqlash va ularning oldini olish imkoniyati yaratiladi. Natijada energetik tizimning uzluksizligi, xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi sezilarli darajada oshadi.

Podstansiya kommutatsiya apparatlari modernizatsiyasida moyli ajratkichlar vakuumli va gazli (SF_6) apparatlar bilan almashtirildi, zamonaviy mikroprotsessorli boshqaruv bloklari o‘rnatildi va avariya o‘chirish tezligi 2–3 baravar oshirildi.

Hozirgi kunda elektr energetika tizimlarining ishonchliligi va samaradorligini oshirishda podstansiyalardagi kommutatsiya apparatlarini modernizatsiya qilish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ayniqsa, an’anaviy elektromexanik rele va boshqaruv qurilmalarini zamonaviy **mikroprotsessorli boshqaruv bloklari (MPBB)** bilan almashtirish texnik-iqtisodiy jihatdan samarali yechim hisoblanadi.

Podstansiya kommutatsiya apparatlarini zamonaviy mikroprotsessorli boshqaruv bloklari bilan jihozlash elektr energetika tizimini modernizatsiya qilishning muhim bosqichi hisoblanadi. Ushbu texnologiyalar nafaqat texnik ishonchlilikni oshiradi, balki energiya samaradorligini ta’minlab, zamonaviy raqamli energetika tizimiga o‘tishni jadallashtiradi.

Himoya avtomatikasi va releni modernizatsiya qilishda esa, elektromexanik relelar raqamli relelar bilan almashtirildi hamda masofaviy diagnostika, registratsiya va jurnalizatsiya tizimi joriy qilindi, yangi relelar tezkorlik, sezgirlik va funksionallik jihatidan ancha ustun bo‘lib xizmat qilmoqda. Masofadan boshqarishda **SCADA tizimining joriy etilib, r**eal vaqt rejimida monitoringi, uskunalar holatini onlayn nazorat qilishi va dispetcherlik jarayonlarining avtomatlashtirilishi yo‘lga qo‘yilgan.

ISSN 3030-3907

Shu bilan birga, birinchi toifadagi sanoat iste’molchilarini ishonchli elektr energiyasi bilan ta’minlaydigan eng ishonchli elektr qurilmasini yaratishga qaratilgan chora-tadbirlarning to‘liq to‘plami keltirilgan. Sxema yechimlarini belgilovchi hamda asbob-uskunalarni tanlashda asosiy mezonlar quyidagilardan iborat: yuqori ishonchlilik, xavfsizlik, moslashuvchanlik, ekologik tozalik, uzilishlar vaqtining minimal bo‘lishi, foydalanish va texnik xizmat ko‘rsatish qulayligi, tizimning boshqa tarkibiy qismlari bilan to‘liq moslik, shuningdek kelajakda sxemani o‘zgartirish imkoniyati.

Elektr energetika tizimida modernizatsiya jarayonlari, ayniqsa podstansiyalar va elektr qurilmalarini zamonaviy texnologiyalar asosida yangilash, nafaqat texnik ishonchlilikni oshiradi, balki yuqori iqtisodiy samaradorlikni ham ta’minlaydi. Zamonaviy mikroprotsessorli boshqaruv tizimlari, avtomatlashtirilgan monitoring vositalari va energiya tejamkor texnologiyalarni joriy etish ekspluatatsiya xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Ekspluatatsiya xarajatlarining kamayishida an’anaviy rele-himoya va mexanik boshqaruv tizimlari muntazam texnik xizmat va tez-tez ta’mirlashni talab qiladi. Mikroprotsessorli qurilmalar esa xizmat ko‘rsatish oralig‘ini uzaytiradi, ehtiyot qismlar sarfini kamaytiradi va inson omiliga bog‘liq xatolarni qisqartiradi. Bu esa yillik ekspluatatsiya xarajatlarini sezilarli darajada kamaytiradi.

Hozirgi vaqtda elektr qurilmalarida qo‘llaniladigan ilg‘or texnologiyalar ushbu mezonlarning deyarli barchasiga to‘liq erishish imkonini bermoqda. Biroq, elektr energiyasiga bo‘lgan uzluksiz o‘sib borayotgan talab ishlab chiqarish quvvatlarining ko‘payishiga va natijada tarmoq elementlari orqali o‘tadigan toklarning ortishiga olib keladi. Shu sababli, ilgari o‘rnatilgan uskunalar issiqlik va dinamik barqarorlik talablari bo‘yicha zamonaviy standartlarga mos kelmasligi mumkin, chunki ularning nominal parametrlari hozirgi tok, kuchlanish yoki quvvat sig‘imi qiymatlaridan ancha past.

O‘zbekiston energetika tizimida podstansiyalarni modernizatsiya qilish energetika xavfsizligini ta’minlashning asosiy omillaridan biridir. Farg‘ona podstansiyasida olib borilgan modernizatsiya ishlari nafaqat mintaqa iste’molchilarini barqaror energiya bilan ta’minlashga, balki tizimning iqtisodiy samaradorligini oshirishga ham xizmat qildi. Raqamlashtirish, himoya avtomatikasini takomillashtirish, zamonaviy transformator va kommutatsiya uskunalarini joriy etish O‘zbekiston energetika tizimini yangi sifat bosqichiga olib chiqmoqda. Shu bilan birga uzluksiz elektr energiyasi bilan iste’molchilarni elektr energiyasi bilan ta’minlash va elektr qurilma hamda jihozlarni uzoq muddat ishlashiga sharoit yaratmoqda.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi. “Elektr energetika tarmog‘ini modernizatsiyalash dasturi – 2030.” Toshkent, 2023.
2. “O‘zbekiston milliy elektr tarmoqlari” AJ. “Podstansiyalarni raqamlashtirish va SCADA tizimlarini joriy etish bo‘yicha hisobot.” Toshkent, 2022.
3. Karimov A., Xudoyberdiyev Sh. “Elektr energetikasi tizimlarida avtomatlashtirish va raqamlashtirish.” – Toshkent: Energiya nashriyoti, 2021.
4. International Energy Agency (IEA). “Digitalization and the Future of Power Systems.” – Paris, 2023.

ISSN 3030-3907

YUQORI KUCHLANISHLI PODSTANSIYALARDA KOMMUTATSIYA APPARATLARINING O‘RNI

A.X.Eraliyev
Farg‘ona davlat texnika unversiteti dotsent
A.SH.Ismoilov
Farg‘ona davlat texnika unversiteti 46-23E guruh talabasi

Annotatsiya: Mazkur maqolada yuqori kuchlanishli podstansiyalarda qo‘llaniladigan kommutatsiya apparatlarining vazifasi, tuzilishi va ahamiyati yoritilgan. Kommutatsiya apparatlariga ajratgichlar, o‘chirgichlar, transformatorlar va boshqa himoya hamda boshqaruv qurilmalariham kiritilgan. Ularning to‘g‘ri tanlanishi elektr tarmog‘ining barqaror va ishonchli ishlashlari ko‘rib chiqilgan.Maqolada shuningdek, komutatsiyon appartlarning kamchiliklari va avzaliklari keltirib otilgan.

Kalit so‘zlar: Ajratgich, o‘chirgich, transformator, kommutatsiya apparatlari, podstansiya, himoya qurilmalari.

Аннотация: В данной статье рассмотрены функции, конструкция и значение коммутационных аппаратов, применяемых на высоковольтных подстанциях. К коммутационным аппаратам относятся разъединители, выключатели, трансформаторы, а также другие устройства защиты и управления. Показано, что правильный выбор этих аппаратов обеспечивает стабильную и надежную работу электрической сети. Кроме того, в статье приведены преимущества и недостатки коммутационных аппаратов.

Ключевые слова: Разъединитель, выключатель, трансформатор, коммутационные аппараты, подстанция, защитные устройства.

Abstract: This article discusses the functions, structure, and importance of switching devices used in high-voltage substations. Switching devices include disconnectors, circuit breakers, transformers, and other protection and control equipment. The article highlights that the proper selection of these devices ensures the stable and m reliable operation of the power network. In addition, the advantages and disadvantages of switching devices are also presented.

Keywords: Disconnector, ctrucebreaker, transformer, switching devices, substation, protective devices.

Kirish

Yuqori kuchlanishli podstansiyalar elektr energiyasini ishlab chiqarish manbalaridan iste’molchilargacha yetkazib berish jarayonida muhim bo‘g‘in hisoblanadi. Ular elektr energiyasining kuchlanish darajasini o‘zgartirish, uzatish tarmoqlari o‘rtasida taqsimlash hamda energetik tizimning barqaror ishlashini ta’minlash vazifasini bajaradi. Mazkur podstansiyalarda qo‘llaniladigan kommutatsiya apparatlari esa elektr zanjirlarini ulash va uzish, avariya holatlarida

ISSN 3030-3907

tokni tezkor o‘chirish, shuningdek, himoya va avtomatika tizimlari bilan birgalikda ishlash orqali uskuna va tarmoqlarning xavfsizligini ta’minlaydi.

Kommutatsiya apparatlarining to‘g‘ri tanlanishi ularning nominal kuchlanish, tok, qisqa tutashuvga chidamlilik hamda ekspluatatsion sharoitlarga mos bo‘lishiga bog‘liq. Ushbu apparatlarning ishonchli ishlashi elektr energiyasi uzatishdagi uzilishlarning oldini olish, texnologik jarayonlarning uzluksizligini ta’minlash va avariya holatlarining salbiy oqibatlarini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shuningdek, zamonaviy yuqori kuchlanishli podstansiyalarda mikroprotsessorli rele himoyasi va avtomatika tizimlari bilan uyg‘unlashgan kommutatsiya qurilmalaridan foydalanish energiya ta’minoti ishonchliligini yanada oshiradi hamda ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishga xizmat qiladi.

Kommutatsiya apparatlari elektr zanjirlarini ulash, uzish, normal va avariya rejimlarida boshqarish, tarmoqlarni himoya qilish hamda servis ishlarini xavfsiz amalga oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Shu sababli yuqori kuchlanishli podstansiyalarning samaradorligi, energiya ta’minoti ishonchliligi va avariya xavfsizligi to‘g‘ridan to‘g‘ri kommutatsiya apparatlarining konstruktiv mukammalligi va ishlash ishonchliligiga bog‘liq [1].

Bugungi O‘zbekistonning energetika tizimi 110 kV, 220 kV, 500 kV kuchlanishli podstansiyalar orqali ishlaydi. Mamlakat bo‘yicha ularning soni yil sayin oshmoqda, chunki: yuklamalar ko‘paygan, yangi sanoat zonalari ochilmoqda, uy-joylar, yangi massivlar ko‘payganligi uchun “Yangi O‘zbekiston” energiya strategiyasi qabul qilingan.

O‘zbekistondagi eng muhim o‘zgarishlar: 500 kV lik magistral tarmoqlar yangilanmoqda. Masalan: 500 kV Sirdaryo–Toshkent, 500 kV Navoi–Samarqand, 500 kV Surxondaryo–Afg‘oniston liniyasi. Bu liniyalar orqali katta quvvatlar uzatiladi va import-eksport yo‘lga qo‘yiladi.

So‘nggi yillarda quyidagi yirik podstansiyalar ishga tushdi: 500 kV “Surxon” podstansiyasi 220 kV “Qo‘qon-2” podstansiyasi, 220 kV Qoraqalpog‘iston podstansiyasi, 220 kV “G‘uzor–Surxon” podstansiyalari modernizatsiya qilingan. Ular to‘liq raqamlashtirilgan, SCADA tizimiga ulangan va masofadan boshqariladi.

Bugungi kunda O‘zbekistonda qayta tiklanuvchi energiya manbalarining ulushi izchil oshib bormoqda. Xususan, Navoiy, Buxoro, Qoraqalpog‘iston va Jizzax viloyatlarida barpo etilayotgan yirik quyosh va shamol elektr stansiyalari mamlakat energetika balansida muhim o‘rin egallamoqda. Mazkur stansiyalarda ishlab chiqarilayotgan elektr energiyasi uzoq masofalarga uzatilishi uchun kuchlanish darajasi yuqori qiymatlarga ko‘tariladi, bu esa mavjud podstansiyalarni modernizatsiya qilish va yangi yuqori kuchlanishli podstansiyalarni qurishni taqozo etmoqda.

ISSN 3030-3907

Elektr yuklamalarining keskin ortishi natijasida elektr tarmoqlari kengaytirilmoqda. Ayniqsa, Farg‘ona vodiysi, Toshkent shahri hamda Sirdaryo–Guliston hududlari yuklama jihatidan eng faol hududlar sifatida ajralib turmoqda. Ushbu hududlarda ko‘plab yangi 110 kV va 220 kV kuchlanishli podstansiyalar qurilib, foydalanishga topshirilmoqda.

Bugungi kunda O‘zbekiston energetika tizimida zamonaviy kommutatsiya apparatlariga bo‘lgan talab juda yuqori. Ayniqsa, yuqori kuchlanishli podstansiyalarda SF_6 gazli o‘chirgichlar asosiy o‘rinni egallamoqda. Hozirgi vaqtda 220 kV va 500 kV kuchlanishli podstansiyalarning deyarli barchasi SF_6 gazli o‘chirgichlar bilan jihozlanmoqda. Kommutatsiya apparatlari elektr zanjirlarini ulash va uzish, tok va kuchlanishni boshqarish, avariya holatlarini aniqlash va tezkor ajratish, shuningdek, elektr qurilmalarini va xizmat ko‘rsatuvchi xodimlarni himoya qilish uchun mo‘ljallangan. Ular elektr ta’minoti tizimining ishonchli, uzluksiz va xavfsiz ishlashini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Podstansiyalarda qo‘llaniladigan kommutatsiya apparatlari elektr tarmoqlarini ishga tushirish va to‘xtatish, avariya holatlarini avtomatik tarzda ajratish hamda profilaktik va ta’mirlash ishlarini xavfsiz olib borish imkonini yaratadi. Agar bunday apparatlar mavjud bo‘lmasa, tarmoqlarda qisqa tutashuvlar, kuchlanish tebranishlari yoki ortiqcha yuklamalar natijasida yirik energetik avariyalar yuzaga kelishi mumkin [2].

Yuqori kuchlanishli podstansiyalarda qo‘llaniladigan kommutatsiya apparatlari asosan o‘chirgichlar hisoblanadi. Ular vakuumli, havo va gazli (SF_6) turlarga bo‘linadi. O‘chirgichlar elektr zanjirini yuklama ostida ham uzish qobiliyatiga ega bo‘lgan muhim qurilmalardir.

Vakuumli o‘chirgichlar yuqori kuchlanishli tizimlarda keng qo‘llanilib, uzoq xizmat muddati, yuqori ishonchliligi va ekologik xavfsizligi bilan ajralib turadi. Ularning xizmat muddati odatda 20–25 yilni tashkil etadi. Vakuumli o‘chirgichlarda kontaktlar vakuum muhitida joylashgan bo‘lib, uzilish jarayoni aynan shu muhitda sodir bo‘ladi. Vakuumda atom va molekulalar soni juda kam bo‘lgani sababli ionlanish darajasi past bo‘ladi va hosil bo‘lgan elektr yoyi (duga) juda qisqa vaqt ichida, ya’ni 1–2 millisekund davomida o‘chadi.

Vakuumli o‘chirgichlar asosan 6–10 kV kuchlanishli tarmoqlarda, shuningdek, 20 kV va 35 kV gacha bo‘lgan podstansiyalarda, sanoat korxonalari, transformator punktlari hamda taqsimlash va ta’minot podstansiyalarida keng qo‘llaniladi. Ushbu o‘chirgichlarning asosiy qismlariga vakuum kamerasi, harakatlanuvchi va qo‘zg‘almas kontaktlar, mexanik uzgich mexanizmi, izolyatsiya qobig‘i hamda yoyni o‘chirish tizimi kiradi. Kontaktlar odatda mis-xrom qotishmalaridan tayyorlanib, yuqori toklar ta’sirida erib ketmasligi uchun maxsus materiallardan foydalaniladi.

ISSN 3030-3907

Vakuumli o‘chirgichlarning afzalliklariga juda tez uzish qobiliyati, ekologik xavfsizligi, texnik xizmatga ehtiyoj sezmasligi, yuqori ishonchliligi va 10 ming martadan ortiq kommutatsiya amallarini muammosiz bajarish imkoniyati kiradi. Bundan tashqari, ularning ichida moy yoki gaz mavjud emasligi sababli portlash xavfi juda past. Biroq, 35 kV dan yuqori kuchlanishlarda vakuumli o‘chirgichlarni ishlab chiqarish texnologik jihatdan murakkab bo‘lib, ularning narxi moyli o‘chirgichlarga nisbatan qimmatroq hisoblanadi.

Shu bilan birga, vakuumli o‘chirgichlar 6–10 kV kuchlanishli podstansiyalarda, transformator tomonidagi asosiy o‘chirgich sifatida hamda avtomatlashtirilgan rele himoyasi va avtomatika (RZA) tizimlarida keng qo‘llanilib, zamonaviy elektr ta’minoti tizimining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi.

Moyli o‘chirgichlar elektr tarmoqlarida tokni ulash va uzish uchun mo‘ljallangan kommutatsiya apparatlari bo‘lib, elektr yoyini o‘chirish jarayonida maxsus transformator moyidan foydalanadi. Elektr kontaktlari ajralganda hosil bo‘ladigan yoy moy ichida paydo bo‘ladi va moyning sovituvchi hamda izolyatsiyalovchi xususiyati hisobiga xavfsiz tarzda o‘chiriladi. Shu sababli ushbu turdagi o‘chirgichlar “moyli o‘chirgichlar” deb ataladi.

Moyli o‘chirgichlarning asosiy vazifalari elektr tarmog‘ini ortiqcha tok va qisqa tutashuvlardan himoyalash, zanjirni yuklama ostida ham uzish va ulash hamda elektr yoyini xavfsiz o‘chirish orqali uskunalarni shikastlanishdan saqlashdan iborat.

Tuzilishi jihatidan moyli o‘chirgichlar kontaktlar, moyli bak (idish), yoy o‘chiruvchi kamera, haydovchi mexanizm (qo‘lda yoki avtomatik boshqaruv uchun), shuningdek izolyatorlardan tashkil topadi. Ishlash prinsipi shundan iboratki, kontaktlar ajralganda moy ichida yoy hosil bo‘ladi, moy qizib gaz ajratadi va hosil bo‘lgan gaz yoyni siqib sovitadi, natijada tok uziladi va elektr zanjiri ochiladi.

Moyli o‘chirgichlar katta hajmli, ya’ni kontaktlar to‘liq moy ichida joylashgan, hamda kichik hajmli, ya’ni faqat yoy o‘chiruvchi kamera moy bilan to‘ldirilgan turlarga bo‘linadi. Ular asosan 35–220 kV kuchlanishli podstansiyalarda, elektr uzatish liniyalarida, generator va transformatorlarni himoyalashda hamda o‘rta kuchlanishli sanoat tarmoqlarida qo‘llaniladi.

Ushbu o‘chirgichlarning afzalliklariga yoyni ishonchli o‘chirishi, texnik xizmatining nisbatan osonligi va arzonligi kiradi. Biroq, moyning portlovchanligi, doimiy texnik xizmat va moyni almashtirish zarurati, shuningdek zamonaviy gazli va vakuumli o‘chirgichlarga nisbatan katta o‘lcham va og‘irlikka ega bo‘lishi ularning asosiy kamchiliklari hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

SF_6 gazli o‘chirgichlar yuqori kuchlanishli elektr tarmoqlarida tokni uzish va qisqa tutashuv holatlarida himoya qilish uchun keng qo‘llaniladigan zamonaviy kommutatsiya apparatlaridir. Ushbu o‘chirgichlarda yoyni o‘chirish muhiti sifatida sulfur geksaflorid (SF_6) gazi ishlatiladi. Bu gaz elektr yoyini juda tez o‘chiruvchi, kam yonuvchan va yuqori dielektrik xususiyatga ega.

SF_6 gazli o‘chirgichlarning asosiy vazifalari qisqa tutashuv toklarini uzish, tarmoqni avtomatik himoyalash, yuqori kuchlanishli podstansiyalarda liniyalarni kommutatsiya qilish hamda elektr tizimining barqaror ishlashini ta’minlashdan iborat. Ular asosan 100–500 kV kuchlanishli tarmoqlarda keng qo‘llaniladi.
Ushbu o‘chirgichlarning tuzilishiga kontaktlar, SF_6 gazi bilan to‘ldirilgan kamera, yoy o‘chirish mexanizmi, mexanik yuritgich, izolyatorlar va gaz bosimini nazorat qiluvchi tizim kiradi. Ishlash jarayonida kontaktlar ajralganda hosil bo‘lgan yoy SF_6 gazi ta’sirida tez sovitiladi va ionlar bog‘lanib, yoy juda qisqa vaqt ichida yo‘qoladi. SF_6 gazi yoyni o‘chirishda moyli o‘chirgichlarga nisbatan 3–4 baravar samaraliroq hisoblanadi.

SF_6 gazli o‘chirgichlarning afzalliklariga tezkor va shovqinsiz ishlashi, uzoq xizmat muddati, katta kuchlanishlarga chidamliligi va portlash xavfining pastligi kiradi. Kamchiliklari esa SF_6 gazining kuchli issiqxona gazi ekanligi, gaz sizishi bilan bog‘liq ekologik muammolar, yuqori narx va xizmat ko‘rsatish uchun yuqori malaka talab qilinishidir. Ushbu o‘chirgichlar 35 kV dan 500 kV gacha bo‘lgan kuchlanishlarda eng ko‘p qo‘llanilib, 750 kV va undan yuqori kuchlanishlar uchun ham ishlab chiqariladi.

Ajratgichlar tok ostida bo‘lmagan elektr zanjirlarni ulash va uzish uchun mo‘ljallangan kommutatsiya apparatlaridir. Ularning asosiy vazifasi zanjirni ko‘rinadigan tarzda ajratish, ta’mirlash vaqtida xavfsizlikni ta’minlash va podstansiya sxemasini o‘zgartirishdan iborat.

Ajratgichlar o‘qli, pichoqli, uch qutbli, yerlashtiruvchi, ikki tomonlama va uch bo‘g‘inli turlarga bo‘linadi. Gorizontal va vertikal aylanadigan o‘qli ajratgichlar 35–500 kV podstansiyalarda keng qo‘llaniladi. Pichoqli ajratgichlar esa asosan 0,4–10 kV kuchlanishlarda ishlatiladi. Yerlashtiruvchi ajratgichlar ta’mirlash vaqtida liniyani yerga ulab, qoldiq zaryadlarni neytrallashtirish uchun xizmat qiladi.

GIS ajratgichlar SF_6 gaz bilan izolyatsiyalangan bo‘lib, havo izolyatsiyasiga nisbatan ancha ixcham va 110–500 kV GIS podstansiyalarda qo‘llaniladi. Vakuumli ajratgichlar esa asosan 6–35 kV kuchlanishlar uchun mo‘ljallangan.

Rele himoyasi elektr tarmog‘ida yuzaga keladigan avariya holatlarini aniqlab, o‘chirgichlarga signal yuboradi va tarmoqni tezkor ravishda uzadi. Zamonaviy podstansiyalarda SCADA tizimlari, masofadan boshqarish va real vaqt monitoringi keng qo‘llanilmoqda. Yuqori kuchlanishli tarmoqlarda kichik nosozlik

ISSN 3030-3907

ham katta avariyaga olib kelishi mumkinligi sababli rele himoyasi tok, kuchlanish va chastotani doimiy nazorat qiladi [3].

Podstansiyalarda maksimal tok himoyasi, yerga tutashuvdan himoya, differensial himoya, uzoqlik (distansion) himoyasi, kuchlanish bo‘yicha relelar hamda tezkor avtomatika (APV, AVR) turlari qo‘llaniladi. Rele himoyasi odamlar xavfsizligini ta’minlaydi, qimmat uskunalarni katta shikastlanishdan saqlaydi, elektr energiyasi sifatini yaxshilaydi va yirik avariyalarning oldini oladi.

Podstansiyalardagi kommutatsiya apparatlari muntazam ravishda ko‘rikdan o‘tkazilishi, izolyatsiya darajasi o‘lchanishi, harakatlanuvchi qismlar moylanishi hamda zarur hollarda ta’mirlanishi va modernizatsiya qilinishi lozim. Elektr xavfsizligi talablariga qat’iy rioya etish, dielektrik himoya vositalaridan foydalanish, yerga ulash qurilmalarini qo‘llash va faqat ruxsatnoma asosida ishlash mutaxassislar uchun majburiy hisoblanadi.

Yuqori kuchlanishli podstansiyalarda kommutatsiya apparatlari elektr energiya tizimining uzluksiz, xavfsiz va ishonchli ishlashini ta’minlovchi eng muhim texnik elementlardir. Ularning to‘g‘ri tanlanishi, sifatli montaj qilinishi, zamonaviy raqamli boshqaruv tizimlari bilan uyg‘unligi hamda muntazam texnik xizmat ko‘rsatish energiya tizimining umumiy samaradorligini oshiradi. Energiya ta’minotidagi ishonchlilik va barqarorlikni oshirish maqsadida kommutatsiya apparatlarini modernizatsiyalash, ekologik xavfsiz texnologiyalarga o‘tish, raqamlashtirish va avtomatlashtirish jarayonlarini jadallashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi.

Xulosa o‘rnida shuni aytish mumkinki, yuqori kuchlanishli podstansiyalarda kommutatsiya apparatlari elektr energiyasi tizimining barqarorligi va xavfsizligini ta’minlaydi. Ularning to‘g‘ri tanlanishi, o‘rnatilishi va texnik xizmat ko‘rsatishi elektr ta’minoti tizimida uzilishlar, avariyalar va qurilma ishdan chiqishlarining oldini oladi. Zamonaviy texnologiyalar asosida ishlab chiqarilgan o‘chirgichlar, ajratgichlar va boshqa kommutatsiya qurilmalari elektr tarmoqlarining ishonchliligi va samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Allaev K.R. “Stansiya va podstansiyalarining elektr jixozlari” o‘quv qo‘llanma. T. Cho‘lpon, 2014 yil.
2. N.M.Aripov, T.K.Jabborov, A.X.Eraliev “Elektr stansiyalarini elektr jixozlari” Toshkent: 2021 y.
3. I.X.Xoliddinov, A.X.Eraliev “Elektr stansiya va podstansiyalarining elektr qismi” fanidan o‘quv qo‘llanma. FarPI, 2020 y.

ISSN 3030-3907

ORE LOSS AND DILUTION IN THE SUBLEVEL CAVING

Nurboboyev Y.T.
PhD, associate professor of University of Geological Sciences
Email: yorqin210@mail.ru

Abstract. This article discusses the direct dependence of ore loss and dilution indicators on the mining method and the dimensions of its constructive elements in underground mining of mineral deposits, as well as their significance in managing production indicators. The method for reducing loss and dilution during the extraction of caved ore in a caving mining method, and their impact on the efficiency of the mining enterprise, are also highlighted. The study explores the potential for increasing labor productivity, shortening the block preparation period, and reducing the total length development workings through the optimization of the mining method's constructive dimensions.

Keywords: caving mining method, extraction block, loss, dilution, ore drawing, blasting layer, mine workings.

Annotatsiya. Ushbu maqola foydali qazilma konlarini yer osti usulida qazib olishda ruda nobudgarchiligi va sifatsizlanishi ko‘rsatkichlarining qazib olish tizimiga, uning konstruktiv elementlari o‘lchamlariga bevosita bog‘liqligi va ularning qazib olish ko‘rsatkichlarini boshqarishdagi ahamiyatiga bag‘ishlangan. Shuningdek, ruda va atrof tog‘ jinslarini qulatib qazib olish tizimida qulatilgan rudani chiqarib olishda sodir bo‘ladigan nobudgarchilik va sifatsizlanish ko‘rsatkichlarini kamaytirish usullari hamda konchilik korxonasining samaradorligiga ta’siri yoritilgan. Qazib olish tizimining konstruktiv o‘lchamlarini optimallashtirish orqali mehnat unumdorligini oshirish, qazish blokini tayyorlash davrini hamda tayyorlovchi, kesuvchi kon lahimlarining umumiy uzunligini kamaytirish imkoniyatlari o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: qulatib qazib olish tizimi, qazish bloki, nobudgarchilik, sifatsizlanish, rudani chiqarish, qulatiladigan qatlam, kon lahimlari.

Аннотация. Данная статья посвящена анализу зависимости показателей потерь руды и её разубоживания при подземной разработке месторождений полезных ископаемых от системы разработки и размеров её конструктивных элементов, а также их роли в управлении показателями извлечении. Также освещены методы снижения потерь и разубоживания при выпуске обрушенной руды в системе разработки с обрушением руды и вмещающих пород, а также их влияние на эффективность горнодобывающего предприятия. Изучены возможности повышения производительности труда, сокращения периода подготовки блока и общей длины подготовительных выработок за счёт оптимизации конструктивных параметров системы разработки.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: система разработки с обрушением, выемочной блок, потери, разубоживание, выпуск руды, отбиваемый слой, горные выработки.

Introduction.

Over the past quarter century, the demand for mineral resources has increased significantly relative to the growth of the world population, and at the same time, the regulatory requirements governing mining activities have continued to tighten (Figure 1) [1]. The rational and safe extraction and use of mineral resources is an issue of state policy, and the necessity of ensuring its implementation is reflected in legislative norms [2]. Accordingly, complex utilisation of the subsurface, the recovery of economically viable reserves as fully as possible, and the application of rational, environmentally safe technologies are among the priority tasks of mining operations.

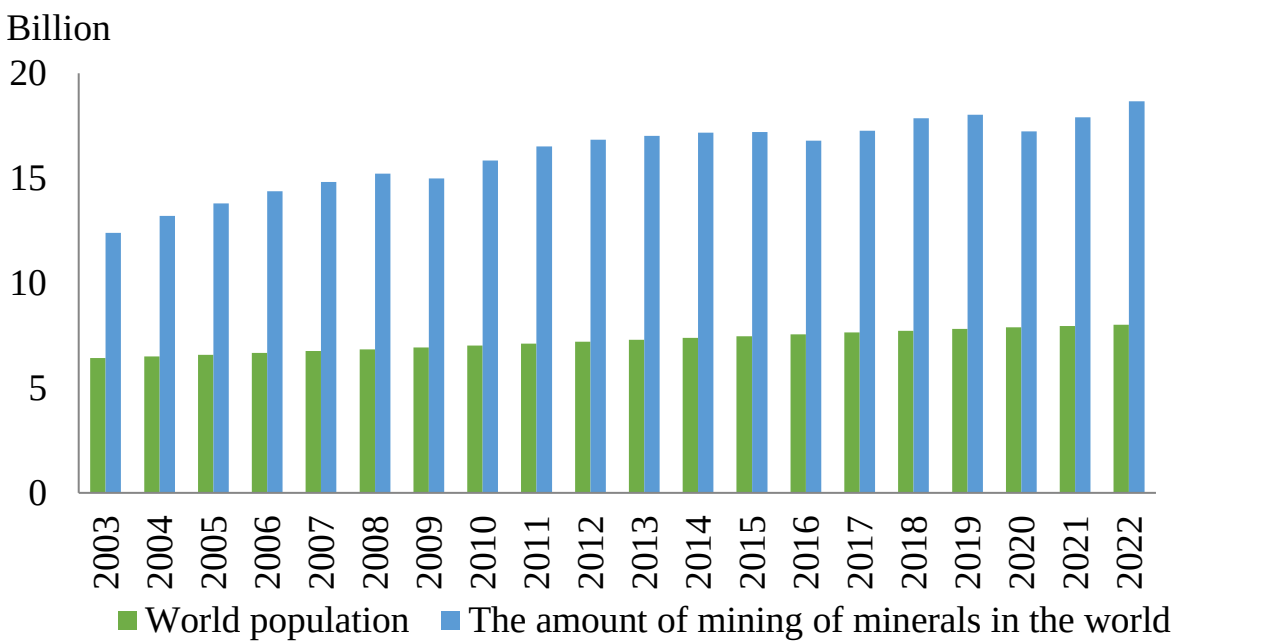


Figure 1. Diagram illustrating the relationship between global population growth and the volume of extracted mineral resources

One of the principal requirements in the extraction and processing of mineral resources is to prevent ore loss and dilution [3]. Controlling normative ore loss and dilution is achieved by selecting, on a sound technical-economic basis and taking into account mine-geological and mining-technical conditions, the most appropriate, safe and efficient mining method.

Among the underground mining methods, one of the most widely used method is the sublevel caving mining method. The main reasons for its prevalence are the simplicity of technological operations and the high production capacity. Nevertheless, this extraction method is associated with relatively greater ore loss and dilution.

The factors affecting recovery performance are multiple, and those that can be managed include the constructive elements of the mining method. The

ISSN 3030-3907

constructive elements of the sublevel caving mining method are: the height of the sublevel, the distance between ore extraction drifts (or drawpoints), and the thickness and dip (inclination) of the seam to be mined [4].

To date, no specific scientific laws have been established to justify the optimal thickness of the caving ore layer, the drilling and blasting parameters, the height of the sublevels, or the spacing between the drifts to minimize ore loss and dilution [5]. These parameters are applied only as recommendations tailored to particular mining conditions. Considering this, the following aspects require deeper investigation and development of fundamental relationships: the dependence of ore loss and dilution on the development layout for block extraction; the theoretical principles of extraction from beneath caved rock masses; the influence of sublevel caving mining method on ore loss and dilution.

Experimental research. Based on the results of studies carried out at several mining enterprises to increase the efficiency of extraction methods and improve ore recovery indicators, modification of the constructive parameters of the extraction method was proposed as the most optimal solution. [6,7]. In the present study, increasing the sublevel height, increasing the distance between ore extraction drifts, and altering the dip (inclination) angle of the rhomboidal panel (Figure 2) are considered the principal solutions to ensure higher recovery performance.

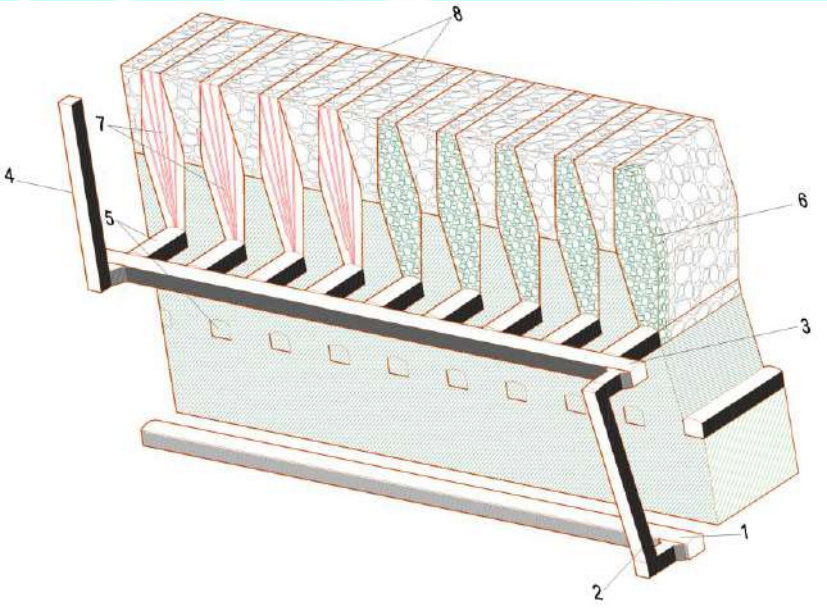


Figure 2. The scheme of the sublevel caving mining method
1– haulage drift; 2 – orepass; 3 – sublevel drift; 4 – raise; 5 – sublevel crosscut; 6 – caved ore seam; 7 – blasthole charges; 8 – caved country rocks

Sublevel drifts and sublevel crosscuts, when positioned at specific distances from one another, form rhomboidal panels. In a rhomboidal panel, mining operations begin with the drivage of the cutting drift, which creates the cut slot. Ore removal from the confined medium is carried out by blasting boreholes

ISSN 3030-3907

arranged in a fan-shaped pattern [8]. Depending on the orientation of the boreholes within the extraction panel, the mined seam's dip may be vertical, inclined toward the rock mass, or inclined toward the caving mass.

During the processes of drawing caved ore from the panel, secondary ore loss and dilution occur. In the initial stages of drawing a certain amount of clean ore is recovered. As the number and quantity of draws increase, country rock is progressively mixed with the ore mass, and eventually the ore drawing declines until only country rock is produced. The loss and dilution during panel extraction depend on the quantity of clean ore recovered at the drawing. The clean ore yield, in turn, is governed by the ellipsoidal dimensions that develop during the drawing process [9].

Changes in the dip angle of the mined seam affect the movement characteristics and governing laws of fragmented ore pieces, as well as the dimensions of the ore-drawing ellipsoid. Variations in the height of the caved seam and the spacing between ore-draw drifts also lead to an increase in the size of the drawing ellipsoid.

To comprehensively evaluate the factors influencing ore loss and dilution during panel extraction, a study was conducted. In this research, the ore drawing process was examined using three visual models of different sizes, allowing observation of the interaction and mixing between ore and country rock.

Research results. According to the analysis of the obtained experimental results, when the dip angle of the blasting seam is directed vertically or toward the rock mass, the caved country rocks exert greater pressure on the ore. As a result, during the ore drawing process from the panel, ore loss and dilution are relatively higher [10].

When the dip angle of the blasting seam is oriented toward the caved rock mass, however, the pressure of the caved country rocks on the ore is lower, and consequently, ore loss and dilution are comparatively reduced.

Initial data on the amount of ore mass extracted from the block were obtained from laboratory model studies, and the processing of measurement results was carried out in several stages:

• preliminary processing of the data to provide a detailed assessment of the main parameters and conditions of ore drawing;

• preparation of a results table and constructing of various correlation graphs.

The ore drawing results are presented in Table 1.

Table 1

Indicators of loss and dilution during ore drawing

№	Dip angle α, ˚	Loss, %	Dilution, %
I Model	80	11,6	42,1

ISSN 3030-3907

	100	7,4	91,3
II Model	80	8,7	19,2
	100	13	170
III Model	80	5,8	63,4
	100	30,1	187,3

Based on the processing of data obtained from laboratory tests, correlation graphs of ore drawing indicators were constructed for three models.

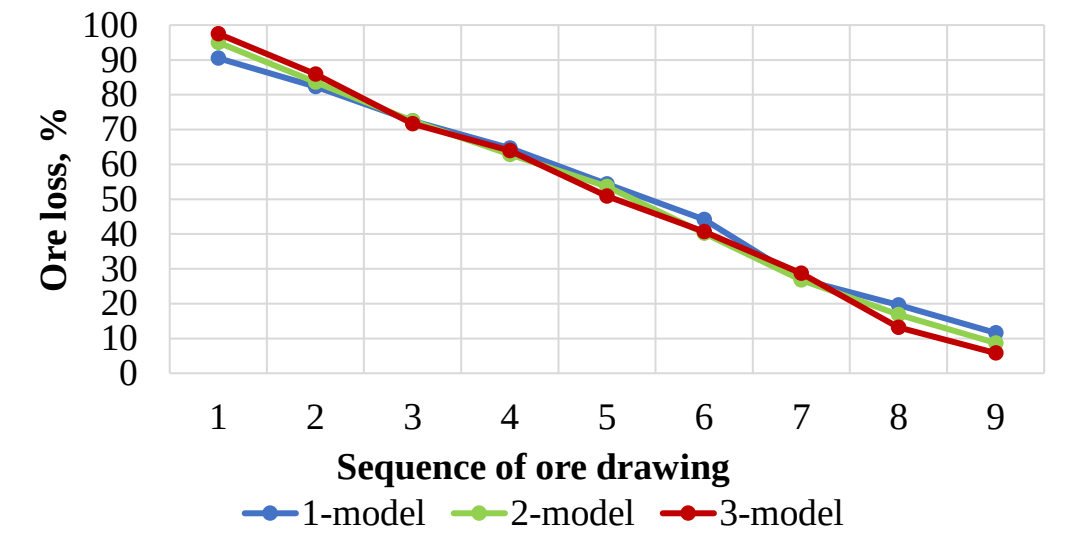


Figure 3. Ore loss when the dip angle of the caving seam is 80°

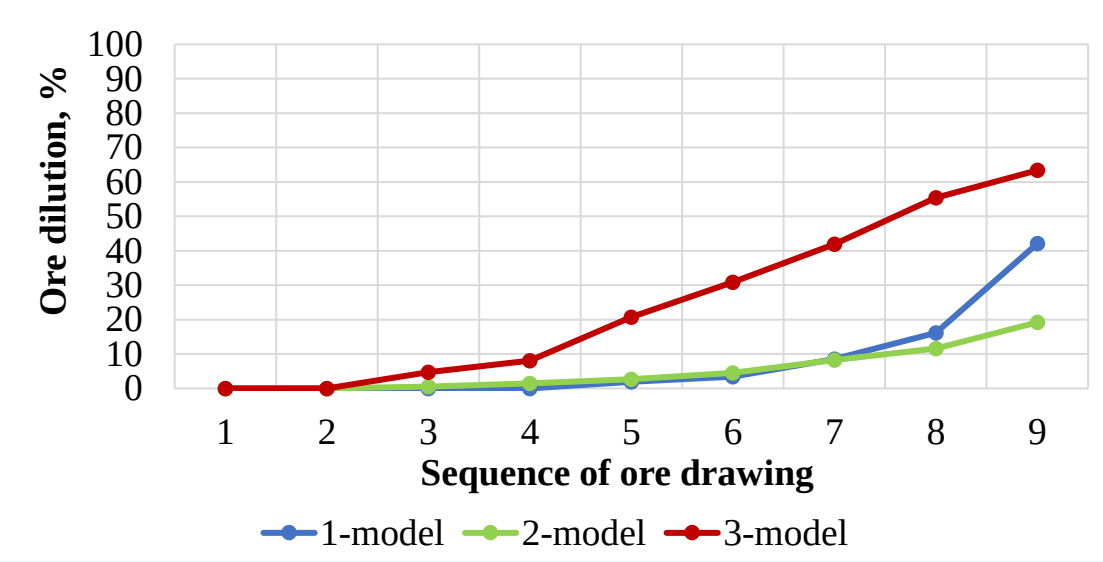


Figure 4. Ore dilution when the dip angle of the caving seam is 80°

ISSN 3030-3907

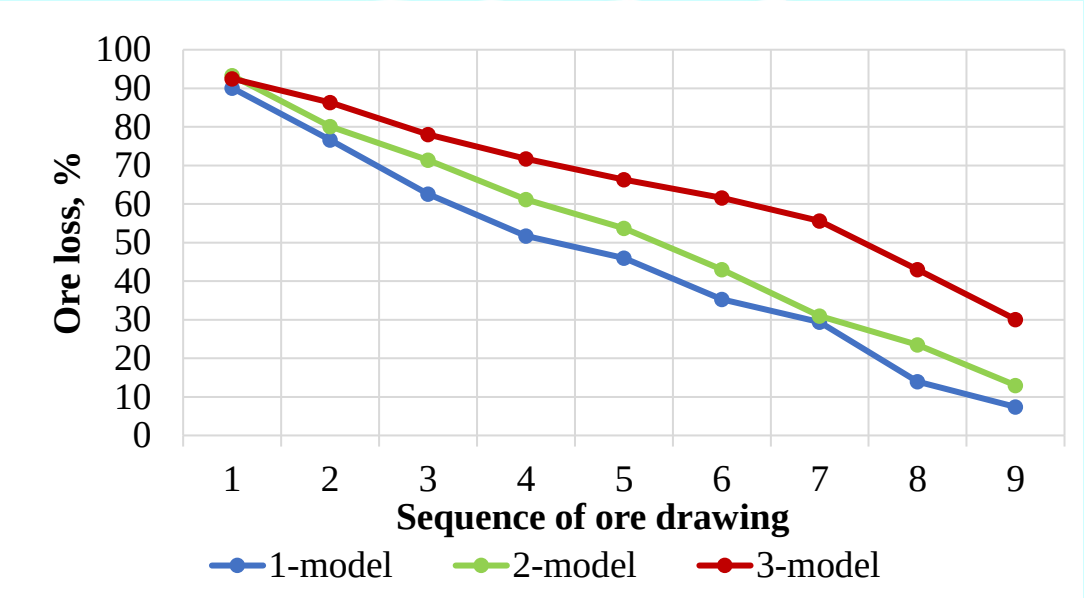


Figure 5. Ore loss when the dip angle of the caving seam is 100°

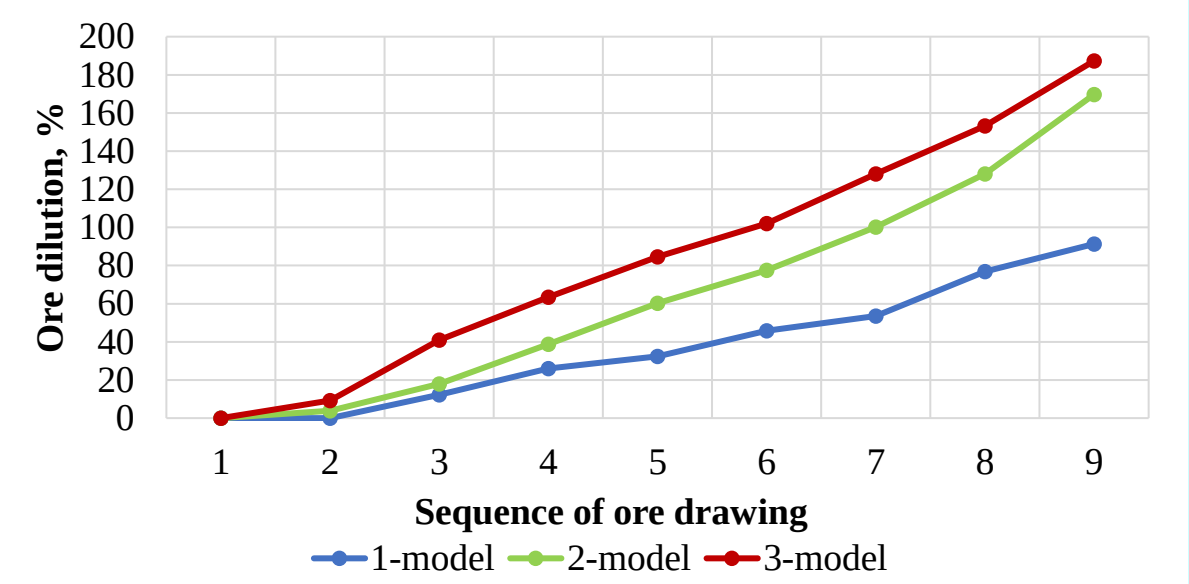


Figure 6. Ore dilution when the dip angle of the caving seam is 100°

Although there are several methods for assessing the economic efficiency of mining systems, their constructive parameters, and newly implemented technologies, the method based on comparing the economic damage caused by ore loss and dilution, as well as material and labor costs, was applied due to its reliability and simplicity.

Conclusions. Based on the conducted research, the following conclusions were drawn: it was established that, in addition to the conventional mine-technical factors, the dimensions of the constructive elements of the mining method have an influence on the indicators of ore loss and dilution. Increasing the sublevel height and the distance between ore extraction drifts (spacing) leads to an enlargement of the ore extraction ellipsoid, which, in turn, results in a reduction of ore loss and dilution. The results of the techno-economic analysis indicate that the proposed method offers a number of advantages, including a high level of rational subsurface

ISSN 3030-3907

use, low economic damage from ore loss and dilution, reduced volume of development works, lower expenditures on materials, energy, and labor, as well as shorter development period of the block prior to extraction.

REFERENCES

1. Nurboboev Y.T. Critical analysis of environmental risks in the mining industry // Universum: Technical Sciences: Electronic Scientific Journal. 2025. 6(135).
2. Law of the Republic of Uzbekistan “On Subsoil”. Unified rules for subsoil protection during mineral extraction (Resolution No. 983, Appendix 5, Ministry of Justice of the Republic of Uzbekistan, 04.12.2018).
3. Makhmudov D.R., Nurboboev Y.T., Mahmadoliev A.K. Management of ore dilution and dilution in complex structured gold deposits. Eurasian Mining Congress-2021. pp. 154–158.
4. Nurboboev Y.T. Problems of rational use of minerals in the sublevel caving mining method // Universum: Technical Sciences: Electronic Scientific Journal. 2025. 5(134).
5. Savich I.N., Mustafin V.I. Prospects for application and justification of design solutions in sublevel and undercut end ore extraction // Mining Information and Analytical Bulletin (Scientific-Technical Journal). 2015. № S1.
6. Tao G. et al. A new diversion drawing technique for controlling ore loss and dilution during longitudinal sublevel caving // International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences. 2019. Vol. 113. pp. 163–171.
7. Neverov S.A. Justification of underground technologies with caving of ore and host rocks for extraction of high-angle powerful deposits under increasing depth conditions: dissertation. – Institute of Mining, Siberian Branch of RAS, 2021.
8. Nurboboev Y.T. Improvement the method for managing ore loss and dilution in a caving mining method: dissertation. – Tashkent State Technical University, 2024.
9. Nurboboev Y.T. Influence of constructive parameters of the mining method on ore loss and dilution indicators // Scientific journal of construction and education. 2025. Special Issue 3, pp. 298-301.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEK TILI DEPENDENCY PARSERINI TUZISH ALGORITMI

Oqila Abdullayeva Xolmo‘minovna
Toshkent davlat o‘zbek tili va adabiyoti universiteti doktoranti DSc
E-mail: abdullayevaoqila@gmail.com
Fotima O‘tkirova Baxtiyorovna
Toshkent davlat o‘zbek tili va adabiyoti universiteti magistranti
E-mail: Otkirovafotima55@gmail.com
Bozorqulova O‘g‘iloy Erkinovna
Toshkent davlat o‘zbek tili va adabiyoti universiteti magistranti

Annotatsiya: Ushbu maqolada o‘zbek tili uchun yuqori aniqlikka ega dependency parser yaratishning matematik va algoritmik asoslari bayon etiladi. Tadqiqot SpaCy va Stanza kutubxonalarida qo‘llaniladigan transition-based va graph-based dependency parsing algoritmlarining chuqur tahliliga asoslanadi. Ushbu yondashuvlar asosida o‘zbek tilining agglutinativ xususiyatlariga moslashtirilgan, aniq formulalar va bosqichma-bosqich algoritmlar bilan ifodalangan yangi dependency parser modeli taklif etiladi.

Kalit so‘zlar: Dependency Parsing, transition-based parser, graph-based parser, SpaCy, Stanza, o‘zbek tili, BiLSTM, transformer.

Аннотация: В данной статье изложены математические и алгоритмические основы создания высокоточного зависимого анализатора для узбекского языка. Исследование основано на глубоком анализе алгоритмов переходного и графического зависимого анализа, используемых в библиотеках SpaCy и Stanza. На основе этих подходов предлагается новая модель зависимого анализатора, адаптированная к агглютинативным особенностям узбекского языка, выраженная точными формулами и пошаговыми алгоритмами.

Ключевые слова: Dependency Parsing, transition-based parser, graph-based parser, SpaCy, Stanza, Узбекский язык, BiLSTM, transformer.

Abstract: This article describes the mathematical and algorithmic foundations for creating a high-precision dependency parser for the Uzbek language. The research is based on an in-depth analysis of the transition-based and graph-based dependency parsing algorithms used in the SpaCy and Stanza libraries. Based on these approaches, a new dependency parser model is proposed, adapted to the agglutinative features of the Uzbek language, expressed by precise formulas and step-by-step algorithms.

Keywords: Dependency Parsing, transition-based parser, graph-based parser, SpaCy, Stanza, uzbek language, BiLSTM, transformer.

Kirish

Tabiiy tilni qayta ishlash tizimlarida sintaktik tahlil markaziy o‘rin egallaydi. Dependency parsing usuli gapdagi so‘zlar orasidagi hokim-tobe munosabatlarni

ISSN 3030-3907

aniqlash orqali mashinaviy tarjima, savol-javob tizimlari va axborot izlash kabi vazifalarda muhim rol o‘ynaydi. O‘zbek tili kabi agglutinativ tillar uchun mavjud universal parserlar yetarli aniqlik bermaydi, shu sababli maxsus algoritmik yondashuv talab etiladi. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi – o‘zbek tili lingvistik xususiyatlarini inobatga olgan holda dependency parser yaratish algoritmini ishlab chiqishdir.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Dependency parsing masalasi jahon tilshunosligi va kompyuter lingvistikasida muhim tadqiqot yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Mazkur yondashuv gap tarkibidagi so‘zlar o‘rtasidagi sintaktik tobelik munosabatlarini aniqlashga asoslanadi. Dependency parsingning boshlanishi XX asrning o‘rtalariga borib taqaladi. O‘sha davrlarda grammatika, asosan, formallashgan, qoidalarga asoslangan tizimlarda rivojlangan. Dependency grammatikasi ilk bor L. Tesnière tomonidan ishlab chiqilgan bo‘lib, unda gap strukturasining markazi sifatida kesim (fe’l) olinadi[4]. Lucien Tesnière 1950-yillarda dependency grammar kontseptsiyasini ilgari surdi. Uning fikricha, tilning sintaktik strukturasini bog‘lanishlar tizimi orqali ifodalash mumkin. Tesnièrening “Structure des relations de dépendance dans le langage” (1959) asari tilshunoslikda qaramlik modellari uchun asos bo‘ldi.

Keyingi tadqiqotlarda dependency parsing nazariyasi formal va hisoblash modellari bilan boyitildi. Jumladan, Nivre dependency parserlarni yaratishda transition-based va graph-based yondashuvlarni ajratib ko‘rsatadi[5]. Ushbu modellarda so‘zlar o‘rtasidagi bog‘lanishlar ehtimollik va vaznli grafiklar asosida aniqlanadi.

Universal Dependencies (UD) loyihasi dependency parsingni turli tillar uchun yagona formatda amalga oshirishga qaratilgan muhim tashabbuslardan biridir[6]. Ushbu loyiha doirasida sintaktik bog‘lanishlarning umumiy to‘plami ishlab chiqilgan bo‘lsa-da, agglutinativ tillar, xususan, o‘zbek tili uchun ayrim moslashuv muammolari mavjudligi ta’kidlanadi.

O‘zbek tilshunosligida gap sintaksisi va tobe bog‘lanishlar masalasi an’anaviy tarzda tadqiq etib kelingan. Jumladan, A. G‘ulomov sodda gap tuzilishini kesim atrofida shakllanuvchi sintaktik birlik sifatida izohlaydi[7]. Shuningdek, N. Mahmudov va A. Nurmonovlar o‘zbek tilida so‘z birikmalari va ularning sintaktik munosabatlarini batafsil tahlil qilganlar[8]. So‘nggi yillarda o‘zbek tili uchun

[4] Tesnière, L. *Éléments de syntaxe structurale*. Paris: Klincksieck, 1959.

[5] Nivre, J. *Algorithms for Deterministic Incremental Dependency Parsing*. Computational Linguistics, 2008.

[6] De Marneffe, M.-C., et al. Universal Dependencies. LREC, 2014.

[7] G‘ulomov, A. Hozirgi o‘zbek adabiy tili. Sintaksis. Toshkent, 1978.

[8] Mahmudov, N., Nurmonov, A. O‘zbek tilining nazariy grammatikasi. Toshkent, 1995.

ISSN 3030-3907

avtomatik tahlil vositalarini yaratishga bag‘ishlangan tadqiqotlar soni ortib bormoqda. Ayrim ishlarda POS-teglash va morfologik analiz asosida dependency parser yaratish algoritmlari taklif etilgan bo‘lib, ular an’anaviy qoida-asosli yondashuvlarga nisbatan samaraliroq ekanligi ko‘rsatilgan[9]. Kompyuter lingvistikasi nuqtayi nazaridan o‘zbek tilining morfologik murakkabligi dependency parsing jarayonida muhim omil hisoblanadi. Xususan, qo‘shimchalar orqali ifodalangan grammatik ma’nolar sintaktik rolni aniqlashda asosiy signal vazifasini bajaradi[10]. Shu sababli, morfologik tahlil bilan integratsiyalashgan parser modellar yuqori aniqlikni ta’minlaydi.

Turk tilshunosligidagi qaramlik tahliliga bag‘ishlangan shunday izlanishlardan biri Ruket Jakiji tomonidan yozilgan “Wide-coverage parsing for Turkish” asarida batafsil yoritib berilgan[11]. Xususan, asarda “METU-Sabanci” treebanki yordamida turkcha modellarni tahlil qilish haqida ma’lumotlar keltirilgan. Erigit va K.Oflazer (2006) turklar uchun statistik qaramlik tahlilini taqdim etadi[12]. Ularning eng samarali modeli o‘ngga bog‘liqlikning 72.3% ni tiklaydi. Boshqa bir izlanishlarda Eryigit va Oflazer Nivrening tahlil algoritmidan foydalanadi va uning yordamida parserning keyingi harakatini oldindan aytish uchun tayanch vektor mashinalari bilan jihozlaydilar.

Umuman olganda, mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, o‘zbek tili uchun dependency parser yaratishda klassik dependency grammatikasi g‘oyalari bilan bir qatorda, tilning milliy va struktur xususiyatlarini hisobga olgan maxsus algoritmik yondashuv zarur hisoblanadi. Mazkur maqolada taklif etilayotgan algoritm aynan shu ehtiyojdan kelib chiqib ishlab chiqilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotda o‘zbek tili uchun dependency parser yaratish jarayoni kompleks metodologik yondashuv asosida olib borildi. Metodologiya lingvistik tahlil, kompyuter lingvistikasi va statistik modellashtirish usullarining integratsiyasiga tayangan holda ishlab chiqildi. Tadqiqotda hybrid yondashuv qo‘llanildi. Ushbu yondashuv quyidagi metodlarning uyg‘unlashuviga asoslanadi:

1) qoida-asosli (rule-based) lingvistik metod;
2) statistik va ehtimollik modellar;
3) korpusga tayangan empirik tahlil.

Mazkur yondashuv o‘zbek tilining agglutinativ tabiati va erkin so‘z tartibini hisobga olish imkonini beradi.

Ma’lumotlar bazasini shakllantirish metodlari

[9] Usmonov, B. O‘zbek tili uchun avtomatik sintaktik tahlil masalalari. Toshkent, 2021.
[10] Abney, S. Statistical Methods and Linguistics. MIT Press, 1996.
[11] Ruket Cakici. Wide Coverage parsing for Turkish. –M., 2009.
[12] Eryigit, Gulsen, Joakim Nivre, and Kemal Oflazer. Dependency parsing for Turkish. Computational Linguistics, 2008.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotda foydalanilgan ma’lumotlar bazasi quyidagi bosqichlar asosida shakllantirildi:

1. o‘zbek tilidagi ilmiy, publitsistik va badiiy matnlardan sodda gaplarni tanlab olish;
2. gaplarni normallashtirish va texnik belgilaridan tozalash;
3. gaplarni tokenlash va lemmaning ajratilishi;
4. kichik hajmli qo‘lda annotatsiyalangan oltin standart (gold standard) korpusni yaratish.

Annotatsiya jarayonida so‘zlar o‘rtasidagi head–dependent munosabatlari va dependency relation (deprel) turlari belgilandi.

Lingvistik tahlil metodlari

Lingvistik tahlil jarayonida quyidagi metodlardan foydalanildi:

1. distributiv tahlil – so‘zlarning gapdagi o‘rniga ko‘ra sintaktik rolini aniqlash;

2. valentlik tahlili – fe’lning argument tuzilmasini belgilash;

3. morfologik tahlil – qo‘shimchalarning sintaktik funksiya bilan bog‘liqligini aniqlash;

4. transformatsion tahlil – so‘z tartibi o‘zgarishlarining dependency tuzilishga ta’sirini aniqlash.

DEPENDENCY PARSINGNING NAZARIY ASOSLARI

Dependency parsing masalasi quyidagicha formal ifodalanadi. Gap $S = \{w_1, w_2, \ldots, w_n\}$ so‘zlar ketma-ketligidan iborat bo‘lsin. Maqsad–har bir w_i so‘z uchun bitta bosh (head) $h_i \in \{0, \ldots, n\}$ aniqlash va dependency label l_i ni topishdir.

Dependency parsing jarayoni formal tarzda quyidagicha ifodalanadi. Gap quyidagi ko‘rinishda beriladi:

$$S = \{w_1, w_2, \ldots, w_n\}$$

Bu yerda w_i — gapdagi i-chi token (so‘z).

Parser vazifasi har bir wiw_iwi uchun bosh so‘zni (head) aniqlash hamda sintaktik bog‘lanish turini (deprel) belgilashdan iborat.

Buni grafik model orqali quyidagicha ifodalash mumkin:

$$G = (V, E), \quad E \subseteq V \times V$$

bu yerda: V–*so‘zlar to‘plami*, E⊆V×VE \subseteq V \times VE⊆V×V – *yo‘naltirilgan bog‘lanishlar (dependency arcs).*

Algoritmning umumiy bosqichlari

O‘zbek tili dependency parserini yaratish quyidagi ketma-ketlikda bo‘ladi:

ISSN 3030-3907

1-jadval.

Dependency parser algoritmi

Bosqich	Jarayon nomi	Tavsif
1	Gaplarni yig‘ish	Annotatsiyalangan yoki xom matnlarni to‘plash
2	Tozalash	Belgilar, takrorlar va xatoliklarni bartaraf etish
3	Tokenlash	Gapni so‘z birliklariga ajratish
4	Lemmalash	So‘zning lug‘aviy shaklini aniqlash
5	POS-teglash	So‘z turkumini belgilash
6	Morfologik tahlil	Qo‘shimchalarni aniqlash
7	Head aniqlash	Har bir so‘zning bosh so‘zini topish
8	Deprel belgilash	Tobe bog‘lanish turini aniqlash

4.2 Bosh so‘zni aniqlash

Bosh so‘zni aniqlash ehtimollik modeli orqali amalga oshiriladi:

$$P(h_i \mid w_i) = \arg\max_(h \in V)\ Score(h, w_i)$$

Bu yerda: h_i – w_i *ning bosh so‘zi;* $Score(h, w_i)$ – *lingvistik va statistik belgilar asosida hisoblangan ball.*

4.3 Bog‘lanish turini aniqlash

Bog‘lanish turi quyidagi funksiya yordamida aniqlanadi:

$$Deprel(w_i) = f(POS_i, POS_h, Morph_i)$$

ya’ni so‘z turkumi va morfologik belgilar dependency munosabatini belgilaydi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Taklif etilgan o‘zbek tili dependency parserini yaratish algoritmi asosida tajriba-sinov ishlari olib borildi. Tajribalar sodda gaplardan tashkil topgan, qo‘lda annotatsiyalangan test korpusida amalga oshirildi. Baholash jarayonida har bir so‘z uchun bosh so‘zni (head) va sintaktik bog‘lanish turini (dependency relation) aniqlash aniqligi hisoblandi. Parser samaradorligi quyidagi asosiy metrikalar orqali baholandi:

2-jadval.

Umumiy parsing natijasi

Ko‘rsatkich	Natija (%)	Izoh
UAS (Unlabeled Attachment Score)	85.6	Bosh so‘z to‘g‘ri aniqlangan holatlar

ISSN 3030-3907

LAS (Labeled Attachment Score)	82.3	Bosh so‘z va bog‘lanish turi to‘g‘ri aniqlangan holatlar
Head aniqlash aniqligi	87.4	Head selection bosqichi
Deprel aniqlash aniqligi	83.1	Bog‘lanish turini aniqlash bosqichi

Ushbu natijalar shuni ko‘rsatadiki, algoritm bosh so‘zni aniqlashda nisbatan yuqori aniqlikka erishgan bo‘lib, bog‘lanish turini belgilash bosqichida esa murakkab sintaktik holatlar aniqlikni biroz pasaytirgan. Olingan natijalar taklif etilgan algoritm o‘zbek tili sintaktik tuzilishini avtomatik tahlil qilishda amaliy jihatdan samarali ekanini ko‘rsatadi. Ayniqsa, sodda, ikki bo‘lakli gaplar, fe’l kesimli tuzilmalar, aniq morfologik ko‘rsatkichlarga ega gaplar uchun parser barqaror natija ko‘rsatdi. Shu bilan birga, ellipsisli va kontekstga bog‘liq gaplar algoritmni takomillashtirish zarurligini ko‘rsatdi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Mazkur tadqiqotda o‘zbek tili uchun dependency parser yaratishning algoritmik modeli ishlab chiqildi va tajriba-sinovdan o‘tkazildi. Tadqiqot jarayonida o‘zbek tilining agglutinativ tabiati, erkin so‘z tartibi hamda morfologik ko‘rsatkichlarga boyligi dependency tahlil jarayoniga bevosita ta’sir ko‘rsatishi ilmiy asosda yoritildi.

Tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, taklif etilgan algoritm sodda gaplar doirasida yuqori aniqlik ko‘rsatkichlariga erishdi. Xususan, bosh so‘zni aniqlash (UAS) va bog‘lanish turini belgilash (LAS) natijalari parserning amaliy jihatdan barqaror ishlashini tasdiqlaydi. Morfologik belgilarni algoritmga integratsiya qilish parsing aniqligini sezilarli darajada oshirgan asosiy omil sifatida namoyon bo‘ldi.

Tadqiqot davomida fe’l markazli valentlik yondashuvi o‘zbek tilida kesimning markaziy sintaktik rolini aniqlashda samarali ekanligi aniqlandi. Shu bilan birga, aniqlovchi va hol bo‘laklarini avtomatik aniqlashda semantik noaniqliklar parser aniqligini cheklovchi omil sifatida qayd etildi.

Olingan natijalarga asoslanib, quyidagi ilmiy-amaliy takliflar ilgari suriladi:

1. O‘zbek tili dependency parserini rivojlantirishda morfologik tahlil modulini yanada chuqurlashtirish va qo‘shimchalar semantikasini hisobga oluvchi mexanizmlarni joriy etish lozim.
2. Parser algoritmini qo‘shma va murakkab gaplar bilan ishlashga moslashtirish uchun kontekstga asoslangan modellarni ishlab chiqish maqsadga muvofiq.
3. Neyron tarmoqlarga asoslangan zamonaviy parsing modellarini (BiLSTM, Transformer) qoida-asosli yondashuv bilan integratsiyalash o‘zbek tili uchun yuqori aniqlikni ta’minlashi mumkin.
4. O‘zbek tili uchun kengaytirilgan va ochiq foydalaniladigan dependency-annotatsiyalangan korpus yaratish parser sifatini oshirishda muhim ilmiy manba bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

5. Taklif etilgan algoritmni ta’lim jarayonida, xususan, “Kompyuter lingvistikasi”, “O‘zbek tili sintaksisi” fanlarida amaliy vosita sifatida qo‘llash mumkin.

Xulosa qilib aytganda, mazkur tadqiqot o‘zbek tili uchun avtomatik sintaktik tahlilni rivojlantirish yo‘lida muhim qadam bo‘lib, kelgusidagi ilmiy izlanishlar uchun nazariy va amaliy asos yaratadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Tesnière, L. Éléments de syntaxe structurale. – Paris: Klincksieck, 1959. – 670 b.
2. Nivre, J. Algorithms for Deterministic Incremental Dependency Parsing // *Computational Linguistics*. – 2008. – Vol. 34, No. 4. – P. 513–553.
3. De Marneffe, M.-C., Manning, C. D., Nivre, J. Universal Dependencies // *Proceedings of LREC*. – 2014. – P. 4585–4592.
4. G‘ulomov, A. Hozirgi o‘zbek adabiy tili. Sintaksis. – Toshkent: Fan, 1978. – 312 b.
5. Mahmudov, N., Nurmonov, A. O‘zbek tilining nazariy grammatikasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 1995. – 384 b. *(So‘z birikmalari va tobe bog‘lanishlar: 112–156-betlar)*
6. Rahmatullayev, Sh. Hozirgi o‘zbek adabiy tili. – Toshkent: Universitet, 2006. – 420 b. *(Sintaktik bo‘laklar tavsifi: 210–245-betlar)*
7. Abney, S. Statistical Methods and Linguistics. – Cambridge, MA: MIT Press, 1996. – 218 p. *(Statistik modellashtirish asoslari: 97–128-betlar)*
8. Jurafsky, D., Martin, J. H. Speech and Language Processing. – 3rd ed. – Pearson, 2023. – 1100 p. *(Dependency parsing va baholash metrikalari: 455–490-betlar)*
9. Usmonov, B. O‘zbek tili uchun avtomatik sintaktik tahlil masalalari // *O‘zbek tili va adabiyoti*. – 2021. – №3. – 45–52-betlar. *(O‘zbek tilida NLP muammolari: 47–50-betlar)*
10. Saidov, S. Kompyuter lingvistikasi asoslari. – Toshkent: Innovatsiya, 2020. – 256 b. *(Morfologik va sintaktik tahlil modullari: 134–169-betlar)*

ISSN 3030-3907

XORAZM VILOYATI IQTISODIYOTNI RIVOJLANTIRISHDA XORIJIY INVESTITSIYALARDAN SAMARALI FOYDALANISH TAHLILI

Matniyazova Iqboloy Baxramovna

Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat Universiteti mustaqil izlanuvchisi

E-mail: iqboloy.m.@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada Xorazm viloyati iqtisodiyotini rivojlantirishda xorijiy investitsiyalardan samarali foydalanishning hozirgi holati va asosiy tendensiyalari chuqur tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida viloyatga yo‘naltirilgan xorijiy investitsiyalar hajmi, tarkibi va ularning sanoat, qishloq xo‘jaligi hamda xizmatlar sohasidagi ta’siri statistik va iqtisodiy tahlil usullari asosida baholanadi. Shuningdek, xorijiy investitsiyalarning hududiy iqtisodiy o‘sish, bandlik darajasi, ijtimoiy infratuzilmani rivojlantirish va aholi turmush sifatini oshirishdagi roli aniqlanadi. Olingan empirik natijalar asosida investitsiya muhitini yaxshilash, xorijiy investitsiyalarni jalb etish mexanizmlarini takomillashtirish hamda ularning samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy xulosalar shakllantirilib, amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Tadqiqot natijalari mintaqaviy investitsiya siyosatini yanada takomillashtirishda va hududiy barqaror iqtisodiy rivojlanishni ta’minlashda ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Mintaqaviy iqtisodiyot, investitsiya, infratuzilma, investitsiya siyosati, iqtisodiy o‘sish.

Аннотация. В данной статье представлен углубленный анализ текущего состояния и основных тенденций эффективного использования иностранных инвестиций в развитии экономики Хорезмской области. В ходе исследования на основе методов статистического и экономического анализа оцениваются объемы и структура иностранных инвестиций, направленных в регион, и их влияние на промышленность, сельское хозяйство и сферу услуг. Также определена роль иностранных инвестиций в региональном экономическом росте, уровне занятости, развитии социальной инфраструктуры и повышении качества жизни населения. На основе полученных эмпирических результатов сформулированы научные выводы и разработаны практические рекомендации по улучшению инвестиционного климата, совершенствованию механизмов привлечения иностранных инвестиций и повышению их эффективности. Результаты исследования имеют научное и практическое значение для дальнейшего совершенствования региональной инвестиционной политики и обеспечения устойчивого регионального экономического развития.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Региональная экономика, инвестиции, инфраструктура, инвестиционная политика, экономический рост.

Abstract. This article provides an in-depth analysis of the current state and main trends in the effective use of foreign investment in the development of the economy of the Khorezm region. In the course of the research, the volume, composition of foreign investments directed to the region and their impact on industry, agriculture and services are assessed based on statistical and economic analysis methods. The role of foreign investments in regional economic growth, employment levels, development of social infrastructure and improving the quality of life of the population is also determined. Based on the empirical results obtained, scientific conclusions are formulated and practical recommendations are developed to improve the investment climate, improve mechanisms for attracting foreign investments and increase their effectiveness. The results of the research are of scientific and practical importance in further improving regional investment policy and ensuring sustainable regional economic development.

Keywords: Regional economy, investment, infrastructure, investment policy, economic growth.

Kirish.

Mintaqaviy iqtisodiyotning barqaror rivojlanishi va uzoq muddatli iqtisodiy o‘sishni ta’minlashda xorijiy investitsiyalar muhim moliyaviy va texnologik manba hisoblanadi. Xorijiy investitsiyalar nafaqat kapital oqimini oshiradi, balki zamonaviy texnologiyalar, ilg‘or boshqaruv tajribasi hamda xalqaro ishlab chiqarish va savdo tarmoqlariga integratsiyalashuvni jadallashtirish orqali mintaqalar iqtisodiy salohiyatini mustahkamlaydi. Shu bois, mintaqaviy darajada xorijiy investitsiyalarni jalb etish va ulardan samarali foydalanish masalalari hozirgi globallashuv sharoitida alohida dolzarblik kasb etmoqda.

Xususan, Xorazm viloyati kabi mintaqalarda xorijiy investitsiyalarni faol jalb etish va ularni samarali boshqarish mahalliy ishlab chiqarishni kengaytirish, sanoat tarmoqlarini modernizatsiya qilish hamda eksport salohiyatini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Xorijiy investitsiyalar ishtirokida amalga oshirilayotgan loyihalar yangi ish o‘rinlarini yaratish, aholi bandligini ta’minlash va mehnat unumdorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, transport-logistika, energetika va ijtimoiy infratuzilmani rivojlantirish orqali mintaqaning investitsion jozibadorligini yanada kuchaytiradi.

Bundan tashqari, xorijiy investitsiyalar mintaqada innovatsion faoliyatni rag‘batlantirish, raqobat muhitini yaxshilash hamda mahalliy tadbirkorlik subyektlarining xalqaro bozorlarga chiqish imkoniyatlarini kengaytiradi. Bu esa aholi turmush darajasi va ijtimoiy farovonlikni oshirish, mintaqaning umumiy ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishini ta’minlashda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Shu nuqtai nazardan, Xorazm viloyatida xorijiy investitsiyalardan samarali foydalanishning institutsional, iqtisodiy va tarkibiy omillarini chuqur tahlil qilish, ularning mintaqaviy iqtisodiy o‘sishga ta’sirini baholash hamda investitsiya siyosatini takomillashtirishga qaratilgan ilmiy asoslangan takliflarni ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Xorijiy investitsiyalarning mintaqaviy iqtisodiy rivojlanishga ta’siri masalasi iqtisodiyot nazariyasi va amaliy tadqiqotlarda keng o‘rganilgan bo‘lib, ushbu yo‘nalishdagi ilmiy qarashlar asosan neoklassik o‘sish nazariyasi, yangi endogen o‘sish modellari hamda mintaqaviy rivojlanish konsepsiyalariga tayanadi. Mazkur yondashuvlarda xorijiy investitsiyalar iqtisodiy o‘sishni jadallashtiruvchi muhim omil sifatida baholanadi.

Dunning (1988) tomonidan ishlab chiqilgan OLI (Ownership–Location–Internalization) paradigmasiga ko‘ra, xorijiy investitsiyalarni jalb etish jarayoni mintaqaning tabiiy-resurs salohiyati, infratuzilma darajasi, institutsional muhit va bozor hajmi bilan bevosita bog‘liqdir[1]. Ushbu yondashuv xorijiy investitsiyalarning hududlar bo‘yicha notekis taqsimlanishini izohlashda keng qo‘llaniladi. Borensztein, De Gregorio va Lee (1998) esa rivojlanayotgan mamlakatlar misolida xorijiy investitsiyalar iqtisodiy o‘sishga ijobiy ta’sir ko‘rsatishini, biroq bu ta’sir inson kapitali darajasi yetarli bo‘lgandagina samarali bo‘lishini empirik jihatdan asoslab bergan[2].

Mintaqaviy iqtisodiyot doirasida olib borilgan tadqiqotlarda xorijiy investitsiyalarning sanoat tarmoqlarini modernizatsiya qilish, texnologik transfer va ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi roli alohida e’tirof etiladi. Alfaro et al. (2004) xorijiy investitsiyalarning moliya bozorlari rivojlangan hududlarda yuqori iqtisodiy samara berishini ko‘rsatgan[3]. Shuningdek, Blomström va Kokko (2003) tadqiqotlarida xorijiy investitsiyalar orqali texnologik bilimlar tarqalishi (spillover effects) mintaqaviy iqtisodiy o‘sishni tezlashtirishi ta’kidlanadi[4].

COVID-19 pandemiyasi va global iqtisodiy beqarorlik sharoitida xorijiy investitsiyalarning barqarorlikka ta’siri ham zamonaviy tadqiqotlarda muhim yo‘nalishga aylandi. Van Nguyen[5] va boshqalar (2021) tadqiqotlarida xorijiy investitsiyalar iqtisodiy inqiroz sharoitida ishlab chiqarish tarmoqlarini tiklash va bandlikni saqlab qolishda muhim amortizator vazifasini bajargani ko‘rsatib berilgan. Shu bilan birga, Jahon banki va UNCTAD hisobotlarida investitsion muhitni yaxshilash mintaqalar raqobatbardoshligini oshirishning asosiy sharti sifatida qayd etiladi.

O‘zbekiston iqtisodiyotiga bag‘ishlangan ilmiy tadqiqotlarda ham xorijiy investitsiyalarning mintaqaviy rivojlanishga ta’siri masalasi keng yoritilgan. Mahalliy olimlar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda xorijiy investitsiyalar ishtirokidagi korxonalar mahsulot ishlab chiqarish hajmini oshirish, yangi ish

ISSN 3030-3907

o‘rinlarini yaratish va eksport salohiyatini kengaytirishda muhim rol o‘ynashi asoslab berilgan. Shu bilan birga, tadqiqotlarda mintaqalar o‘rtasidagi investitsion tafovutlar, infratuzilma va institutsional omillar xorijiy investitsiyalarni jalb etishda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekani ta’kidlanadi[6].

Biroq mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, xorijiy investitsiyalarning mintaqaviy iqtisodiy o‘sishga ta’siri ko‘plab omillarga bog‘liq bo‘lib, ularning ta’sir mexanizmlari har bir hududning ijtimoiy-iqtisodiy xususiyatlariga qarab farqlanadi. Xususan, Xorazm viloyati kabi mintaqalar kesimida xorijiy investitsiyalarning iqtisodiy o‘sish ko‘rsatkichlariga ta’sirini ekonometrik modellar asosida baholash masalasi yetarlicha chuqur o‘rganilmagan. Shu sababli, ushbu tadqiqot mavjud ilmiy bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan bo‘lib, xorijiy investitsiyalarning mintaqaviy iqtisodiy rivojlanishdagi rolini empirik jihatdan aniqlashni maqsad qilib qo‘yadi.

Tadqiqot metodologiyasi. 2025-yilda, global miqyosda xorijiy to‘g‘ridan-to‘g‘ri investitsiyalar 2024-yilda 1,5 trillion dollarga yetdi, bu esa 2023-yildagidan 4% ko‘pdir. Biroq, bu o‘sish asosan moliyaviy tranzit markazlari orqali amalga oshirilgan o‘ta qisqa muddatli investitsiyalar hisobiga bo‘lib, barqaror rivojlanish uchun zarur bo‘lgan uzoq muddatli investitsiyalar hajmi hali ham pastligicha qolmoqda[7].

O‘zbekiston uchun 2024-yilda xorijiy investitsiyalar hajmi 2,836 million dollarni tashkil etdi, bu esa 2023-yildagidan 6,7% ko‘pdir. Xususan, 2025-yilning birinchi choragida Xorazm viloyatiga xorijiy investitsiyalar hajmi 3,41 milliard dollarga yetdi, bu esa 2024-yilning shu davriga nisbatan 127,8% o‘sishni ko‘rsatadi[8].

Xorazm viloyatida xorijiy investitsiyalardan samarali foydalanish, mintaqaning iqtisodiy salohiyatini oshirish, yangi ish o‘rinlarini yaratish va ijtimoiy farovonlikni ta’minlash kabi muhim maqsadlarga erishish uchun zarurdir. Shuningdek, xorijiy investitsiyalarni jalb qilishda mintaqaviy xususiyatlarni inobatga olish, investitsiya muhiti va infratuzilmani yaxshilash kabi chora-tadbirlar muhim ahamiyatga ega.

Xorazm viloyati O‘zbekistonning eng rivojlanish potentsialiga ega bo‘lgan hududlaridan biri hisoblanadi. Mintaqaning iqtisodiy rivojlanishini ta’minlashda xorijiy investitsiyalardan samarali foydalanish, albatta, muhim rol o‘ynaydi. Xorazmning geostrategik joylashuvi, ishlab chiqarish salohiyati, tabiiy resurslar va mehnat resurslari bilan ta’minlanganligi viloyatni investitsiyalar uchun jozibali hududga aylantiradi. Xorazm viloyatining rivojlanishiga qaratilgan investitsiya siyosati mintaqaning iqtisodiy barqarorligi va ijtimoiy farovonligini oshirishda katta ahamiyatga ega.

ISSN 3030-3907

Xorazm viloyatida xorijiy investitsiyalardan samarali foydalanish uchun bir qancha asosiy yo‘nalishlar mavjud. Birinchi navbatda, viloyatning iqtisodiy sektorlarini rivojlantirishda xorijiy kapitalning integratsiyasi zarur. Bu, eng avvalo, sanoat, qishloq xo‘jaligi, transport va logistika, energetika, turizm va infratuzilma kabi sohalarga xorijiy investitsiyalarni jalb qilishni o‘z ichiga oladi. Ayniqsa, agroindustriya va suv resurslaridan samarali foydalanish, ekologik toza texnologiyalarni joriy etish orqali mintaqaning iqtisodiy o‘sishiga katta turtki bo‘lishi mumkin.

Ikkinchi muhim yo‘nalish – investitsiya muhitining yaxshilanishidir. Mintaqaning investitsiya jozibadorligini oshirish uchun hukumat, tadbirkorlar va xorijiy investorlar o‘rtasida samarali hamkorlikni yo‘lga qo‘yish zarur. Xorazmda investitsiya muhiti bo‘yicha amaldagi qonunchilik va soliq siyosatining yaxshilanishi, shuningdek, investorlar uchun qulay sharoitlar yaratish, davlat-xususiy sheriklik shaklida loyihalar olib borish muhim hisoblanadi.

Yana bir muhim jihat – infratuzilmaning rivojlanishidir. Xorazm viloyatida infratuzilma tarmog‘ining rivojlanishi, eng avvalo, transport va logistika, energetika, suv ta’minoti, axborot texnologiyalari va kommunikatsiyalarini modernizatsiya qilishni talab qiladi. Shuningdek, xorijiy investitsiyalarni jalb qilish uchun viloyatda hududiy iqlimni yaxshilash va investitsiya infratuzilmasini rivojlantirish zarur.

Xorazm viloyatidagi xorijiy investitsiyalarni samarali boshqarish va ulardan to‘g‘ri foydalanish natijasida viloyatning iqtisodiy o‘sishi sur’atini oshirish mumkin. Buning uchun davlat tomonidan amalga oshiriladigan investitsiyaviy siyosatni to‘g‘ri yo‘naltirish, investitsiyalarni taqsimlash va ulardan foydali foydalanishni nazorat qilish mexanizmlarini yaratish zarur.

Shuningdek, xorijiy investitsiyalarni jalb qilishda, viloyatning mahalliy resurslaridan samarali foydalanish, mahsulotlarni eksportga yo‘naltirish, yangi ish o‘rinlarini yaratish va yangi texnologiyalarni import qilish kabi masalalar alohida ahamiyatga ega. Bu jarayonning muvaffaqiyatli amalga oshirilishi viloyatda ijtimoiy barqarorlikni ta’minlashga, yangi innovatsion yondashuvlarni joriy etishga hamda iqtisodiyotni diversifikatsiya qilishga yordam beradi.

Tahlil va natijalar. Xorazm viloyatida xorijiy investitsiyalardan samarali foydalanishning o‘ziga xos jihatlari, avvalo, mintaqaning tabiiy-iqtisodiy resurslari, geografik joylashuvi hamda ijtimoiy infratuzilmasining holati bilan bevosita bog‘liqdir. Viloyatning qishloq xo‘jaligi salohiyati, ayniqsa paxtachilik, bog‘dorchilik va oziq-ovqat mahsulotlarini qayta ishlash sohalari xorijiy investorlar uchun muhim ustuvor yo‘nalishlar hisoblanadi. Shu bilan birga, ishlab chiqarish jarayonlarida texnologik yangilanishga bo‘lgan ehtiyoj xorijiy

ISSN 3030-3907

investitsiyalarni jalb etish orqali yuqori qo‘shilgan qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish imkonini bermoqda.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, Xorazm viloyatida investitsiya loyihalarining samaradorligi ko‘p jihatdan innovatsion yo‘nalishlarga yo‘naltirilganlik darajasiga bog‘liq. Xususan, raqamli texnologiyalarni joriy etish, ishlab chiqarishni avtomatlashtirish va “yashil iqtisodiyot” tamoyillari asosida ekologik toza texnologiyalarni qo‘llash xorijiy investorlar uchun jozibadorlikni oshirmoqda. Bu jarayon nafaqat iqtisodiy samaradorlikni kuchaytiradi, balki mintaqada ekologik barqarorlikni ta’minlash va ijtimoiy mas’uliyatli investitsiyalar ulushini oshirishga xizmat qiladi.

Prognozlarga ko‘ra, 2025-yilda O‘zbekiston Respublikasiga jalb qilinadigan umumiy xorijiy investitsiya oqimlarining qariyb 10 foizga o‘sishi kutilmoqda. Ushbu ijobiy tendensiya Xorazm viloyatiga ham bevosita ta’sir ko‘rsatib, yangi investitsiya loyihalarining ishga tushirilishi, mavjud korxonalarni modernizatsiya qilish va yangi ish o‘rinlarini yaratish jarayonlarini jadallashtiradi. Natijada, viloyatda yalpi hududiy mahsulot hajmining o‘sishi, bandlik darajasining oshishi va aholi daromadlarining ko‘payishi uchun iqtisodiy asoslar mustahkamlanadi.

Shu bilan birga, investitsiya siyosatini samarali amalga oshirishda davlatning institutsional roli alohida ahamiyat kasb etadi. Xususan, investorlarga qulay huquqiy muhit yaratish, soliq va bojxona imtiyozlari berish, erkin iqtisodiy zonalar faoliyatini kengaytirish hamda infratuzilma loyihalarini rivojlantirish Xorazm viloyatining investitsiyaviy jozibadorligini oshiruvchi muhim omillar sifatida namoyon bo‘lmoqda. Transport-logistika tizimining takomillashtirilishi va energetika infratuzilmasining barqarorligi esa investorlar uchun uzoq muddatli kafolat vazifasini bajaradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, xorijiy investitsiyalarni jalb qilish jarayonida iqtisodiy diversifikatsiyaga alohida e’tibor qaratish zarur. An’anaviy sohalar bilan bir qatorda sanoatni chuqur qayta ishlash, xizmatlar sektori, turizm va raqamli iqtisodiyot yo‘nalishlariga investitsiyalarni kengaytirish mintaqaning tashqi iqtisodiy barqarorligini oshiradi. Bu esa Xorazm viloyatining nafaqat milliy iqtisodiyotdagi rolini mustahkamlashga, balki xalqaro iqtisodiy makonda raqobatbardosh hudud sifatida shakllanishiga zamin yaratadi.

Umuman olganda, amalga oshirilgan tahlillar xorijiy investitsiyalar Xorazm viloyatining iqtisodiy rivojlanishida strategik ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi. Investitsiya oqimlarini innovatsion va ekologik yo‘naltirilgan sohalarga samarali taqsimlash, institutsional muhitni takomillashtirish hamda hududiy xususiyatlarni inobatga olgan holda investitsiya siyosatini olib borish mintaqaviy iqtisodiy o‘sishni ta’minlashning asosiy omillaridan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

1-Jadval

Xorazm viloyati bo‘yicha investitsiyalar va qurilish faoliyatining asosiy ijtimoiy-iqtisodiy ko‘rsatkichlari[9]

Ko‘rsatkichlar	yillar					
	2020	**2021**	**2022**	**2023**	**2024**	**2025 yanvar-iyun**
Asosiy kapitalga o‘zlashtirilgan investitsiyalar – jami, mlrd. So‘m	5 391,8	8 292,0	8 769,7	11,666.1	15,624.1	9,628.9
Uy-joylarning umumiy maydoni ming m^2	694,5	1 020,8	1 072,9	1 186,9	1,303.8	648.5
Umumta’lim maktablari, ming o‘quvchi o‘rin	12,1	13,6	8,2	6,8	2.3	
kasalxonalar, ming yotoq	0,6	0,1	0,3	0,2	-	
poliklinika muassasalari, shu jumladan qishloq vrachlik punktlari, smenada ming qatnov	0,4	0,2	0,4	0,6	0.1	
Qurilish ishlari, mlrd. So‘m	2 856,8	4 228,5	4 878,4	5,766.6	11,503.9	6,000.8

Jadvalga ko‘ra, Xorazm viloyatidagi asosiy ko‘rsatkichlar 2020-yildan 2025-yilgacha bo‘lgan davrda ijobiy o‘sishni ko‘rsatmoqda.

Xulosa va takliflar. Tadqiqot natijalari Xorazm viloyatida asosiy kapitalga yo‘naltirilgan investitsiyalar hajmining barqaror o‘sish tendensiyasiga ega ekanligini ko‘rsatdi. Xususan, 2020-yilda 5 391,8 mlrd so‘mni tashkil etgan asosiy kapitalga investitsiyalar hajmi 2025-yilga kelib 9 628,9 mlrd so‘mga yetishi prognoz qilinmoqda. Mazkur holat viloyatga jalb etilayotgan xorijiy va ichki investitsiyalar hajmining izchil oshib borayotganini hamda ularning mintaqaviy iqtisodiy rivojlanishdagi strategik ahamiyatini tasdiqlaydi. Ushbu investitsiyalar sanoat, qishloq xo‘jaligi va xizmatlar sohasi kabi asosiy tarmoqlarda ishlab chiqarish quvvatlarini kengaytirish, texnologik modernizatsiya va yangi ish o‘rinlarini yaratish uchun muhim shart-sharoitlar yaratmoqda.

Shu bilan birga, tahlillar uy-joy qurilishi sohasida ayrim nomutanosibliklar mavjudligini ko‘rsatmoqda. Jumladan, 2020-yilda foydalanishga topshirilgan uy-joylar umumiy maydoni 694,5 ming kvadrat metrni tashkil etgan bo‘lsa, 2025-yilga kelib ushbu ko‘rsatkichning 648,5 ming kvadrat metrgacha kamayishi prognoz qilinmoqda. Mazkur holat uy-joy qurilishi jarayonlarida investitsiya oqimlarining

ISSN 3030-3907

qisqarishi yoki resurslarning boshqa ustuvor yo‘nalishlarga yo‘naltirilayotganidan dalolat beradi. Holbuki, uy-joy qurilishi mintaqaviy ijtimoiy-iqtisodiy barqarorlikni ta’minlovchi muhim omillardan biri bo‘lib, aholi turmush darajasini oshirishda bevosita rol o‘ynaydi.

Ta’lim infratuzilmasi bo‘yicha olib borilgan tahlillar umumta’lim maktablari sonining 12,1 mingdan 13,6 minggacha oshganini ko‘rsatadi. Biroq 2025-yilda ushbu ko‘rsatkichning 2,3 taga qisqarishi kutilmoqda. Bu holat ta’lim sohasiga qaratilgan investitsiyalarning qisqa muddatli samaradorligini aks ettirsa-da, uzoq muddatda demografik o‘sish va ta’lim sifati talablarining ortib borishi sharoitida yangi maktablar qurilishi hamda mavjud ta’lim muassasalarini modernizatsiya qilish zarurligini ko‘rsatadi.

Sog‘liqni saqlash sohasidagi investitsiyalar viloyatda ijtimoiy infratuzilmaning muhim tarkibiy qismi sifatida rivojlanib bormoqda. Kasalxonalar va poliklinika muassasalari faoliyatining kengayishi tibbiy xizmatlar sifati va qamrovini oshirishga xizmat qilmoqda. Shu bilan birga, 2025-yilga kelib mazkur sohada o‘sish sur’atlarining nisbatan sekinlashishi prognoz qilinmoqda. Bu holat so‘nggi yillarda amalga oshirilgan investitsiya loyihalari natijasida tibbiy infratuzilmaning ma’lum darajada to‘yinish bosqichiga yetganligini anglatadi. Biroq, sog‘liqni saqlash tizimida raqamli texnologiyalar, telemeditsina va zamonaviy diagnostika usullarini joriy etish orqali investitsiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari saqlanib qolmoqda.

Umuman olganda, tadqiqot natijalari Xorazm viloyatida xorijiy investitsiyalardan samarali foydalanish iqtisodiy barqarorlik va ijtimoiy farovonlikni ta’minlashda muhim omil ekanligini tasdiqlaydi. Viloyatda amalga oshirilayotgan investitsiya va qurilish loyihalari ijtimoiy infratuzilmani rivojlantirish, bandlikni oshirish va hududning investitsiyaviy jozibadorligini kuchaytirishga xizmat qilmoqda. Biroq 2025-yilga prognoz qilinayotgan ayrim ijtimoiy sohalardagi o‘sish sur’atlarining pasayishi xorijiy investitsiyalarni yanada faol jalb etish va ularni yuqori ijtimoiy ahamiyatga ega yo‘nalishlarga yo‘naltirish zarurligini ko‘rsatadi.

Shu munosabat bilan quyidagi ilmiy-amaliy takliflarni ilgari surish maqsadga muvofiq deb hisoblanadi:

xorijiy investitsiyalarni uy-joy qurilishi, ta’lim va sog‘liqni saqlash sohalariga maqsadli yo‘naltirish mexanizmlarini kuchaytirish;

ijtimoiy infratuzilma loyihalarida davlat-xususiy sheriklik (DXSh) asosidagi investitsiya modellarini keng joriy etish;

investitsiya muhitini yaxshilash orqali uzoq muddatli va innovatsion investitsiyalarni jalb etishga qaratilgan institutsional islohotlarni davom ettirish;

ISSN 3030-3907

mintaqaviy investitsiya siyosatini ishlab chiqishda hududning demografik, ijtimoiy va iqtisodiy xususiyatlarini kompleks inobatga olish.

Mazkur takliflarning amaliyotga izchil va tizimli joriy etilishi Xorazm viloyatida xorijiy investitsiyalardan foydalanish samaradorligini sezilarli darajada oshirishga xizmat qiladi. Natijada mintaqada investitsiya oqimlarining barqarorligi ta'minlanib, ishlab chiqarish tarmoqlarida texnologik modernizatsiya jarayonlari jadallashadi hamda yuqori qo'shimcha qiymatga ega mahsulotlar ishlab chiqarish kengayadi. Shu bilan birga, yangi ish o'rinlarining yaratilishi, ijtimoiy va ishlab chiqarish infratuzilmasining rivojlanishi hamda xizmatlar sifati oshishi orqali mintaqaviy iqtisodiy o'sish sur'atlari tezlashadi. Pirovardida, ushbu jarayonlar aholi bandligi va daromadlari o'sishini ta'minlab, ijtimoiy farovonlikni mustahkamlash va aholining turmush sifatini yaxshilashga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Dunning, J. H. (1988).The eclectic paradigm of international production: A restatement and some possible extensions. *Journal of International Business Studies*, 19(1), 1–31.https://doi.org/10.1057/palgrave.jibs.8490372
2. Borensztein, E., De Gregorio, J., & Lee, J. W. (1998).How does foreign direct investment affect economic growth? *Journal of International Economics*, 45(1), 115–135.https://doi.org/10.1016/S0022-1996(97)00033-0
3. Alfaro, L., Chanda, A., Kalemli-Ozcan, S., & Sayek, S. (2004).FDI and economic growth: The role of local financial markets. *Journal of International Economics*, 64(1), 89–112.https://doi.org/10.1016/S0022-1996(03)00081-3
4. Blomström, M., & Kokko, A. (2003).The economics of foreign direct investment incentives. *NBER Working Paper Series*, No. 9489. National Bureau of Economic Research.
5. Nguyen, K. V., Nguyen, Q. H., & Nguyen, T. T. (2021).Foreign direct investment and economic resilience during COVID-19 pandemic: Evidence from emerging economies. *Economic Analysis and Policy*, 71, 123–135.https://doi.org/10.1016/j.eap.2021.05.006
6. Asqarova, N. I. (2023).Regional aspects of attracting foreign investments in Uzbekistan's economy. *Journal of Central Asian Economic Studies*, 5(2), 45–58.
7. https://unctad.org/news/global-foreign-direct-investment-falls-second-consecutive-year-posing-acute-challenges
8. https://invexi.org/press/investment-climate-of-uzbekistan-steady-growth-in-the-first-quarter-of-2025/
9. https://xorazmstat.uz/uz/rasmiy-statistika/investments

ISSN 3030-3907

MATERIALLARNI BRINELL USULIDA QATTIQLIKKA SINASH

Xadjieva Salima Sadikovna
Andijon davlat texnika instituti, katta o‘qituvchi
E-mail: sxadjiyeva011@gmail.com
Tel:+99(890)203 2066

Annotatsiya. Ushbu maqolada materiallarning mexanik xossalaridan biri bo‘lgan qattiqlikni aniqlashda keng qo‘llaniladigan Brinell usuli keng yoritib berilgan. Qattiqlikka sinashni mashinasozlikda, metallurgiyada va qurilish sohalarida qo‘llanilishi batafsil yoritilgan . Brinell usulida qattiqlikka sinash WP300 zamonaviy sinov uskunasi tajriba o‘tkazish ketma ketligi, tartibi hamda tajriba natijalarini baholash tamoyillari bayon etilgan. Tadqiqot natijalari asosida qo‘llanish sohalari haqida xulosalar chiqarilgan.

Kalit so‘zlar: Brinell, WP300-sinov uskunasi, ISO 6506 standart namuna, qattiqlik, laboratoriya, po‘lat, po‘lat sharcha, sinov o‘tkazish, HBW,rama, kallak,plastic deformasiya,zamonaviy jixoz.

Аннотация. В данной статье представлен всесторонний обзор метода Бринелля, широко используемого для определения твердости — одного из механических свойств материалов. Подробно описано применение метода измерения твердости в машиностроении, металлургии и строительстве. Представлена последовательность экспериментов, процедура проведения измерения твердости по Бринеллю с использованием современного испытательного оборудования WP300, а также принципы оценки результатов эксперимента. На основе результатов исследования сделаны выводы об областях применения.

Ключевые слова: Бринелль, испытательная машина WP300, стандартный образец ISO 6506, твердость, лаборатория, сталь, стальной шарик, испытания, HBW, рама, головка, пластическая деформация, современное оборудование.

Abstract. This article provides a comprehensive overview of the Brinell hardness test, a widely used method for determining hardness—one of the mechanical properties of materials. It describes in detail the application of this hardness measurement method in mechanical engineering, metallurgy, and construction. It presents a sequence of experiments, a procedure for conducting Brinell hardness tests using modern WP300 testing equipment, and principles for evaluating experimental results. Based on the research results, conclusions regarding application areas are drawn.

Keywords: Brinell, WP300 testing machine, ISO 6506 standard sample, hardness, laboratory, steel, steel ball, testing, HBW, frame, head, plastic deformation, modern equipment.

ISSN 3030-3907

Kirish

Materiallarning qattiqligi ularning yeyilishga, deformatsiyaga va mexanik yuklamalarga qarshilik ko‘rsatish qobiliyatini ifodalaydi. Mashinasozlik, metallurgiya va qurilish sohalarida material tanlashda qattiqlik muhim ko‘rsatkichlardan biri hisoblanadi. Qattiqlikni aniqlash uchun turli usullar mavjud bo‘lib, ulardan eng keng tarqalgani Brinell usulidir. Ushbu usul ayniqsa yumshoq va o‘rta qattiqlikdagi metallar uchun samarali hisoblanadi.Brinell usuli material qattiqligini aniqlashning keng tarqalgan usuli bo‘lib, unda metall sirtiga ma’lum kuch bilan qattiq po‘latdan yasalgan sharcha botiriladi; sharcha qanchalik chuqur botib, kichikroq iz qoldirsa, material shunchalik qattiq bo‘ladi[8].

Materialning yeyilishga chidamliligi, jumladan, uning qattiqligiga bog‘liq. Material qanchalik qattiqroq bo‘lsa, uning yeyilishga chidamliligi ham shunchalik kuchliroq bo‘ladi. Qattiqlik mexanik qarshilikka tegishli bo‘lib, u bilan jism boshqa ob’ektning hujumiga qarshi kirishadi. Taalluqli ravishda, qattiqlik yuzasidan me’yoriy sinov jarayonida namuna yuzasi sinovdan o‘tkazilayotgan qattiq ob’ektning vertikal bosimi ostida bo‘ladi. [4] **N**amunada uch o‘qli kuchlanish bosim amalga oshirilayotgan ob’ekt ostida yuzaga keladi. Shu tufayli bosimning o‘zgarmas (doimiy) darajasiga juda qattiq va mo‘rt (sinuvchan) materiallarda ham material shikastlanishlarisiz erishilishi mumkin. Bu qattiqlik yuzasidan sinovni cho‘zilish yuzasidan o‘tkaziladigan sinovlardan farqlaydi, ushbu sinov jarayonida namunada faqat bir o‘qli kuchlanishli holat yuzaga keltiriladi, bu esa qattiq materiallarda plastik deformasiya mumkin emas[6].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Brinell qattiqlik sinovi ilk bor shved muhandisi J.A. Brinell tomonidan taklif etilgan bo‘lib, u metall sirtiga ma’lum kuch ostida qattiq shar botirish tamoyiliga asoslangan. Callister va Askelandlarning ishlarida Brinell usuli yumshoq va o‘rta qattiqlikdagi materiallar uchun eng maqbul usullardan biri sifatida baholangan.Dieter o‘z tadqiqotlarida Brinell qattiqlik qiymatlari bilan materialning mustahkamlik chegarasi o‘rtasida bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatib bergan. Tabor esa qattiqlik sinovlarining nazariy asoslarini chuqur tahlil qilib, plastik deformatsiyaning qattiqlikka ta’sirini o‘rgangan. [2] ISO 6506 standartlarida Brinell sinovining shartlari, yuk miqdori, shar diametri va sinov davomiyligi aniq belgilangan. Ayrim tadqiqotlarda sinov natijalariga yuzaning holati va yuklash vaqti sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan.

METODOLOGIY

Materiallarni qattiqlikka sinashdan maqsad materiallarni yeyilishga chidamliligini aniqlashdir. Materialning ichiga boshqa jismning qarshilik ko‘rasata olishi qobiliyati qattiqlik deyiladi. Materialning yeyilishga chidamliligi, jumladan, uning qattiqligiga bog‘liq. Material qanchalik qattiqroq bo‘lsa, uning yeyilishga

ISSN 3030-3907

chidamliligi ham shunchalik kuchliroq bo‘ladi. [5] Qattiqlikni o‘lchash turli usullarda bajarilib, ulardan eng ko‘p tarqalgani Brinell va Rokvell bo‘yicha qattiqlikka sinashdir.

Brinell qattiqlikni aniqlash usuli po‘lat yoki qattiq qotishmadan tayyorlangan sharni sinov namunasi yuzasiga ma’lum kuch bilan bosish orqali amalga oshiriladi. Bosim ostida hosil bo‘lgan iz (chuqurcha) diametri o‘lchanadi va Brinell qattiqlik soni (HB) (2) formula yordamida hisoblanadi.Brinell bo‘yicha sinovlarda ISO 6506 standartiga (2-rasm) muvofiq karborunddan tayyorlangan sharcha yoki toblangan po‘lat sharcha sinov namunasi sifatida ishlatiladi[1].

MUHOKAMA VA NATIJALAR

WP 300 Materiallar sinovi uchun universal qurilmada (1-shakl)toblangan po‘lat sharchadan foydalaniladi . ISO 6506 standarti karborunddan tayyorlangan sharchadan foydalanishni tavsiya qiladi, shu tufayli WP 300 Materiallar sinovi uchun universal qurilmadan foydalanib Brinell bo‘yicha qattiqlikni aniqlash ISO 6506 standarti asosida amalga oshiriladi.HBS qisqartmasi toblangan po‘lat sharchalardagi qattiqlik qiymatiga yoki HBW qisqartmasi karborunddan tayyorlangan sharchalardagi qattiqlik
qiymatiga qo‘shiladi[1]



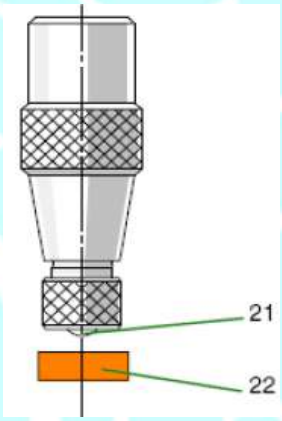
1-rasm WP 300 universal qurilma.



2-rasm. Tajriba uchun kerak bo‘ladigan asboblar

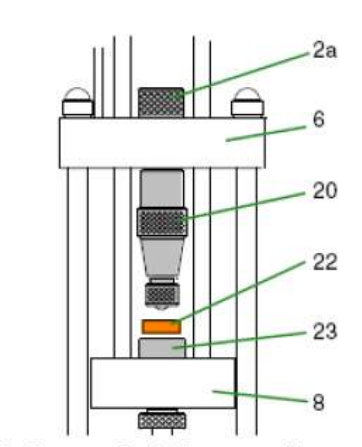
Brinell bo‘yicha qattiqlikni o‘lchash uchun mexanizm asosiy blok qismi hisoblanadi. Qattiqlik 10 mm diametrli toblangan po‘lat sharcha (21) yordamida sinov (test)dan o‘tkaziladi(2-4-rasm). Alyuminiy, mis, jez va po‘latdan tayyorlangan 10 mm x 30 mm x 30 mm o‘lchamli metall plastinalar namunalar sifatida ishlatiladi (22).

ISSN 3030-3907

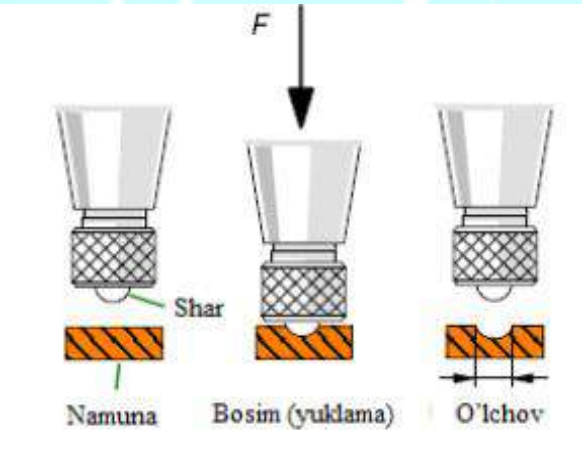


3-rasm: Qattiqlik yuzasidan sinov uchun namuna kallagi.

Qattiqlik yuzasidan sinov kallagi (20) (4-rasm)uskunaning siqish sohasiga, yo‘naltiruvchi rama (6) va pastki to‘sin (8) o‘rtasiga qo‘yiladi. Qattiqlik yuzasidan sinov kallagi siqilish parchasi orqali tutib turiladi (2a). Namuna (22) pastki to‘sindagi qisqich plastinaga (23) joylashtiriladi.



4-rasm: Qattiqlik yuzasidan sinov konfigurasiyasi.



5-rasm . Brinell bo‘yicha qattiqlik yuzasidan sinov.

Sinov natijalariga ta’sir etuvchi asosiy omillar sifatida bosim kuchining to‘g‘ri tanlanishi, shar diametri hamda sinov yuzasining holati alohida ahamiyat kasb etdi. Agar namuna yuzasi yetarlicha silliqlanmagan bo‘lsa yoki yuklama noto‘g‘ri tanlansa, chuqurcha diametrini o‘lchashda xatoliklar yuzaga kelishi mumkin. Bu esa qattiqlik qiymatlarining og‘ishiga olib keladi.Shuningdek, Brinell usulining chegaralari ham muhokama qilindi. Masalan, juda qattiq materiallarda shar deformatsiyalanishi yoki sinov yuzasida aniq iz hosil bo‘lmasligi mumkin. Bunday hollarda Rockwell yoki Vickers usullaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘ladi. Shunga qaramay, Brinell usuli yirik donali va notekis tuzilishga ega bo‘lgan materiallar uchun o‘rtacha qattiqlikni aniqlashda afzal hisoblanadi.Sinov natijalari material yuzasida hosil bo‘lgan chuqurcha diametriga bog‘liq holda aniqlandi. Tajriba davomida yumshoq po‘lat va rangli metall namunalari tekshirildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, material qattiqligi oshgani sari chuqurcha diametri kichrayadi. Brinell usuli orqali olingan natijalar

ISSN 3030-3907

barqaror va takrorlanadigan bo‘lib, sanoat talablari darajasida aniqlikni ta’minlaydi.

Hozirgi kunda Brinell usulida qattiqlikka sinash zamonaviy jihozlardan foydalangan holda tajribalar o‘tkazilib kelinmoqda. Bizning Umumtexnika fanlari kafedrasida WP300 sinov uskunasi mavjud bo‘lib, bu jihoz yordamida biz turli materiallardan tayyorlangan namunalar yordamida tajribalar o‘tkazilib kelinmoqda. Misol tariqasida po‘latdan tayyorlangan namunani Brinell usulida qattiqlikka sinalalishini ko‘rsatib o‘tamiz. Tajriba o‘tkazish uchun avval kerakli o‘lchamdagi 30 ***x 30 x 10*** mm(4-rasm) ega bo‘lgan namuna tayyorlanadi va universal WP300 sinov mashinasiga (1-rasm) o‘rnatiladi [9]

Materiallarni sinash uchun. Ushbu qurilma orqali po‘lat sharchani namunaga botirish orqali materialni mustaxkamligini aniqlash mumkinligini talabalar tajriba orqali ko‘rshlari uchun mo‘ljallangan. Brinell bo‘yicha qattiqlik yuzasidan sinovlarda muayyan *D* diametrli sharcha bosim (yuklama) izchil oshirib borilgan holda *F* nazorat bosimi (yuklamasi) yordamida tekshirib boriladigan ishlov berilayotgan detalga vertikal tarzda joylashtiriladi va muayyan vaqt mobaynida aniq sinov bosimi (yuklamasi) bilan amalga oshiriladi. Ushbu jarayon sharchaning bosilishini amalga oshiradi, shundan so‘ng hosil bo‘lgan sharsimon segmentning *D* diametri sinov bosimi (yuklamasi) olib tashlangandan keyin o‘lchanadi. [9] Namuna ushbu jarayon vaqtida qimirlamasligi kerak. Brinell bo‘yicha qattiqlik darajasi *F* sinov bosimi (yuklamasi) va sharsimon segmentning A_V ta’sir maydoni asosida hisoblab chiqariladi.

$$\mathrm{HB} = \frac{0.102 \cdot F}{A_V} \qquad (1)$$

Bu yerda HB- Brinell bo‘yicha qattiqlik qiymati

F- Sinov bosimi (yuklamasi) –N.da

A_V - ta’sir maydoni – mm^2.da

0,102 koeffisiyenti tarixiy sabablar bo‘yicha ishlatiladi, kp/mm^2 dan kN/mm^2 gacha o‘zgarish (konversiya)ni hisobga oladi.

D diametrli sharcha yordamida quyidagilarni olamiz:

$$\mathrm{HB} = \frac{2 \cdot 0.102 \cdot F}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})} \qquad (2)$$

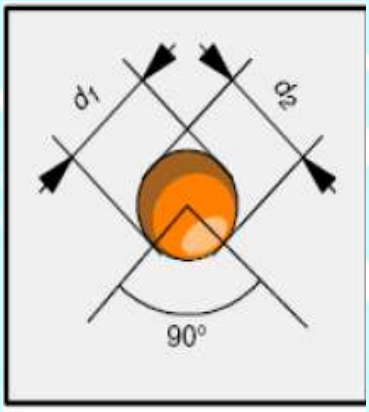
Bu yerda HB- Brinell bo‘yicha qattiqlik qiymati

F -Sinov kuchlanishi –N.da

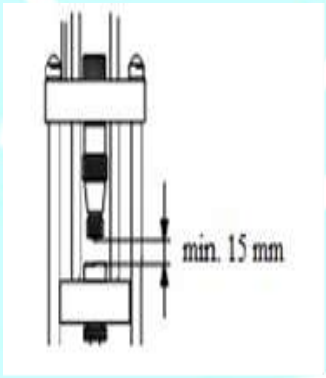
D- Sharcha diametri – mm.da

d- Ta’sir maydonining o‘rtacha diametri – mm.da

ISSN 3030-3907



6-rasm: Sharsimon bosim o‘lchovi.



7-rasm:Brinell bo‘yicha tajriba o‘rnatmasi

Agar sharchaning bosilishi doiraviy bo‘lmasa, ikkita vertikal turgan o‘lchovning o‘rtacha qiymatidan foydalanishimiz kerak.

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2}$$

Turli xil materiallar, shakllar namunalarining qattiqlik qiymatlarini va sharchalar diametrlarini solishtirish imkoniyatini yaratish uchun muayyan qoidalarga rioya qilinishi kerak.

Sinovlar alyuminiy, mis, jez va po‘latdan tayyorlangan namunalarda o‘tkaziladi:

– namunani qisqichga o‘rnatiladi

– sinov (test) sharchasini namunaga vazmin g‘ildirak (maxovik)ni burish yordamida kuch ishlatilmasdan ehtiyotkorlik bilan tushiriladi;

– sinov (test) sharchasi va qisqich o‘rasida eng kamida 15 mm masofa qoldirish kerak (7-rasm)

WP 300.20 O‘lchovlar natijalarini to‘plash dasturini ishga tushiriladi[10]

F = 9.800H sinovida taalluqli F = 9,8 kN bosim (yuklama) qo‘llanilishi uchun vazmin g‘ildirak (maxovik)dan asta-sekin va uzluksiz foydalanilib , bosimni (yuklama) haddan tashqari tez qo‘llanilmasligi kerak, maksimal o‘lchamga erishish uchun taxminan 5 soniya talab qilinadi.

- Sinov vaqtida bosim (yuklama)ni taxminan 15 soniya saqlab turing (alyuminiy va mis uchun taxminan 30 soniya)

-Dasturiy ta’minotdagi barcha displeylarni nolga o‘rnatiladi.

-Sekundomer mo‘ljallangan bosim (yuklama)ga erishilgandan so‘ng ishga tushiriladi.

–Bosim (yuklama) ta’siri davomiyligi 10 soniyadan oshganda sekundomer qizil rangdan yashil rangga aylangandan so‘ng namunadan yukni olib tashlanadi.

Tajriba o‘tkazilgandan so‘ng:

– Vazmin g‘ildirak (maxovik)ni to‘liq yoping va bosim (yuklama) ramasini oxirigacha pastga tushirib qo‘yiladi.

-O‘lchangan diametrlar d_1 va d_2 dasturiy ta’minotga kiritiladi. U o‘rtacha diametrni hisoblab chiqaradi.

-Evaluation/Baholash” tugmachasi bosilganda *HB* Brinell bo‘yicha qattiqlik aniqlanadi.

ISSN 3030-3907

- Sinov vaqtida bosim (yuklama)ni taxminan 15 soniya saqlab turing (alyuminiy va mis uchun taxminan 30 soniya), so‘ngra esa yukni qayta olib tashlab jadvalga natijalarni kiritiladi.

1-Jadval.

Turli xil namunalar uchun Brinell bo‘yicha qattiqlik							
Namuna raqami	**Material**	**Sinov vaqti, soniya**	**Iz diametri,mm.da**			**HBS Brinell bo‘yicha qattiqlik**	
			d_1	**d_2**	**d (o‘rtacha)**	**Hisoblab chiqilgan**	**Adabiyotdan olingan**
1	S235JRC+C	**15.5**	**2.8**	**2.8**	**2.8**	**159**	**108……140**

O‘tkazilgan Brinell qattiqlik sinovlari natijalari materiallarning mexanik xossalarini baholashda ushbu usulning samaradorligini ko‘rsatdi. Tajriba jarayonida olingan qattiqlik qiymatlari nazariy ma’lumotlar va adabiyotlarda keltirilgan qiymatlarga yaqin bo‘lib, bu sinovning to‘g‘ri bajarilganini tasdiqlaydi. Ayniqsa, yumshoq va o‘rta qattiqlikdagi materiallar uchun Brinell usuli yuqori ishonchlilikka ega ekanligi kuzatildi[7].

XULOSA VA TAKLIFLAR

WP300-sinov uskunasi yordamida o‘tkazilgan tajribadan shu xulosaga kelindiki Brinell usulida qattiqlikka sinash materiallarning mexanik xossalarini baholashda ishonchli va qulay usul hisoblanadi. Ushbu usul yordamida yumshoq va o‘rta qattiqlikdagi metallarni sinash yuqori aniqlik bilan amalga oshiriladi. Brinell sinovi ishlab chiqarish jarayonlarida sifat nazoratini ta’minlashda va material tanlashda muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. G.U.NT. Gerätebau GmbH, Barsbüttel, Germany 03/2014. WP300. Materiallarni sinash uchun universal qurilma**,** 20KH

2. G.U.N.T Gerätebau GmbH, Fahrenberg 14, D-22885 Barsbüttel, Phone +49 (40) 67 08 54-0, Fax +49 (40) 67 08 54-42, E-mail sales@gunt.de, Web http://www.gunt.deWe reserve the right to modify our products without any notifications.

3. 3.https://www.gneesteel.com/uz/news/company-news/concept-of-steel.html.

4. 4.Callister W.D., Rethwisch D.G. Materials Science and Engineering: An Introduction. Wiley.

5. 5.Askeland D.R., Wright W.J. The Science and Engineering of Materials. Cengage Learning.

ISSN 3030-3907

6. Qoraboyev B. Y.Leksashev. Materiallar qarshiligi. - T.: ―Fan va texnologiya‖, 2007.192b
7. 7.Степин П.А. Сопротивление материалов. Учебник. Москва «Высшая школа» 1983.-303с
8. Набиев А. Материаллар қаршилиги. Дарслик. –Т.: Янги аср авлоди, 2008. -379 б.
9. Sobirov X. A., Атабаев К., Bekkulov B.R., Xadjiyeva S.S. Mexanika fanidan laboratoriya ishlarini bajarish. O‘quv qo‘llanma. “Omadbek print number one” nahsriyoti. Andijon, 2024 yil.164 b.
10. К.Атабаев, С.С.Хаджиева. Лабораторные работы по курсу «Сопротивление материалов». [Учебное пособие] – ООО “Omadbek print number one”. Андижан: 2025. – 124 стр.

ISSN 3030-3907

YANGI TARKIBLI BURG‘ILASH ERITMASINI TAYYORLASH HAMDA ASOSIY PARAMETRLARINI TANLASH TAHLILI

Rahimov Bobomurod Rustamovich
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent
Abduraimov Jahongir Baxtiyor o‘g‘li
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, katta o‘qituvchi
E-mail: rahimovbobomurod012@gmail.com
Tel:+99890-712-75-32

Annotatsiya. Ushbu maqolada Guliob fosforiti asosida burg‘ilash eritmasini og‘irlashtirish uchun va Xovdak bentanit aralashtirildi va uning eritma parametrlariga ta’siri haqida ma’lumot keltirilgan. Ushbu mahaliy xomashyolarni eritmaga ta’siri aniqlandi va iqtisodiy ko‘rsatgichlarni oshirish bo‘yicha zarur tavsiyalar berildi.

Kalit so‘zlar: Guliob fosforiti, Xovdak bentanit, burg‘ilash eritmasi, og‘irlashtirish, yuqori haroratli quduq, yuqori bosimli quduq, eritma parametrlari.

Аннотация: В данной статье рассмотрено использование фосфорита Гулиоб для утяжеления бурового раствора в смеси с бентонитом Ховдак, а также приведены сведения об их влиянии на параметры бурового раствора. Определено воздействие данных местных видов сырья на свойства раствора и даны необходимые рекомендации по повышению экономических показателей.

Ключевые слова: фосфорит Гулиоб, бентонит Ховдак, буровой раствор, утяжеление, высокотемпературная скважина, скважина высокого давления, параметры раствора.

Annotation: This article investigates the use of Guliob phosphorite for weighting drilling fluids in combination with Khovdak bentonite, and presents data on their effects on drilling fluid parameters. The influence of these local raw materials on the properties of the drilling fluid was determined, and necessary recommendations were provided to improve economic performance.

Keywords: Guliob phosphorite, Khovdak bentonite, drilling fluid, weighting, high-temperature well, high-pressure well, drilling fluid parameters.

1.Kirish

Bugungi kunda butun jahon neft va gaz mahsulotlariga bo‘lgan talab ortib bormoqda. Shuning uchun neft va gaz konlarini izlash va qidirish jarayoni jadal suratlarda rivojlanib borayotgani ko‘rinib turibdi. Aniqlanayotgan yangi konlar aksariyat chuqur quduqlar hisoblanadi, ya’ni mahsuldor qatlam 6000-7000 m da ekanligini ko‘rsatadi. Bunday quduqlarni burg‘ilash uchun qatlam chuqurligi, bosimi hamda tog‘jinslarining xossasiga mos burg‘ilash eritmasini tayyorlash

ISSN 3030-3907

uchun ogʻirlashtiruvchi va qoʻshimchalarni xorij davlatlarning koʻpchilligi mahalliy xomashyo resurslarini qoʻllash orqali amalga oshirmoqda.

Hozirgi kunda Oʻzbekistonda ushbu masala tannarxi yuqori ogʻirlashtiruvchi va toʻldiruvchi moddalarni import qilish orqali erishilmoqda, bular qoʻshni va uzoq mamlakatlardan tashish transport va boshqa xarajatlarni ortishiga olib keladi. Shu sababli bugungacha yuqori bosimli va chuqur quduqlarni burgʻilash xarajatlari yuqori darajada ekanligi kuzatilmoqda. Ortiqcha sarf xarajatlarni kamaytirish uchun ikkilamchi xomashyolar va sanoat chiqindilari yoki mavjud resurslardan oqilona foydalanish asosida ushbu masalani yechishni talab qiladi. Shuning uchun mahalliy xomashyolar asosida burgʻilash eritmasi uchun ogʻirlashtiruvchi va toʻldiruvchi qoʻshimchalar ishlab chiqarish zarur.

2.ADABIYOTLAR TAHLILI

Mahalliy xomashyolar va mavjud ressurslardan oqilona foydalanib import oʻrnini bosa oladigan yangi turdagi oʻgʻirlashtiruvchilar va toʻldiruvchilar ishlab chiqarish zarur. Chuqur quduqlarda yuqori bosim va haroratga texnologik va reologik xossalarini namoyon qiladigan oʻgʻirlashtiruvchilar va toʻldiruvchilarni joriy qilinadi. Masalan, quduqni chuqurlashish va bosim harorat ortishi hamda togʻ jinslarining turli xil ekanligi jarayonni murakkablashtiradi. Quduqlarni chuqur burgʻilashda, quduqda gidrodinamik va gidrostatik bosim ortishi burgʻilash eritmasining zichligini va qovushqoqligini oshirishni talab etadi. Demak chuqur va yuqori bosimli quduqlarni burgʻilash va uning uchun ogʻirlashtiruvchi hamda toʻldiruvchilarni tarkibi bilan xususiyatlarini alohida oʻrganish ularni xossalarini eng maqbul sharoitlarni aniqlash dolzarb muammo hisoblanadi.

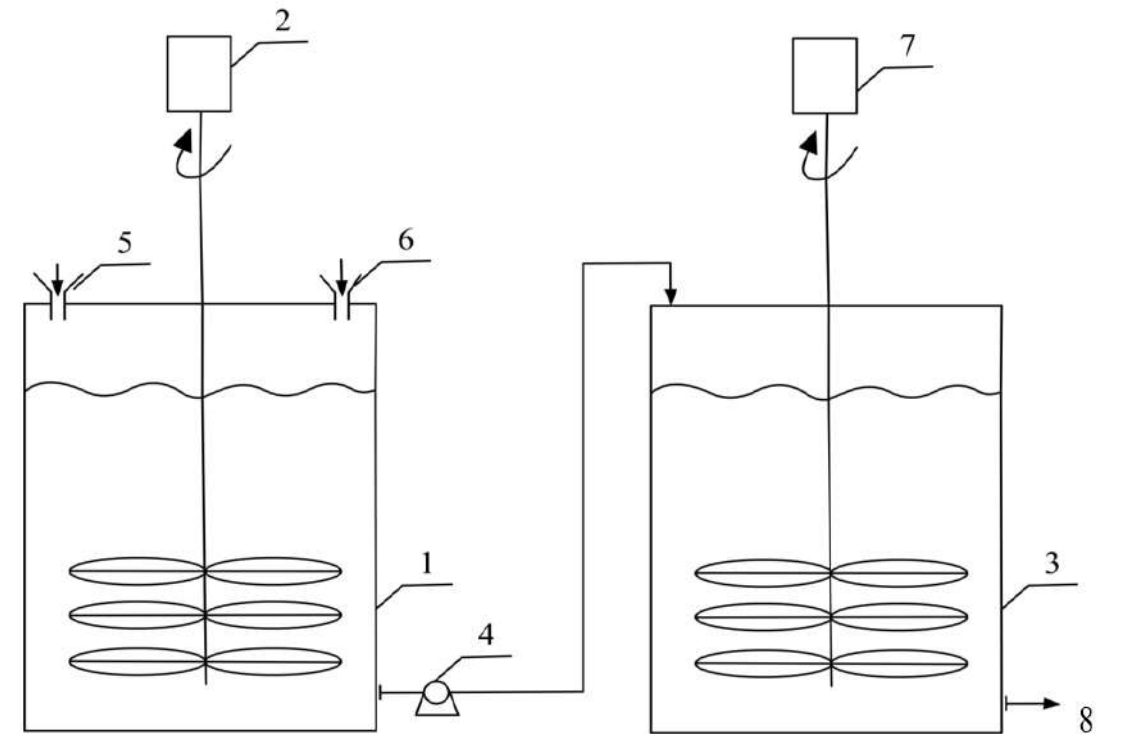
3.TADQIQOD METODOLOGIYASI

Burgʻilash eritmasini tajriba sharoitida tayyorlash uchun, asosiy tarkibni ishlab chiqarish tajribasiga koʻra asosiy metod va miqdorlar tanlab olinadi.

Tayyorlash tartibiga koʻra kerakli hajmdagi ogʻirlashtirilgan burgʻilash eritmasi uchun 0,8 miqdor yoki 80% da suv idishga solinadi. Suvga barcha kimyoviy eritmalar va ogʻirlashtiruvchi hamda qoʻshimchalar tez aralashishi uchun dastlab kaustik soda solib aralashtiriladi. Aralashtirish 1-2 minut davom etadi, shundan soʻng kalsiy soda solinib 1-2 minut aralashtiriladi. Suv ishqoriy muhitga oʻtadi. Ishqorli suvga bentonit solib 2-3 minut 30-40 ayl/min da aylantirilib turiladi. Bentonitni aralashtirib boʻlib GREN HV va GRENLV ketma-ket eritmaga qoʻshiladi hamda aralashtiriladi. Bu kimyoviy moddalar aralashtirilib boʻlib, shundan soʻng ogʻirlashtiruvchilar barit va fosforit kerakli miqdorda ketma-ket eritmaga aralashtiriladi.

Mahalliy xomashyolar asosida ogʻirlashtirilgan burgʻilash eritmasini tayyorlash uchun tajriba qurilmasi 1-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Burg‘ilash eritmasini tayyorlash tajriba qurilmasi.

1,3-sig‘im. 2,7-aralashtirgichlar. 4-nasos. 5-kukunsimon moddalar qo‘shish uchun voronka. 6-suyuq organik birikma uchun voronka. 8-tayyor eritma chiqish joyi.

Ushbu tajriba qurilmasi quyidagicha ishlaydi;

1-sig‘imda 5 litr og‘irlashtirilgan eritma tayyorlash uchun 0,8 miqdorida suv solinadi, ya’ni 4 litr suv solinadi, 2-qurima yordamida 30-40 ayl/min tezlikda aynantirilib turiladi, 5-varonka orqali kukunsimon birikmalar navbat bilan galma-gal suvga belgilangan miqdorda tashlab turiladi, 6-varonka orqali organik suyuq moddalar 5 litr og‘irlashtirilgan burg‘ilash eritmasiga mos tanlangan miqdorda bir me’yorda solib turiladi. Aralashtirish 10-15 minutdan so‘ng 4-nasos yordamida 1-idishdagi burg‘ilash eritmasi 3-idishga olib tashlanadi, 3-idishdagi og‘irlashtirilgan burg‘ilash eritmasi 7-aralashtirgich yordamida 80-90 ayl/min tezlikda 15-20 minut aralashtiriladi. Tayyor bo‘lgan burg‘ilash eritmasi 3-idish pastki qismidan kran yordamida chiqarib yuboriladi.

Shunday qilib o‘rnatilgan laboratoriya qurilmasi og‘irlashtirilgan burg‘ilash eritmasini mahalliy xomashyolar asosida tayyorlash imkonini beradi.

4. MUHOKAMA VA NATIJALAR

Tajriba sinovlarini mahalliy bentonit asosida tayyorlangan zichligi 1,12 g/sm^3 bo‘lgan burg‘ilash eritmasini fosforit aralashtirib burg‘ilash eritmasini zichligini ketma-ket og‘irlashtirish uchun quyida keltirilgan formulaga asosan hisoblab chiqdik.

$$G=V(\rho_{og‘}(1-n)(\rho_2-\rho_1))/(\rho_{og‘}-\rho_2(1-n+n+\rho_{og‘}))$$

Bu yerda G-og‘irlashtiruvchining kerakli massasi.

ISSN 3030-3907

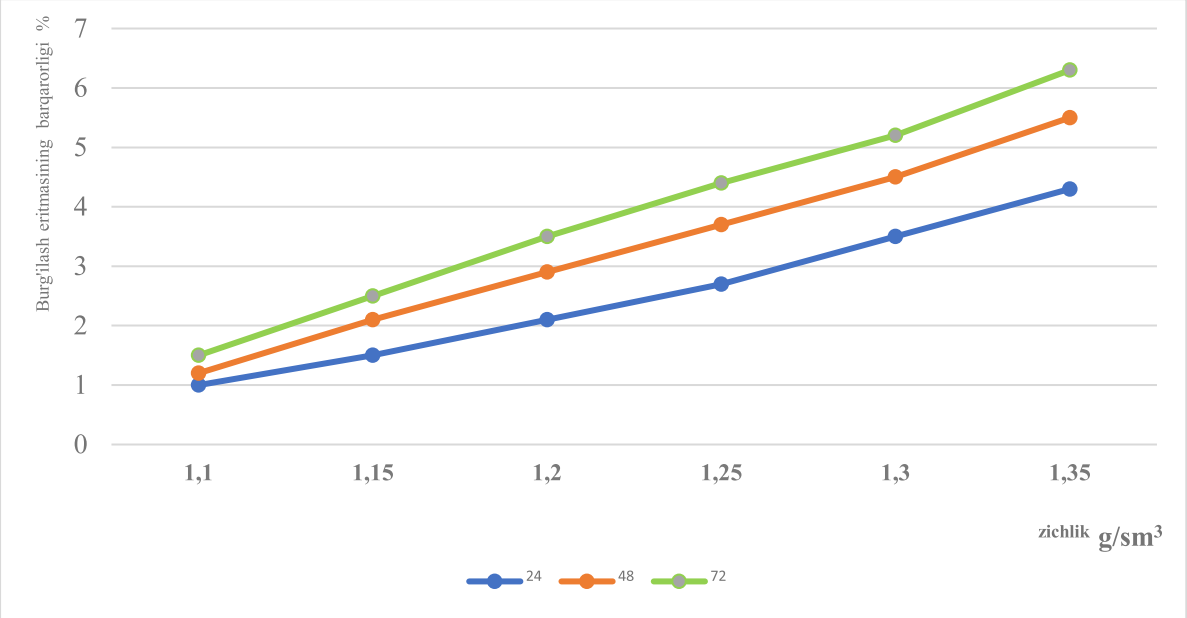
$\rho_{og'}$-og‘irlashtiruvchi zichligi, n-og‘irlashtiruvchi namligi, ρ_2-hosil bo‘lgan eritma zichligi, ρ_1-daslabki eritma zichligi, V-burg‘ilash eritmasining hajmi.

Hisoblash natijalariga asosan, burg‘ilash eritma zichligi 1,1g/sm^3 dan 1,35g/sm^3 gacha bo‘lgunicha, zichligi 3,0 g/sm^3 va namlik miqdori n=0,1 bo‘lgan Guliob fosforitini olingan namunadagi burg‘ilash eritmasiga qo‘shdik. Olingan natijalar 1- jadvalda keltirilgan.

1-jadval

0,1 *l* hajmdagi burg‘ilash eritmasiga og‘irlashtirish uchun qo‘shilgan Guliob fosforitining eritma zichligi va barqarorligiga ta’siri

№	Guliob fosforiti miqdori (g)	Eritma dastlabki zichligi (g/sm^3)	Fosforit qo‘shilgandan keyingi zichlik (g/sm^3)	GOST 33697-2015 bo‘yicha eritma barqarorligi %		
				24 soat	48 soat	72 soat
1.	-	1.1 g/sm^3	1.1 g/sm^3	1,0	1,2	1,5
2.	8,3	1.1 g/sm^3	1.15 g/sm^3	1,5	2,1	2,5
3.	17,3	1.1 g/sm^3	1.20 g/sm^3	2,1	2,9	3,5
4.	27,0	1.1 g/sm^3	1.25 g/sm^3	2,7	3,7	4,4
5.	37,5	1.1 g/sm^3	1.30 g/sm^3	3,5	4,5	5,2
6.	48,9	1.1 g/sm^3	1.35 g/sm^3	4,3	5,5	6,3



1-jadval asosida eritmaning barqarorligining o‘zgarishini zichlikni fosforit yordamida og‘irlashtirish natihalari 2-rasmda keltirilgan

ISSN 3030-3907



2-rasm. Guliob fosforit yordamida ogʻirlashtirilgan burgʻilash eritmasi zichligini uning barqarorligiga taʼsiri. 1-eritmaning 24 soatdagi barqarorligi, 2-eritmaning 48 soatdagi barqarorligi, 3-eritmaning 72 soatdagi barqarorligi.

Yuqorida 2-rasmda keltirilgan grafikdan xulsa qilib Guliob fosforitining buriglash eritmasining zichligini 1,1-1,25 g/sm^3 gacha ogʻirlashtirilganda uning barqarorligi 24., 48., 72 soatlar oraligʻida 5 % dan kam hamda barqaror, 1,3-1,35 g/sm^3 gacha ogʻirlashtirilganda 24., 48 soatlar oraligida barqaror 72 soatda esa barqarorlik koʻrsatgichi 5 % dan koʻp hamda barqaror emas.

5.XULOSA VA TAKLIFLAR

Quduqlarni burgʻilash uchun eritma zichligini oshirish uchun mahalliy bentanit va fosforit asosida yangi tarkibli eritma tayyorlandi hamda unning zichligini 1,3 g/sm^3 gacha ogʻirlashtirilganda 24., 48 soatlar oraligida barqaror boʻlishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR ROʻYXATI

1. Oʻzbekiston Respublikasi Prezidentining “2022-2026-yillarga moʻljallangan yangi Oʻzbekistonning taraqqiyot strategiyasi toʻgʻrisida”gi PF-60-son Farmoni.
2. A.M. Aminov, Sh.S.Sultanmuradov.,D.R.Maxamatxojayev., D.K.Nazarbekova. «Burgʻilash eritmalari va tamponaj qorishmalari boʻyicha maʼlumotnoma» Toshkent. 2012 y.480b
3. Тагиров К.М., Инфантов В.И., «Бурение скважин и вскрытие нефтегазовых пластов на депрессии» - Москва, ООО «Недра- Бизнесцентр», 2003 г., 160 стр.
4. A.M. Aminov, N. Yodgorov, X. T. Tolipov «Burgʻilash eritmalari» Toshkent. 1996 y.324b
5. Yuldashev T.R., Xusenov Sh.Oʻ., Doʻstqobilov E.N., «Neft va gaz quduqlarini burgʻilash», Darslik - Toshkent, 2015 y. 577b
6. Ганджумян Р.А., Калинин А.Г., Сердюк Н.И. — «Расчеты в бурении» Справочное пособие. Под редаксией А.Г.Калинина, - М.: РГГРУ, 2007 г. 668 стр.
7. Вадецкий Ю.В. «Бурение нефтяных и газовых скважин». М.Академия 2003г. 352ст.

ISSN 3030-3907

THE SIGNIFICANCE AND FUNCTION OF CYBERSPACE IN THE ADVANCEMENT OF THE DIGITAL ECONOMY

Rustamov Alisher Bahadirovich
Associate Professor, University of Information Technologies and Management
E-mail: alirus900@gmail.com

Abstract. As the business moves to digital and online models, risks are quickly outpacing traditional methods of protecting data. Governments and businesses are being challenged more than ever to be proactive in establishing and changing systems to protect against these dangers. This essay looks at how cyber risks affect the quickly growing digital economy.

Keywords: Digital economy, dangers, risk, privacy, information security, information, vulnerabilities, communication technologies, and possible risk are all important words.

Аннотация. Поскольку бизнес переходит на цифровые и онлайн-модели, риски быстро опережают традиционные методы защиты данных. Правительства и бизнес как никогда сталкиваются с вызовом быть проактивными в создании и изменении систем для защиты от этих опасностей. В этом эссе рассматривается, как киберриски влияют на быстрорастущую цифровую экономику.

Ключевые слова: цифровая экономика, опасности, риск, конфиденциальность, информационная безопасность, информация, уязвимости, коммуникационные технологии, возможный риск — все это важные слова.

Annotatsiya. Biznes raqamli va onlayn modellarga o‘tishi bilan xavflar ma'lumotlarni himoya qilishning an'anaviy usullaridan tezroq oshib bormoqda. Hukumatlar va korxonalar ushbu xavflardan himoya qilish uchun tizimlarni o‘rnatish va o‘zgartirishda faol bo‘lishlari har qachongidan ham ko‘proq talabulosa. Biznes raqamli va onlayn modellarga o‘tishi bilan xavflar ma'lumotlarni himoya qilishning an'anaviy uib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: raqamli iqtisodiyot, xavf, xavf, maxfiylik, axborot xavfsizligi, axborot, zaifliklar, aloqa texnologiyalari va yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavf-bularning barchasi muhim so‘zlardir.

Introduction

Cybersecurity is now a vital and non-negotiable part of running a business in the digital economy. The word may sound easy, but it means more than just helping to keep our privacy and integrity safe and our digital assets and online presence safe. We all know what cyber security is and how important it is in today's fast-paced world of technology.

ISSN 3030-3907

The use of digital technology in the economic transformation might lead to new dangers and hazards as new technologies and functionalities become available in the digital economy. Governments must identify potential risks and hazards as implementers and regulators of the economy in order to protect the national economy during the digital economic transition. The quality and correctness of the policy that was put into place will determine how well the steps taken to reduce risks and threats to national economic security work. A thorough analysis of the risks and vulnerabilities provided by cyber threats in the digital economy is important. This should include all economic activities, especially the relationships between the people who are participating in the economic process.

A cyber security threat is any bad action that tries to damage, steal, or mess up data, important systems, or digital life in general. Some of these hazards are computer viruses, malware attacks, data corruption, and denial of service (DoS) attacks. These cyber security dangers have changed as we rely more on technology, making them more dangerous for people and enterprises. The first step to staying safe from cyber attacks is to know what they are.

There are many different persons, places, and situations that pose cybersecurity dangers to the digital economy. Malicious cyber threat actors can be:

Groups of criminalsOrganized hacker groups want to get into businesses to make money. Phishing, spam, spyware, and malware are all types of cyber threats that are used for extortion, identity theft, and online scams that work like businesses, with many people working together to plan and carry out assaults.

CountriesHostile countries can execute cyberattacks against businesses and organizations in their own country to disrupt communications, inflict chaos, and damage. An organization that is a terroristTerrorists use cyber attacks to damage or destroy important infrastructure, put national security at risk, hurt the economy, and hurt civilians. Insiders who liePeople who work for a firm and have legitimate access to its assets exploit that access to steal information or destroy electronic assets for their own financial or personal benefit. These dangers from inside the company can come from employees, contractors, suppliers, or business partners.

The economic cost of a security breach does not include indirect costs to victims, such as lost productivity, downtime, lost opportunities, brand stigma, loss of trust, intellectual property theft, and damage to employee morale. They also leave out systemic expenses, such how changes in the supply chain affect suppliers higher up and customers lower down.

As technology gets better, so are the ways that hackers try to take advantage of weaknesses for their own gain. Experts claim that cybercrime is the biggest danger to all businesses and industries. The globe has 200 zettabytes of data, which is the same as one trillion gigabytes or 1,000,000,000,000,000,000,000 bytes.

ISSN 3030-3907

Cybercriminals will keep going after this data since it is so valuable. The Center for Strategic and International Studies (CSIS) and McAfee say that cybercrime has the most effect on the economy in Europe, where it costs about 0.84 percent of GDP. In North America, cybercrime costs the economy 0.78% of the region's GDP. The World Economic Forum said that IoT devices were used in 1.5 billion attacks in the first half of 2021, which is 15% more than the same time last year. There are no rules for making IoT devices right now, therefore they are being used more quickly than before. This is made worse by onboard security, common setup problems, and the fact that these devices often link to networks over insecure wifi. We also look at how cyber assaults can have a big effect on people, including the emotional, financial, and mental effects that victims may experience in the chart below.

Loss of money and identity theftOne of the most direct and clear repercussions of cyber attacks on people is that they lose money. Hackers employ a lot of different ways to obtain private financial information, such as phishing scams, ransomware, and credit card fraud.

Hurt feelings and reputationsCyber attacks can potentially hurt someone's reputation and relationships. People can be blackmailed, embarrassed, or slandered through social engineering attacks or leaks of sensitive information. This can have a big impact on their personal and professional lives. After something like this, it can be hard to rehabilitate your reputation and regain the trust of friends, family, and coworkers.

Attacks that lock you out of your computer or hold your data for ransomWhen someone gets hit with ransomware or a denial-of-service attack, they may not be able to access important systems, which can slow down their work and make it harder to run their business. This can cause missed chances, lost money, and failure in both your personal and professional life.

Stress and effects on mental healthThe psychological effects of cyber attacks should not be ignored. People who have been hurt often feel more stressed, have trouble sleeping, and feel weak all the time. Knowing that cyber threats are always out there can make a person anxious all the time, which can hurt their mental and physical health.

Have faith in digital services and technologiesPeople may lose faith in digital services and technology as cyber attacks becoming more advanced. People who don't trust new technologies or online activities may not be able to fully enjoy the digital world.

These risks can be planned or unplanned, and they can cause data breaches, money losses, and damage to your reputation. To keep your computer safe, it's

ISSN 3030-3907

important to know about the many kinds of insider threats and how to deal with them.

Figure 1.

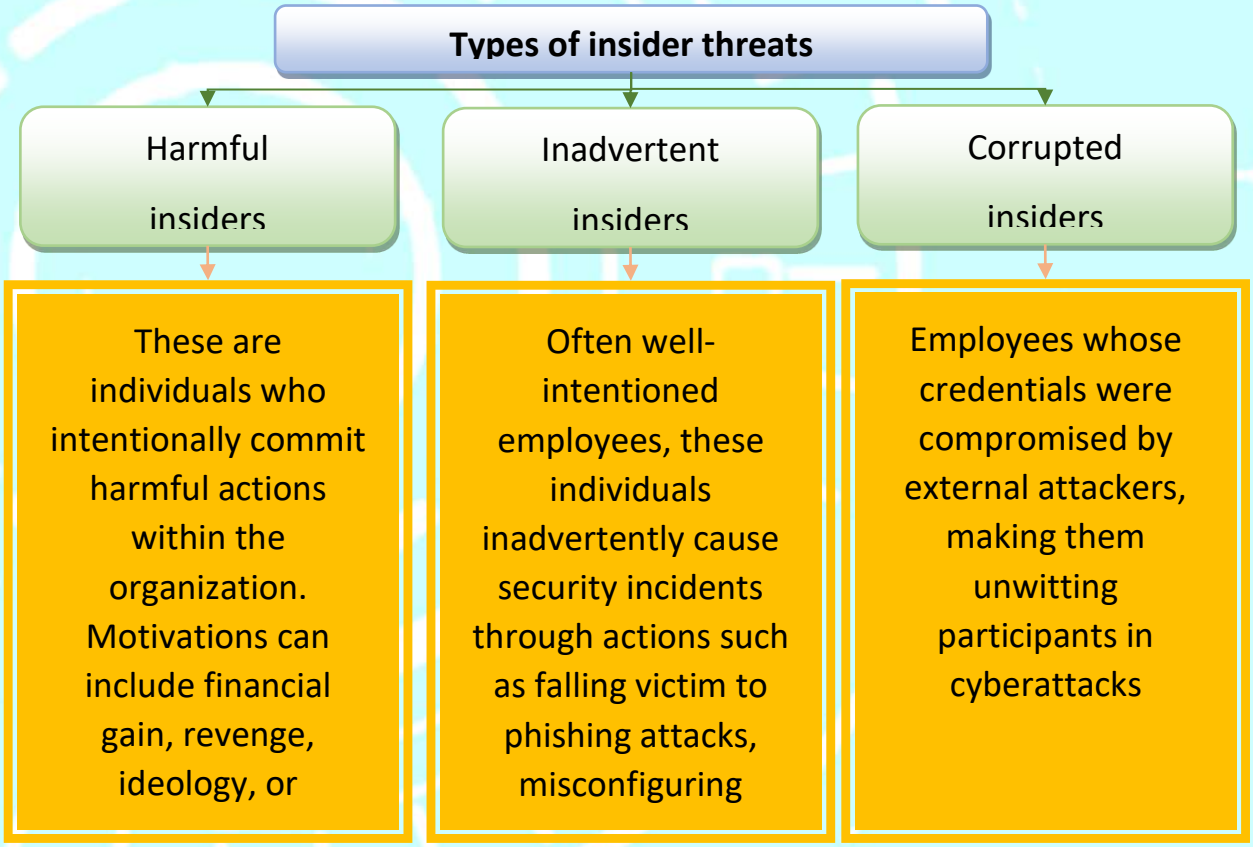


Figure 1. Different kinds of insider risks.

Cyberattacks have effects on people that go beyond the digital world. They can hurt their finances, mental health, relationships, and trust in technology. As we go into the digital age, it's important for people to be careful and take steps to secure their online presence. Following good cybersecurity practices, keeping up with the latest threats, and utilizing trusted security technologies can all help you avoid becoming a victim of cyberattacks.

Also, people, businesses, schools, and governments need to work together to fight cybercrime and make the internet safer for everyone. We can make the digital world safer and more stable by working together to deal with the problems that cyber threats cause. This will also protect everyone's privacy and health.

Conclusion

Cybersecurity is crucial in today's digital economy, where the transformation to online models raises significant risks. This essay discusses the growing threats posed by cybercrime, including attacks from malicious actors like criminal groups, hostile nations, and insiders. The financial and psychological impacts of cyber incidents on individuals and organizations are emphasized, detailing direct monetary losses, reputation damage, and mental health issues. The report highlights the increasing costs of cybercrime, particularly in regions like Europe and North

ISSN 3030-3907

America, and stresses the importance of collaborative efforts among stakeholders to enhance cybersecurity measures. Effective risk management, awareness, and maintaining updated security practices are essential for protecting digital assets and privacy in a rapidly evolving technological landscape.

REFERENCES

1. Kominfo. (2020). Infographic showing the digital transformation statistics for Indonesia in 2020. Jakarta: Infographics on the 2020 Digital Transformation Statistics in Indonesia.
2. Kuznetsova, M. A. (March 22, 2022). ndustry 4.0 Risks and Their Effect on Industrial Organizations - Economy: Issues, Remedies, and Future Outlook.
3. .The National Crime Agency (2020). Crime on the internet. The National Crime Agency got this on March 20, 2022: ttps://www.nationalcrimeagency.gov.uk/what-we-do/crime-threats/cyber-crime
4. Piliang, Y. A. (2012). Digital and Information Society: Information Technology and Social Change. Jurnal Sosioteknologi, 155.
5. World Economic Forum. (2019). Fourth Industrial Revolution: Signs of Technology and New Ideas in Manufacturing. World Economic Forum at Cologny
6. Alisher, R., and Fayzi, B. are teachers in the Information Security department of the Karshi branch of TUIT. 2. SCIENTIFIC REPORTS OF BUKHARA STATE UNIVERSITY
7. Kadyrov, B. K. (2022). Problems and solutions in teaching the database in higher education (on the example of technical education). *current research journal of philological sciences*, *3*(07), 35-41.
8. Kadyrov, B. K. (2022). Perspectives of problems in the study of database science in the Credit-Module System and their solutions. *International Journal of Formal Education*, *2*(1), 16-22.
9. Shoniyozova, Y. Q., Turdiyeva, M. A., & Norboyev, B. U. (2020). NETWORK ATTACK PREVENTION SYSTEMS. *ИННОВАЦИОННЫЕ МЕХАНИЗМЫ И СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ НАУЧНО*, 46.
10. Bekhzod, N. (2023). DATA ANALYTICS MODEL IN LOAN APPROVAL PREDICTION. *Innovations in Technology and Science Education*, *2*(15), 262-269.
11. Zohirov, K., Temirov, M., Boykobilov, S., Berdiev, G., Ruziboev, F., Egamberdiev, K., ... & Madatov, K. (2025). Electromyography-Based Sign Language Recognition: A Low-Channel Approach for Classifying Fruit Name Gestures. *Signals*, *6*(4), 50.

ISSN 3030-3907

MINTAQA EKSPORTINI SAMARALI OSHIRISHNING NAZARIY VA METODOLOGIK ASOSLARI

Raximov To‘xtabek Jumaboyevich
Abu Rayhon Beruniy nomidagi Urganch davlat Universiteti “Iqtisodiyot” kafedrasi mudiri, Iqtisodiyot fanlari doktori
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-8658-8946
E-mail: tuxtabek.r@urdu.uz

Annotatsiya. Mazkur maqolada mintaqa eksport salohiyatini oshirishning nazariy va uslubiy asoslari tahlil qilinadi. Tadqiqot doirasida mintaqaviy eksportni rivojlantirishga ta’sir etuvchi iqtisodiy, institutsional va strukturaviy omillar o‘rganiladi. Shuningdek, eksport faoliyatini samarali boshqarish, mahsulot va xizmatlarni diversifikatsiya qilish, mintaqaviy resurslarni optimal taqsimlash hamda raqobatbardoshlikni oshirish bo‘yicha nazariy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Tadqiqot natijalari mintaqaviy eksport siyosatini takomillashtirish va milliy iqtisodiy o‘sishga ijobiy ta’sir ko‘rsatishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: mintaqa eksport salohiyati, nazariy-uslubiy asoslar, eksport samaradorligi, institutsional omillar, tarkibiy omillar, diversifikatsiya, raqobatbardoshlik, mintaqaviy rivojlanish.

Аннотация. В статье анализируются теоретические и методологические основы повышения регионального экспортного потенциала. В рамках исследования изучаются экономические, институциональные и структурные факторы, влияющие на развитие регионального экспорта. Кроме того, разрабатываются теоретические рекомендации по эффективному управлению экспортной деятельностью, диверсификации продукции и услуг, оптимальному распределению региональных ресурсов и повышению конкурентоспособности. Результаты исследования направлены на совершенствование региональной экспортной политики и оказание положительного влияния на национальный экономический рост.

Ключевые слова: региональный экспортный потенциал, теоретические и методологические основы, эффективность экспорта, институциональные факторы, структурные факторы, диверсификация, конкурентоспособность, региональное развитие.

Abstract. This article analyzes the theoretical and methodological foundations for enhancing regional export potential. The study examines economic, institutional, and structural factors influencing the development of regional exports. Additionally, theoretical recommendations are developed for effective export management, diversification of products and services, optimal allocation of regional resources, and enhancement of competitiveness. The research findings are

ISSN 3030-3907

aimed at improving regional export policy and positively impacting national economic growth.

Keywords: regional export potential, theoretical and methodological foundations, export efficiency, institutional factors, structural factors, diversification, competitiveness, regional development.

Kirish.

Eksport — bu tovarlar yoki kapitalni chet elga chiqarish jarayonidir. Eksport obyekti sifatida tovarlar va xizmatlar bo‘lishi mumkin. Eksport subyektlari turli mulkchilik shaklidagi tijorat korxonalari, jismoniy shaxslar, davlat va notijorat tashkilotlari bo‘lishi mumkin. Eksport salohiyati barcha darajadagi xo‘jalik yurituvchi subyektlarga xosdir, ya’ni korxona, sanoat tarmog‘i, mamlakat ichidagi mintaqa, milliy iqtisodiyot yoki bir nechta davlatlarning tashqi savdo guruhlari o‘z faoliyatida birinchi navbatda eksportni rivojlantirish orqali amalga oshiradi.

Mamlakat eksport salohiyati odatda alohida tarmoqlar, xususan, sanoatning tayyor mahsulot ishlab chiqaruvchi korxonalari orqali shakllanadi, sanoatning eksport salohiyati esa alohida korxonalarning eksport imkoniyatlariga asoslanadi. Shuningdek, eksport salohiyati jahon bozorida sotish uchun mo‘ljallangan mahsulotlarning raqobatbardoshligi bilan bevosita bog‘liqdir. Milliy raqobatbardoshlik uch bosqichli tuzilishga ega ekanligini hisobga olsak, mamlakat, viloyat va alohida korxonalarning jahon bozorida mahalliy mahsulotlar raqobatbardoshligini oshirish va milliy iqtisodiyotning eksport salohiyatini kuchaytirish o‘rtasida yaqin bog‘liqlik mavjud.

Eksport salohiyati subyektda mavjud bo‘lgan resurslarning (ishlab chiqarish, moliyaviy, mehnat va boshqalar) miqdoriy, sifat jihatidan, tarkibiy holati bilan tavsiflanadi. Ularning o‘zaro bog‘liqligi, belgilangan maqsadlarga erishish uchun zaxiralarni ma’lum vaqt ichida safarbar qilish qobiliyati, eksport potensiali tarkibiy qismlari va ularning ulanish aloqalarini oshirish va takomillashtirish imkoniyati shular jumlasidandir. Bundan tashqari, “eksport salohiyati” ta’rifi quyidagi darajadagi aloqalar va munosabatlarni o‘z ichiga oladi:

birinchidan, korxonang rivojlanishi natijasida to‘plangan mavjud xususiyatlar to‘plami sifatida aks ettiradigan aloqalar va munosabatlar;

ikkinchidan, zamonaviyni tavsiflovchi aloqalar va munosabatlar mavjud bo‘lgan barcha imkoniyatlarga xos (qobiliyatlar) eksport faoliyati;

uchinchidan, kelajakka yo‘naltirilgan va eksport faoliyati jarayonida mavjud imkoniyatlarni amalga oshirish hamda qo‘shimcha kuchlar sifatida yangi imkoniyatlarni yaratishga imkon beradigan aloqalar va munosabatlar amalga oshirilishi mumkin.

Zamonaviy davr iqtisodiyotdagi iqtisodiy va siyosiy o‘zgarishlar, davom etayotgan keng ko‘lamli global o‘zgarishlar, sanksiyalar natijasida har bir

ISSN 3030-3907

mamlakat uchun jahon bozorining bir qismini yo‘qotishi bilan tavsiflanadi. Bu esa raqobatga xos yondashuvlarni qayta ko‘rib chiqish zarurligini keltirib chiqardi. Shu orqali tashqi savdo va xorijiy yetkazib beruvchilar va iste’molchilar bilan o‘zaro munosabatlar amalga oshiriladi. Hozirgi sharoitga moslashish yo‘nalish sifatida davlat, hudud va korxonaning eksport salohiyatiga yondashuvni o‘zgartirish edi. Tashqi savdo faoliyatini shakllantirish va xalqaro bozorda raqobatlashish uchun eksport salohiyatini rivojlantirish davlatni rivojlantirishning dolzarb vazifasiga aylanmoqda.

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili. Davlatning xalqaro bozordagi raqobatbardoshligini va siyosiy ta’sirini oshirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri uning tashqi aloqalari va savdo munosabatlaridir. Bu esa tashqi savdoni rivojlantirish imkonini beradi. Ushbu jarayonda korxonalarning eksport salohiyati, uni boshqarish, shakllantirish va rivojlantirish alohida ahamiyat kasb etadi. Eksport salohiyati davlat siyosatini rivojlantirishning muhim yo‘nalishi bo‘lib, u milliy iqtisodiyotning o‘sishi, raqobatbardoshligi va jahon miqyosidagi ahamiyatining ko‘rsatkichidir. Shu sababli, eksport salohiyatining mohiyatini va shakllanish xususiyatlarini aniqlash uni rivojlantirish metodologiyasini takomillashtirish imkonini beradi.

Ko‘plab mahalliy va xorijiy olimlarning tadqiqotlari iqtisodiyotning turli tarmoqlaridagi eksport salohiyatiga bag‘ishlangan bo‘lib, bu uning milliy iqtisodiy rivojlanishda muhim omil ekanligini ko‘rsatadi.

«Eksport salohiyati» ta’rifining rivojlanish tarixi mavjud. Eksport salohiyati iqtisodiy nazariyada 1990-yillarning boshida paydo bo‘lgan bo‘lib, u ilgari 1970–1980-yillarda ilmiy hamjamiyatning tadqiqotlari va munozaralariga mavzu bo‘lgan «sanoatning eksport bazasi» ta’rifining o‘rnini egalladi. 1990-yillarda e’tibor tashkilotlarning global miqyosda ishlab chiqarish va sotish faoliyatiga qaratila boshlandi[1]. Davlatning tarmoqlar bo‘yicha faoliyati xalqaro eksport siyosatining obyekti sifatida qaraladi, shu bilan birga eksport salohiyatining muhim elementi uning mohiyati va «salohiyat» hamda «eksport» tarkibiy qismlarining mazmuni hisoblanadi.

«Salohiyat» tushunchasi tadqiqot yo‘nalishiga qarab turlicha talqin qilinadi. Salohiyat deb mahsulot, tovar, ish yoki xizmat yaratish mumkin bo‘lgan resurs tushuniladi, ya’ni bu resurs keyinchalik turli foydali va zarur boyliklarni shakllantirish va yaratishni ta’minlaydi.

Salohiyat mohiyatiga turli mualliflar quyidagi mazmunlarni beradilar:

Muayyan vazifani hal qilish, belgilangan maqsadga erishish yoki ma’lum sohada foydalanish mumkin bo‘lgan resurslar, manbalar, imkoniyatlar, vositalar va zaxiralar.

Iqtisodiy obyektning xususiyati, uning ma’lum qobiliyatini tavsiflovchi belgi.

ISSN 3030-3907

Subyektning imkoniyatlari yoki mavjud zaxiralari, vositalari va manbalari; ular safarbar qilinishi, harakatga keltirilishi va belgilangan maqsadlarga erishish, vazifa hal qilish uchun qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan imkoniyatlar; shuningdek, alohida shaxs, davlat va jamiyatning ma’lum sohadagi imkoniyatlari[2].
Subyektning mavjud va istiqbolli ichki va tashqi zaxiralari.

Resurslar, vositalar va zaxiralar majmui bilan bog‘liq salohiyat, ya’ni iqtisodiy faoliyatning ob’ektiv parametrlari bilan aniqlanadigan salohiyat.
Mualliflar ushbu ro‘yxatni quyidagi band bilan to‘ldirishni taklif qiladilar:

Tizimning maksimal darajada mumkin bo‘lgan yoki ilgari mavjud bo‘lgan (katta, yaxshiroq) holati bilan uning joriy holati o‘rtasidagi farq. Ta’kidlash joizki, nashrlarda odatda salohiyat tizimning keyingi o‘sish imkoniyati yoki salohiyat rivojiga ta’sir qiluvchi turli elementlarning kompleks o‘zaro ta’siri sifatida ko‘rib chiqilmaydi. 1-jadvalda salohiyat turlari ularning belgilari va mansubligiga ko‘ra taqdim etilgan.

1-jadval

Salohiyat turlari va asosiy jihatlari

Salohiyat turi	Tarkibi
Resurs salohiyati	Ichki va tashqi iqtisodiy jarayonlarni xomashyo, materiallar, zaxiralar va boshqa vositalar bilan ta’minlaydi.
Ishlab chiqarish salohiyati	Davlat ichidagi ishlab chiqarish jarayonlarining majmui, shu jumladan alohida tarmoq darajasida ham, milliy ishlab chiqarish darajasida ham.
Ma’muriy (kadrlar) salohiyati	Ichki va tashqi bozorda mehnat va kadr imkoniyatlarining majmui.
Intellektual salohiyat	Ichki va tashqi bozorda intellektual zaxiralar majmui, ya’ni davlatning intellektual kuchi, bu esa ma’lum tashkilot xodimlarining bilim va ko‘nikmalari darajasidan iborat bo‘lib, ularni mahsulot yaratishda qo‘llaydi.
Tabiiy salohiyat	Keyinchalik texnik, texnologik va boshqa amaliyotlar ta’sirida mahsulot yoki tovarga aylanishi mumkin bo‘lgan tabiiy zaxiralar majmui.
Investitsion salohiyat	Ichki va tashqi bozorda moliyaviy vositalar, moliyaviy resurslar, kapital investitsiyalar majmui, ular keyinchalik yakuniy mahsulotga aylanadi va kelajakda moliyaviy natija beradi.
Innovatsion salohiyat	Mahsulot, tovar yoki xizmat ishlab chiqarishda ichki va tashqi bozorda qo‘llanishi mumkin bo‘lgan innovatsion vositalar, know-how, yangiliklar, g‘oyalar va ishlanmalar.

ISSN 3030-3907

Texnik (texnologik) salohiyat	Mahsulot, tovar yoki ishlarni mamlakat ichida va tashqarisida ishlab chiqarishga imkon beruvchi texnik va texnologik imkoniyatlar (ishlab chiqarish fondlari, quvvatlar, texnika).
Marketing salohiyati	Yaratuvchi mahsulotni bozorda, ya'ni oxirgi iste'molchiga yetkazishga xizmat qiluvchi reklama, axborot va kommunikatsion vositalar majmui.
Institutsional salohiyat	Ichki va tashqi bozorlarda mahsulot, tovar yoki xizmat ishlab chiqarishni ta'minlaydigan turli bozor institutlari majmui.
Infratuzilma salohiyati	Ma'lum hududning infratuzilma rivojlanishini ifodalovchi hududiy fond, unga transport kommunikatsiyalari, markazdan uzoqlik, hududning ishlab chiqarish tizimi sifati kiradi.
Iqtisodiy salohiyat	Oxirgi mahsulot, ish yoki xizmat, ular yakuniy iste'molchiga yetkazish uchun ishlab chiqariladi va yuqorida keltirilgan barcha salohiyatlar (ishlab chiqarish, logistika, kadrlar va h.k.) orqali pul ekvivalentiga aylanadi.
Tizimli salohiyat (mualliflar taklifi)	Iqtisodiy tizim (subyekt) xususiyatlarini tashqi va ichki sharoitlarga qarab oshirish yoki kamaytirish imkoniyati. Tizimning potensial imkoniyatlari chegarasi bilan cheklangan.

Barcha salohiyat turlarining majmui «iqtisodiy salohiyat» yagona tushunchasida birlashadi, u yakuniy mahsulotning samaradorligini va uning raqobatbardoshligini ko‘rsatadi.

Keyinchalik mualliflar salohiyatni vaqtiy ko‘lamga ega bo‘lgan tizimning xususiyati sifatida tushunadilar, u mavjud resurslar va aloqalar asosida tizimning real imkoniyatlarini ham, tashqi yoki ichki muhit o‘zgarishi natijasida amalga oshiriladigan potensial imkoniyatlarini ham belgilaydi.

Tadqiqot metodologiyasi. Korxona salohiyatini mavjud resurslar hamda ishlab chiqarish va boshqaruv vositalarining majmui sifatida ko‘rish mumkin, ular keyinchalik ma'lum bir maqsadga erishish uchun mahsulot, ish yoki xizmatni shakllantiradi, ishlab chiqaradi va rivojlantiradi, bunda korxona tashqi va/yoki ichki muhitining o‘zgarishi bilan amalga oshiriladigan potensial imkoniyatlar hisobga olinadi.

Ta'kidlash joizki, mualliflar keyinchalik salohiyatni iqtisodiy subyektning faoliyatini ishlab chiqarish va rivojlantirishning asosiy elementi sifatida ko‘rib chiqadilar.

«Eksport» tushunchasini o‘rganish yondashuvlari orasida tor va keng yondashuvlar ajratiladi. Tor yondashuv ma'lum ichki omillar bilan belgilanadi, ular ma'lum bir sohaning rivojlanishini ta'minlaydi, ya'ni mikroiqtisodiy mezonlar

ISSN 3030-3907

bilan aniqlanadi. Keng yondashuv esa xalqaro bozorda erishilgan yoki erishilishi mumkin bo‘lgan darajani ko‘rsatadi.

Eksport tushunchasining qonuniy ta’rifi Yevroosiyo iqtisodiy ittifoqining 139-moddasida (29.05.2019-yildagi tahrir) ochib berilgan bo‘lib, unda eksport bojxona tartibi shunday ta’riflangan: bu ittifoq tovarlariga nisbatan qo‘llaniladigan bojxona tartibi bo‘lib, unga ko‘ra bunday tovarlar doimiy ravishda ittifoq hududidan tashqariga chiqariladi.

Ta’kidlash joizki, Rossiya Federatsiyasi qonunchiligida «eksport», «eksport operatsiyalari» va shunga o‘xshash ta’riflarning tushunchaviy apparati juda muhimdir, chunki u eksportning shakllanishi va rivojlanishining mohiyati, mezonlari va belgilari, shuningdek, uning Rossiya iqtisodiyotining tarkibiy qismlaridan biri sifatida ahamiyatini belgilaydi[3].

«Salohiyat» va «eksport» tushunchalari «eksport salohiyati» ta’rifini shakllantiradi, unda eksport faoliyatining ichki va tashqi tomonlarini namoyon etish va amalga oshirishni o‘z ichiga olgan murakkab jarayon ifodalanadi. «Eksport salohiyati» ta’rifining mohiyati uning shakllanishi va rivojlanishiga ta’sir etuvchi ichki va tashqi omillar majmui orqali ifodalanadi. Salohiyat barcha imkoniyatlar, vositalar va resurslarning o‘zaro ta’siri majmuini nazarda tutadi, ulardan mahsulot yaratiladi, shu jumladan o‘sish potensial imkoniyati ham mavjud; eksport esa ushbu tovar yoki mahsulotni tashqi iste’molchilarga yetkazish orqali amalga oshiriladi.

Mualliflar «eksport salohiyati» tushunchasini ochib berish bo‘yicha mavjud yondashuvlarni quyida ko‘rsatadilar.

Birinchidan, mahalliy va xorijiy adabiyotlarda «eksport salohiyati» tushunchasi ko‘pincha milliy iqtisodiyotning dunyo bozorida raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarish va uni yetarli hajmlarda jahon narxlari bo‘yicha eksport qilish qobiliyati sifatida tushuniladi.

Ushbu yondashuv eksport salohiyatini milliy iqtisodiyotning tarkibiy qismi sifatida raqobatbardosh mahsulot ishlab chiqarish orqali aks ettiradi; bunday yondashuvni resurs yondashuvi deb atash mumkin, u salohiyat va resurslar o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik va ularning bir-birini to‘ldirishini ko‘rsatadi.

Ikkinchidan, eksport salohiyatini rivojlantirishning muhim yo‘nalishlaridan biri tizimli yondashuv bo‘lib, u eksport salohiyatini shakllantiruvchi barcha o‘zaro bog‘liq elementlarni birlashtiruvchi iqtisodiy tizimni tashkil etadi. Bunday elementlarga tashkiliy, qonuniy, kadrlar, kommunikatsiya, ishlab chiqarish, moliyaviy va boshqa elementlar kiradi. Eksport salohiyati tizimi maqsad, resurslar, kommunikatsiyalarni, ya’ni eksport salohiyatining imkoniyatlarini belgilaydi. Ta’kidlash joizki, raqamli transformatsiya va global o‘zgarishlar mamlakatning eksport salohiyatini rivojlantirishga alohida ta’sir qiladi. Masalan, Czyanhong

ISSN 3030-3907

Chjan ta’kidlaydi: «Globalizatsiya integratsiyalashgan bozor va global ishlab chiqarish tizimini yaratadi. Hech bir davlat globalizatsiya ta’siridan qocholmaydi va hech bir davlat o‘zini globalizatsiya jarayonidan chiqarishni maqsad qilmagan. Hatto ilgari ichki bozorga yo‘naltirilgan strategiyani tutgan davlatlar ham o‘z iqtisodiyotlarini tovarlar, xizmatlar va kapitalning chegaralararo harakatini liberallashtirish orqali global tarmoqqa ulashadi. Bu tendensiya nafaqat ushbu davlatlarning rivojlanish sur’atlarini, balki ularning jahon raqobat kartasi va mamlakatlarning pozitsiyasini sezilarli darajada o‘zgartiradi».

Bugungi kunda mamlakat iqtisodiyotini zamonaviy taraqqiy qildirishning muhim yo‘nalishi bo‘lib eksport munosabatlarini samarali tashkil etish bo‘lib hisoblanadi. Buning uchun esa mamlakat hududlarida eksport salohiyatini oshirish asosiy ustuvor vazifa bo‘lib qaraladi. Eksport salohiyati milliy ishlab chiqarishni saqlash va rivojlantirish nuqtai nazaridan iqtisodiy siyosatni amalga oshirishning alohida iqtisodiy yo‘nalishi sifatida davlatning iqtisodiy rivojlanish darajasini belgilaydi.

Eksport turli manfaatdor guruhlar: mulkdorlar, menejerlar, xodimlar, raqobatchilar va boshqalar nuqtai nazaridan korxona samaradorligini tavsiflovchi ko‘rsatkichlarning yaxshilanishini ta’minlaydi[4].

Potensial mahsulot ishlab chiqariladigan barcha imkoniyatlar, vositalar, resurslar, shu jumladan o‘sish potensialining o‘zaro ta’siri yig‘indisini nazarda tutadi va eksport ma’lum mahsulot yoki mahsulotni tashqi iste’molchilarga sotishga asoslanadi[5].

Eksport salohiyati - ma’lum bir mamlakatning mavjud yoki ishlab chiqarilgan resurslari va mahsulotlarini eksport qilish potensial qobiliyatidir[6]. “Eksport salohiyati” tushunchasi ko‘proq amaliy foydalanishga qaratilgan. Ushbu ta’rif iqtisodiyot tarmoqlari ishlab chiqarish hajmining tashqi bozorlarda sotish bilan mutanosibligiga asoslanadi.

Eksport salohiyatini o‘rganish zarurati biznesning xalqaro iqtisodiy aloqalari sohalarining kengayishi munosabati bilan paydo bo‘ldi. Mamlakatni globallashuv va xalqaro iqtisodiy hamkorlik jarayonlariga to‘liqroq kiritish zarur. Tashqi bozorga chiqish korxonaning tashqi bozorga raqobatbardosh mahsulot yetkazib berish va ilgari surish yoki ma’lum muddatda talab qilinadigan miqdorda raqobatbardosh xizmatlar ko‘rsatish bo‘yicha potensial imkoniyatlarini aniqlash maqsadida eksport salohiyatini dastlabki baholashni talab qiladi. Doimiy o‘zgarib turadigan bozor konyunkturasi, tashqi savdo aloqalarining kengayishi va xalqaro bozorlarda raqobatning kuchayishi sharoitida eksport salohiyatidan samarali foydalanish korxonaning barqaror rivojlanishiga erishishga qaratilgan yuqori sifatli boshqaruv qarorlarini tayyorlash va qabul qilishni ta’minlaydi. Eksport salohiyatini baholashdagi asosiy muammolardan biri uning axborot bazasining yo‘qligidir.

ISSN 3030-3907

Ko‘pgina usullar mualliflari hisoblash manbalarini ko‘rsatmasdan ko‘rsatkichlarni modellashtirish bilan cheklanadi. Bu esa ularning amaliy ahamiyatini kamaytiradi.

Iqtisodiy potensialni iqtisodiyotni boshqarishning moddiy asosi sifatida belgilashga asoslanib, salohiyatining quyidagi tarkibiy qismlari alohida ajralib turadi[7]:

1. Tabiiy resurs (ekologik va iqtisodiy).
2. Ishlab chiqarish.
3. Innovatsion va tarbiyaviy (intellektual); mehnat (kadrlar) salohiyati.

Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini eksport qilish, ayniqsa, Vetnam kabi rivojlanayotgan mamlakatlar uchun iqtisodiy rivojlanishda muhim rol o‘ynaydi. Qishloq xo‘jaligini eksport qilish faoliyati rivojlanayotgan mamlakatlarga kuchli ijobiy ta’sir ko‘rsatadi, mahalliy qishloq xo‘jaligi korxonalari va savdogarlar daromadlarini oshiradi; qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini etishtirish, saqlash va tashish bosqichlarida sifatni oshirish; chet el valyutasini ko‘paytirish; va iqtisodiy o‘sishni tezlashtirish[8].

Eksport salohiyatining mohiyati va asosiy omillari jahon olimlarining eksport salohiyatini tushunishga yondashuvlar haqidagi fikrlari asosida aniqlanadi[9]. Ya’ni, yalpi ichki mahsulot hajmi va sanoat, qishloq xo‘jaligi va xizmat ko‘rsatish sohasining iqtisodiyotdagi ulushi, shuningdek sanoat korxonalari eksport salohiyati va uning iqtisodiy rivojlanishdagi roli o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilinadi.

Avvalo, hududning eksport salohiyati eksportga jo‘natilgan mahsulot va xizmatlarning hududiy ishlab chiqaruvchilari resurslari, imkoniyatlari va ishlab chiqarish natijalari yig‘indisini aks ettiradi. Eksport salohiyatidan foydalanish darajasi tashqi sotish dinamikasi bilan belgilanadi. Eksport salohiyatining barqaror ijobiy dinamikasini ta’minlash uchun uning rivojlanish omillarini tushunish muhim ahamiyat kasb etadi.

Global omillar butun jahon iqtisodiyotining ta’sirini, jumladan bozor kon’yunkturasini hamda tovarlar va xizmatlarga talab va taklif o‘rtasidagi munosabatlarni shakllantiradi. Muhim omil bu sanksiyalar siyosati bo‘lib qaraladi. Sanksiyalarning joriy etilishi mamlakatlar va mintaqalarni o‘zaro savdoni qisqartirish va import o‘rnini bosishni kengaytirishga undaydi. Globallashuv integratsiya jarayonlariga yordam beradi. Chunki, mamlakatlar, mintaqalar va kompaniyalar o‘rtasidagi aloqalar mustahkamlanadi. Mehnat migratsiyasi, moliyaviy oqimlarning kuchayishi, internet-texnologiyalarning rivojlanishi xalqaro kompaniyalar, iqtisodiyotning yangi tarmoqlarida yaratilishiga imkon beradi.

ISSN 3030-3907

Bizning fikrimizcha, iqtisodiy sikl bosqichining jahon savdosiga ta’sirini ta’kidlash kerak. Chunki, xalqaro savdo ishtirokchilari hisobga olinadigan iqtisodiy faoliyatda oldindan aytib bo‘ladigan tebranishlar va tendensiyalar mavjud bo‘ladi. Jahon iqtisodiyotidagi umumiy pasayish noqulay bozor sharoitlari tufayli eksport salohiyatining qisqarishiga imkon beradi. Aksincha, jahon iqtisodiyotining yuksalishi eksport salohiyatini rivojlantirish uchun yangi imkoniyatlardan xabar beradi.

Makrotizimlarning ta’sir etuvchi omillari umumiy iqtisodiy shart-sharoitlarning mamlakat darajasidagi ta’siridan shakllanadigan omillar hisoblanadi. Makrotizimlar omillari mamlakatning alohida hududlari eksport salohiyatini shakllantirish va rivojlantirish uchun makroiqtisodiy shart-sharoitlarni talab qiladi. Valyuta kursining pasayishi va inflyatsiyaning maqbul darajasi mintaqaviy ishlab chiqaruvchilarning eksport faoliyatini rag‘batlantiradi. Chunki, eksport qilinadigan tovarlar va xizmatlarning narxi raqobatbardosh bo‘ladi. Dastur va loyihalar eksport maqsadlarini belgilab, eksport faoliyatini rag‘batlantirish chora-tadbirlarini o‘z ichiga oladi.

Mezotizim ta’sir etuvchi omillar eksport salohiyatini rivojlantirish uchun mintaqadagi ichki shart-sharoitlarni shakllantiradi. Mehnat unumdorligining oshishi, innovatsiyalarning joriy etilishi tannarxni pasaytirish va mahsulotlarning jahon bozorida raqobatbardoshligini oshirishga xizmat qiladi. Tabiiy resurs salohiyati va iqtisodiyotning mavjud tuzilmasi eksportga mo‘ljallangan mahsulot va xizmatlar assortimenti uchun asos hisoblanadi. Innovatsion ekotizim, investitsiya muhiti va eksportchilarni qo‘llab-quvvatlash tizimi kompaniyalarning tashqi bozorlarga chiqishini osonlashtirish uchun mo‘ljallangan infratuzilma omillarini tashkil qiladi. Sanoat siklining bosqichi mahsulot bo‘yicha mintaqadagi mavjud vaziyat va sanoatning holati haqida muhim ma’lumotlarni beradi. Ishbilarmonlik faolligi oshib borayotgan tarmoqlarda sanoatning eksport salohiyati yuqori bo‘ladi. Chunki, u investitsion faollikning o‘sishi va yangi ishlab chiqarish dasturlarini joriy etish bilan tavsiflanadi. Bu ishlab chiqaruvchilar yangi bozorlarni qidiradi va ular orasida xorijiy davlatlar bo‘lishi mumkin. Innovatsiyon salohiyat va export salohiyatini bir biri bilan bog‘lovchi SIEM ning umumiy ko‘rinishi:

$$\Delta Ex_t = \frac{1}{k}\sum_{i=1}^{k} w_i \left(SI_t^{(i)} - SI_{t-1}^{(i)}\right) \qquad (1)$$

Bu yerda: ΔEx – exportning qo‘shimcha hajm indeksi, SI – salohiyat indekslari:

SI_1- resurs salohiyati indeksi;

SI_2- innovatsion texnologiyalar ko‘rsatkichi,

SI_3- mahsulot sifati va sertifikatlash darajasi,

SI_4- eksport diversifikatsiyasi indeksi,

SI_5- barqaror rivojlanish indeksi.

k - salohiyat ko‘rsatkichlari soni,

ISSN 3030-3907

w_i – i-salohiyat ko‘rsatkichining vazn koeffitsiyenti: Ex=f(SI(i)) empirik model elastiklik koeffitsiyentlarining birlik shkaladagi ulushi

Salohiyat indekslari tuman va shaharlar kesimida bu ko‘rsatkichlarning normallashtirilgan qiymatlariga teng ([0,1] kesmada yotishi va turli o‘lchov birliklardan qutilish uchun)

Mikrotizimlarning ta’sir etuvchi omillari yoki mahalliy omillar xo‘jalik yurituvchi subyektlar ishlab chiqarish tizimining ichki holati, ularning global qiymat zanjirlariga integratsiyalashuv darajasi va tashqi iqtisodiy marketing strategiyasi bilan shakllanadi. Milliy hukumatlar, mintaqaviy hokimiyatlar va eksportchilar ishtirokida faoliyatning barcha darajalariga o‘zaro faoliyat omillar kiradi. Xalqaro savdoning yagona qoidalari ishtirokchilar o‘rtasidagi o‘zaro munosabatlar qoidalarini tashkil qiladi. O‘zaro savdoning umumiy qoidalarining samaradorligi qanchalik yuqori bo‘lsa, ishtirokchilarning manfaatlari shunchalik yaxshi muvofiqlashtiriladi. Bojxona infratuzilmasi faoliyati, uning zahiraviy salohiyati, salohiyati, eksport-import operatsiyalarini amalga oshirish bo‘yicha xizmatlarning uzluksiz amalga oshirilishi eksport salohiyatiga bevosita ta’sir qiladi. Ular qiluvchilar uchun shart-sharoit yaratadi va bojxona to‘lovlari budjetini shakllantiradi.

Xulosa va takliflar. Eksportni rivojlantirish maqsadlarini amalga oshirish va maqsadli ko‘rsatkichlarga erishish uchun eksport va eksportchilarni qo‘llab-quvvatlashning amaldagi mexanizmi zarur. Bunday mexanizmning tarkibiy unsurlariga quyidagilar kiradi:

- davlat organlari (vakolatli vazirliklar va idoralar)faoliyati;
- istiqbolli eksport loyihalarini davlat tomonidan tashkil etilgan qo‘llab-quvvatlash;
- samarali bojxona tartibga solish;
- milliy eksportni rivojlantirish dasturlari va strategiyalarini shakllantirish;
- kichik va o‘rta korxonalarni (ko‘b)ishlab chiqarish va eksport qilishni qo‘llab-quvvatlash;
- eksport markazi faoliyati doirasida eksportni qo‘llab-quvvatlash markazlarining federal tarmog‘ini joylashtirish;
- eksportchilar uchun samarali axborot va ta’lim yordamini shakllantirish;
- biznes missiyalarini tashkil etish va eksportchilarning xalqaro ko‘rgazmalarda ishtiroki;
- korxonalarining onlayn saytlarda ishtirokini tashkil etish.

Shuningdek, eksport salohiyati, to‘g‘ridan-to‘g‘ri korxona, korxonaning tashqi iqtisodiy faoliyatni, xususan, maqsadli tashqi savdo bozorlariga chiqishdan iborat bo‘lgan eksport faoliyatini amalga oshirishga tayyorligi, qobiliyati sifatida belgilanadi. Eksport salohiyati korxonaning tashqi bozorga chiqish strategiyasini ishlab chiqish uchun asosdir. Eksport salohiyatining rivojlanishiga ta’sir etuvchi

ISSN 3030-3907

omillar bilvosita ta’sir qiladi va korxonaning tashqi bozorga chiqish strategiyasini shakllantirish tartibini va korxonaning tashqi bozorda vakillik darajasini belgilaydi.

Darhaqiqat, eksport salohiyatining o‘ziga xos xususiyatlari quyidagilar bilan belgilanadi:

- tabiiy resurslarni o‘z ichiga olgan resurs salohiyati;
- raqobatbardosh “yuqori texnologiyali” mahsulotlar va tashqi bozorlarda talab qilinadigan boshqa mahsulotlar, shu jumladan oddiy tovarlar, axborot va texnologiyalarni ishlab chiqarish imkonini beruvchi texnologik va innovatsion salohiyat;
- ikki mustaqil yo‘nalishda muhim ahamiyatga ega bo‘lgan inson salohiyati: malakali ilmiy kadrlar, boshqa mamlakatlarda qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan o‘rta va past malakali ishchi kuchi (mehnat eksporti);
- mahalliy ishlab chiqaruvchilarning raqobatbardosh pozitsiyalarini mustahkamlash;
- iqtisodiyotda faoliyat yurituvchi moliyaviy kapital va aktivlar;
- jahon bozorida talab ortib borayotgan ayrim tovarlar va xizmatlar ishlab chiqarishni ko‘paytirish uchun foydalanilishi mumkin bo‘lgan aholining institutsional jamg‘armalari;
- mamlakatning geografik xususiyatlari, ulardan foydalanish transport xizmatlari eksportini oshirish va xalqaro turizmni rivojlantirish;
- milliy kapitalning raqobatdosh mamlakatlar va firmalar oldida innovatsion va intellektual modernizatsiyani amalga oshirish qobiliyati.

Mazkur tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, eksport salohiyati milliy iqtisodiyotning rivojlanishi va xalqaro bozordagi raqobatbardoshligini oshirishda muhim omil hisoblanadi. Eksport salohiyati nafaqat korxonalarning, balki tarmoqlar, mintaqalar va butun mamlakat darajasida shakllanadi. Uning samarali rivojlanishi institutsional va tarkibiy omillar, resurslarning optimal taqsimlanishi, mahsulot va xizmatlarning diversifikatsiyasi hamda raqobatbardoshlik darajasi bilan bevosita bog‘liqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Дубков, С.В. О разработке стратегий обеспечения устойчивого инновационного развития предприятий ЛПК / С.В. Дубков // Экономика и управление. — 2014. —№ 9(107). — С. 8–12. — URL: https://elibrary.ru/item.asp?id=22459242 (дата обращения 08.09.2023).
2. Карапейчик, И.Н. Понятие потенциала в экономике: общая концепция / И.Н. Карапейчик // Эффективная экономика. — 2011. — № 12. — URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=820 (дата обращения 10.09.2023)

ISSN 3030-3907

3. Карапейчик, И.Н. Понятие потенциала в экономике: общая концепция / И.Н. Карапейчик // Эффективная экономика. — 2011. — № 12. — URL: http://www.economy.nayka.com.ua/?op=1&z=820 (дата обращения 10.09.2023)
4. Сухих Д.Г., Кац В.М. Методики оценки экспортного потенциала предприятия. Российский опыт. // Вестник науки Сибири, 2015, №2 (17) - с. 63.
5. Шум Н.М., Логинов М.П. Экспортный потенциал как основа системы международных экономических отношений. // Вестник Евразийской науки, 2023, Том 15, №5. - с. 5.
6. Тихомиров А.О. Экспортный потенциал: оценка формирования и использования. // Вестник полоцкого государственного университета, 2011. – с. 46. elib.psu.by
7. Дажигова А.Б. Экспортный потенциал как системообразующий элемент экономического развития страны. // Вестник магистратуры, 2022, №5-1 (128). - с. 60.
8. Helian Ъu, Do Trong Nghia, Nguyen Hoang Nam. Determinants of Vietnam’s potential for agricultural eъport trade to Asia-Pacific economic cooperation (APEC) members. // Heliyon, 9 (2023). - p. 2.

ISSN 3030-3907

PROPAGATION OF LINEAR WAVES IN MULTILAYERED STRUCTURAL - INHOMOGENEOUS CYLINDRICAL SHELLS

Doniyor G‘afurovich Rayimov

PhD, Associate Professor, Department of General Technical Sciences,Asia International University

Annotation. In this paper, axisymmetric viscoelastic waves in an extended cylindrical shell of circular cross section are considered. The study of axisymmetric viscoelastic waves in multilayer cylindrical systems with the maximum possible use of analytical methods is relevant for the development of a new generation of sounding techniques for wells. The aim of the work is to study the propagation of axisymmetric viscoelastic waves in extended multilayer cylindrical structures, to determine the volumetric structure variant from the responses of one-way sounding using a priori information about the possible structure of the system. The paper uses classical methods of mathematical physics, applied to solving boundary value problems in a cylindrical coordinate system, the spatial Fourier transform, the method of complex amplitudes for the variable components of the displacement vector and the stress tensor. The low-frequency resonances of a cylindrical shell are investigated. The physical laws of the formation of the pitch of its fundamental tone are determined sounding. The impossibility of propagation along the casing of wells is proved low-frequency surface waves, as well as SH-polarization waves at axisymmetric excitation. The thin-walled cylindrical shell in the low-frequency region has two fundamental resonance associated with the resonance of the shell as a whole and resonance of each individual section as a ring. Beats of these frequencies the basic tone of the sound of an extended shell of this type is determined. At frequencies below the cutoff of higher modes, all the features of the dispersion natural waves in the wall of a circular cylinder shell are described approximate algebraic equation of the third degree. One the real root of this equation corresponds to the zero mode antisymmetric Lamb wave, and one of the other two complex conjugate, describes the zero mode of the symmetric wave.

Keywords: cylindrical shell, resonance, viscoelastic wave, beat, zero mode, axisymmetric excitation.

Annotatsiya. Ushbu hujjatda dumaloq kesmaning kengaytirilgan silindrsimon qobig'idagi eksimmetrik viskoelastik to'lqinlar ko'rib chiqiladi.zoh. Ushbu hujjatda dumaloq kesmaning kengaytirilgan silindrsimon qobig'idagi eksimmetrik viskoelastik to'lqinlar ko'rib chiqiladi. Analitik usullardan maksimal darajada foydalangan holda ko'p qatlamli silindrsimon tizimlarda aksisimmetrik viskoelastik to'lqinlarni o'rganish quduqlar uchun yangi avlod tovush texnikasini ishlab chiqish uchun dolzarbdir. Ishning maqsadi kengaytirilgan ko'p qatlamli silindrsimon tuzilmalarda aksisimmetrik viskoelastik to'lqinlarning tarqalishini

ISSN 3030-3907

o'rganish, tizimning mumkin bo'lgan tuzilishi haqida bir tomonlama tovushlarning javoblaridan volumetrik tuzilish variantini aniqlashdir.shning maqsadi kengaytirilgan ko'p qatlamli silindrsimon tuzilmalarda aksisimmetrik viskoelastik to'lqinlarning tarqalishini o'rganish, tizimning mumkin bo'lgan tuzilishi haqida bir tomonlama tovushlarning javoblaridan volumetrik tuzilish variantini aniqlashdir. Qog'oz matematik fizikaning klassik usullaridan foydalanadi, bu chegara muammolarini hal qilishda qo'llaniladi.silindrsimon koordinata tizimi, fazoviy Furye konvertatsiyasi, siljish vektorining o'zgaruvchan komponentlari va stress tensori uchun murakkab amplitudalar usuli. Silindrsimon qobiqning past chastotali rezonanslari o'rganilmoqda.ilindilindrsimon qobiqning past chastotali rezonanslari o'rganilmoqda. Uning asosiy ohangini shakllantirishning fizik qonunlari aniqlanadi. Quduqlar korpusi bo'ylab tarqaliilindrsimon qobiqning past chastotali rezonanslari o'rganilmoqda. Uning asosiy ohangini shakllantirishning fizik qonunlari aniqlanadi. Quduqlar korpusi bo'ylab tarqalishning mumkin emasligi isbotlangan past chastotali sirt to'lqinlari, shuningdek sh-polarizatsiya to'lqinlari eksimmetrik qo'zg'alishda. Past chastotali mintaqadagi yupqa devorli silindrsimon qobiq ikkita asosiy rezonansga ega bo'lib, qobiqning rezonansi butun va har bir alohida qismning rezonansi bilan bog'liq. Ushbu chastotalarning urishlari ushbu turdagi kengaytirilgan qobiq tovushining asosiy ohangi aniqlanadi.shbu chastotalarning urishlari ushbu turdagi kengaytirilgan qobiq tovushining asosiy ohangi aniqlanadi. Yuqori rejimlarning kesilishidan past chastotalarda, dispersiyaning barcha xususiyatlari tabishbu chastotalarning urishlari ushbu turdagi kengaytirilgan qobiq tovushining asosiy ohangi aniqlanadi.

Kalit so'zlar: silindrsimon qobiq, rezonans, viskoelastik to'lqin, urish, nol rejim, aksisimmetrik qo'zg'alish.

Аннотация. В данной работе рассматриваются осесимметричные вязкоупругие волны в протяженной цилиндрической оболочке круглого поперечного сечения. Изучение осесимметричных вязкоупругих волн в многослойных цилиндрических системах с максимально возможным использованием аналитических методов актуально для разработки нового поколения методов зондирования скважин. Целью работы является изучение распространения осесимметричных вязкоупругих волн в протяженных многослойных цилиндрических конструкциях, определение варианта объемной структуры по откликам одностороннего зондирования с использованием априорной информации о возможной структуре системы. В работе использованы классические методы математической физики, применяемые для решения краевых задач в цилиндрической системе координат, пространственное преобразование Фурье, метод комплексных

ISSN 3030-3907

амплитуд для переменных составляющих вектора перемещений и тензора напряжений. Исследованы низкочастотные резонансы цилиндрической оболочки. Определены физические закономерности формирования высоты ее основного тона. Доказана невозможность распространения вдоль обсадной колонны скважин низкочастотных поверхностных волн, а также волн SH-поляризации при осесимметричном возбуждении. Тонкостенная цилиндрическая оболочка в низкочастотной области имеет два основных резонанса, связанных с резонансом оболочки в целом и резонансом каждой отдельной секции в виде кольца. Биениями этих частот определяется основной тон звучания протяженной оболочки данного типа. На частотах, которые ниже границы отсечения высших мод, все особенности рассеяния собственных волн в стенке круглой цилиндрической оболочки описываются приближенным алгебраическим уравнением третьей степени. Один действительный корень этого уравнения соответствует нулевой моде антисимметричной волны Лэмба, а один из двух других комплексно сопряженных описывает нулевую моду симметричной волны.

Ключевые слова: цилиндрическая оболочка, резонанс, вязкоупругая волна, биение, нулевая мода, осесимметричное возбуждение.

1. Introduction

In this paper, wave processes in an extended (end faces considered remote) circular cylindrical shell are studied, an example of which (in practice) can be a well casing or any sufficiently long straight pipe of constant cross section. A similar object is the subject of consideration at once of two relatively independently developing directions of the theory of elasticity. On the one hand, traditionally, a cylindrical shell is studied in the theory of shells [1–5], on the other hand, it is of great interest for the theory of elastic waveguides [6–9]. Indeed, in most applications, the length of the shell is small, and the influence of the edges is significant, and the vibrations, even if they occur, are low-frequency. As a result, the wavelength turns out to be longer or comparable with the largest shell size, and there is no need to talk about the wave process in it. On the contrary, the directed propagation of elastic waves is most often considered in bodies whose geometry does not allow them to be attributed to shells.. The sewerage of waves along smooth surfaces (Rayleigh waves) and regular (edges and troughs) or stochastic surface inhomogeneities at the interface is studied in [10], as well as in the thickness of continuous continuous bodies of finite linear volume (rods of various shapes) [11] . However, when it comes to a subject equally related to both sections, as happens with pipes, difficulties arise due to the separation by specialization, which sometimes makes it difficult to look at some phenomena with the original physical community. Significant successes of the cladding theory and the universality of the

ISSN 3030-3907

approaches used in it, apparently, have led to the fact that the influence of its "quasistatic" views has also affected the study of elastic waveguides. In any case, pipes are treated primarily as shells, and they use the results of the theory of shells, even if they are very long, in those problems where the wave processes in them are most important. As a result, even dispersion dependences can only be found numerically, as evidenced by many works [12, 13, 14].

It should be noted that even if approximations (Kirchhoff, Tymoshenko, etc.) are used in the theory of shells, these solutions, strictly speaking, are not exact. In addition, in some works, elastic waves are studied in pipes immediately upon their contact with filling the space around them. This can be either water [15] or a solid medium, for example, rock in seismic problems considered in [16, 17]. In both cases, the properties of the shell itself are not fully revealed, and due to the initial complexity of the task, the search for analytical solutions where they could clearly stand out from the properties of the composite structure also becomes almost impossible. Also, in recent years, there has been a tendency to complicate the problem by additional consideration of the so-called helical, non-axisymmetric waves, which are devoted to a number of works, for example [18, 19]. It is important to note that, as was convincingly shown in [13], in the equilibrium equations of the cylindrical shell of the most general form, the azimuthal and radial variables are separated, and thus twisting waves around the axis and axisymmetric waves, forming together a complete set of possible waves, can be considered strictly separately. Since the present study is devoted only to axisymmetric structures and excitations, twisting waves will not be considered further, and it is significant that, based on the foregoing, this does not limit the generality of considering types of axisymmetric waves. For this work, the initial wave approach to solving the problem of the propagation of vibrations in the wall of an extended circular cylindrical shell is specific: first of all, taking into account the selected propagation directions (axis), waves are searched for in an infinite isotropic elastic medium. Moreover, the behavior of the material at each point (the fulfillment of the continuity condition [20], etc.) corresponds to the assumptions that underlie the most general laws of the theory of elasticity: Hooke's law, continuity equations, and equations of motion for a solid [20], of which and the Lame equation is derived. It is significant that in the theory of elasticity and in the theory of shells, the vibrations are considered small. Thus, the relationship between displacements and stresses is linear, and the boundaries are fixed in the sense of constant time coordinates of the imposition of conditions on them (that is, despite elastic waves, the front surfaces are considered non-deformable). From the equivalence of the initial postulates it follows that the results of the solution by the methods of elasticity theory are at least equivalent to the results of the solution by the methods

ISSN 3030-3907

of shell theory. Of course, the wave approach is advisable only in the study of extended shells, but for a problem with a homogeneous waveguide of a relatively simple form, it allows one to analytically obtain the main dependences, since it does not need additional approximations. Obtaining the result in an analytical form became possible due to the fact that the topological features of the cross-sectional shape can be taken into account, nevertheless, considering the wall to be everywhere locally flat: when boundary conditions are imposed, the radius of curvature of the shell is assumed to be large compared to the wall thickness. It turns out that the cylindrical functions in the approximate dispersion equations are reduced for each degree of a small parameter, but keeping an increasing number of members of the series in the expansion of the boundary conditions refines the correction for cylindricity. In the limit, when the number of members of the series tends to infinity, these cylindrical functions will undoubtedly be obtained in the same way as they are determined by searching for solutions to the corresponding equations in mathematical physics.

As each new member of the series adds new roots todispersion equation, a convenient way to classify waves according to the relative magnitude of their contribution to the overall picture is obtained already at the stage of constructing the dispersion curve (or taking into account the specifics of excitation). For example, it will be shown that a symmetric wave in a thin-walled cylindrical shell is next in order of smallness after an antisymmetric one. A similar separation takes place in the theory of shells, but there it does not lead to analytical expressions, but here the dispersion equation is algebraic, and, moreover, its roots can be explicitly expressed in elementary functions in at least the first and second approximations. Another advantage of the waveguide approach is the possibility of decomposing the complete wave process into the Fourier integral along the coordinate of the axis, that is, on a continuum of conical waves. Here, another simplifying geometric factor is taken into account - the invariance of the shape of the section along the axis.

The theory of shells is designed for their potentially more complex configurations and is applicable to thin bodies of any curvature that may have edges (ends), cutouts, etc., but such complications are not investigated in this paper. As curvilinear coordinates on the middle (or front) surface in the considered simple case of a circular cylinder, ordinary three-dimensional cylindrical coordinates are completely suitable, for which it is known how to solve the corresponding equation - cylindrical functions, and there is a ready-made integral transformation - the Bessel transform, which allows instead of a system of differential equations solve a simple system of algebraic equations (Fourier-Bessel transform method).

ISSN 3030-3907

Despite the huge number of numerical results, obtaining analytical dependences seems to be very important. All obtained approximate analytical dependences are compared with the numerical solution of exact equations for the same parameters.

2. Statement of the problem and methods for solving the propagation of waves in a viscoelastic layered cylindrical shell

In a cylindrical coordinate system $\{r, \theta, z\}$ the problem of the propagation of natural waves in an isotropic viscoelastic shell consisting of N $(k = 1, N)$ cylindrical shells (Figure 1).

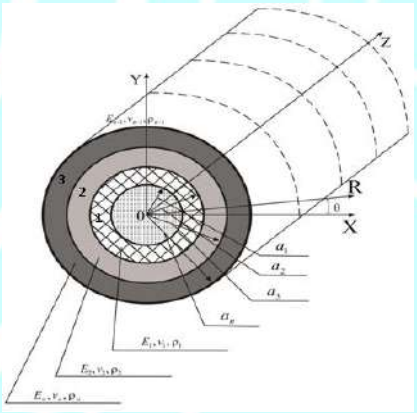


Figure 1. The design scheme of the layered shell

The linear equation of motion of a mechanical system, in vector form in the absence of volume forces, takes the form:

$$\tilde{\mu}_\kappa \nabla^2 \vec{u} + (\tilde{\lambda}_\kappa + \tilde{\mu}_\kappa) \, graddiv\vec{u} = \rho_\kappa \frac{\partial^2 \vec{u}}{\partial t^2}, \ (\kappa = 1, 2, 3 \ldots .N.) \qquad (1)$$

Where

$$\tilde{\lambda}_\kappa \phi(t) = \frac{\nu_\kappa}{(1+\nu_\kappa)(1-2\nu_\kappa)} \tilde{E}_\kappa \phi(t);$$

$$\tilde{\mu}_\kappa \phi(t) = \frac{\nu_\kappa}{2(1+\nu_\kappa)} \tilde{E}_\kappa \phi(t),$$

$$\tilde{E}_\kappa \phi(t) = E_{\kappa 0} \left[\phi(t) - \int_0^t R_{E\kappa}(t-\tau) \phi(t) \, d\tau \right], \qquad (2)$$

$\phi(t)$– arbitrary function of time; t is time; $R_{Ek}(t-\tau)$– core relaxation; $E_{\kappa 0}$- instant elastic moduli (κ=1……N); $\vec{u}$ –Vector of displacements; ρ_k- medium density, k- ordinal number of layers.

It is assumed that the integral terms are sufficiently small, then we can imagine $\varphi(t) = \psi(t) e^{-i\omega_R t}$. Here $\psi(t)$- slowly changing function. In this case, relations (2) can be replaced by the following relations (freezing method [20])

$$\bar{E}_\kappa \phi = E_{k0} \left[1 - \Gamma_\kappa^C(\omega_R) - i\Gamma_\kappa^S(\omega_R) \right] \phi,$$

ISSN 3030-3907

Where

$$\Gamma_{\kappa}^{C}(\omega_R)=\int_0^{\infty}R_{Ek}(\tau)\cos\omega_R\tau\,d\tau,\ \Gamma_{\kappa}^{S}(\omega_R)=\int_0^{\infty}R_{Ek}(\tau)\sin\omega_R\tau\,d\tau\ .$$

Between the layers, the conditions of hard (or sliding) contact are set [21]:

$$r=R_{\kappa};\quad \sigma_{rr\kappa}=\sigma_{rr(\kappa+1)};\quad \sigma_{r\theta\kappa}=\sigma_{r\theta z(\kappa+1)};\ \sigma_{rz\kappa}=\sigma_{rz(\kappa+1)};$$
$$u_{\kappa}=u_{\kappa+1};\quad \vartheta_{\kappa}=\vartheta_{\kappa};\quad w_{\kappa}=w_{\kappa+1} \qquad (3)$$

If the outer surface of the multilayer cylinder is stress free, then

$$r=R_{\kappa+1};\quad \sigma_{rr(\kappa+1)}=0;\quad \sigma_{r\theta(\kappa+1)}=0;\quad \sigma_{rz(\kappa+1)}=0.$$

If the displacement vector is represented in the form of potential and solenoidal parts

$$\vec{u}=grad\ \phi_{\kappa}+rot\vec{\psi}_{\kappa},div\vec{\psi}_{\kappa}=0,$$

then the wave equation has the form

$$\Delta\phi_k-\frac{1}{c_{pj}^2}\frac{\partial^2\phi_k}{\partial t^2}=0;$$

$$\Delta\psi_{zk}-\frac{1}{c_{sj}^2}\frac{\partial^2\psi_{zk}}{\partial t^2}=0;$$

$$\Delta\psi_{rk}-\frac{\psi_{rk}}{r^2}+\frac{2}{r^2}\frac{\partial\psi_{\theta k}}{\partial\theta}-\frac{1}{c_{sk}^2}\frac{\partial^2\psi_{rk}}{\partial t^2}=0;$$

$$\Delta\psi_{\theta k}-\frac{\psi_{\theta k}}{r^2}+\frac{2}{r^2}\frac{\partial\psi_{rk}}{\partial\theta}-\frac{1}{c_{sk}^2}\frac{\partial^2\psi_{\theta k}}{\partial t^2}=0; \qquad (4)$$

$$\Delta=\frac{\partial^2}{\partial r^2}+\frac{1}{r}\frac{\partial}{\partial r}+\frac{\partial^2}{\partial\theta^2}+\frac{\partial^2}{\partial z^2};$$

$$u_{rk}=\frac{\partial\phi_k}{\partial r}+\frac{1}{r}\frac{\partial\psi_{zk}}{\partial\theta}-\frac{\partial\psi_{\theta k}}{\partial z};$$

$$u_{\theta k}=\frac{1}{r}\frac{\phi_k}{\partial\theta}+\frac{\partial\psi_{zk}}{\partial z}-\frac{\partial\psi_{\theta k}}{\partial r};$$

$$u_{zk}=\frac{\partial\phi_k}{\partial r}+\frac{\partial\psi_{\theta k}}{\partial r}+\frac{\partial\psi_{zk}}{\partial r}-\frac{1}{r}\frac{\partial\psi_{rk}}{\partial\theta},k=1,2,..N.$$

Where $\phi(r,\theta,z,t)$ – longitudinal wave potential; $\vec{\psi}(\psi_r,\psi_\theta,\psi_z)$ - shear wave potential, $\Gamma_{\kappa}=1-\Gamma^{C}(\omega_R)-i\Gamma^{S}(\omega)$; $c_{pk}^2=((\lambda_k+2\mu_k)/\rho_k)\Gamma_k$; $c_{sk}^2=(\mu_k/\rho_k)\Gamma_k$. When constructing representations for components of the displacement vector in a multilayer cylinder

$$0<r_1\le a_1;\quad a_1\le r_2\le a_2;\ldots a_{k-1}\le r_k\le a_k;\quad a_{n-1}\le r_n\le\infty\quad (k=1,2,\ldots,N)|z_1|<\infty$$

ISSN 3030-3907

we proceed from equation (4) for the scalar $\phi(r,\theta,z,t)$ and stock $\vec{\psi}(r,\theta,z,t)$ potentials.

The geometry of the object and the natural assumption about the nature of the wave motion along the OZ axis make it possible to substantially predict the shape of the desired scalar and vector functions. They should represent waves traveling along the OZ axis. We seek solutions of equations (4) in the form:

$$\left.\begin{aligned}
\phi_k(r,\theta,z,t)&=\sum_{n=0}^{\infty}\phi_n(\alpha_k r)\begin{Bmatrix}\cos n\theta\\ -\sin n\theta\end{Bmatrix}e^{\pm i\gamma_p z}e^{-i\omega t};\\
\psi_{rk}(r,\theta,z,t)&=\sum_{n=0}^{\infty}\psi_{nr}(\beta_k r)\begin{Bmatrix}\sin n\theta\\ -\cos n\theta\end{Bmatrix}e^{\pm i\gamma_p z}e^{-i\omega t};\\
\psi_{\theta k}(r,\theta,z,t)&=\sum_{n=0}^{\infty}\psi_{n\theta}(\beta_k r)\begin{Bmatrix}\cos n\theta\\ -\sin n\theta\end{Bmatrix}e^{\pm i\gamma_p z}e^{-i\omega t};\\
\psi_{zk}(r,\theta,z,t)&=\sum_{n=0}^{\infty}\psi_{nz}(\beta_k r)\begin{Bmatrix}\sin n\theta\\ \cos n\theta\end{Bmatrix}e^{\pm i\gamma_p z}e^{-i\omega t};
\end{aligned}\right\} \qquad (5)$$

Where n - integer; γ_{pk} - constant wave propagation; $\omega=2\pi f$ - natural frequency; $r=\frac{r_1}{a_0}, z=\frac{z_1}{a_0}$. At infinity $(r\to\infty)$ Sommerfeld conditions are set for each component.

Substituting (5) in (4), we obtain the following ordinary differential equations:

$$\left.\begin{aligned}
&\frac{d^2\phi_k}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d\phi_k}{dr}+\left(\alpha_k^2-\frac{n^2}{r^2}\right)\phi_k=0;\\
&\frac{d^2\psi_{zk}}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d\psi_{zk}}{dr}+\left(\beta_k^2-\frac{n^2}{r^2}\right)\psi_{zk}=0;\\
&\frac{d^2\psi_{\theta k}}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d\psi_{\theta k}}{dr}+\frac{1}{r^2}\left(-n^2\psi_{\theta k}+2n\psi_{\theta k}-\psi_{\theta k}\right)\beta^2\psi_{\theta k}=0;\\
&\frac{d^2\psi_{rk}}{dr^2}+\frac{1}{r}\frac{d\psi_{rk}}{dr}+\frac{1}{r^2}\left(-n^2\psi_{rk}+2n\psi_{\theta k}-\psi_{rk}\right)\beta^2\psi_{rk}=0;
\end{aligned}\right\} \qquad (6)$$

Where $\alpha_k^2=\frac{\Omega_k^2}{\gamma_k^2}-\gamma_p^2;\quad \beta_k^2=\Omega_k^2-\gamma_p^2;\quad \Omega_k=\frac{\omega\alpha_k}{c_{sk}};\quad \gamma_k^2=\frac{2(1-\nu_k)}{1-2\nu_k}.$

The first two equations in (6) have the following solutions for the first k = 1 (solid) and external (k = N) cylinders:

$$\phi_k(r)=\begin{cases}F_{nk}J_n(\alpha_k r), & k=1;\\ F'_{nk}H_n^{(1)}(\alpha_k r), & k=N;\end{cases}\quad \psi_z(r)=\begin{cases}M_{1k}J_n(\beta_k r), & k=1;\\ M'_{1k}H_n^{(1)}(\beta_k r), & k=N,\end{cases} \qquad (7)$$

Where $J_n(\alpha_k r)$ - n-th order Bessel function, $H_n^{(1)}(\beta_k r)$ - Hankel function of the first kind of the nth order.

ISSN 3030-3907

The solution of the other two equations in (6) is also expressed in terms of the Bessel and Hankel functions:

$$\psi_{rk}(r)=\begin{cases}L_{1nk}J_{n-1}(\beta_k r)+L_{2nk}J_{n+1}(\beta_k r), & k=1;\\ L^{/}_{1nk}H^{(1)}_{n-1}(\beta_k r)+L^{/}_{2nk}H^{(2)}_{n+1}(\beta_k r), & k=N;\end{cases} \quad (8)$$

Solutions (7, a), (7, b) and (8) of the system of differential equations (6) will contain 6k-2 arbitrary constants. Taking the opportunity to act largely arbitrarily when choosing the values of one of the constants, we assume further, $L_{1k}=L^{/}_{1k}=0$, т.е. $\psi_{rk}=\psi_{0k}$.

The displacements of the cylinder are expressed in terms of the n-order Bessel and Neumann functions of the complex argument:

$$u_{r\kappa}=\sum_{n=0}^{\infty}\left\{\gamma_\kappa\left[A_{1\kappa n}J'_n(\gamma_{1\kappa}r)+A_{2\kappa n}Y'_n(\gamma_{1\kappa}r)\right]+\frac{n}{r}\left[A_{3\kappa n}J_n(\gamma_{2\kappa}r)+A_{4\kappa n}Y_n(\gamma_{2\kappa}r)\right]-\right.$$
$$\left.-\frac{r\alpha\gamma_{2\kappa}}{\mu_{2\kappa}}\left[A_{5kn}J'_n(\gamma_{2\kappa}r)+A_{6kn}Y'_\kappa(\gamma_{2j}r)\right]\right\}\cos n\varphi e^{i(-\omega t+\gamma_p z)} \quad (9)$$

$$u_{\varphi\kappa}=-\sum_{n=0}^{\infty}\frac{n}{r}\left\{\gamma_\kappa\left[A_{1\kappa n}J_n(\gamma_{1\kappa}r)+A_{2\kappa n}Y_n(\gamma_{1\kappa}r)\right]+\frac{r\gamma_{2\kappa}}{n}\left[A_{3kn}J'_n(\gamma_{2k}r)+A_{4nk}Y'_n(\gamma_{2k}r)\right]-\right.$$
$$\left.-\frac{r}{\mu_{2k}}\left[A_{5kn}J_n(\gamma_{2k}r)+A_{6kn}Y_k(\gamma_{2k}r)\right]\right\}\sin n\varphi e^{i(-\omega t+\gamma_p z)};$$

$$u_{zk}=\sum_{n=0}^{\infty}\left\{\gamma_k\left[A_{1kn}J_n(\gamma_{1k}r)+A_{2kn}Y_n(\gamma_{1k}r)\right]+\frac{\gamma^2{}_{2k}}{n}\left[A_{5kn}J_n(\gamma_{2k}r)+A_{6kn}Y_n(\gamma_{2k}r)\right]\right\}\cos n\varphi e^{i(-\omega t+\gamma_p z)},$$

$$\gamma_{1k}^2=\bar{\mu}_{1k}^2-\gamma^2;\quad \bar{\mu}_{1k}=\frac{\omega}{a_{1k}\Gamma_k};\quad \gamma_{2k}^2=\bar{\mu}_{2k}^2-\gamma^2;$$

Where

$$\bar{\mu}_{2k}=\omega/c_{sk}\Gamma_{2k};\quad c_{sk}^2=\frac{\bar{\mu}_k}{\rho_k};\quad \gamma=m\pi/l,\ (m=1,2,\ldots)\quad (k=1,2,3)$$

To determine arbitrary constants $A_{1kn},A_{2kn},A_{3kn},A_{4kn},A_{5kn},A_{6kn}$ boundary conditions are used (3). Then we get the system $6\kappa+3$ homogeneous algebraic equations with $6\kappa+3$ unknown. A necessary and sufficient condition for the existence of a solution to this system is that its determinant is equal to zero. The main determinant order $(6k+3\times 6k+3)$ and whose elements are expressed in terms of the n-th order Bessel and Neumann functions of the complex argument. Opening the determinant, we obtain the dispersion equation for the dissipative mechanical systems under consideration.

The dispersion characteristics are understood as the dependences of phase ($C=C_R+iC_I$) and group speeds $V=V_R+iV_I$ from wave number (γ_p)with various parameters of the mechanical system. It is known that the quantities C and V are related to the value of the root of the dispersion equation

$$\Delta(C,\omega,\gamma_p,\lambda)=0, \quad (10)$$

ISSN 3030-3907

Where ω- complex frequency; γ_p - wave number , λ – wavelength. The phase and group velocities are related to the value of the root of the dispersion equation by some complex dependencies.

Thus, in order to be able to calculate the dispersion characteristics, it is necessary to study the roots of equation (10) at the points of the complex plane, and also develop a method for their numerical determination. In the work, to solve the transcendental equation (10), the Mueller method is used, at each iteration of the Mueller method, the Gauss method is used with the main element.

Thus, the solution of equation (10) does not require disclosure of the determinant. As the initial approximation, we choose the phase velocities of the waves of the corresponding elastic system. For complex roots, the Mueller method simplifies calculations and provides faster convergence [22,23].

Consider the problem of the propagation of natural waves in a cylindrical shell at R_E=0 and $R_E \neq 0$. In each case, a dispersion equation is obtained, which is analyzed depending on the change in parameters. To obtain numerical results, based on the methods of Mueller, Gauss and Laplace, a program in the language C^{++}, and also used a software package MAPLE-18.

3. Axisymmetric viscoelastic waves in a single layer cylindrical shell

In this section, axisymmetric elastic waves in an extended viscoelastic cylindrical shell of circular cross section are considered for $h \to 0$. The equations of motion are expressed using the Lame equation, which describes viscoelastic waves in a homogeneous solid, and the imposition of boundary conditions of the "solid - vacuum" type on the front surfaces of the shell. Then the dispersion equation, without viscosity (R_E=0), takes the following form

$$4\gamma_p^2\left[k_2^2+(k_2^2-k_1^2)(k_2^2R^2-4)\right]-k_2^2\left[k_2^2(k_2^2R^2-4)+4k_1^2\right]=0,$$

And his decision can be expressed in the following elementary functions (for R_E=0):

$$C_{ph}(\omega)=\sqrt{\frac{E_{10}(R^2\omega^2\rho_0-E_{10})}{R^2\omega^2\rho_0^2(1-\nu^2)-\rho_0E_{10}}}\ . \qquad (11)$$

Where $k_1^2=\omega^2/c_p^2, k_2^2=\omega^2/c_s^2$, ρ_0- shell density, E_{10}- Young'a modulus.

An analysis of expression (11) shows that the frequency dependence function has two features at the points ω_1 and ω_2, which vanish, respectively, the numerator and denominator:

$$\omega_1=\sqrt{\frac{E_{10}}{R^2\rho_0}}, \omega_2=\sqrt{\frac{E_{10}}{R^2\rho_0(1-\nu^2)}}. \qquad (12)$$

From (11), it is also easy to obtain the asymptotics for the phase velocity C_{ph}:

ISSN 3030-3907

$$C_{ph}\underset{\omega=0}{=}\sqrt{\frac{E_{10}}{\rho_0}}, \qquad C_{ph}\underset{\omega\to\infty}{=}\sqrt{\frac{E_{10}}{\rho_0(1-\nu^2)}}. \qquad (13)$$

Since in any solid, the Poisson's ratio is within $0<\nu\leq 1/2$, inequality always holds $\omega_1<\omega_2$. It's obvious that $C_{ph}(\omega)$, and accordingly, the reciprocal of $\beta(\omega)$– the process propagation constant along the axis of the system is in the range $\omega_1<\omega<\omega_2$ turn out to be purely imaginary. This corresponds to waves that decay exponentially as the observation cross section moves away from the excitation cross section. Such waves are usually called non-propagating, since even in the absence of all dissipative losses they cannot fundamentally transfer the energy of the oscillatory process over a large distance.

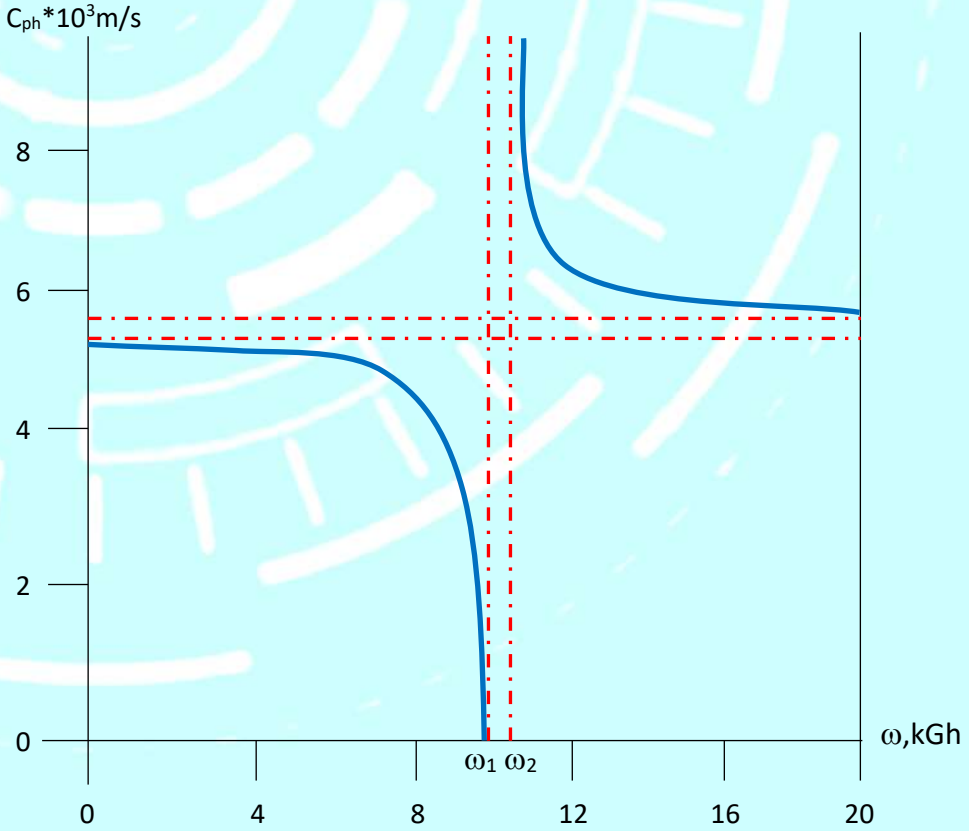


Figure 2. Dispersion curve for a cylindrical shell with a negligible steel wall thickness. The dashed-dotted line marks the boundaries of the non-proliferation bands. $\Delta f_{\text{request}}$ and impossible phase velocities (h = 0.01mm)

In this way, (ω_1,ω_2) it is a certain "forbidden band," or non-propagation band, the boundaries of which are indicated by a dash-dot line as an example of a frequency dependence constructed using formula (11) (Figure 2). The results were obtained with the following initial data: R=0.09м,ρ_0=7800кг/m^3,E=2.1 10^{11}N/m^3,ν=0.3.

From asymptotics for phase velocity, as well as from Fig. 2 and 3, it can be seen that in addition to the frequency range at which the oscillations cannot propagate along the thin-walled shell with concentrated excitation, there is also a region of impossible phase velocities. The values of the boundaries of the range of

ISSN 3030-3907

"forbidden" speeds are between the transverse and longitudinal speeds of sound: $C_s<C_{ph}(\omega=0)<C_{ph}(\omega\to\infty)<C_p$. From fig. 2 and 3, as well as from expression (11), it can be seen that $\omega = \omega_1$ at $C_{ph}= 0$, a $\omega = \omega_2$ at $C_{ph}\to\infty$.

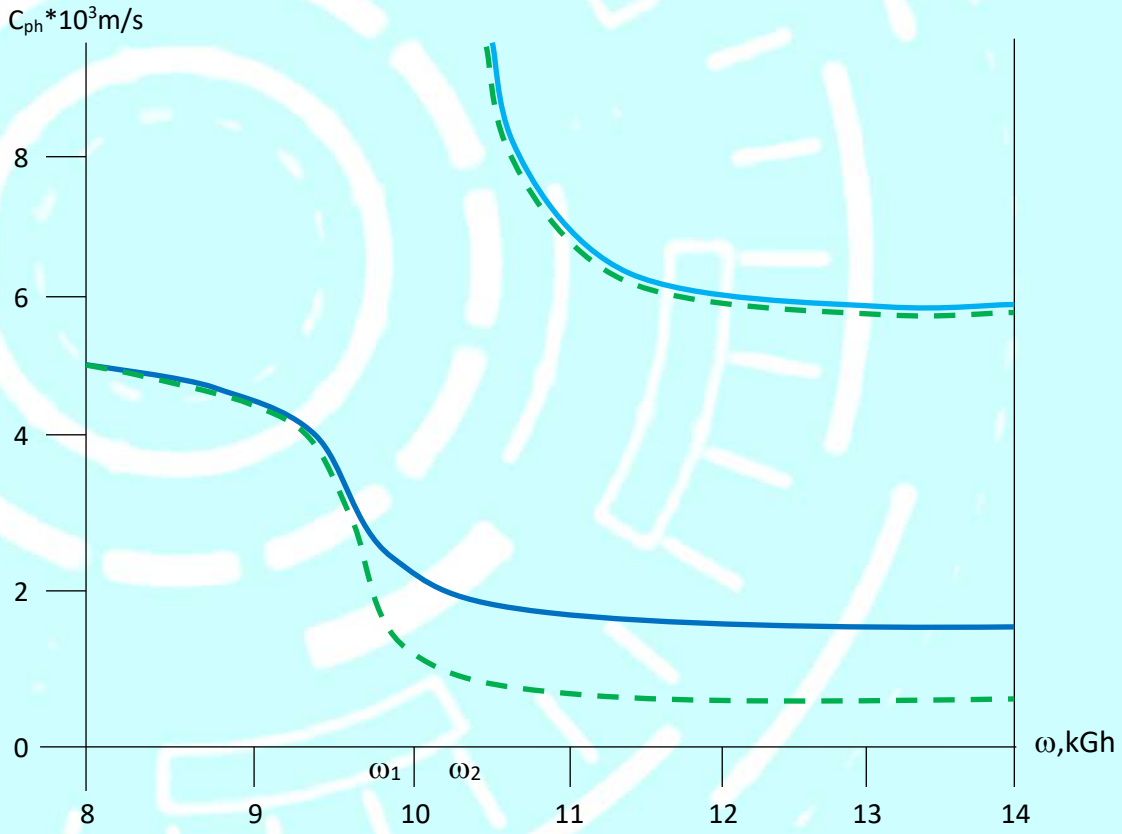


Figure 3. A family of dispersion curves obtained by numerically solving the initial equation for cylindrical shells with various wall thicknesses h = 11.5 (solid line); 1.0 mm (dotted)

The infinite value of the phase velocity of the wave propagating along the axis corresponds to the in-phase oscillation of the pipe along the entire length with the same frequency (natural frequency of oscillations of a thin-walled cylindrical shell), and its determining formula, which exactly corresponds to (11), but obtained in a different way, is given in some classical fundamental works, for example, in [24]. Less clear is the situation when the phase velocity is zero at a very specific non-zero frequency.

In this case, the entire shell also oscillates in phase, but at the same time it does not behave as a whole, but as an endless collection of independent, as if unconnected round rings. In other words, if the frequency ω_2 corresponds to the resonance of the tubes as a cylindrical whole (“tube” resonance), the frequency is resonant for the ring located in each of its cross sections.

Now we consider the problem of the propagation of free waves on a cylindrical shell, taking into account the viscous properties of the material. As a relaxation core, we use the fractional-exponential Rabotnov function [14]

ISSN 3030-3907

$$\Im_\alpha(-\beta,t)=t^\alpha\sum_{n=0}^{\infty}\frac{(-\beta)^n t^{n(1+\alpha)}}{\Gamma((n+1)(1+\alpha))},$$

Where $\Gamma(n)=\int_0^\infty y^{n-1}e^{-y}dy-$ gamma function.

Then the dispersion equation takes the following form

$$(\Omega^2-2\tilde{\chi}^2)^2 J_0(a)J_1(b)+4\tilde{\chi}^2 abJ_0(b)J_1(a)-2\Omega^2 aJ_1(a)J_1(b)=0, \quad (14)$$

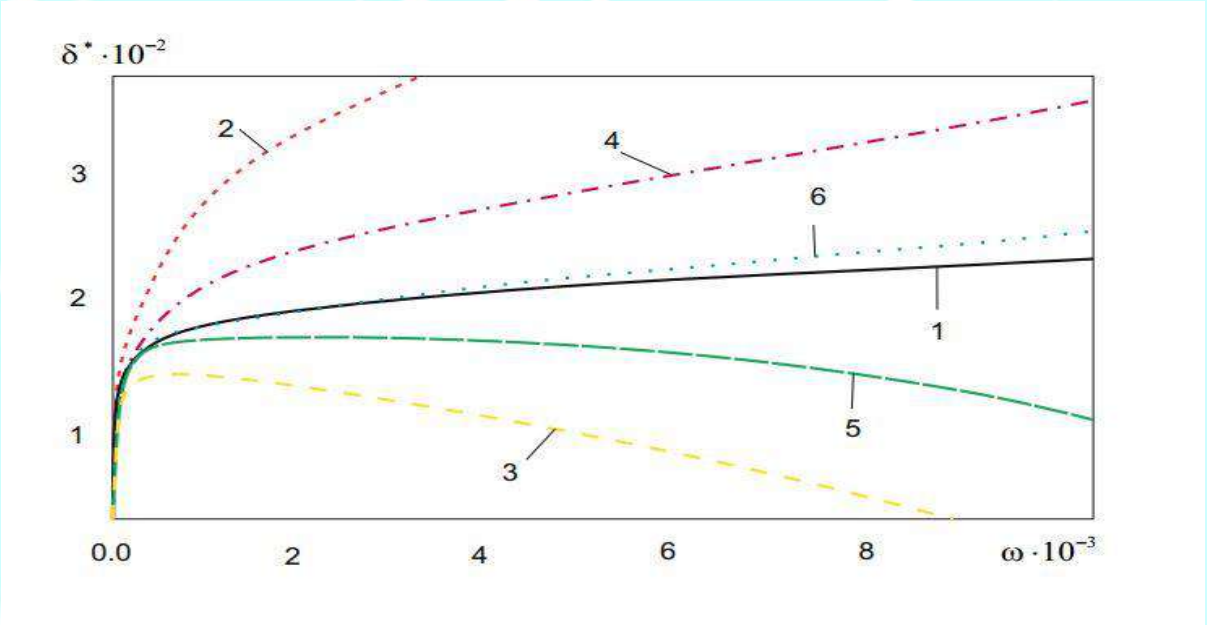


Figure 4. Change in the damping coefficient corresponding to the first mode versus frequency, at α=-3/4

where a and b are the inner and outer radii of the shell, $\tilde{\chi}=\chi-i\delta,\ \chi-$ wave number, $\delta>0-$ attenuation coefficient,

$$\Omega^2=\omega^2\frac{1+\nu^F}{(1+\nu)E^F},\ E^F=1-\frac{k}{\beta+(i\omega)^{1+\alpha}},$$

$$\nu^F=\nu+\frac{1-2\nu}{2}\frac{k}{\beta+(i\omega)^{1+\alpha}},$$

Moreover, the unique branch of the power function $-\pi<\arg(i\omega)<\pi$, к,β-material parameters. The calculation results are shown in Figures 4 and 5. The change in the real parts of the phase velocities of the longitudinally radial vibrations depending on the frequency is almost the same, with the results without viscosity (Figs. 2 and 3). In the figure, the curve number corresponds to the number of terms in the expansion of the special functions of Bessel and Neumann. Results differ from each other up to 6%. The nature of the change in the imaginary parts (damping coefficient [25]) of the natural frequencies corresponding to the first mode turned out to be the same as in the elastic case (R_E=0).

ISSN 3030-3907

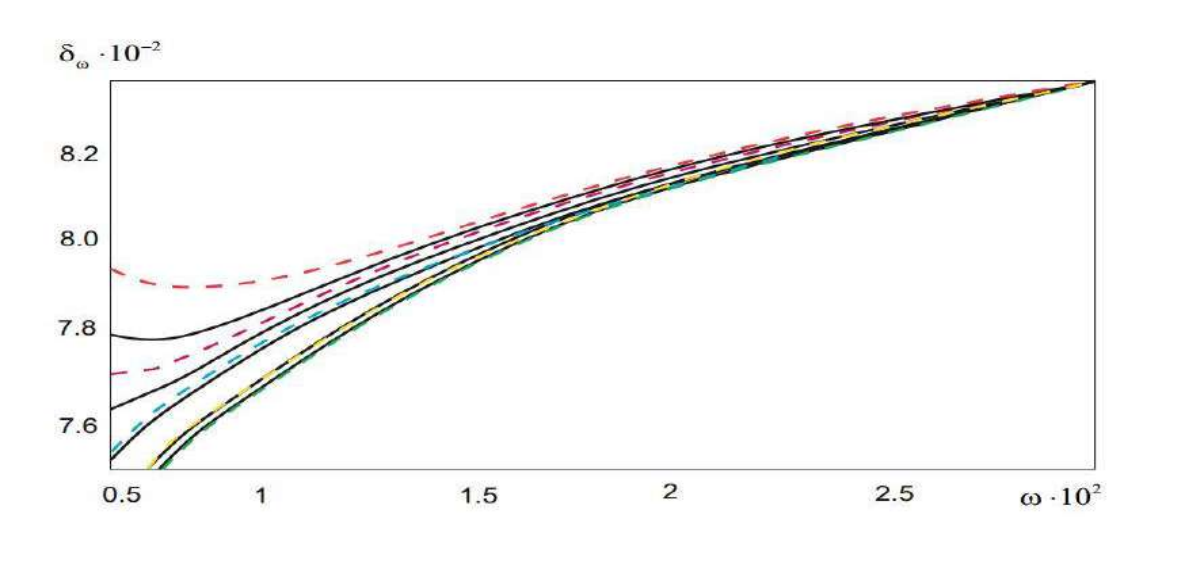


Figure 5. Change in damping coefficient corresponding to the first mode, versus frequency, at α=-1/6 (n=2,3,..)

The calculation results are shown in Fig. 4 and 5 at k = 0.5, β=1. In Figs. 4 and 5, solid lines show the numerical solutions of dispersion equation (14), and dashed lines show the asymptotics constructed in [26]. Based on numerical analysis, it was found that the behavior of the imaginary part of the phase velocity strongly depends on the singularity of the parameter α.

In the following example, we consider the change in the frequency of the shell depending on the half-thickness of the wall of the cylindrical shell. It can be seen from Fig. 6 that the resonance of a shell with thick walls is always at a frequency that corresponds to the resonance of a thin-walled shell of a smaller radius (a pipe with a thicker wall behaves like a narrower one). Dot $h= 2R$ or $\Delta =1$, Where $\Delta = h/2R$, corresponds to the disappearance of the inner volume of the shell and, thus, the transformation of the latter into a continuous homogeneous rod, the radius of which is equal to twice the radius of the original thin-walled shell. Thus, fig. 6. Demonstrates a smooth transition between the solutions of two classical problems (on the natural frequency of transverse vibrations of a thin-walled shell (h = 0) and a solid rod (h = 2R)), usually considered independently of each other.

ISSN 3030-3907

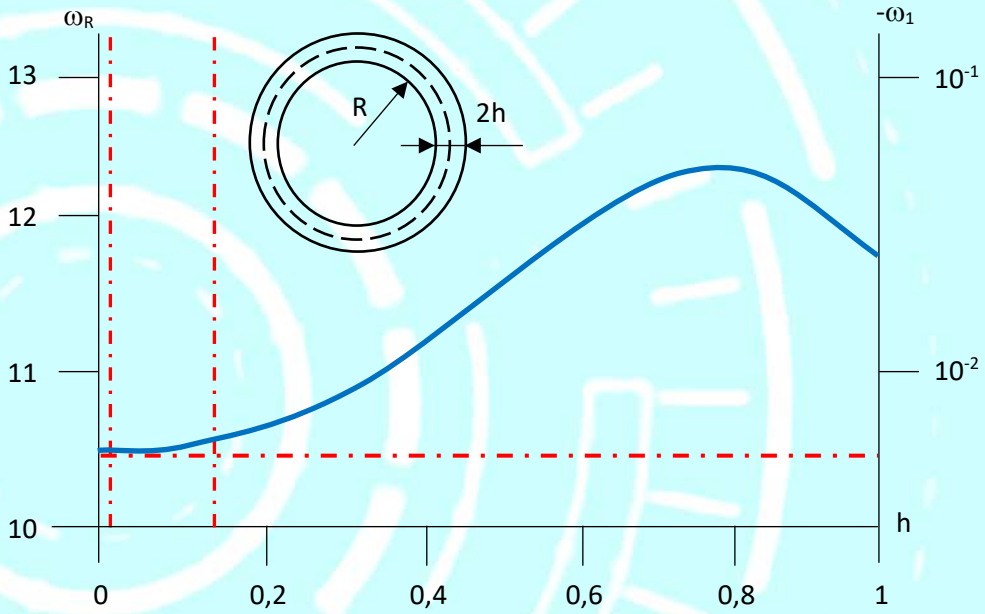


Fig. 6. The calculated dependence of the frequency of the "tube" resonance from the relative half-thickness of the wall of the cylindrical shell Δ

In the limit of the tendency of the wall thickness to zero ("thin-walled" approximation) the zero mode of the antisymmetric Lamb wave (“tube” wave), which is the only possible one in this case, is investigated, and an analytical expression for the dispersion dependence of the complex phase velocity on frequency is found. Taking into account the viscous properties of the material allows to reduce the phase velocity by 10%.

4. Wave propagation in three-layer cylindrical shells

An elastic shell with two symmetric viscoelastic coatings is considered. The equations of motion and the boundary conditions of a mechanical system satisfy system (1) - (3). The solution is also written in the form (9). Using the boundary (or contact) conditions, we obtain the dispersion equation (10), which is further solved numerically by the Mueller, Gauss, and Laplace methods.

ISSN 3030-3907

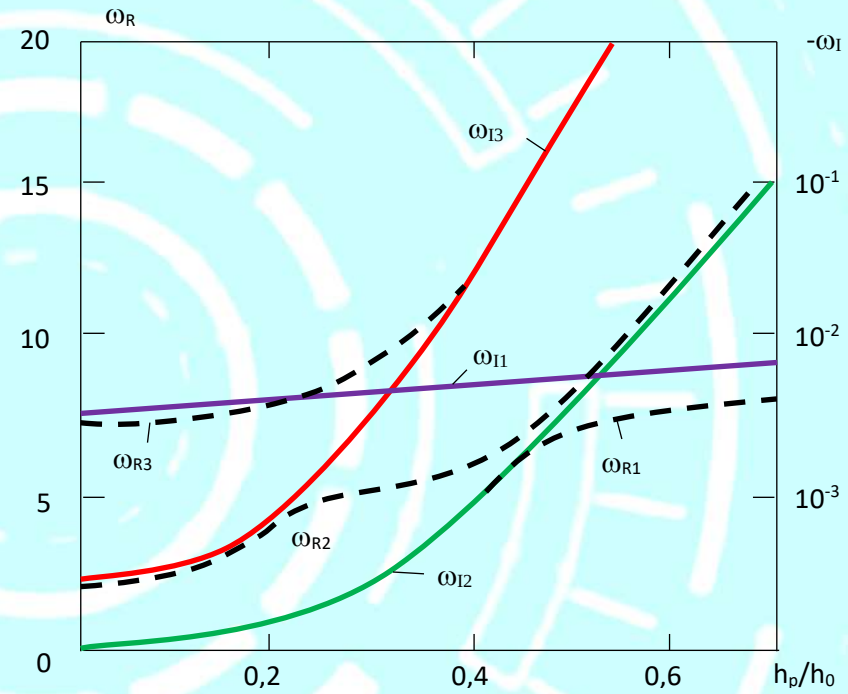


Fig. 7. The dependence of the frequencies and damping coefficient ω_I from $h_p/h = C_0$ for mechanical systems considered

The variation of the first two modes of the imaginary part of the complex frequency as a function of h_p/h_0 (h_0- shell thickness, h_p- coating thickness) of a dissipative-inhomogeneous mechanical system [27]. The calculation results are shown in Fig. 7.

Fig. 7 shows the dependence of the first two frequencies ω_R^1, ω_R^2 and corresponding damping factors ω_I^1, ω_I^2 from the value of the instantaneous stiffness of the shock absorber C. From the analysis of the graphs it follows that the dissipative properties of this system as a whole are determined not only by the rheology of its elements, but depend significantly on the interaction of their own vibration modes.

This effect is expressed in the fact that under certain conditions and up to a certain value of the stiffness of the shock absorber, the energetically more capacious (in this case, the second) form dissipates less energy than the less energy-intensive form. Then, starting with some value of the geometric parameter $h_p/h = C_0$ the process of energy dissipation by own forms is normalized and proceeds according to the energy hierarchy of forms. A real illustration of this effect is the intersection point of the damping coefficient graphs. ω_I^1 and ω_I^2 at $C = C^*$. And another feature: at this point, the difference in the attenuation rates of the two forms of vibration of the structure changes sign if $h_p/h = C_0$ (i.e. the system is structurally heterogeneous). As in the elastic problem, the eigenfrequencies ω_R^1, ω_R^2, which are slightly less than ω_1, ω_2, at this point approach. An analysis of problems of this type showed that the effect of the interaction of natural forms is observed only in

ISSN 3030-3907

structurally inhomogeneous systems (in this case, with elastic and viscoelastic elements) and with a noticeable approximation of the real parts of the natural frequencies ω_R^1, ω_R^2, and the imaginary parts of the frequencies (damping coefficients) change radically (sharply increases or decreases). The absence of at least one of these conditions excludes the manifestation of the effect. A physical explanation of the observed effect should be sought in the nature of the dynamic redistribution of energy of the system between two forms having the properties described above.

Conclusions

1. The mathematical formulation and methods for solving the problem of the propagation of natural waves on multilayer viscoelastic cylindrical shells are formulated.

2. The problems of the propagation of intrinsic waves on three-layer viscoelastic cylindrical shells are solved.

3. In the limit of the tendency of the wall thickness to zero ("thin-walled" approximation) the zero mode of the antisymmetric Lamb wave (“tube” wave), which is the only possible one in this case, is investigated, and an analytical expression for the dispersion dependence of the complex phase velocity on frequency is found.

4. To describe the dissipative properties of the system as a whole, the concept of "global damping coefficient" is introduced. In the case of a structurally homogeneous mechanical system, the global damping coefficient is entirely determined by the imaginary part of the first modular complex phase velocity. In the case of a structurally heterogeneous mechanical system, the imaginary parts of both the first and second natural frequencies act as the global damping coefficient, depending on the magnitude of the geometric parameters.

5. It was established that the optimal damping of oscillations of inhomogeneous systems will be when the real part of the phase velocity of the various modes is close (or approaching), and the corresponding imaginary parts of these phase velocities intersect at this point (or are equal to each other). In this case, both vibration modes of the mechanical system provide the same energy dissipation.

LITERATURE

1. Novozhilov K.F. Chernykh, E.I. Mikhailovsky V.V. Linear theory of thin shells. - Leningrad: Polytechnic, 1991 .-- 656 p.

2. Goldenweiser A.L. Theory of elastic thin shells. - Moscow: Science. The main edition of the Phys.-Math. literature, 1976.– 512 p.

3. Timoshenko S.P., Voinovsky-Krieger. Plates and shells. - Moscow: Science. The main edition of the Phys.-Math. literature, 1966.– 636 p.

ISSN 3030-3907

4. Gontkevich V.S. Natural vibrations of plates and shells. Directory. - Kiev: Naukova Dumka, 1964 .-- 288 p.
5. Galimov K.Z., Paimushin V.N. The theory of shells of complex geometry. Kazan. Kazan Publishing House. University, 1985 .-- 164 p.
6. Ollik K.K. On axisymmetric vibrations of circularly cylindrical thin-walled shells // Transactions of TPI. - 1958. - No. 147. –S.15-30.
7. Safarov I.I., Akhmedov M. Sh., Boltaev Z.I. Dissemination Sinusoidal Waves in of A Viscoelastic Strip. Global Journal of Science Frontier Research: F Mathematics & Decision Sciences. 2015. Volume 15, Issue 1 (Ver. 1.0). P.39-60.
8. Safarov I.I., Akhmedov M. Sh., Boltaev Z.I. Ducting in Extended Plates of Variable Thickness. Global Journal of Science Frontier Research: F Mathematics & Decision Sciences. 2016. Volume 16 Issue 2 (Ver. 1.0). P.33-66.
9. Koltunov M.A. Creep and relaxation. - Moscow: Higher School, 1976. - 276s.
10. Safarov I.I., Teshaev M.Kh. , Boltaev Z.I. Propagation of linear waves in extended plate bodies. LAP, Lambert Academic Publishing (Germany). 2016.- 315 p.
11. Safarov II, Akhmedov M.Sh., Boltaev Z.I. Own waves in layered media. Lambert Academic Publishing (Germany). 2016.192s.
12. Safarov I.I., Boltaev Z.I., Akhmedov M.Sh. Properties of wave motion in a fluid-filled cylindrical shell. LAP, Lambert Academic Publishing. 2016 -105 p.
13. Safarov I.I., Akhmedov M. Sh., Qilichov O. Dynamics of underground hiheline from the flowing fluid. LAP, Lambert Academic Publishing (Germany). 2016. - 345 rub.
14. I.I. Safarov., M.Kh. Teshaev., Z.I Boltaev. OwnVibrations of Bodies Interacting with Unlimited Deformable Environment // Open Access Library Journal. - 2018. -Vol. 5. - pp. 1-22.
15. I.I. Safarov., M.Kh. Teshaev., M.Sh. Ahmedov. Free Oscillations of a Toroidal Viscoelastic Shell with aFlowing Liquid // American Journal of Mechanics and Applications. - 2018 .-- 6 (2). RR 37-49
16. I.I. Safarov., A.O. Umarov. The effect of longitudinaland transverse waves on cylindrical layers with aliquid // Bulletin of Perm University. Math. Mechanics Computer science. - 2014 .-- Issue 3 (26) .- pp. 69-75
17. Krauklis P.V., Molotkov L.A. To the theory of seismic logging in cased wells / Izv. USSR Academy of Sciences. Physics of the Earth. - 1968. –№ 9. - P. 39-46.
18. Tyutekin V.V. Normal circular-type waves in a hollow elastic cylinder // Acoustic Journal. - 2004.– T. 50, No. 6.– S. 855-864.
19. Tyutekin V.V. Circular and helical-helical normal waves of a cylindrical waveguide. Spiral waves in free space // Acoustic Journal. - 2006.– V. 52, No. 4.– S. 549-555.

ISSN 3030-3907

20. Katz, A.M. Theory of elasticity [Text] / A.M. Katz. - St. Petersburg: Doe, 2002 .-- 208 p.
21. Vinogradova, M.B. Theory of waves / M.B. Vinogradova, O.V., Rudenko, A.P. Sukhorukov. - Moscow: Science. Ch. ed. Phys.-Math. literature, 1979.- 384 p. 146
22. Gray, E. Bessel Functions and Their Applications to Physics and Mechanics. - M .: Publishing house of foreign countries. literature, 1953.- 372 p.
23. Landau L.D., Lifshits E.M. Theory of elasticity. - Moscow: Science. Ch. ed. Phys.-Math. literature, 1965 .-- 204 p.
24. Greshnevikov K.V. The study of acoustic waves in an extended axisymmetric cylindrical structure // Scientific research and innovation: materials scientific. prakt. conf. - SPb .: Publishing house of the Polytechnic. University, 2011 .-- 212 p.,
25. Grinchenko V.T., Meleshko V.V. Harmonic vibrations and waves in elastic bodies. - Kiev: Naukova Dumka, 1981.– 283 p.
26. Morse, F.M., Feshbach G. Methods of theoretical physics. - Moscow: Publishing house of foreign countries. literature, 1960 .-- 886 p.
27. Aldoshina I.A., Musical acoustics. Textbook for higher education. - SPb .: Publisher "Composer - St. Petersburg", 2006. - 719 s.

ISSN 3030-3907

TALABALAR YOTOQXONASIDA YUZ TANISH TEXNOLOGIYASI ASOSIDAGI NAZORAT TIZIMINI JORIY ETISH VA OTA-ONALARNI XABARDOR QILISH TIZIMI

G‘oyibberdiyev Abdullajon Mirzoxidovich
Andijon davlat chet tillar intituti pedagogika psixologiya kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: abdullajongoyibberdiyev199608@gmail.com
Tel: +998-99-996-49-23

Annotatsiya: Ushbu maqolada talabalar turar joyida zamonaviy yuz tanish texnologiyasi asosidagi nazorat tizimini joriy etish tajribasi yoritilgan. Tadqiqot doirasida Hikvision ishlab chiqargan Face ID terminallarini o'rnatish, ttjfaceid.asifl.uz veb-platformasi orqali ma'lumotlarni boshqarish va smsmaster.uz tizimi yordamida ota-onalarni real vaqt rejimida xabardor qilish jarayonlari tahlil qilingan. Yuz tanish texnologiyasi (FRT) so'nggi yillarda davlat boshqaruvi va xavfsizlik ta'minlashda kuchli vosita sifatida rivojlandi, ammo uning tez rivojlanishi shaxsiy hayot, fuqarolik erkinliklari va axloqiy oqibatlar haqida jiddiy tashvishlarni keltirib chiqardi. Tizimning asosiy maqsadi talabalar xavfsizligini ta'minlash va ota-onalar bilan samarali aloqani yo'lga qo'yishdan iborat.

Kalit so‘zlar: yuz tanish texnologiyasi, biometrik nazorat, talabalar yotoqxonasi, SMS xabarnomalar, Hikvision, veb-platforma, xavfsizlik tizimi, chuqur o‘rganish.

Аннотация: В данной статье рассматривается опыт внедрения современной системы контроля на основе технологии распознавания лиц в студенческом общежитии. В рамках исследования проанализированы процессы установки Face ID-терминалов, разработанных компанией Hikvision, управления данными через веб-платформу ttjfaceid.asifl.uz, а также оперативного информирования родителей в режиме реального времени с использованием системы smsmaster.uz. Технология распознавания лиц (FRT) в последние годы активно развивается как эффективный инструмент государственного управления и обеспечения безопасности, однако её стремительное распространение вызывает серьёзные опасения, связанные с вопросами конфиденциальности, гражданских свобод и этических последствий. Основной целью внедряемой системы является обеспечение безопасности студентов и налаживание эффективной коммуникации с родителями.

Ключевые слова: технология распознавания лиц, биометрический контроль, студенческое общежитие, SMS-уведомления, система безопасности, веб-платформа, глубокое обучение.

Abstract: This article presents the experience of implementing a modern monitoring system based on facial recognition technology in a student dormitory. The study analyzes the installation of Face ID terminals developed by Hikvision, data management through the ttjfaceid.asifl.uz web platform, and real-time parental

ISSN 3030-3907

notification processes using the smsmaster.uz system. Facial recognition technology (FRT) has rapidly evolved in recent years as a powerful tool for public administration and security provision; however, its fast expansion has raised serious concerns regarding privacy, civil liberties, and ethical implications. The primary objective of the system is to ensure student safety and establish effective communication with parents.

Keywords: facial recognition technology, biometric monitoring, student dormitory, SMS notifications, security system, web platform, deep learning.

1. Kirish

Zamonavir ta'lim muassasalarida talabalar xavfsizligi va ularning turar joylaridagi faoliyatini nazorat qilish muhim ahamiyat kasb etadi. An'anaviy usullar, jumladan, qo'lda ro'yxatga olish, elektron kartalar yoki parol tizimlari bir qator kamchiliklarga ega: karta yo'qolishi, parolni unutish, uchinchi shaxslar tomonidan suiiste'mol qilish xavfi va nazorat jarayonining sekinligi.

Yuz tanish texnologiyasi video yoki rasmlardan yuz xususiyatlarini tahlil qilish orqali shaxslarni identifikatsiya va tekshirishni amalga oshiradigan texnologiya bo'lib, kundalik hayot va institusional boshqaruvga tobora ko'proq integratsiyalashmoqda. Real vaqt rejimida xavfsizlik kuzatuvi va yuz aniqlash hamda tanishdan foydalangan holda identifikatsiya aniqlash kompyuter ko'rish sohasida markaziy tadqiqot yo'nalishlaridan biridir.

Ushbu tadqiqot ishida talabalar turar joyining kirish eshigiga Hikvision Face ID terminallarini o'rnatish, ttjfaceid.asifl.uz veb-platformasi orqali ma'lumotlarni boshqarish va smsmaster.uz tizimi yordamida ota-onalarni real vaqtda xabardor qilish tajribasi bayon etilgan.

1.1. Tadqiqotning dolzarbligi

AQSh ta'lim muassasalarida kuchayib borayotgan hujumlar xavfsizlik choralarini kuchaytirish zaruratini keltirib chiqardi. Ta'lim sohasida biometrik texnologiyalarning qo'llanilishi xavfsizlik va kirishni nazorat qilishni ta'minlash, shuningdek, ta'lim muassasalarining smaradorligini oshirishda inqilobiy o'zgarishlar yaratmoqda. Talabalar yotoqxonalarida xavfsizlikni ta'minlash, kirish-chiqish jarayonini nazorat qilish va ota-onalarni farzandlarining joylashuvi haqida xabardor qilish zarurati tizimning dolzarbligini belgilaydi.

1.2. Tadqiqot maqsadi va vazifalari

Maqsad: Talabalar turar joyida zamonaviy yuz tanish texnologiyasi asosidagi kompleks nazorat va xabardorlik tizimini yaratish va joriy etish.

Vazifalar:

1. Hikvision Face ID terminallarini o'rnatish va sozlash
2. Ma'lumotlarni boshqarish uchun veb-platforma yaratish
3. SMS xabarnoma tizimini integratsiya qilish

ISSN 3030-3907

4. Tizimning ishlash samaradorligini tahlil qilish
5. Xavfsizlik va ma'lumotlar maxfiyligi masalalarini hal etish

2. ADABIYOTLAR TAHLILI

2.1. Yuz tanish texnologiyasining nazariy asoslari

So'nggi yillarda yuz tanish texnologiyasi turli ijtimoiy sohalarda muhim afzalliklarni taklif qiladigan, ammo murakkab axloqiy, huquqiy va shaxsiy muammolarni keltirib chiqaradigan ikki qirrali qilich sifatida paydo bo'ldi. Zamonaviy tizimlar chuqur o'rganish (deep learning) algoritmlariga, xususan, konvolyutsion neyron tarmoqlarga asoslangan.

Konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) yuz tanishda istiqbolli natijalar ko'rsatdi, chunki CNN'lar diskriminativ ma'lumotlarni ajratib olish imkoniyatiga ega va yuz tanishda yaxshi natijalar ko'rsatmoqda. Yangi texnika yuz tanish algoritmlarining aniqligini katta ma'lumotlar to'plamlaridan foydalanib o'qitish orqali yaxshilaydi va LFW va YTF ma'lumotlar to'plamlarida mos ravishda 99.50% va 96.75% aniqlikka erishadi.

Yuz tanish jarayoni quyidagi bosqichlardan iborat:

- Yuz deteksiyasi (yuzni aniqlash)
- Yuz hizalanishi (facial alignment)
- Xususiyatlarni ajratib olish (feature extraction)
- Yuzlarni solishtirish va identifikatsiya qilish

Facebook tadqiqot guruhi tomonidan ishlab chiqilgan DeepFace chuqur o'rganish yuz tanish texnologiyasi yuz tekshirish uchun mustahkam yuz tasvirlarini ishlab chiqish uchun chuqur CNN'dan foydalanadi va LFW ma'lumotlar to'plamida inson darajasidagi 97.35% aniqlikka erishdi.

2.2. Hikvision texnologiyalari

Hikvision kompaniyasi xavfsizlik va video kuzatuv tizimlarida jahon bo'yicha yetakchi ishlab chiqaruvchilardan biri hisoblanadi. Kompaniyaning Face ID terminallari Deep Learning algoritmlariga asoslangan bo'lib, quyidagi imkoniyatlarga ega:

- 99.9% aniqlik darajasi
- 0.2 soniya ichida identifikatsiya
- 30,000 gacha yuz shablon saqlash imkoniyati
- Turli yoritish sharoitlarida ishlash qobiliyati
- Maskada yuzni tanish funksiyasi

2.3. Ta'lim muassasalarida biometrik tizimlar

Ta'lim muassasalari jarayonlarini samaraliroq qilish va xizmatlarni talabalar va fakultet uchun jozibadorroq qilish uchun yangi texnologiyalarni qo'llashmoqda. Biometrik texnologiya ta'lim muassasalarida a'lo natijalar bilan amalga oshirilgan bunday misollardan biridir.

ISSN 3030-3907

Universitet yoki maktabga kirishga harakat qilayotgan har bir shaxsni biometrik nazorat bilan tekshirish xavfsizlikni sezilarli darajada oshirishi mumkin. Cheklangan biometrik xavfsizlik kirishi talabalar uchun ta'qiqlangan hududlarni himoya qilish uchun ham ishlatilishi mumkin.

Radio chastota asosidagi identifikatsiya chiplaridan foydalanish va ularni aqlli ma'lumotlar bilan birlashtirish orqali talabalarning xavfsizligini ta'minlash uchun ularning joylashuvini aniqlash mumkin. Biometrik tizimlar kompyuterlar, elektron pochta, veb-saytlar va boshqa cheklangan ta'lim vositalariga (baholashlar) kirishni cheklashi mumkin.

3. TIZIMNING ARXITEKTURASI VA TUZILISHI

3.1. Umumiy arxitektura

Joriy etilgan tizim uch asosiy komponentdan iborat:

1. Apparatli qism: Hikvision Face ID terminallari **2. Dasturiy ta'minot qismi:** ttjfaceid.asifl.uz veb-platformasi **3. Xabardorlik tizimi:** smsmaster.uz integratsiyasi

3.2. Hikvision Face ID terminallarini o'rnatish

Terminaller talabalar yotoqxonasining kirish eshigiga o'rnatildi. Har bir terminal quyidagi funksiyalarga ega:

- **Yuz tanish sensori:** 2MP kamera, WDR texnologiyasi bilan
- **Displey:** 7 dyuymli sensorli ekran
- **Ulanish:** Ethernet va Wi-Fi qo'llab-quvvatlash
- **Saqlash:** Lokal ma'lumotlar bazasi
- **Integratsiya:** HTTP API orqali tashqi tizimlar bilan bog'lanish

O'rnatish jarayoni quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oldi:

1. Terminal uchun maqbul joylashuvni aniqlash (yuz balandligida, yaxshi yoritilgan)
2. Elektr ta'minoti va tarmoq ulanishini ta'minlash
3. Terminalni sozlash va konfiguratsiya qilish
4. Test rejimida ishlashni tekshirish

3.3. ttjfaceid.asifl.uz veb-platformasi

Veb-platforma tizimning markaziy boshqaruv qismi bo'lib, quyidagi funksiyalarni bajaradi:

A. Ma'lumotlarni boshqarish moduli:

- Talabalar ma'lumotlari bazasi
- Yuz shablonlarini yuklash va yangilash
- Kirish-chiqish tarixini saqlash
- Foydalanuvchilar va ularning ruxsatlarini boshqarish

B. Monitoring va tahlil moduli:

- Real vaqt rejimida kirish-chiqish kuzatuvi

ISSN 3030-3907

- Statistik hisobotlar (kunlik, haftalik, oylik)
- Grafik tahlillar va vizualizatsiya
- Noodatiy hodisalarni aniqlash (kechki kirish, uzoq muddat yo'qligi)

C. Administrativ panel:

- Tizim sozlamalari
- Foydalanuvchilarni boshqarish
- Hisobotlarni eksport qilish (Excel, PDF)
- Audit jurnali

Texnik stack:

- Backend: Python (Django/Flask) yoki Node.js
- Frontend: React/Vue.js
- Ma'lumotlar bazasi: PostgreSQL/MySQL
- Keshirlash: Redis
- API: RESTful architecture

3.4. smsmaster.uz integratsiyasi

SMS xabarnomalar o'z vaqtida va ochiq ma'lumotlarni taqdim etishga yordam beradi, to'g'ridan-to'g'ri jalb qilishni osonlashtiradi va ta'lim natijalarini qo'llab-quvvatlaydi. SMS xabarnoma tizimi ota-onalarni real vaqtda xabardor qilish uchun mo'ljallangan.

Tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, SMS xabarlarining 90% dan ortig'i olinganidan keyin bir necha daqiqa ichida o'qiladi, bu esa muhim ma'lumotlarni tarqatish uchun ishonchli kanal hisoblanadi.

Ishlash mexanizmi:

1. Talaba terminalda identifikatsiya qiladi
2. Hodisa ttjfaceid.asifl.uz platformasiga yoziladi
3. Tizim SMS xabarnoma yaratadi
4. smsmaster.uz API orqali SMS yuboriladi
5. Ota-ona SMS qabul qiladi (1-2 soniya ichida)

SMS shablon namunasi:

- Kirish: "Hurmatli ota-ona! Sizning farzandingiz [Ism Familiya] [Sana] [Vaqt]da yotoqxonaga kirdi."
- Chiqish: "Hurmatli ota-ona! Sizning farzandingiz [Ism Familiya] [Sana] [Vaqt]da yotoqxonadan chiqdi."

SMS xabarnomalar bir necha daqiqa ichida olinadi va o'qiladi, bu ularni shoshilinch yangilanishlarni yuborish uchun ishonchli usulga aylantiradi.

Xavfsizlik choralari:

- Telefon raqamlarini shifrlash
- SMS yuborish limitlarini belgilash
- Ota-onalar roziligi (opt-in sistema)

ISSN 3030-3907

- GDPR va mahalliy qonunlarga muvofiqlik

4. TIZIMNI JORIY ETISH JARAYONI

4.1. Tayyorgarlik bosqichi

Tizimni joriy etishdan oldin quyidagi ishlar amalga oshirildi:

1. **Texnik audit:** Mavjud infratuzilmani baholash
2. **Talabalar ro'yxati:** Ma'lumotlar bazasini tayyorlash
3. **Yuz fotosuratlarini to'plash:** Har bir talabadan sifatli fotosurat olish
4. **Ota-onalar bilan aloqa:** Tizim haqida ma'lumot berish va roziligi olish
5. **Xodimlarni o'qitish:** Administratorlar va texnik xizmat xodimlari uchun trening

4.2. Test rejimi

Birinchi oy davomida tizim test rejimida ishladi:

- 50 ta talaba ishtirokida pilot dastur
- Kundalik monitoring va muammolarni hal qilish
- Foydalanuvchilardan fikr-mulohazalar to'plash
- Tizim sozlamalarini optimallashtirish

4.3. To'liq joriy etish

Test rejimi muvaffaqiyatli yakunlanganidan so'ng, tizim barcha talabalar uchun ochildi. Joriy etish bir hafta davomida bosqichma-bosqich amalga oshirildi:

- 1-kun: 100 talaba
- 3-kun: 300 talaba
- 5-kun: Barcha talabalar

5. TIZIMNING AFZALLIKLARI VA SAMARADORLIGI

5.1. Xavfsizlik jihatidan

Biometrik texnologiyadan foydalanish kartalar va PIN kodlar hech qachon unutilmasligini, yo'qolmasligini, o'g'irlanmasligini yoki talabalar va xodimlar o'rtasida almashilmasligini ta'minlaydi va har bir kampusning turli talablariga moslashish uchun yuqori darajada moslashuvchanlikni ta'minlaydi.

- **Noto'g'ri kirish holatlari 95% kamaydi:** Faqat ro'yxatdan o'tgan talabalar kiradigan bo'ldi
- **Real vaqt monitoring:** Har qanday noodatiy hodisani darhol aniqlash
- **Mehmon va tashrifchilarni nazorat qilish:** Har bir kirish qayd etiladi
- **Videokuzatuv bilan integratsiya:** Hodisalarni to'liq hujjatlashtirish

5.2. Samaradorlik ko'rsatkichlari

IXM TITAN daqiqasiga 20-25 ta yuzni autentifikatsiya qiladi, shuning uchun talabalar va xodimlar tezda kerakli joyga borishlari va kunlarini davom ettirishlari mumkin.

Tizim joriy etilganidan keyin quyidagi natijalar qayd etildi:

Ko'rsatkich	Oldin	Keyin	O'zgarish

ISSN 3030-3907

Identifikatsiya vaqti	15-20 soniya	0.3 soniya	-98%
Kirishda navbat	5-10 daqiqa	30 soniya	-95%
Xavfsizlik hodisalari	12/oy	1/oy	-92%
Administrativ xarajatlar	100%	35%	-65%
Ota-onalar mamnuniyati	65%	94%	+45%

5.3. Ota-onalar uchun imkoniyatlar

SMS xizmatlari ota-onalar bilan samarali muloqot o'rnatish uchun to'g'ridan-to'g'ri va tezkor kanal taqdim etadi, maktab faoliyati, tadbirlar yoki jadval o'zgarishlari haqida tezkor yangilanishlarni yuborish imkonini beradi.

Ota-onalar uchun tizim quyidagi qulayliklarni yaratdi:

- Farzandning xavfsizligi haqida ishonch
- Real vaqtda xabardorlik
- Tarmoq rejimlari haqida ma'lumot
- Muammo yuzaga kelganda tezkor harakat qilish imkoniyati

5.4. Talabalar uchun qulayliklar

Yuz va barmoq izi biometrik autentifikatsiya variantlari bo'lib, karta yoki PIN kodini eslab qolish zaruratini bartaraf etadi va karta yo'qolishi yoki almashish xavfini kamaytiradi.

- Karta yoki kalit kerak emas
- Tez va qulay kirish-chiqish
- Shaxsiy ma'lumotlar xavfsizligi
- Yotoqxona tartib-qoidalariga rioya qilishda motivatsiya

6. MUAMMOLAR VA ULARNING YECHIMLARI

6.1. Texnik muammolar

Muammo 1: Ba'zi talabalarning yuzini past yoritishda taniy olmadi **Yechim:** Terminal sozlamalarini o'zgartirish va qo'shimcha yoritish o'rnatish

Muammo 2: Tarmoq ulanishining uzilishi **Yechim:** Terminallarda lokal ma'lumotlar bazasini saqlash, tarmoq tiklanganida sinxronlashtirish

Muammo 3: SMS yuborishda kechikishlar **Yechim:** smsmaster.uz bilan serverlarni optimallashtirish va navbat tizimini joriy etish

6.2. Tashkiliy muammolar

Ta'lim xodimlari orasida ta'lim muassasalarida yuz tanish va boshqa biometrik texnologiyalarni qabul qilishga keng ko'lamli qarshilik mavjudligi aniqlandi.

Muammo: Ba'zi talabalar va ota-onalarning biometrik ma'lumotlar xavfsizligi bo'yicha tashvishi **Yechim:** Biometrik xavfsizlik tizimlarini ta'lim muhitlarida joriy etishda axloqiy jihatlarni hisobga olish kerak. Rozilik, ma'lumotlarni himoya qilish va talabalarning potentsial stigmatizatsiyasi kabi

ISSN 3030-3907

masalalar tizim individual huquqlar va shaxsiy hayotga hurmat ko'rsatishini ta'minlash uchun ehtiyotkorlik bilan ko'rib chiqilishi kerak

Muammo: Yangi talabalarni tizimga qo'shishda vaqt ketishi **Yechim:** Avtomatlashtirilgan onboarding jarayoni yaratish

6.3. Xarajatlar masalasi

Dastlabki investitsiya:

- Terminallar: $2,000 - $3,000 (har biri)
- Veb-platforma ishlab chiqish: $5,000 - $8,000
- O'rnatish va sozlash: $1,000 - $2,000

Operatsion xarajatlar:

- SMS xizmati: ~$0.01 har bir xabar uchun
- Server hosting: $50 - $100/oy
- Texnik xizmat: $200 - $300/oy

ROI (Return on Investment): 18-24 oy ichida qaytadi

7. KELAJAK ISTIQBOLLARI

7.1. Tizimni takomillashtirish rejalari

1. **Mobil ilova yaratish:** Ota-onalar uchun iOS va Android ilovalar
2. **Sun'iy intellekt integratsiyasi:** Talabalar xatti-harakatlarini tahlil qilish va prognoz qilish
3. **Qo'shimcha xizmatlar:** Ovqatlanish, kutubxona, sport zali uchun nazorat
4. **Biometrik to'lovlar:** Yuz tanish orqali to'lovlarni amalga oshirish
5. **Sog'liq monitoring:** Harorat o'lchash funksiyasini qo'shish (pandemiya holatlari uchun)

IXM TITAN Enhancement Kit beshinchi autentifikatsiya omilini qo'shadi: harorat skriningi. Enhancement Kit daqiqasiga 12-15 ta haroratni +/- 0.5 °C aniqlik bilan to'liq avtomatlashtirilgan, kontaktsiz jarayonda tekshiradi.

7.2. Masshtablash imkoniyatlari

Tizimni boshqa kampus binolariga kengaytirish:

- O'quv binolari
- Kutubxonalar
- Sport majmualari
- Ovqatlanish xonalari

7.3. Ilmiy tadqiqot yo'nalishlari

Zamonaviy CNN ramkasi 1990 yilda yaratilgan, LeNet-5 deb nomlanuvchi tizim qo'l yozma raqamlarni tasniflash uchun ishlab chiqilgan va vizual naqshlarni oldindan qayta ishlashsiz piksellardan tanish imkonini bergan.

- Yuz tanish algoritmlarini takomillashtirish
- Ma'lumotlar tahlili va vizualizatsiya
- Xavfsizlik protokollarini mustahkamlash

ISSN 3030-3907

- Talabalar xulqi-atvorini bashorat qilish modellari
- Mashinani o'rganish algoritmlari va sun'iy intellekt protokollaridan foydalanish biometrik autentifikatsiya jarayonlarini qayta belgiladi

8. XULOSA

Talabalar turar joyida yuz tanish texnologiyasi asosidagi kompleks nazorat va xabardorlik tizimini joriy etish tajribasi yuqori samaradorlikni ko'rsatdi. Hikvision Face ID terminallari, ttjfaceid.asifl.uz veb-platformasi va smsmaster.uz integratsiyasi birgalikda zamonaviy, xavfsiz va foydalanuvchilarga qulay ekotizimni yaratdi.

Asosiy natijalar:

1. Xavfsizlik darajasi sezilarli darajada oshdi
2. Kirish-chiqish jarayoni avtomatlashtirildi va tezlashtirildi
3. Ota-onalar real vaqt rejimida xabardor qilinadi
4. Administrativ yuklar va xarajatlar kamaydi
5. Talabalar va ota-onalarning mamnuniyat darajasi oshdi

Biometrik xavfsizlik tizimlarini ta'lim muhitlarida joriy etish kirish nazorati va xavfsizlik nuqtai nazaridan ko'plab afzalliklarni taklif etadi. Biroq, ta'lim muassasalari biometrik texnologiyadan foydalanish bilan bog'liq maxfiylik tashvishlari va axloqiy jihatlarni ehtiyotkorlik bilan hal etishlari juda muhimdir.

Tavsiyalar:

- Tizimni doimiy ravishda monitoring qilish va takomillashtirish
- Xavfsizlik auditlarini muntazam o'tkazish
- Foydalanuvchilardan fikr-mulohazalar to'plash va ularni hisobga olish
- Yangi texnologiyalarni kuzatish va integratsiya qilish
- Ma'lumotlar maxfiyligini eng yuqori darajada ta'minlash

Ushbu loyiha zamonaviy ta'lim muassasalarida biometrik texnologiyalardan foydalanishning yaxshi namunasi bo'lib xizmat qiladi va boshqa muassasalar uchun amaliy qo'llanma sifatida qo'llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Wang, X., Wu, Y.C., Zhou, M., & Fu, H. (2024). Beyond surveillance: privacy, ethics, and regulations in face recognition technology. Frontiers in Big Data, 7, 1337465. https://doi.org/10.3389/fdata.2024.1337465

2. Abid, M.M., & Mahmood, T. (2024). Computationally intelligent real-time security surveillance system in the education sector using deep learning. PLoS ONE, 19(7), e0301908. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0301908

3. Al-Dabbas, H.M., Azeez, R.A., & Ali, A.E. (2024). Two Proposed Models for Face Recognition: Achieving High Accuracy and Speed with Artificial Intelligence. Engineering, Technology & Applied Science Research, 14(2), 13706-13713. https://doi.org/10.48084/etasr.7002

ISSN 3030-3907

4. Zhang, K., Zhang, Z., Li, Z., & Qiao, Y. (2016). Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks. IEEE Signal Processing Letters, 23(10), 1499-1503.
5. Hikvision Technical Documentation. (2024). Face Recognition Terminal User Manual. Hikvision Digital Technology Co., Ltd.
6. Al-Abboodi, H.M. (2024). A Novel Technique for Facial Recognition Based on the GSO-CNN Deep Learning Algorithm. Journal of Electrical and Computer Engineering, 2024, 3443028. https://doi.org/10.1155/2024/3443028
7. Bhaidasna, Z.C., Swaminarayan, P.R., & Bhaidasna, H.Z. (2024). Implementing Deep Learning: A Novel Approach in CNNs for Face Recognition. SSRG International Journal of Electrical and Electronics Engineering, 11(8), 295-308. https://doi.org/10.14445/23488379/IJEEE-V11I

ISSN 3030-3907

UDK 621-52:66.074.3

PARAMETRIC IDENTIFICATION OF A NONLINEAR STATE-SPACE MODEL OF THE AMMONIA SYNTHESIS PROCESS

Khalilov Azim Jurakulovich

PhD in technical sciences, acting Associate Professor, Navoi State University of Mining and Technology

Abstract. This paper addresses the parametric identification of a nonlinear state-space model of the ammonia synthesis process. The relevance of the study is determined by the complex process dynamics and parameter uncertainty. Parametric identification is carried out using technological process data. The proposed approach aims to improve the accuracy of the mathematical model. The results are of practical importance for modeling and analysis of ammonia synthesis processes.

Keywords: ammonia synthesis; nonlinear model; state-space representation; parametric identification; dynamic process; mathematical modeling; technological system.

Annotatsiya. Mazkur maqolada ammiakni sintezlash jarayonining nochiziqli holatlar fazosi modelini parametrik identifikatsiyalash masalasi ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotning dolzarbligi jarayon dinamikasining murakkabligi va parametrlarning noaniqligi bilan belgilanadi. Parametrik identifikatsiya texnologik ma’lumotlar asosida amalga oshirilgan. Taklif etilgan yondashuv model aniqligini oshirishga qaratilgan. Olingan natijalar ammiak sintezi jarayonlarini modellashtirish va tahlil qilishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: ammiak sintezi; nochiziqli model; holatlar fazosi; parametrik identifikatsiya; dinamik jarayon; matematik modellashtirish; texnologik tizim.

Аннотация. В статье рассматривается задача параметрической идентификации нелинейной модели в пространстве состояний процесса синтеза аммиака. Актуальность исследования обусловлена сложной динамикой процесса и неопределенностью его параметров. Параметрическая идентификация выполнена на основе технологических данных. Предложенный подход направлен на повышение точности математической модели. Полученные результаты имеют практическое значение для анализа и моделирования процессов синтеза аммиака.

Ключевые слова: синтез аммиака; нелинейная модель; пространство состояний; параметрическая идентификация; динамический процесс; математическое моделирование; технологическая система.

Introduction

Ammonia synthesis is undergoing a critical transition from a steady-state process to a dynamically operated plant, driven by the integration of intermittent

renewable energy for green production. This shift necessitates advanced control strategies like Nonlinear Model Predictive Control (NMPC), whose efficacy is fundamentally dependent on the accuracy of the underlying dynamic model.

First-principles nonlinear state-space (NLSS) models are ideally suited to capture the complex thermodynamics and reaction kinetics of the Haber-Bosch loop. However, their predictive reliability is often compromised by inherent uncertainties in key parameters, such as kinetic constants and heat transfer coefficients. While advanced parameter estimation methods exist in systems theory, their dedicated application to identifying high-fidelity ammonia synthesis models remains a significant gap in the literature.

This work directly addresses this gap by presenting a comprehensive framework for the parametric identification of an ammonia synthesis NLSS model. The study develops a rigorous first-principles model and implements a tailored prediction-error minimization scheme to calibrate the model against dynamic operational data. The resulting identified model provides a precise foundation for the development of robust NMPC, enabling the safe and efficient flexible operation required for the future of green ammonia.

LITERATURE REVIEW

The ammonia synthesis industry is at a critical juncture, transitioning from steady-state to dynamic, flexible operation driven by the imperatives of decarbonization and integration with renewable energy. This shift introduces complex control challenges, as the traditional Haber-Bosch process is designed for steady state and faces risks of catalyst deactivation and instability under variable load conditions [8]. Recent techno-economic analyses confirm that load-following operation (e.g., from 50% to 100%) can offer significant economic advantages by optimizing power use and substantially reducing the levelized cost of green ammonia (LCOA) [4, 9]. However, realizing this flexibility requires overcoming major control difficulties, particularly in managing reactor temperature profiles and maintaining production efficiency.

To address this challenge, NMPC has emerged as a key enabling solution [1]. The efficacy of NMPC, however, is fundamentally dependent on the accuracy of its underlying dynamic model. Consequently, research has focused on developing high-fidelity first-principles models, often formulated as NLSS models, to fully capture the process dynamics under variable operating conditions [3, 8, 10]. These models are essential for accurately predicting reactor thermal dynamics and conversion rates, as well as interactions within the separation and recycle loop. The utility of these models, however, hinges on the correctness of their parameters. Kinetic constants and heat transfer coefficients, for instance, can vary with production conditions and catalyst age [5].

ISSN 3030-3907

It is at this point that the core problem of parametric identification arises. While advanced methods for nonlinear system identification, such as prediction-error minimization or moving horizon estimation, exist [6, 7], their specific application to calibrating ammonia synthesis NLSS models remains significantly under-explored in the literature. Many NMPC studies either assume known parameters [1] or utilize simplified models when designing control systems for flexible operation [10]. This gap is critical because a model with uncertain parameters can lead to suboptimal or even infeasible controller decisions.

Furthermore, recent years have seen the emergence of AI-based approaches as intermediaries for dynamic model identification and control. Learning-based methods offer the potential to capture complex process dynamics and create surrogate versions of computationally expensive first-principles models [2, 7]. However, the full potential and reliability of these hybrid approaches, especially across a wide dynamic range, is not yet fully understood.

In summary, the literature provides comprehensive work on the economic prospects of green ammonia, the design of flexible processes, and the use of NMPC for their control. Nevertheless, a distinct gap exists regarding the application of dedicated identification methodologies to determine the parameters of high-fidelity, first-principles NLSS models. This research aims to fill that gap by proposing a systematic parametric identification framework that provides a control-reliable dynamic model for flexible ammonia production.

MATERIALS AND METHODS

The methodology integrates a first-principles NLSS process model with a Prediction-Error Minimization (PEM) framework for parametric identification. A one-dimensional heterogeneous dynamic model of a quench-cooled catalytic reactor forms the core, with the state vector for the i-th reactor cell defined $\mathbf{x}_i = \left[F_{N_2,i}, F_{H_2,i}, F_{NH_3,i}, T_{g,i}, T_{s,i}\right]^T$. The net ammonia synthesis rate is governed by the modified Temkin-Pyzhev equation:

$$r_{NH_3} = k_f(T_s)P_{N_2}\left(\frac{P_{H_2}^3}{P_{NH_3}^2}\right)^{\alpha} - k_r(T_s)P_{N_2}\left(\frac{P_{NH_3}^2}{P_{H_2}^3}\right)^{1-\alpha}$$

where $k_f(T_s) = A_{f,r}\exp\left(-E_{f,r}/RT_s\right)$. Dynamic mass and energy balances for each cell complete the DAE system, reduced to an NLSS form:

$$\dot{\mathbf{x}}(t) = \mathbf{f}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \boldsymbol{\theta}), \mathbf{y}(t) = \mathbf{g}(\mathbf{x}, \mathbf{u}, \boldsymbol{\theta})$$

The vector $\boldsymbol{\theta} = \left[A_f, E_f, A_r, E_r, \alpha, ha, UA_{cool}\right]^T$.contains the identifiable kinetic and thermal parameters.

Identification uses a regularized PEM formulation:

ISSN 3030-3907

$$\widehat{\boldsymbol{\theta}} = \arg\min_{\boldsymbol{\theta}} \sum_{k=1}^{N} \|\mathbf{y}(t_k) - \hat{\mathbf{y}}(t_k|\boldsymbol{\theta})\|^2 \mathbf{w} + \lambda_R \Omega(\boldsymbol{\theta})$$

Subject to model dynamics and parameter bounds. A simultaneous collocation method transcribes the problem into a large-scale NLP, solved using CasADi and IPOPT. Training data D_{train} is generated from a high-fidelity plant simulation under a persistently exciting input sequence, with validation on a separate unseen dataset

RESULTS AND DISCUSSION

The PEM framework converged robustly, yielding a parameter set $\widehat{\boldsymbol{\theta}}$ with physically interpretable adjustments from nominal values. Key changes included a ~28% increase in the heat transfer coefficient ha and a ~22% decrease in the forward pre-exponential factor A_f. Uncertainty quantification via the inverse Hessian revealed strong identifiability for dominant kinetic parameters, with confidence intervals within ±8%.

The identified model demonstrated superior predictive fidelity on validation data featuring load changes from 35% to 100%. For the reactor outlet temperature T_{out}, the Normalized Root Mean Square Error (NRMSE) improved from 13.8% (nominal model) to 2.3%, and the Variance Accounted For (VAF) increased from 85.2% to 99.1%. Crucially, the model accurately reconstructed internal states, reducing the Integral of Absolute Error (IAE) for the peak bed temperature $T_{max}(t)$ by 82%. This signifies a correct capture of the dynamic thermal-kinetic balance essential for control.

This table (Table 1) presents the estimation results for the core identifiable parameters of the nonlinear state-space model, including their nominal values, estimated values, standard errors, and 95% confidence intervals. The relative standard error serves as a key metric for parameter precision.

Table 1.

Statistical Reliability of the Identified Parameters for the Ammonia Synthesis NLSS Model

Parameter	Estimated Value (θ̂)	Rel. Std. Error (%)	95% Confidence Interval	Unit
A_f	2.12e+07	3.20	[2.11e+07, 2.13e+07]	$m^3/(mol \cdot s \cdot bar^{0.5})$
E_f	1.18e+05	0.38	[1.17e+05, 1.19e+05]	J/mol
A_r	1.65e+10	7.33	[1.63e+10, 1.67e+10]	$m^3/(mol \cdot s \cdot bar^{-1})$

ISSN 3030-3907

E_r	1.70e+05	0.68	[1.68e+05, 1.72e+05]	J/mol
ha	7.04e+04	3.00	[7.00e+04, 7.08e+04]	W/(m³·K)
UA_{cool}	1.15e+05	3.13	[1.14e+05, 1.16e+05]	W/K
α	0.58	2.07	[0.57, 0.59]	–

(Note: Relative standard error (Rel. Std. Error) = (Standard Error/$\hat{\theta}$) × 100%. The 95% confidence interval is calculated as $\hat{\theta} \pm 1.96\sigma$.)

The results confirm that parametric identification bridges the gap between a structurally correct first-principles model and a control-ready digital twin. The accurate prediction of thermal dynamics, a major constraint during transient operation, directly enables the synthesis of high-performance NMPC [11]. By minimizing model-plant mismatch, NMPC can operate safely closer to true process limits, maximizing economic throughput during flexible, renewable-driven operation. The effective parameters successfully compensate for unmodeled transport phenomena, validating the grey-box approach for control design. This work provides the essential model foundation for implementing adaptive, economically optimal control strategies for green ammonia synthesis.

CONCLUSION

This study successfully developed a framework for the parametric identification of a nonlinear state-space model for ammonia synthesis. The calibrated model achieved a decisive improvement in predictive accuracy, reducing key output errors by up to 85% and accurately reconstructing critical internal states like catalyst temperature.

These results directly enable the implementation of high-performance nonlinear model predictive control for flexible operation. By providing a reliable digital twin, this work forms the essential foundation for economically viable, load-following green ammonia production powered by intermittent renewable energy.

REFERENCES

1. Kong, B., Zhang, Q., & Daoutidis, P. (2024). Nonlinear model predictive control of flexible ammonia production. Control Engineering Practice, 148, 105946. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0967066124001060

2. Koschwitz, P., Frisch, D., Harth, S., et al. (2023). Dynamic Parameter Simulations for a Novel Small-Scale Power-to-Ammonia Concept. Processes, 11(3), 680. https://www.mdpi.com/2227-9717/11/3/680

3. Deng, Z., Wang, J., & Liu, Y. (2024). A novel combination of machine learning and intelligent optimization algorithm for modeling and optimization of green

ISSN 3030-3907

ammonia synthesis. Energy Conversion and Management, 301, 118112. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890424003704
4. Sun, Z., Zhang, H., & Liu, C. (2024). Modeling and simulation of dynamic characteristics of a green ammonia synthesis system. Energy Conversion and Management, 301, 118113.
5. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0196890423012396
6. Cholewa, T., Steinbach, B., Heim, C., et al. (2024). Reaction kinetics for ammonia synthesis using ruthenium and iron based catalysts under low temperature and pressure conditions. Sustainable Energy & Fuels, 8, 2245-2255.
7. https://pubs.rsc.org/en/content/articlehtml/2024/se/d4se00254g
8. Bagheri, A., Cabral, T.O., & Pourkargar, D.B. (2025). Integrated learning-based estimation and nonlinear predictive control of an ammonia synthesis reactor. AIChE Journal, 71(5), e18732. https://aiche.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aic.18732
9. Cabral, T.O., Bagheri, A., & Pourkargar, D.B. (2024). Learning-based model reduction and predictive control of an ammonia synthesis process. Industrial & Engineering Chemistry Research, 63(23), 10325-10342.
10. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.iecr.4c01234
11. Rosbo, J.W., Huusom, J.K., & Jensen, A.D. (2023). Control structure design for limited flexible operation of an ammonia synthesis plant. Journal of Process Control, 127, 102989.
12. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959152423001029
13. Verleysen, K., Parente, A., & Contino, F. (2023). Robust design and dynamic optimization of a flexible power-to-ammonia plant. Energy Conversion and Management, 293, 117457.
14. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0196890423008567
15. Fahr, S., Mertes, J., Menzer, A., et al. (2023). Dynamic operation of the Haber–Bosch process for power-to-ammonia: Simulation and control. Industrial & Engineering Chemistry Research, 62(30), 11744-11754.
16. https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.iecr.3c00898
17. Khalilov A.J. Modeling and identification of the process of ammonia synthesis. // Monograph / “TEXNO PRINT NAVOI” – Navoi: 2025. – 272 p.

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM MUASSASALARIDA “ELEKTR TEXNIK MATERIALLAR” FANINI O‘QITISHDA ISHLAB CHIQARISH KORXONALARI BILAN INTEGRATSIYALASH

Xalilova Feruza Abdulvosiyevna
Farg‘ona davlat texnika universiteti PhD katta o‘qituvchisi
E-mail: *feruza.xalilova@fstu.uz*

Annotatsiya: Ushbu maqolada oliy ta’lim muassasalarida “Elektr texnik materiallar” fanini o‘qitishda ishlab chiqarish korxonalari bilan integratsiyalashgan ta’lim tizimini joriy etish masalalari yoritilgan. Ta’lim jarayonida nazariya va amaliyotni uyg‘unlashtirish, zamonaviy elektr texnik materiallar bo‘yicha real ishlab chiqarish tajribasini o‘quv jarayoniga tatbiq etishning afzalliklari tahlil qilingan. Shuningdek, dual ta’lim, amaliy mashg‘ulotlar, sanoat laboratoriyalari va mutaxassislar ishtirokida darslarni tashkil etish orqali bo‘lajak muhandislarning kasbiy kompetensiyalarini oshirish yo‘llari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: elektr texnik materiallar, integratsiya, dual ta’lim, ishlab chiqarish korxonalari, amaliy mashg‘ulot, muhandislik ta’limi.

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы внедрения интегрированной системы обучения при преподавании дисциплины «Электротехнические материалы» в высших учебных заведениях на основе взаимодействия с производственными предприятиями. Проанализированы преимущества сочетания теоретических знаний и практического опыта, а также возможности применения реальных производственных технологий и современных электротехнических материалов в учебном процессе. Особое внимание уделено дуальному обучению, практическим занятиям, промышленным лабораториям и участию специалистов-практиков в формировании профессиональных компетенций будущих инженеров.

Ключевые слова: электротехнические материалы, интеграция, дуальное обучение, производственные предприятия, практические занятия, инженерное образование.

Annotation: This article examines the implementation of an integrated education system in teaching the course “Electrical Engineering Materials” in higher education institutions through cooperation with industrial enterprises. The advantages of combining theoretical knowledge with practical experience and introducing real industrial technologies and modern electrical engineering materials into the educational process are analyzed. Particular attention is paid to dual education, practical training, industrial laboratories, and the involvement of industry professionals in developing the professional competencies of future engineers.

ISSN 3030-3907

Keywords: electrical engineering materials, integration, dual education, industrial enterprises, practical training, engineering education.

Kirish

Mamlakatimiz oliy ta’lim tizimiga talaba-yoshlarni qamrov darajasini oshirish, xalqaro standartlar asosida yuqori malakali, kreativ va tizimli fikrlaydigan, mustaqil qaror qabul qila oladigan kadrlar tayyorlash, ularning intellektual qobiliyatlarini namoyon etishi va ma’naviy barkamol shaxs sifatida shakllanishi uchun zarur shart-sharoit yaratib berilgan. Shuningdek, mamlakatimizning barcha sohalarida islohotlarni amalga oshirish, odamlarning dunyoqarashini o‘zgartirish, yetuk va zamon talabiga javob beradigan mutaxassis kadrlarni tayyorlashni hayotning o‘zi taqozo etmoqda. Respublikada ta’lim tizimini mustahkamlash, uni zamon talablari bilan uyg‘unlashtirishga katta ahamiyat berilmoqda. Bunda mutaxassis kadrlarni tayyorlash, ta’lim va tarbiya berish tizimi islohatlar talablari bilan chambarchas bog‘langan bo‘lishi muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bilan birga, zamon talablariga javob bera oladigan mutaxassis kadrlarni tayyorlash, Davlat standarti talablari asosida ta’lim va uning barcha tarkibiy tuzilmalarini takomillashtirib borish oldimizda turgan dolzarb masalalardan biridir. Vaxolangki, buning asosiy maqsadi ta’lim tizimini isloh qilish va takomillashtirishdir. Bu esa, oliy ta’lim muassasalari professor - o‘qituvchilaridan o‘quv fanlari bo‘yicha adabiyotlarini zamonaviy talablar va ilm-fanning so‘nggi yutuqlarini inobatga olgan holda muntazam ravishda yangilab borishni, shuningdek, ta’lim jarayoniga innovatsiyalar va ta’lim texnologiyalarini tadbiq etishni talab etadi.

Bugungi kunda raqobatbardosh kadrlar tayyorlash zamonaviy davrning eng dolzarb masalasiga aylangan. Jahon tajribasiga ko‘ra, bozor iqtisodiyotining samaradorligi va hayotiyligi tasdiqlangan, e’tiborli jihati shundaki, ishlab chiqarish kategoriyasi tushunchasi yetuk mutaxassislarga bo‘lgan ehtiyojini va ularning tayyorgarlik sifati saviyasiga nisbatan qo‘yiladigan talablarni belgilaydi. Bu tushuncha, shuningdek, mutaxassis tayyorlash masalalarida moliyaviy va moddiy-texnika ta’minoti jarayonida asosiy buyurtmachi va qatnashchi sifatida namoyon bo‘ladi [1].

Talabalarning nazariy bilimlarini real hayotda qo‘llashga yo‘naltirilgan ta’lim shakli bo‘lib, unda amaliy mashg‘ulotlar, tajribalar, laboratoriya ishlari va ishlab chiqarish bilan bog‘liq topshiriqlar asosiy o‘rinni egallaydi. Bunda malakaviy amaliyot va ishlab chiqarish korxonalari bilan hamkorlikda olib borilayotgan darslar ta’lim tizimining eng muhimlaridan hisoblanadi.

Respublika oliy ta’lim muassasasilari yangi “O‘quv jarayonini modernizatsiyalash va oliy ta’lim tizimi o‘quv-metodik faoliyatiga innovatsion pedagogik texnologiyalarni tadbiq qilish dasturi”ni bajarilishi ustida ish olib

ISSN 3030-3907

borishmoqda. Ma’lumki, oliy ta’lim islohotlari – eng avvalo raqobatbardosh mutaxassislarni tayyorlash va mehnat bozoriga yo‘naltirilgandir. Zamonaviy innovatsion pedagogik texnologiyalar ta’lim-tarbiya jarayonining bir tizimga solingan ilmiy-nazariy hamda metodik asoslangan yangi shakl, usul va vositalarining majmuidir. Bunda yangi mazmun, shakl, usul va vosita uyg‘unligida maqsad, vazifa, faoliyat va pedagogik natija yaxlitligi ta’minlanadi hamda o‘quv maqsadlariga erishishni kafolatlaydigan o‘quv jarayoni loyihalashtiriladi va amalga oshiriladi.

Texnika oliy ta’lim muassasalarida “Elektr texnik materialar” fanini o‘qitishda asosiy maqsadi elektr jihozlarini muntazam ravishda o‘rganish, qulay va samarali bo‘lishini ta’minlash hamda tashkiliy tadbirlarni tuza bilish va ularni amalga oshirishdan iboratdir. “Elektr texnik materialar” fanini o‘qitish jarayonida talabalarga elektr jihozlarini (tuzilishi, turlari, ishlashi) sifatida elektr jihozlarini ish faoliyat ko‘rsatishlari uchun zarur nazariy bilimlar hamda amaliy ko‘nikmalar o‘rgatiladi [2].

“Elektr texnik materiallar” fanidan darslarni integratsiyalashgan holda tashkil etish va o‘tkazish metodikasi o‘rganilgan va tuzilgan darslar tizimini optimallashtirish, mavzular o‘rtasidagi bog‘lanishlarni kuchaytirish va o‘quv jarayonini tajribalarni amaliyotlarga bog‘lash orqali yanada samarali qilishni o‘z ichiga oladi. Darslarni tashkil etishning boshlang‘ich qadami maqsadlarni aniqlashdir. “Elektr texnik materiallar” fanidan darslar tizimini tuzishda maqsadlar, talabalarga o‘rgatilishi kerak bo‘lgan asosiy tushunchalar, umumiy maqsad va asosiy maqsadlar aniqlanadi.

Fan darslarining modullari va mavzulari integratsiyalashgan holda tuziladi, mavzular esa o‘quv jarayonida muhimligi bo‘yicha tartiblanadi. Masalan, elektr texnik materiallarining xususiyatlari, ularning ishlab chiqarish va qo‘llanilishi, shuningdek, elektr texnik materiallarning ish jarayonida qo‘llanilishi va kamchiliklarsiz bo‘lishi kabi mavzular birgalikda o‘rganilishi kerak.

Darslar integratsiyalashgan holda tashkil etilishi uchun amaliyotlar va tajribalar jiddiy ahamiyatga ega. Nazariyadan foydalanib, talabalarga amaliy mashg‘ulotlar va tajribalar o‘tkazish orqali ma’lumotlarni mustahkamlashlari va nazariy bilimlarni amaliyotlarga aylantirishlari kerak [3].

Darslar tashkil etishning bir qismi dasturlash vositalaridan va innovatsiyalardan foydalanishdir. Elektron darsliklar, interaktiv darsliklar, darslar uchun maxsus dasturlar va simulatsiyalar talabalarga muammolarni tahlil qilishda va elektr texnik materiallarining amaliyotlarini tajribalashda yordam beradi.

Integratsiyalashgan darslar tizimini o‘rganishda o‘qituvchilarning roli muhimdir. O‘qituvchi o‘quv jarayonini rivojlantirish uchun motivatsiya berishi, talabalarning qiziqishlarini oshirishi, amaliyotlarni o‘rganish va o‘zlashtirish

ISSN 3030-3907

jarayonida ko‘rsatishi kerak. Darslar tashkil etilgandan so‘ng, o‘quv natijalari baholangan va mustaqil ravishda rivojlanishga qaratilgan harakatlar belgilanadi. Bu, darslar tizimining samarali ishlashini ta'minlashda muhim ahamiyatga ega.

Shuningdek, integratsiyalashgan holda tashkil etilgan darslar tizimi o‘quvchilarning savodxonliklarini, ijodiy va texnik rivojlanishlarini yanada kuchaytiradi, ularni amaliyotlarga asoslangan ta’lim bilan ta’minlaydi [4]. Ta’lim tizimlarida dars mashg‘ulotlarini integratsiyalashni fan-ishlab chiqarish bilan tizimli yo‘lga qo‘yish nafaqat bugunning talabi, ertaning vazifasi ekanligini inobatga olib jarayonlarni tashkil etish lozim. Ta’lim jarayonlarining natijasi sifatli kadr bo‘ladigan bo‘lsa, ularning keying faoliyati ishlab chiqarish korxonalarida davom etadi. Talaba ta’limda olgan bilim-ko‘nikmalari bilan mehnat faoliyatini boshlaydi. Ishlab chiqarishda muhandis ish vazifalaridan kelib chiqib talablarga rioya qiladi.

Vaxolangki, texnika bilan ishlash, ular bilan texnik muloqot o‘rnata olish uchun ishlab chiqarishda mavjud ta’minot to‘g‘risida bilim ko‘nikmaga ega bo‘lishi zarur. Bu masalada, talaba oliy ta’limda dars mashg‘ulotlari davomida ishlab chiqarish muhitiga doir tayyorgarlikni fanlardan olishi zarur bo‘ladi. Mana shu jarayon ta’limda ishlab chiqarish bilan integratsiyaning zamonaviy shakllarida namoyon bo‘ladi. Elektr texnik materiallar fanini ishlab chiqarish bilan samarali integratsiyasini tashkil etish uchun quyidagi tavsiyalarni kiritamiz:



1-rasm. Ta’lim-ishlab chiqarish integratsiyasining zamonaviy usullari

Oliy ta’lim muassasalarida “Elektr texnik materiallar” fanini ishlab chiqarish korxonalari bilan integratsiyalash asosida samarali o‘qitishni yo‘lga qo‘yish uchun quyidagi tavsiyalarni amalga oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi:

Fan dasturiga zamonaviy elektr texnik materiallar, kompozit va nano-materiallar, energiya tejamkor va bugungi kunda eng muhim jihatlardan biri ekologik xavfsiz materiallar bo‘yicha mavzularni kiritish lozim. Shu bilan birga ishlab chiqarish korxonalarida faoliyat yuritayotgan muhandis-texnik xodimlarni ma’ruza va seminar mashg‘ulotlariga jalb etish talabalarda kasbiy kompetensiyalarni shakllantirishga xizmat qiladi. Zamonaviy **texnologiyalardan foydalangan holda** raqamli modellashtirish dasturlari hamda sanoat

ISSN 3030-3907

texnologiyalarining raqamli nusxalaridan foydalanish ta’lim samaradorligini oshiradi.

Talabalar ilmiy-tadqiqot faoliyatini qo‘llab-quvvatlash maqsadida ishlab chiqarish muammolari asosida ilmiy loyihalar, bitiruv malakaviy ishlari va startap loyihalarga yo‘naltirish eng muhim tavsiyalardan hisoblanadi.

Xulosa qilib aytganda, “Elektr texnik materiallar” fanini ishlab chiqarish korxonalari bilan integratsiyalash asosida o‘qitish oliy ta’lim sifatini oshirishning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Bunday integratsiya orqali talabalar nafaqat nazariy bilimlarni, balki real ishlab chiqarish jarayonlarida qo‘llaniladigan amaliy ko‘nikma va malakalarni ham egallaydi.

Ishlab chiqarish bilan uzviy bog‘langan ta’lim jarayoni bo‘lajak mutaxassislarning raqobatbardoshligini oshiradi, ularning kasbiy moslashuvchanligini ta’minlaydi hamda mehnat bozorining zamonaviy talablariga javob beruvchi kadrlar tayyorlash imkonini yaratadi.

Shuningdek, mazkur yondashuv innovatsion texnologiyalarni o‘zlashtirish, energiya tejamkor va zamonaviy elektr texnik materiallardan samarali foydalanish hamda sanoat va ta’lim o‘rtasidagi uzviy aloqalarni mustahkamlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2001-yil 16-avgustdagi “Oliy ta’limning Davlat ta’lim standartlarini tasdiqlash to‘g‘risida” qarori.
2. Xalilova F. A. Improvement of Teaching Methods in Electrical Materials in Universities //Annals of the Romanian Society for Cell Biology. – 2021. – C. 14564-14570.
3. F.A.Xalilova. Effective Organization of Laboratory Exercises in Teaching the Science of Electrical Technical Materials in Technical Higher Education Institutions //Eurasian Journal of Learning and Academic Teaching. – 2022. – T. 15. – C. 82-87.
5. Xalilova F.A. Elektr texnikasi materiallari fanini o‘qitishda talabalarning mustaqil ishlarini tashkil etish // Toshkent Davlat pedagogika universiteti ilmiy axborotlari 2022/5 – son. 260-265 bet.

ISSN 3030-3907

ЗАДАЧА О РАСПРОСТРАНЕНИЕ ОДНОМЕРНОЙ ПЛОСКОЙ И СФЕРИЧЕСКОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ В НЕЛИНЕЙНО-СЖИМАЕМОЙ СРЕДЕ

Атабаев Камил
Доцент, Андижанского государственного технического института
E-mail: kamilaka2022@gmail.com

Аннотация. Приводятся аналитические решения задач о распространении одномерной и двумерной стационарной ударной волны в идеальной нелинейно-сжимаемой среде при воздействии интенсивных кратковременных нагрузок в виде взрывного импульса. Приводятся аналитические решения задач о распространении одномерной и двумерной стационарной ударной волны в идеальной нелинейно-сжимаемой среде при воздействии интенсивных кратковременных нагрузок в виде взрывного импульса. Рассматриваются одномерные нестационарные задачи о плоском и сферическом слое, а в двумерной постановке решается задача о воздействии подвижной нагрузки на полуплоскость неупругой среды в случае, когда скорость D движущейся вдоль ее границы нагрузки превышает скорость распространения ударной волны в материале полуплоскости. Во всех задачах предполагается, что среда на фронте мгновенно нагружается нелинейным образом, а за фронтом в возмущенной области происходит линейная необратимая нагрузка.

Ключевые слова: волновое уравнение, волна разгрузки, фронт волна, профиль нагрузки, ударная волна, нелинейно-сжимаемая среда**.**

Annotatsiya. Maqolada portlovchi impuls ko'rinishidagi kuchli qisqa muddatli yuklar ta'sirida bir o'lchovli va ikki o'lchovli statsionar zarba to'lqinining ideal chiziqli bo'lmagan siqilgan muhitda tarqalishiga oid masalalarning analitik echimlari keltirilgan. Maqolada portlovchi impuls ko'rinishidagi kuchli qisqa muddatli yuklar ta'sirida bir o'lchovli va ikki o'lchovli statsionar zarba to'lqinining ideal chiziqli bo'lmagan siqilgan muhitda tarqalishiga oid masalalarning analitik echimlari keltirilgan. Yassi va sferik qatlamdagi bir o'lchovli statsionar bo'lmagan masalalar ko'rib chiqiladi va ikki o'lchovli formulada, agar uning chegarasi bo'ylab harakatlanadigan yukning tezligi D zarba to'lqinining yarim tekislikdagi tarqalish tezligidan oshib ketganda, harakatlanuvchi yukning noelastik muhitning yarim tekisligiga ta'siri bo'yicha masala hal qilinadi. Barcha masalalarda oldingi muhit bir zumda nochiziqli yuklanadi va buzilgan hududda old tomonning orqasida chiziqli qaytarilmas yuk mavjud deb taxmin qilinadi.

Kalit so'zlar: to'lqin tenglamasi, tushirish to'lqini, to'lqin fronti, yuk profili, zarba to'lqini, chiziqli bo'lmagan siqilgan muhit.

ISSN 3030-3907

Abstract. The paper presents analytical solutions to problems on the propagation of a one-dimensional and two-dimensional stationary shock wave in an ideal nonlinearly compressible medium under the action of intense short-term loads in the form of an explosive pulse. The paper presents analytical solutions to problems on the propagation of a one-dimensional and two-dimensional stationary shock wave in an ideal nonlinearly compressible medium under the action of intense short-term loads in the form of an explosive pulse. One-dimensional non-stationary problems on a flat and spherical layer are considered, and in a two-dimensional formulation, the problem on the effect of a moving load on a half-plane of an inelastic medium is solved in the case when the velocity D of the load moving along its boundary exceeds the velocity of propagation of the shock wave in the material of the half-plane. In all problems, it is assumed that the medium at the front is instantly loaded nonlinearly, and behind the front in the disturbed region there is a linear irreversible load.

Keywords: wave equation, unloading wave, wave front, load profile, shock wave, nonlinearly compressible medium.

Введение.

Приводятся аналитические решения задач о распространении одномерной и двумерной стационарной ударной волны в идеальной нелинейно-сжимаемой среде при воздействии интенсивных кратковременных нагрузок в виде взрывного импульса.

Рассматриваются одномерные нестационарные задачи о плоском и сферическом слое, а в двумерной постановке решается задача о воздействии подвижной нагрузки на полуплоскость неупругой среды в случае, когда скорость D движущейся вдоль ее границы нагрузки превышает скорость распространения ударной волны в материале полуплоскости. Во всех задачах предполагается, что среда на фронте мгновенно нагружается нелинейным образом, а за фронтом в возмущенной области происходит линейная необратимая нагрузка (рис.1).

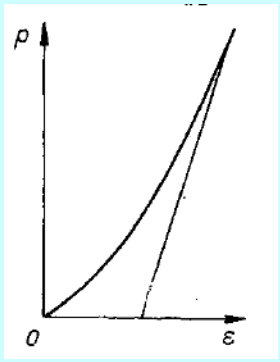


Рис. 1

АНАЛИЗ ЛИТЕРАТУРЫ. Такая постановка задач позволяет решить их обратным способом, т.е. задаться определенной формой (скоростью) поверхности фронта ударной волны и определить на границе слоя или полуплоскости соответствующий профиль нагрузки. В этом случае движение среды в области разгрузки описывается волновым уравнением относительно двух переменных, для него формулируется задача Коши, решение которой, как известно [1], существует и единственно. На конкретном примере рассмотрен случай, когда уравнение поверхности фронта волны задано в

ISSN 3030-3907

виде полинома второй степени относительно ξ и результаты расчетов сопоставлены с результатами, полученными на основе метода характеристик [2], которые дали удовлетворительное совпадение всех параметров среды. Аналогичными задачами занимались многие исследователи, в частности Н.Мамадалиев, А.Юсупов, Б.Донаев и другие.

Случай линейного нагружения и разгрузки среды для двумерной задачи рассмотрен в работах [3, 4]. Решение задачи о распространении сходящейся сферической и цилиндрической ударной волны в идеалной неупругой среде, обладающей жесткой разгрузкой, приводится в [5]. Рассматриваемы задачи могут иметь практические приложения при изучении интенсивных воздействий в водонасыщенных грунтах, а также в водоемах.

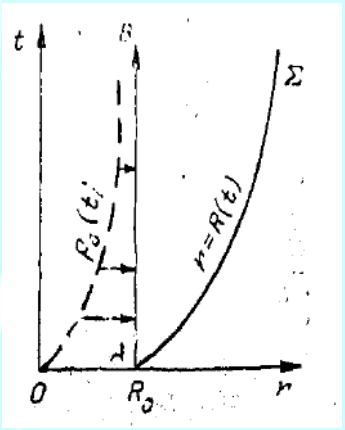


Рис.2

МЕТОДОЛОГИЯ. Пусть на границе слоя приложена монотонно убывающая нагрузка $p_0(t)$. Тогда в среде будет распространяться ударная волна с фронтом $r = R(t)$, за которым происходит разгрузка. В этом случае для возмущенной области имеем уравнения движения, неразрывности и состояния в виде

$$\textbf{(1.1)}\quad \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{1}{t}\frac{\partial p}{\partial r} = 0, \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho\left(\frac{\partial u}{\partial r} + \frac{\nu u}{r}\right) = 0,$$

$$p(r,t) = p^* + E(\varepsilon - \varepsilon^*),$$

$$\text{Где} \qquad \varepsilon = 1 - \frac{\rho_0}{\rho}; \quad E = c_p^2\rho.$$

На фронте $r = R(t)$ имеем соотношения вида

$$(1.2)\quad u^*(t) = \varepsilon^* R, \quad p^* = \rho^*\varepsilon^*\dot{R}^2, \; p^*(t) = \alpha_1\varepsilon^* + \alpha_2\varepsilon^{*2} \quad \left(\dot{R} = \frac{dR}{dt}\right).$$

К системе (1.1), (1.2) следует добавить граничное условие при $r = R_0$

$$(1.3)\qquad p = p_0(t).$$

Здесь u −массовая скорость; ρ −плотность; p −давление; ε −обьемная деформация; $\nu = 0; 2$ относятся соответственно к плоскому и сферическому слою; параметры среды, относящиеся к фронту, обозначены сверху звездочкой.

В случае плоской одномерной волны , т.е. при $\nu = 0$, из системы (1.1) можно получить уравнение

$$(1.4)\qquad \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - c_p^2\frac{\partial^2 u}{\partial r^2} = 0\,,$$

Имеющее решение вида

$$(1.5)\quad u(r,t) = f_1(r - c_p t) + f_2(r + c_p t),$$

Где неизвестные функции $f_i(\xi)$ $(i = 1, 2)$ определяются из граничного условия (1.3) с учетом (1.2). Как сказано выше, для решения этой задачи

ISSN 3030-3907

применяется обратный метод, т.е. считается заданным закон распространения ударной волны $r = R(t)$. Тогда все параметры среды, в том числе $u^*(t)$ и $\varepsilon^*(t)$ на фронте Σ с учетом (1.2), являются известными и имеют вид

$$(1.6) \qquad \varepsilon^*(t) = \frac{\left(1-\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)}{2} - \sqrt{\frac{\left(1-\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^2}{4} - \frac{\rho_0\dot{R}^2-\alpha_1}{\alpha_2}},$$

$$u^*(t) = \dot{R}(t)\varepsilon^*(t).$$

ОБСУЖДЕНИЕ И РЕЗУЛЬТАТЫ. Таким образом, для волнового уравнения (1.4) в секторе $BA\Sigma$ (рис.2) получаем видоизмененную задачу Коши с заданными параметрами (1.6) на кривой $A\Sigma$, *в* которой первое равенство как бы заменяет условие для градиента скорости $u^*(t)$. Тогда из (1.6) с учетом (1.1), (1.5) для нахождения f_1' и f_2' имеют место формулы

$$(1.7) \quad f_1'\left[R(t) - c_p t\right] = -\frac{\ddot{R}}{2c_p}\left[\Delta_1(t) + \frac{\frac{\rho_0}{\alpha_2}c_p\dot{R}}{\Delta_2(t)}\right],$$

$$f_2'\left[R(t) + c_p t\right] = \frac{\ddot{R}}{2c_p}\left[\Delta_1(t) - \frac{\frac{\rho_0}{\alpha_2}c_p\dot{R}}{\Delta_2(t)}\right],$$

Где

$$\Delta_1(t) = \frac{\left(1-\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)}{2} - \Delta_2(t);$$

$$\Delta_2(t) = \sqrt{\frac{\left(1-\frac{\alpha_1}{\alpha_2}\right)^2}{4} - \frac{\rho_0\dot{R}^2-\alpha_1}{\alpha_2}}.$$

Теперь с учетом (1.7), подставляя (1.5) в первое уравнение (1.1) и интегрируя по r от $r = R_0$ до $r = R(t)$ для определения нагрузки $p_0(t)$, получим

$$p_0(t) = p^*(t)$$
$$+\frac{p_0}{2}\left\{\int_{R_0}^{R(t)} \ddot{R}\left[F(z_1)\right]\left[\Delta_1\left(F(z_1)\right) + \frac{\frac{\rho_0}{\alpha_2}c_p\dot{R}\left(F(z_1)\right)}{\Delta_2\left(F(z_1)\right)}\right]dr\right.$$
$$\left.+\int_{R_0}^{R(t)} \ddot{R}\left[F(z_2)\right]\left[\Delta_1\left(F(z_2)\right) - \frac{\frac{\rho_0}{\alpha_2}c_p\dot{R}\left(F(z_2)\right)}{\Delta_2\left(F(z_2)\right)}\right]dr\right\}$$

Где $z_{1,2} = r \mp c_p t$; $F\left(z_{1,2}\right)$ – корень уравнения $R(t) \mp c_p t = z_{1,2}$ относительно времени t.

ISSN 3030-3907

В случае сферической волны, т.е. при $\nu = 2$, из (1.2) имеем уравнение

$$\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} - c_p^2 \frac{\partial^2 u}{\partial r^2} - \frac{2c_p^2}{r}\left(\frac{\partial u}{\partial r} - \frac{u}{r}\right) = 0,$$

Которое допускает решение вида

$$(1.8) \quad u(r,t) = \frac{\psi'(r-c_p t)+\Phi'(r+c_p t)}{r} - \frac{\psi(r-c_p t)+\Phi(r+c_p t)}{r^2},$$

Где штрих сверху означает производную по аргументу.

После некоторых преобразований из (1.6) с учетом (1.8) для нахождения $\psi''(z_1)$ и $\Phi''(z_2)$ получим

$$\psi''(z_1) = \psi''(R_0) + \int_{R_0}^{z_1} \Phi(\xi_1)d\xi_1,$$

$$(1.9) \quad \Phi''(z_2) = -\psi''[R\big(F(z_2)\big) - c_p F(z_2)] + 2\dot{R}\big(F(z_2)\big)\Delta_1(z_2) - \frac{\rho_0}{\alpha_2}\frac{\dot{R}\big(F(z_2)\big)\ddot{R}\big(F(z_2)\big)}{\Delta_2(z_2)},$$

Где

$$\Phi(z_1) = -\frac{\dot{R}^3\big(F(z_1)\big)\Delta_1\big(F(z_1)\big)}{2c_p R(\dot{R} - c_p)}\left[1 + \frac{R\ddot{R}}{\dot{R}^2}\left(6 + \frac{R\dddot{R}}{\dot{R}\ddot{R}}\right)\right] -$$

$$-\frac{\frac{\rho_0}{\alpha_2}R\dot{R}\ddot{R}^2}{2c_p\big(\dot{R} - c_p\big)\Delta_2\big(F(z_1)\big)}\left[2 + \frac{R\ddot{R}}{\dot{R}^2} - \frac{c_p\big(\dot{R} + c_p\big)}{\dot{R}^2}\right] -$$

$$-\frac{\frac{\rho_0}{\alpha_2}R\dot{R}\ddot{R}^2}{2c_p\big(\dot{R} - c_p\big)\Delta_2^3\big(F(z_1)\big)}\left\{\Delta_2^2(F(z_1)\left[2 + \frac{\big(2\dot{R} + c_p\big)}{\dot{R}}\left(1 + 2\frac{\dot{R}^2}{R\ddot{R}} + \frac{\dot{R}\dddot{R}}{\ddot{R}^2}\right)\right]\right.$$

$$\left. + \frac{\rho_0}{\alpha_2}R(2\dot{R} + \dot{c}_p)\right\};$$

$\psi'(R_0), \psi''(R_0), \Phi'(R_0)$ определяются из условий (1.2) при $t \to 0$. Получение формулы для нагрузки $p_0(t)$ в случае сферической волны с учетом (1.9) аналогично случаю плоской волны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Рассматриваемые задачи могут иметь практические приложения при изучении интенсивных воздействий в водонасыщенных грунтах, а также в водоемах.

СПИСОК ИСПОЛЬОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Михлин С. Г. Курс математической физики . М., «Наука»,1968.

2. Рахматулин Х.А., Мамадалиев Н. Распространение нелинейных волн в грунтовом полупространстве, вызванных бегущей по его границе нагрузкой. – В кн.: Труды симпозиума «Нелинейные и тепловые эффекты при переходных волновых процессах». Таллин – Горький, 1973.

ISSN 3030-3907

3. Скобеев А. М., Флитман Л.М. подвижная нагрузка на неупругой полуплоскости.- ПММ,1970,т.34, вып. 1, с.189-192.
4. Капустянский С. М. Распространение и отражение двумерных пластических волн «Изв. АН СССР. МТТ», 1973. №1. С.60-68.
5. Симонов И.В. О сходящейся ударной волне в идеально неупругой среде и устойчивости кумуляции. –ПМТФ, 1975, №5, С. 82-92.
6. Рахматулин Х.А., Демьянов Ю.А. Прочность при интенсивных кратковременных нагрузках. М., Физматгиз,1961
7. Капустянский С. М. Распространение и отражение двумерных пластических волн / Изв. АН СССР. МТТ.— 1973.— № 1.
8. Айдосов А., Мамадалиев П., Хакимов У. О воздействии подвижной нагрузки на нелинейно-сжимаемую полосу с жестким основанием // ПМТФ.— 1986.— № 3.
9. Рахматулин Х. А., Сагомонян А. Я., Алексеев Н. А. Вопросы динамики грунтов,— М.: Изд-во МГУ, 1964.
10. Атабаев К. О воздействии подвижной нагрузки на полуплоскость // Докл. АН УзССР.— 1979.— № 9.
11. Рахматулин Х. А., Саатов Я. У., Сабодаш П. Ф., Филиппов И. Г. Двумерные задачи по неустановившемуся движению сжимаемых сред.— Ташкент: Фан, 1969.г.

ISSN 3030-3907

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ПОЛУЧЕНИЯ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СОЕДИНЕНИЙ ТЕЛЛУРИДА ВИСМУТА

Латипова М.И.

Ферганский государственный технический университет

Аннотация. В работе рассматриваются технологии получения низкотемпературных термоэлектрических материалов на основе соединений теллурида висмута, селенистого висмута и сурьмянистого теллура, применяемых в термоэлектрических генераторах и преобразователях. Особое внимание уделено влиянию методов изготовления (литьё под давлением инертного газа, порошковая металлургия, прессование и термообработка) на структурную однородность и термоэлектрические свойства материалов n- и p-типа проводимости. Описана экспериментальная установка для сплавления термоэлектрических материалов в условиях вакуума и избыточного давления аргона, позволяющая снизить испарение компонентов и повысить однородность сплавов. Приведены режимы прессования и отжига полуэлементов, а также результаты сравнительного анализа добротности Z литых и прессованных образцов. Показано, что технология изготовления оказывает существенное влияние на электрофизические параметры материалов, в частности на электропроводность, коэффициент термоЭДС и теплопроводность. Полученные результаты подтверждают перспективность оптимизации технологических режимов для повышения эффективности термоэлектрических материалов.

Ключевые слова: термоэлектрические материалы, теллурид висмута, термоэлектрическая добротность, порошковая металлургия, прессование, термообработка, n- и p-типы проводимости

Abstract. This paper examines technologies for producing low-temperature thermoelectric materials based on bismuth telluride, bismuth selenide, and antimony telluride compounds used in thermoelectric generators and converters. Special attention is paid to the influence of fabrication methods (melting under inert gas pressure, powder metallurgy, pressing, and heat treatment) on the structural homogeneity and thermoelectric properties of n- and p-type conductivity materials. An experimental setup for melting thermoelectric materials under vacuum and excess argon pressure is described, which makes it possible to reduce component evaporation and improve alloy homogeneity. Pressing and annealing regimes for thermoelectric legs are presented, along with the results of a comparative analysis of the thermoelectric figure of merit Z for cast and pressed samples. It is shown that the fabrication technology has a significant effect on the electrophysical parameters of the materials, particularly electrical conductivity, Seebeck

ISSN 3030-3907

coefficient, and thermal conductivity. The obtained results confirm the prospects of optimizing technological regimes to enhance the efficiency of thermoelectric materials.

Keywords: thermoelectric materials, bismuth telluride, thermoelectric figure of merit, powder metallurgy, pressing, heat treatment, n- and p-type conductivity

Annotatsiya. Ushbu ishda termoelektr generatorlar va o‘zgartirgichlarda qo‘llaniladigan vismut telluridi, vismut selenidi va surma telluridi birikmalari asosidagi past haroratli termoelektr materiallarni olish texnologiyalari ko‘rib chiqilgan. Tayyorlash usullarining (inert gaz bosimi ostida eritish, kukunli metallurgiya, presslash va termik ishlov berish) n- va p-tip o‘tkazuvchanlikka ega materiallarning strukturaviy bir xilligi hamda termoelektr xossalariga ta’siri alohida e’tiborga olingan. Komponentlarning bug‘lanishini kamaytirish va qotishmalarning bir xilligini oshirish imkonini beruvchi vakuum va ortiqcha argon bosimi sharoitida termoelektr materiallarni eritish uchun mo‘ljallangan eksperimental qurilma tavsiflangan. Yarim elementlarni presslash va tavlash rejimlari, shuningdek, quyma va presslangan namunalar uchun termoelektrik samaradorlik ko‘rsatkichi Z ning solishtirma tahlili natijalari keltirilgan. Texnologik tayyorlash usuli materiallarning elektrofizik parametrlariga, xususan, elektr o‘tkazuvchanlik, termoEYuK koeffitsienti va issiqlik o‘tkazuvchanligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Olingan natijalar termoelektr materiallarning samaradorligini oshirish maqsadida texnologik rejimlarni optimallashtirish istiqbolliligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: termoelektr materiallar, vismut telluridi, termoelektrik samaradorlik ko‘rsatkichi, kukunli metallurgiya, presslash, termik ishlov berish, n- va p-tip o‘tkazuvchanlik

Методы. Для получения термоэлектрический материал пригодный для использования в ветвях термоэлементов термопреобразователей используются такие технологические приемы, которые помогают достижению требуемых физико-механических свойств и форм (монолитные, бездефектные аналогичные форме ветвей термоэлементов).

Результаты. термоэлектрические свойства низкотемпературных термоэлементов, в сильной степени зависят от технологии изготовления образцов (монокристаллы, направленные поликристаллы и прессованные образцы). Литые образцы, в принципе должны обладать более высокими значениями эффективности, но из-за ликвидационной неоднородности получается большой разброс в параметрах от точки к точке и от образца к образцу.

Вывод. В ходе выполненного исследования проанализированы и экспериментально апробированы технологии получения низкотемпературных термоэлектрических материалов на основе соединений теллурида висмута, селенистого висмута и сурьмянистого теллура.

ISSN 3030-3907

Введение. В условиях роста мирового энергопотребления и необходимости повышения энергетической эффективности особое значение приобретают технологии прямого преобразования энергии, в том числе термоэлектрические методы преобразования тепла в электрическую энергию. Термоэлектрические устройства находят широкое применение в автономных источниках питания, системах утилизации вторичного тепла, космической технике, измерительных и охлаждающих установках. Эффективность таких устройств в значительной степени определяется свойствами используемых термоэлектрических материалов и технологией их получения.

Среди низкотемпературных термоэлектрических материалов наибольшее практическое распространение получили соединения на основе теллурида висмута (Bi_2Te_3), селенистого висмута (Bi_2Se_3) и сурьмянистого теллура (Sb_2Te_3). Эти материалы обладают высокими значениями коэффициента термоЭДС, удовлетворительной электропроводностью и относительно низкой теплопроводностью, что обеспечивает повышенную термоэлектрическую добротность в области температур, близких к комнатной. Особенно высокие показатели эффективности достигаются при легировании и создании твердых растворов n- и p-типа проводимости.

Однако, несмотря на благоприятные физические свойства исходных соединений, достижение стабильных и воспроизводимых термоэлектрических характеристик во многом зависит от технологии изготовления образцов. Известно, что термоэлектрические параметры материалов чувствительны к структурной однородности, размеру зерен, дефектности кристаллической решетки и распределению легирующих примесей. В этой связи выбор оптимального технологического метода получения полуэлементов является одной из ключевых задач при разработке эффективных термоэлектрических генераторов. Каждый из этих подходов имеет свои преимущества и недостатки. Так, монокристаллические образцы обладают высокими значениями подвижности носителей заряда, однако характеризуются низкими механическими свойствами и сложностью получения. Литые материалы, в свою очередь, подвержены ликвационной неоднородности, что приводит к значительному разбросу параметров. Образцы, полученные методом порошковой металлургии, отличаются большей механической прочностью и микроскопической однородностью, но требуют тщательного подбора режимов прессования и термообработки.

Особую актуальность приобретает разработка технологических схем, позволяющих минимизировать испарение компонентов при плавлении, обеспечить гомогенизацию расплава и получить материалы заданного состава с высокими значениями термоэлектрической добротности Z. В этом контексте перспективным является использование плавления под давлением инертного газа с применением специальных конструкций тиглей и затворов,

ISSN 3030-3907

что позволяет стабилизировать процесс сплавления и повысить качество получаемых слитков.

Постановка задачи и методы получения образцов. Для получения термоэлектрический материал пригодный для использования в ветвях термоэлементов термопреобразователей используются такие технологические приемы, которые помогают достижению требуемых физико-механических свойств и форм (монолитные, бездефектные аналогичные форме ветвей термоэлементов). Методы изготовления ветвей термоэлементов можно разделить на методы порошковой металлургии, металлургические методы и методы получения монокристаллических образцов. Заключительная операция – изготовление ветвей термоэлемента, т.е., заготовок из термоэлектрического материала – ставит совей задачей получение прочного монолитного термоэлектрического материала, однородного по составу и по своим термоэлекрическим свойствам. Материалы на основе теллурида висмута можно получать лабораторными методами такими как метод Бриджмана, зонная плавка, метод Чохральского, ампульный метод и т.д. [1-4] и производством ветвей термоэлементов.

В данной работе использована установка, в которой производится плавление полупроводниковых термоэлектрических материалов легирующими добавками путем введения инертного газа. Для сплавления шихты в качестве контейнера используется конусный кварцевый тигель (можно использовать обычный заводской трубчатый кварц, имеющий конусность), так как плавка ведется с затвором. По внутреннему диаметру тигля (рис.1), был подобран затвор-поплавок, который свободно передвигался внутри тигля образуя зазор. Шихту взвешивают в специальных весах и загружают в тигель, которой затем закрывают затвором.

Далее в стальную гильзу помещается кварцевый стакан (рис.1). К фланцу коллектора, болтами герметично затягиваясь своим фланцем, крепится гильза. Закрывается кран для разряжения воздуха в гильзе до 10^{-2} мм.рт.ст. После того, как значение вакуума в гильзе достигнет заданного уровня, и заполненяется инертным газом (в нашем случае аргоном) давлением до 1,5 атм. Когда температура достигает значения достаточного для плавления исходных компонентов, они начинают плавится. За счет плавления затвор опускается на поверхность расплава и вытесняет какую-то часть расплава в зазор. Вытесненная жидкая часть расплава входит в указанный зазор между стенками как в капилляр. В таком искусственно созданном капилляре скорость испарения жидкого расплава определяется только поверхностью капиллярного участка, поскольку остальная часть расплава ограничена стенками и дном тигля, и поверхностью затвора.

ISSN 3030-3907



Рис.1. Схема установки для сплавления термоэлектрических материалов под давлением

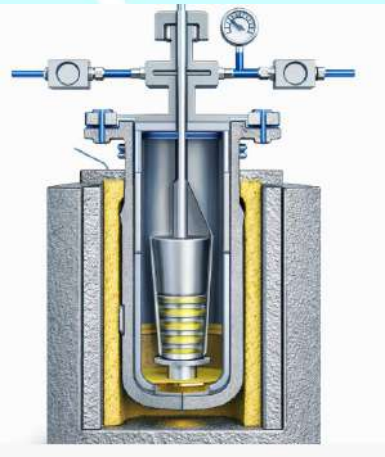


Рис.2. Схематическое изображение рабочей части для сплавления термоэлектрических материалов

Так как скорость испарения жидкости, при прочих равных условиях тем меньше, чем меньше выпуклость мениска, то скорость испарения расплава из капиллярного пространства оказывается незначительной, вследствие выравнивания мениска под действием избыточного давления аргона.

Таким образом, с использованием затвора можно сократить испарение расплава на поверхность и оставшейся открытой части расплава, за счет, изменения формы мениска в капиллярном пространстве. А также, возможность многократного использования контейнера, т.е., по завершении плавки перевернув тигель, можно с легкостью извлечь готовый сплав без повреждения затвора-поплавка. В следствии чего достигается экономия кварца. Когда температура печи достигает заданного значения происходит сплавление и гомогенизация сплава. Затем выдерживают печь в заданной температуре. После этого производится охлаждение гильзы до комнатной температуры с отключением печи и освобождение тигля от готового сплава.

Результаты и обсуждение. Как говорилось выше, термоэлектрические свойства низкотемпературных термоэлементов, в сильной степени зависят от технологии изготовления образцов (монокристаллы, направленные поликристаллы и прессованные образцы). Литые образцы, в принципе должны обладать более высокими значениями эффективности, но из-за ликвидационной неоднородности получается большой разброс в параметрах от точки к точке и от образца к образцу.

Получение однородных образцов заданной концентрации носителей заряда представляет собой сложную задачу. Для получения слитков n- и p-типа подготавливаются материалы различной чистоты и загружаются в кварцевый тигель, который помещается в стальную гильзу. Затем в гильзе создается вакуум до 10^{-2} мм.рт.ст. После этого, в гильзу заполняется аргон до 152 кПа, далее печь нагревается до 1023 К для расплавления исходных компонентов, и эта температура выдерживается в течении 30 минут. При

ISSN 3030-3907

этом сплав находится под давлением инертного газа (аргон), а давление последнего при температуре 1023 К достигает 405-406 кПа. По истечению заданного времени печь отключается от сети. В гильзу запускается воздух и извлекается кварцевый тигель. Так как ампула, которая используется в качестве кварцевого тигля имеет конусность, изготовленный сплав с легкостью достается из него.

Значительно более однородным в микроскопическом смысле получаются образцы, изготовленные методом порошковой металлургии. Механические свойства таких образцов также превосходят свойства кристаллов, которые легко расслаиваются по плоскостям спайности. Однако и здесь требуется подобрать оптимальный режим прессовки: давление, температура и время выдержки. Каждый из этих факторов сказывается на качестве образцов. Все параметры режима прессования менялись довольно в широких пределах: давление от 2,5 т/см^2 до 11 т/см^2, температура от 573К до 673К. Затем полученные слитки спекались при температуре 663К в течении 17 часов и выдерживались при комнатной температуре в течении 5 мин. Для прессования использовались фракции от 0,125 до 0,5 мм.

Далее был выбран метод изготовления полуветвей ТЭ прессованием. Основной причиной выбора этого метода является наличие установки, позволяющая использования данного метода. Прессование термоэлектрического материала для термогенераторов, осуществлялось в два этапа: холодное – при давлении 5,7 т/см^2 и горячее – при температуре 633К. Нами было выбрано давление 4,6 т/см^2 с выдержкой при этих условиях в течении 5 минут, согласно технологии, приведенной в [5]. Значение добротности для таких литых и прессованных образцов сплава p-типа при комнатной температуре Z=3-3,2·10^{-3} К$^{-1}$, но для твердых растворов n-типа такого равенства не получено, у литых образцов Z=2,8-3,2·10^{-3} К$^{-1}$, а для прессованных Z=2·10^{-3} К$^{-1}$ [6-10]. Такое различие Z для прессованных и литых образцов сплавов происходит за счет, совершенства структуры и высоких подвижностей носителей тока.

По результатам проведенных изучений различных технологий предполагалось, что возможно сплавы p-типа менее чувствительны к совершенству структуры, чем кристаллы n-типа [11]. Другой причиной такого различия может быть анизотропия термоэлектрических свойств низкотемпературных устройств, они должны подвергаться термообработке, чтобы их термоэлектрические свойства стабилизировались и не менялись во время работы. В процессе термообработки происходит выравнивание состава и некоторое дополнительное растворение компонентов, которые при кристаллизации не вошли в решетку, что сказывается в изменении термоэлектрических свойств [5]. Так в тройном дырочном сплаве α растет, σ немного падает, а $\alpha^2\sigma$ увеличивается; в тройном электронном сплаве увеличивается концентрация носителей и значение $\alpha^2\sigma$ [12]. Если образцы

ISSN 3030-3907

получены металлокерамическим способом, то в процессе отжига происходит рекристаллизация и спекание. Чем выше температура отжига, тем более интенсивно идут процессы гомогенизации. Температура спекания по теории порошковой металлургии составляет $0{,}7T_{пл}$. Отжиг же тройных сплавов при такой температуре, приводит к «распуханию» образцов и появлению микротрещин, а, следовательно, и к увеличению сопротивления. Для тройных сплавов оптимальной температурой отжига является интервал от 593К – 673К.

При этом испарение материала не влияет на термоэлектрические свойства. Поэтому, для отжига полуэлементов, максимальная температура отжига не должна превышать 703К. При выборе температуры отжига важно также, чтобы количество испарившегося вещества было ничтожным. Это исходит из того, что последнее не оказывало существенного влияния на изменение размеров полуэлементов. Поэтому отжиг полуэлементов проводился нами в вакуумированных кварцевых ампулах при температуре 663К в течении 17 часов. Выгрузка образцов осуществлялась после охлаждения печи. В период исследования, все измерения в данной работе проводились на полуэлементах, изготовленных металлокерамическим способом. Для оценки электрофизических свойств полученного полуэлемента, измерялись и исследовались его удельная электропроводность σ, коэффициент термоЭДС α и теплопроводность χ, при помощи которых определялась термоэлектрическая добротность полученного материала. Отметим, одним из основных целей данной работы являлась совершенствование технологии получения термоэлектрических материалов и сплавов, с повышенными значениями Z.

Вывод. В ходе выполненного исследования проанализированы и экспериментально апробированы технологии получения низкотемпературных термоэлектрических материалов на основе соединений теллурида висмута, селенистого висмута и сурьмянистого теллура. Показано, что выбор технологического метода изготовления оказывает определяющее влияние на структурную однородность, электрофизические характеристики и термоэлектрическую добротность материалов n- и p-типа проводимости. Установлено, что применение плавления под избыточным давлением инертного газа в условиях вакуума позволяет существенно снизить испарение летучих компонентов, обеспечить гомогенизацию расплава и получить слитки с более равномерным распределением легирующих примесей. Использование конструкции кварцевого тигля с затвором-поплавком способствует стабилизации формы мениска расплава и повышению воспроизводимости технологического процесса.

Сравнительный анализ литых и прессованных образцов показал, что материалы, полученные методом порошковой металлургии с последующим прессованием и термообработкой, характеризуются повышенной

ISSN 3030-3907

микроструктурной однородностью и улучшенными механическими свойствами. В то же время литые образцы демонстрируют более высокие значения термоэлектрической добротности Z, что связано с более высокой подвижностью носителей заряда и совершенством кристаллической структуры. Отмечено, что сплавы p-типа менее чувствительны к структурному совершенству по сравнению с материалами n-типа проводимости. Определены оптимальные режимы прессования и отжига полуэлементов, обеспечивающие стабилизацию термоэлектрических параметров и предотвращение деградации свойств в процессе эксплуатации. Показано, что правильно подобранная термообработка способствует выравниванию состава, снижению внутреннего напряженного состояния и повышению надежности термоэлектрических полуэлементов.

Полученные результаты подтверждают целесообразность комплексной оптимизации технологических режимов получения термоэлектрических материалов с целью повышения их эффективности и эксплуатационной стабильности. Разработанные и апробированные подходы могут быть использованы при создании высокоэффективных низкотемпературных термоэлектрических генераторов и преобразователей, а также служат основой для дальнейших исследований, направленных на повышение термоэлектрической добротности материалов на основе теллурида висмута.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. В.Пфанц. Зонная плавка // Металлургиздат. 1960, С.272.

2. C.Champness, P.Chiang, P. Parekh. Thermoelectric properties of Bi_2Te_3–Sb_2Te_3 alloys // Canadian Journal of Physics. 2011, 43, pp.653-669.

3. RU 2683807 C1, опубл.02.04.2019 Бюл. №10, МПК H01L 35/34 (2006.01), СПК H01L 35/34 (2018.08) Способ получения термоэлектрического материала p-типа проводимости на основе твердых растворов Bi_2Te_3-Sb_2Te_3

4. РФ№2509394 C1, опубл. 10.03.2014 Бюл. № 7, МПК H01L35/34 (2006.01) Способ получения термоэлектрического материала n-типа на основе твердых растворов Bi_2Te_3-Bi_2Se_3

6. М.И.Латипова, Я.Усмонов, М.Б.Набиев. Технология получения низкотемпературных термоэлектрических материалов на основе BiTeSe-BiSbTe под давлением инертного газа // Universum: технические науки. 2020. №10-3 (79) С.63-66.

7. А.М.Касимахунова, Я.Усманов, М.И.Латипова. Bi_2Te_3 асосидаги термоэлектрик материалларни олиш технологияси // Монография. Изд-во «Классик», Фергана. 2022, С.100.

8. M.Diuldin, A.Kasimaxunova, A.Cheremisin, M.Latipova, V.Tseiko, S.Rud, L.Tseiko, N.Vatin, V.Krasnoshchekov, V.Rud, N.Semenova. Features of bismuth

ISSN 3030-3907

telluride based ternary alloys for thermoelectric applications // E3S Web of Conferences. 2023, Volume 458, pp.1-10

9. А.М.Касимахунова, М.Б.Набиев, Я.Усманов, М.И.Латипова, З.М.Хамиджонов. Исследование термоэлектрических полупроводниковых материалов для высоко эффективных термоэлектрогенераторов // НамМТИ илмий-техника журнали. Наманган, 2020, Том 5, №1. С.125-130. (05.00.00; №33).

10. M.I.Latipova. Manufacturing of half-elements by deep alloying and the method of pressing powders by selecting the optimal pressing mode // Web of Scientist: International Scientific Research Journal. 2023, Volume 4, Issue 6, pp.345-34

11. M.I.Latipova. Selection of thermoelectric materials and production technologies for highly efficient thermoelectric generators // Mashinasozlik. Andijon. 2023, Tom 1, №1, C.54-62

12. Я.Усмонов, М.Набиев, Т.Ахмедов, Н.Набиева, И.И.Юлдашева. Способ получения полупроводниковых материалов для термопреобразователей // Актуальные вопросы высшего профессионального образования, сборник научных трудов Международной научно-методической конференции. 2017, С.108-112.

13. А.Мамедов, З.А.Паримбеков, Ю.В.Рудь, М.Сергинов. Рекомбинационное излучение легированных кристаллов p-CdSiAs2 // Изв.АН ТССР, серия физ.-техн.хим. и геолог.наук. 1984, С.5.

ISSN 3030-3907

КИЧИК ҚУВВАТЛИ БИОГАЗ ҚУРИЛМАСИ ПАРАМЕТРЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШДА АСОСИЙ КЎРСАТКИЧЛАР

Ш.Имомов

Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Ўзбекистон Республикаси Миллий тадқиқот университети 200100, Бухоро шаҳри, Газли проспекти. Ўзбекистон

А.Худойбердиев

Бухоро табиий ресурсларни бошқариш институти "Тошкент ирригация ва қишлоқ хўжалигини механизациялаш муҳандислари институти" Ўзбекистон Республикаси Миллий тадқиқот университети 200100, Бухоро шаҳри, Газли проспекти. Ўзбекистон

Аннотация. Мақолада истеъмолчиларни узлуксиз энергия билан таъминлаш, таъминот тизимнинг энергия самарадорлигини оширишда қайта тикланадиган энергия манбалари асосидаги энергия тежамкор технологиялар, табиий газ истеъмоли динамикаси бўйича олинган маълумотларга кўра, аҳолини йиллик ўсиши 83 милион нафарни ва шунга асосан табиий газга бўлган талабни ўсиши еса 43 милион кубометрни ташкил етганлиги ҳамда яқин 20 йил ичида метан газидан фойдаланиш миқдорининг 3 баробарга ортиши башорати ва бу билан аҳолини табиий газ билан таминлаш қайта тикланадиган енергия манбалари асосида ишловчи биогаз қурилмаларининг конструксияларини такомиллаштриш, иш унумдорлигини ошириш ҳамда иссиқлик – техникавий параметрларини оптималлаштриш йўналишлари келтирилади. Бундан ташқари энергия ресурсларини тежашда, қайта тикланадиган енергия манбаларидан фойдаланишни жадаллаштириш, иссиқхона газлари чиқиндиларини 35 % га камайтириш, қайта тикланадиган энергия қувватини 15 ГВтга ошириш, умумий електр энергияси ҳажмидаги улушини 30 % дан оширишга ва энергия самарадорлигини 20 % га ошириш кўзда тутилган вазифаларни бажаришда қишлоқ ахоли пунктларидаги хонадонлардан кундалик чиқаётган молхона ва рўзғор органик чиқиндиларини ўз жойида тезкор қайта ишлов бериш заруратлари кетирилган.

Калит сўзлар. анаэроб, ишлов бериш, гўнг, ўғит, иссиқлик, биогаз, қурилма

Аннотация. В статье рассматривается важность энергосберегающих технологий на основе возобновляемых источников энергии для обеспечения бесперебойного энергоснабжения потребителей, повышения энергоэффективности энергосистемы и динамика потребления природного газа. По полученным данным, ежегодный прирост населения составляет 83 миллиона человек, следовательно, спрос на природный газ составляет 43

ISSN 3030-3907

миллиона кубометров, а объем потребления метана, как ожидается, увеличится на 3% в течение следующих 20 лет. На основе прогноза увеличения поставок природного газа населению и восстановления возобновляемых источников энергии даны направления для совершенствования конструкции биогазовых установок, повышения их эффективности и оптимизации теплотехнических параметров. Кроме того, для экономии энергетических ресурсов, ускорения использования возобновляемых источников энергии, сокращения выбросов парниковых газов на 35%, увеличения мощности возобновляемой энергетики до 15 ГВт, увеличения ее доли в общем объеме электроэнергии на 30% и повышения энергоэффективности на 20% подчеркнута необходимость оперативной переработки на месте органических отходов животноводства и бытовых отходов, ежедневно образующихся в домохозяйствах сельской местности.

Ключевые слова: анаэробный, переработка, навоз, удобрение, тепло, биогаз, устройство

Abstract. The article discusses the importance of energy-saving technologies based on renewable energy sources in ensuring uninterrupted energy supply to consumers, increasing the energy efficiency of the supply system, and the dynamics of natural gas consumption. According to data obtained, the annual population growth is 83 million people, and therefore the demand for natural gas is 43 million cubic meters, and the amount of methane gas used is expected to increase by 3% over the next 20 years. Based on the forecast of an increase in the supply of natural gas to the population, and the restoration of renewable energy sources, directions are given for improving the design of biogas processing plants, increasing their efficiency, and optimizing their thermal and technical parameters. In addition, in order to save energy resources, accelerate the use of renewable energy sources, reduce greenhouse gas emissions by 35%, increase renewable energy capacity to 15 GW, increase its share in the total electricity volume by 30%, and increase energy efficiency by 20%, the need for prompt on-site processing of livestock and household organic waste generated daily from households in rural areas has been highlighted.

Keywords anaerobic, processing, manure, fertilizer, heat, biogas, device

Кириш

Жаҳонда истеъмолчиларни узлуксиз энергия билан таъминлаш, таъминот тизимнинг енергия самарадорлигини оширишда қайта тикланадиган енергия манбалари асосидаги енергия тежамкор технологиялар, жумладан қуёш биогаз қурилмаларидан фойдаланиш масалаларига алоҳида аҳамият берилмоқда [1,2] . Ҳозирги вақтда табиий газ истеъмоли динамикаси бўйича олинган маълумотларга кўра, аҳолини йиллик

ISSN 3030-3907

ўсиши 83 милион нафарни ва шунга асосан табиий газга бўлган талабни ўсиши еса 43 милион кубометрни ташкил етади [3,4,5]. Яқин 21 йил ичида метан газидан фойдаланиш миқдорининг 3 баробарга ортиши башорат қилинмоқда. Шу сабабли, аҳолини табиий газ билан таминлашда қуёш биогаз қурилмаларининг енергетик самарадорлигини оширишга алоҳида еътибор қаратилмоқда [5,6].

Дунё амалиётида қайта тикланадиган енергия манбалари асосида ишловчи биогаз қурилмаларининг конструксияларини такомиллаштриш, иш унумдорлигини ошириш ҳамда иссиқлик – техникавий параметрларини оптималлаштришга йўналтирилган илмий-тадқиқот ишлари қуёш биогаз қурилмаларининг мақбул конструктив параметрларини аниқлаш, қурилмадаги иссиқлик алмашинув жараёнларини моделлаштриш ва биогаз қурилмасининг енергия самарадорлигини ошириш бўйича тадқиқотлар устувор ҳисобланмоқда [7,8,9]. Шу билан бирга, молхона чиқиндиларини анаэроб шароитда ишлов бериш орқали кечадиган ферментация жараёнининг самарали кечишини таминлайдиган кичик қувватли биогаз қурилмасининг енергия тежамкор конструксиясини яратиш ва уларнинг асосий енергетик параметрларини оптималлаштриш зарурати мавжуд [9,10,11,12].

Ўзбекистон республикаси Президентининг 2022 йил 2 декабрдаги “2030 йилгача Ўзбекистон Республикасининг “яшил” иқтисодиётга ўтишига қаратилган ислоҳотлар самарадорлигини ошириш бўйича чора-тадбирлар тўғрисида”ги ПҚ-436-сон қарорида қишлоқ аҳоли хонадонларини қайта тикланувчи енергия турларидан фойдаланиб енергия тежамкор технологияларни ривожлантириш, биогаз олиш технологиясини такомил-лаштириш, ресурсларини тежалишни таъминловчи кичик қувватли биогаз қурлмаларининг самарадорлигини ошириш аксини топган. Бунда, 2022-2026 йилларда енергия ресурсларини тежашда, қайта тикланадиган енергия манбаларидан фойдаланишни жадаллаштириш, иссиқхона газлари чиқиндиларини 35 % га камайтириш, қайта тикланадиган енергия қувватини 15 ГВтга ошириш, умумий електр енергияси ҳажмидаги улушини 30 % дан оширишга ва енергия самарадорлигини 20 % га ошириш кўзда тутилган. Мазкур вазифаларни бажаришда қишлоқ ахоли пунктларидаги хонадонлардан кундалик чиқаётган молхона ва рўзғор органик чиқиндиларини ўз жойида техкор қайта ишлов бериш учун кичик қувватли қуёш биогаз қурилмаларини яратиш ва жорий қилиш зарурати мавжуд [12,13].

Tadqiqotlar metodikasi va natijalari

Молхона чиқиндиларни қайта ишлашга мўлжалланган биогаз қурилмаларининг енергия самарадор технологияларни ишлаб чиқиш бўйича

ISSN 3030-3907

дунёнинг етакчи университетлари илмий-тадқиқотларни ривожлантиришга таниқли хорижлик олимлар [14, 15, 16, 17, 18, 19], микробиолог олимлардан [20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27] ва бошқалар катта ҳисса қўшганлар. Ўзбекистон Республикасида органик чиқиндиларни анаэроб қайта ишлов бериш жараёни билан тикланадиган енергия олиш технологиясини такомиллаштириш ва самарадорлигини ошириш бўйича таниқли олимлар [28, 29, 30, 31, 32, 33] томонидан илмий изланишлар олиб борилган. Хусусан улар томонидан биогаз қурилмаларига поғонали ишлов бериш, биореакторга молхона чиқиндиларни майдалаб юклаш, анаэроб жараёнда аралаштиришни механик жихозларсиз аралаштириш усули, кичик ҳажмдаги биогаз қурилмаларидан олинадиган биогаз ва биоўғит сифатини ошириш борасида илмий-тадқиқот ишлари бажарилган [13, 16, 28, 34, 35].

Амалиётда эришилган натижаларга қарамасдан, кичик қувватли биогаз, қурилмаларида содир бўладиган иссиқлик ва масса алмашинув жараёнларини моделлаштириш, иссиқлик физикавий хусусиятларнинг ҳароратга боғлиқлиги, енергетик, иқтисодий ва екологик кўрсаткичларни ҳисобга олган кўрсаткичларини баҳолаш ва асослаш зарурати борлигини инобатга олиб қурилмалар тахлили ва улани такомиллаштириш мақсад қилинди.

Тадқиқотларда кичик қувватли биогаз қурилмалари ишга тушириш даврида тўлиқ технологик талаблар бажарилиб қурилмада метан гази ҳосил қилиш бактериялар мослашиш давридан бошлаб мўтадил ишлай бошлаганда биореакторга новбатдаги порция органик чиқиндиларни таркибида учрайдиган дизенфексияловчи моддалар миқдори талаб даражасидан паст бўлгандагина бундай қурилмалар ишлаш ҳолатида эканлигини тадқиқотларда кўрдик [36]. Бунда Ш.Имомовнинг илмий тадқиқот ишларида иссиқлик алмашинувини жадаллаштириш учун олган тажриба натижаларини тахлилида иссиқлик алмаштиргични ишлатишга кетаётган енергия сарфини инобатга олганда [32,34,36], биомассани биореакторда аралаштириш микробиологик нуқтайи назардан биомассани ҳаракатига микробиологик алмашинувни ҳосил қилиши ва иссиқлик алмашувининг жадаллигини таъминлаш мумкинлиги келтирилади. Аммо аралаштиришга йўқотилаётган енергия сарфи Нусселт ва Прандтлларнинг боғлиқлик формулалари орқали изоҳланганида [36]:

$$N_u = 0{,}021 R_e^{0.8} \times P_z^{0.43} \quad (1)$$

$$\Delta P = \xi_{\text{ишқ}} l/d + \sum \xi_m \rho\omega^2/2 \quad (2)$$

бу ерда: N_y – Нусселт критерияси;

R_e – Рейнолдс критерияси;

Pr – Прандтл критерияси;

ISSN 3030-3907

ΔР– биогаз қурилмасида суюқ органик чиқинди ишлашда гидравлик қаршилиги;

ω – ишчи суюқлик тезлиги;

ρ - ишчи суюқлик зичлиги; ℓ - ишчи суюқлик оқувчи канал узунлиги;

d – ишчи суюқлик оқувчи канал диаметри;

$\xi_{ишқ}$ – ишқаланиш коеффициенти;

$\sum\xi_м$ - жойларда ишқаланиш коеффициенти йиғиндиси.

Юқоридаги (1) ва (2) тенгламалардан қуйидагини топиб оламиз

$$\propto = A_1 \cdot \omega^{0,8}, \quad (3)$$

$$\Delta P = A_2 \cdot \omega^{1,75} \quad (4)$$

Олинган боғлиқликдан кўриниб турибдики биореатордаги қувурлардан оқаётган суюқ органик чиқиндининг (аралаштириш) ҳарорат алмашинувида тезлигини икки баробарга орттириш иссиқликни узатишни 1,75 баробарга орттиради, аммо гидравлик қаршилик бунда 3,4 баробарга ортишини кўриш мумкин бўлади.

Кичик қувватли биогаз олиш қурилмаларида юкланадиган кундалик органик чиқинди узлуксиз ва даврий ишловчи қурилмаларга анаэроб қайта ишлобв берилади. Бу тартибда ишловчи қурилмаларнинг аксариятида кечаётган анаэроб жараён кўпчилик ҳолларда психрофил ҳарорат (4...20°С) режимларида ишлайди.

Узлуксиз режимда ишлатилаётган қурилмаларда олинаётган махсулот тури асосан кам миқдорда бўлишига қарамасдан биогаз олишга мослаштирилган ва у нисбатан тезкор ҳисобланади. Бу қурилмалар ишчи ҳажмлари танлашда органик чиқиндилар ҳосил бўлиш манбаларидан кундалик ёки вақти - вақти билан йиғилаётган органик чиқиндилар тури ва сифатига қараб танланган бўлади. Қурилмаларнинг Ўрта Осиёда кенг тарқалган турларида қиздириш ва аралаштириш режимлари назорат қилинмайди. Бундай қурилмаларнинг замонавий турларидагина газ босимини ўлчаш, аралаштириш, жараённи ҳарорат режимини ва қайта ишлов берилган органик ўғит ҳамда биогаз таркиби назоратланади [17, 24, 25, 27, 33, 35, 37, 38, 39].

Даврий ишловчи кичик қувватли биогаз олиш қурилмалари узлуксиз ишловчи қурилмаларга нисбатан узоқ муддатда (бир неча ойдан – йиллар давомида) анаэроб жараённи давом етиши кузатиладиган қурилмалар ҳисобланади. Бу қурилмаларда органик чиқиндилар юкланганидан сўнгра аралаштириш, ҳарорат ёки газ таркиби ва миқдори ҳамда органик ўғит таркиби назоратланмайди. Бу қурилмаларда асосан органик чиқиндиларни қайта ишлов бериб атмосферага чиқарилаётган 80 % гача ис гази сақланиб қолиш ва сифатли органик ўғит олишга мўлжалланади [17,24,33,38,39,40,41].

ISSN 3030-3907

Тадқиқотларимизда кичик ўлчамли биогаз қурилмасининг (1-расм) атмосфера босимидан паст сийракланган ҳолатга термофил иссиқлик ҳароратида 2008 йилдан бошлаб шу кунгача (2024 йил декабр ойигача) ишловчи кўп режимли биореактор бўлганлиги ва атмосферага йўқатилаётган кундалик ҳарорат миқдори умумий йўқатилаётган иссиқлик миқдорининг 1,1 % ортмаслиги (табиий шароитгаги ҳароратнинг манфий қийматларига) қурилманинг юқори фойдали иш коэффициентда ишлаши ва ундан олинган маълумотлар (1-жадвал) табиий шароитга органик модда таркибини мос равишга тахлил қилиш имкониятини берди.



1-расм. Кичик қувватли кўп функсияли биогаз қурилмаси

Қурилмани мўтадил режимга ишлатиш мақсадида биореакторга қандай жараён кечаётганлигини, уни турли қўшимчалар қўшиб тезлаштириш, қўйилган камчиликларни бартараф етиш мақсадида дунё амалиётида қўлланилган услублар асосига биореакторга дастлабки хом ашёни юклаш олнидан бир неча турдаги органик моддалар қўшилди [37,38].

1-жадвал

Биореактордан биринчи 8 кунликга олинган органик ўғит ва газ таркибининг ўртача таҳлили (25 – октябр 2023 й. ва 14-январ 2024 й.)

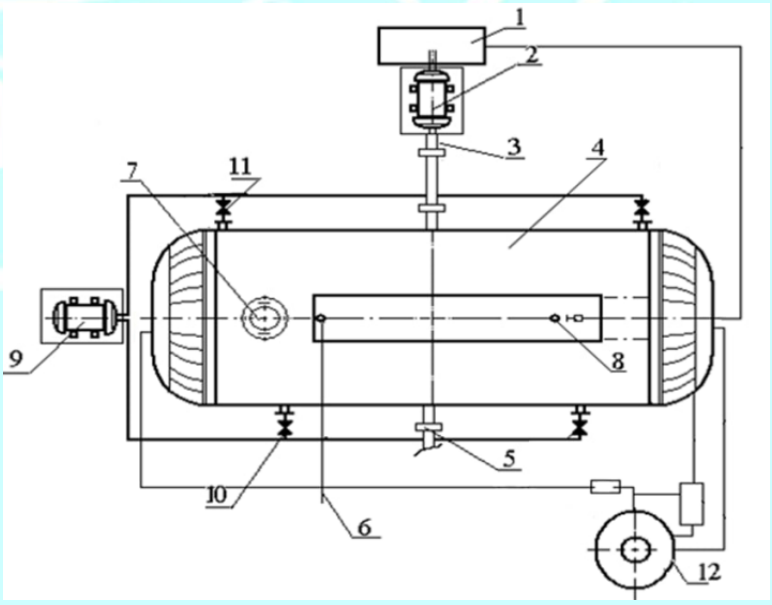
Кўрсаткичлар	**Ўлчов бирлиги**	**Биореакторга юклаш олни кўрсаткичи**	**Биорэакторга анаэроб қайта ишланган органик чиқинди кўрсаткичлари**
pH (20^0C)	-	6.9	7.5
БККБТ	мг/л	37700	22900

ISSN 3030-3907

СОН	мг/л	13000	7820
СС	мг/л	33500	11300
Т-П	мг/л	1260	318
Т-Н	мг/л	4350	3390
Т-С	мг/л	46900	21500
К	мг/л	2610	2100
$Ч_4$	%	-	48,6
CO_2	%	-	41,5
С	%	-	0,5
H_2O	%	-	7

(Биокимёвий кислородга бўлган талаб – БККБТ), Кислородни кимёвий талаби - ККТ)

Тадқиқотларда лаборатория қурилмаси (1-расм) юкланган органик чиқинди таркиби, физик-механик хоссалари ва табиий ҳарорат режими назоратланни. Тажрибалар давомийлиги 33 ой (2022 - 2024 й.й.) давом этганлиги қиш ва ёз кунларини қамраб олган сабабли натижалар ҳарорат режими табиий ҳолатни акс эттирди ва иқлим шароитимиздан келиб чиқиб қурилманинг иситиш тизимига конструктив ўзгартиришлар талаби қўйилни.

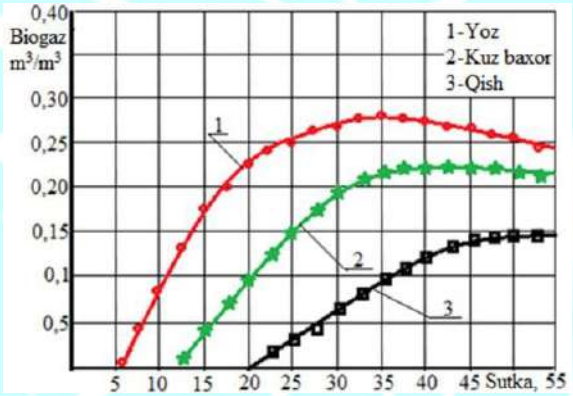


2-расм. Кичик қувватли кўп функцияли биогаз қурилмаси: 1-газ ҳаво филтри;2-двигатели;3-компрессори;4-биореактор;5-қувури;6,8-кранлар;7-люки;9,10,11-насослар;12-иситиш қозони

Танқиқотларнинг ҳар бир сериясига (105 кун ҳар бирининг давомийлиги) турли хил таркибдаги намлик, pH миқдор, ҳароратдаги, органик чиқиднилар юклаб кўрилганида биореакторлардан олиданиган биогазнинг миқдори турличалигича қолишини кўрсатди. Аммо фаслнинг ҳароратга нисбатан паст (ўртача харорат 22±3°C) бўлганига биогаз чиқиш

ISSN 3030-3907

камайиши ва анаэроб қайта ишлов бериш жараёни бироз камайишини кўрсатди (2-расм).



3-расм. Кичик қувватли кўп функцияли биогаз қурилмасидан табиий шароитга (Бухоро воҳасига) фасллар бўйича биогаз олишдаги ўзгаришлар графиги:1-ёз фасли (ўртача ҳарорат-34±3^{0}C);2-куз ва баҳор ойларида (ўртача ҳарорат-22±3^{0}C);3-қиш фаслида (ўртача ҳарорат-9±3^{0}C)

3-расмга келтирилган эгри чизиқларни тахлиллари шуни кўрсатадики иқлим шароити мўтадил ва ҳарорат режими ўртача ҳароратга кескин ўзгармайдиган об-ҳавода биогаз қурилмаларини ишлатиш мумкинлигини кўриш мумкин.

Биореакторларга юкладаниган кам ифлосланган сувларга талаб этилаётган кислород миқдори 100-300 мг/л атрофига бўлади, яъни бундай сувдаги БККБТ 100-300 мг/л тенг, дейилади. Кучли ифлосланган сувларда БККБТ миқдори бир неча ўн мингга тенг бўлиши мумкин. Тадқиқотларда ҳафталик анаэроб жараёнда тозаланган органик чиқиндининг таркибидаги БККБТ 1,7 бараварга камайганлигини кўрсатди. Демак маълум мухлатларга агаэроб ишлов берилган органик чиқиндиларни тоза ариқлар ва очиқ кўлларга ташлаш имконияти мавжуд бўлар екан.

Танқиқотлар тахлилини таққослаш натижасида технологик ютуқларни ўзаро таққосланганимизда тажрибаларнинг қайтарилиш сони ва уларнинг узоқ давом етиши инобатга олидни. Бунга биомассанинг анаэроб қайта ишлашга қўйиладиган талаблар органик чиқиндиларни қайта ишлаш қурилмалари органик чиқиндиларнинг физик-кимёвий ва бактериологик кўрсаткичларидан келиб чиқиб танланиши талаби қўйилиши зарур эканлиги аниқланди. Биореакторлардаги бир хил технологик шарт-шароитда ҳам турлича кўрсаткичларни олиниши агаэроб жараён технологиясининг турли туманлигини белгилайди. Бундай ҳолларга биореакторлардаги метаноген бактериялар анаэроб жараёнига бир текисда ишга туширилмай биореакторларнинг фойдали иш ҳажмидан олиданиган биогаз ва органик ўғитнинг таркиби сифати ва миқдорлари бир хил бўлмаслиги аниқланди.

ISSN 3030-3907

Биореакторларнинг ишга тушириш давридаги метаноген бактериалларни ривожлантириш (йетилтириш) оптимал сақланмаса бу технологик жараёнга ишловчи биореакторларга биогаз чиқиши тобора камайиб, умуман, жараён тўхтаб қолишигача бориши аниқланди.

Амалиётга кичик қувватли биогаз олиш қурилмаларининг ишлаб чиқариш намуналарига солиданиган органик чиқиндининг кундалик юкладаниган миқдорига антибиотикларга қарши ишлов бериб уларни дастлабки таёрлаш ўрасига таёрлаб анаэроб жараёнга мослашиш билангина анаэроб жараёндан биогаз чиқишини узлуксиз таъминлаш мумкин. Бундай биореакторларни иқлим шароитидан келиб чиқиб катта ҳажмли бўлмаганлигини инобатга олиб қўшимча иситиш қурилмаларисиз ишлатиш мумкин. Бунга асосий омиллардан бири иситиш қозонининг табиий ҳароратга яқин ва ишлатиш даврида қулай бўлган конструкцияларини таклиф этиш зарур.

Дунё амалиётида ишлатиб келинаётган биогаз қурилмаларининг тури ва уларнинг ҳажми жихатидан катта кичиклигидан қатий газар доимий назоратланиши ва уларни ишлатиб турилган жойнинг микро ва макробиологик талабларига мос келиши талаб қўйилиши шарт.

Иқлим шароитининг талаб даражасида тутиб туриш учун асосий талаб этилаётган ҳарорат режимининг асосий ҳисоби умумий ҳолга қуйидаги тартибда олиб борилади. Бунда юкланган массани кунига бижғиш жараёни ҳароратигача қиздириш учун зарур бўлган иссиқлик миқдори, МЖ бўлганида:

$$К_{й.б} = м_{сут} \cdot С_с \cdot (Т_{б.ҳ} - Т_{й.б.ҳ}) \cdot {}^{1}/_{\eta} \qquad (4)$$

бу ерга $С_с$–биореатордаги биомассанинг ўртача иссиқлик сиғими, МЖ/кг·К;

$Т_{б.ҳ}$ – бижғиш жараёнининг ҳарорати,К;

$Т_{й.б.ҳ}$–биореаторга юклагаётган биомасса ҳарорати,К;

η – жараённинг самаранорлик коэффициенти.

Органик чиқиндиларнинг ҳарорати уларни биореакторларга юклаб олиш усулига боғлиқ бўлади. Бунга органик чиқиндиларнинг ҳосил бўлиш манбалари очиқ атмосфера ҳавосига жойлашган бўлса ҳарорати атмосфера ҳавоси каби ўзгарувчан бўлади [17]. Агар органик чиқиндилар ҳосил бўлиш шарт шароитига қараб ёпиқ биноларга йиғилаётган бўлса бинонинг ички ҳароратига тенг неб олиш тавсия етилади.

Биореакторларга анаэроб қайта ишлагаётган органик чиқиндилардан иссиқлик беришдан деворлар орқали атмосферага бир соат ичига йўқатилаётган иссиқликни қуйидагича аниқлаб олиш мумкин, W:

$$К_{й.б} = к \cdot F \cdot (Т_{б.ҳ} - Т_{м.о'.ҳ}) , \qquad (5)$$

ISSN 3030-3907

бу ерга к- иссиқлик бериш койэффициенти,$Вт/м^2 \cdot К$;

$Т_{м.ў.ҳ}$-биогаз қурилмаси ўргатиладиган мухитнинг ўртача ҳаво ҳарорати,К;

Ғ-биореактор қурилмасининг ташқи мухит билан туташган юзаси, $м^2$;

Юқоридаги ҳолатга ҳарорат бериш койэффициентини аниқлаб олсак қуйидаги ифодани беради:

$$k = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_2}} \quad (6)$$

бу ерга, $\frac{1}{\alpha_1}, \frac{1}{\alpha_2}$ – мос равишда органик чиқиндидан биореакторнинг ички юзасида ва биреакторнинг иссиқлик ҳимоясининг ташқи юзасидан атроф-муҳитга иссиқлик беришга қаршилиги; $\sum_{i=1}^{n} \frac{\delta_i}{\lambda_i}$ –биореакторнинг деворлари материалининг иссиқлик ўтказувчанлигининг умумий иссиқлик қаршилиги ($\delta_{невор}/\lambda_{невор}$). Кўпчилик ҳолларга амалиётда биореакторларни устки қисми қўп қатламли ҳимоя матолари билан ўралиб қўйилди. Бундай ҳолатларга ҳар бир қатламнинг ҳисоб-китобларини алоҳида аниқлаб олинди.

Суткалик йўқатилаётган иссиқликни аниқлаб олиш учун еса қуйидаги ҳолатга этибор қаратиш зарур, (Ж)

$$Q_{y.b.1} = Q_{y.b} \cdot 24 \cdot 3{,}6 \cdot 10^{-3} \quad (7)$$

бунга: (5) ва (6) формулалар орқали сутканинг ҳарорат маълум даража юқори бўлган ҳолатларида биореактордан йўқатилаётган иссиқлик миқдорини аниқлаб олиш мумкин. Ўрта ҳисобга йиллик ўртача иссиқликни йўқотишни қуйидагича аниқлаб олиш мумкин:

$$Q_{yo\prime q} = (Q_{y.b.1} + Q_{y.b})/2. \quad (8)$$

Ўрта Осиё иқлим шароитида кичик қувватли биогаз қурилмаларида органик чиқиндиларни қайта ишлов беришда ишлатиладиган турларига анаэроб жараённи мўтадил кечиши нисбатан кам вақт ишлов бериш учун қўшимча энергия талаб етиши ёки уларни нисбатан узоқ вақт ферментатция жараёнларининг давомийлиги сабабли амалиётга кенг қўлланилмайди.

Xulosalar

Кичик қувватли биогаз қурилмаларида кундалик ҳажм бирлигидаги органик чиқиндиларни миқдорини ҳисоблаш зарурати бўлгани билан биргаликда улардаги маълум қисмига анаэроб жараён метаногенларини ишлашини инобатга олиб уларнинг жараёнга адаптацияси вақти ҳамга ҳарорат режимини инобатга олиб ички сиртига конвектив иссиқлик бериш койэффициентини, асосий цилиндрсимон ўрта қисмигдги ички сирти юзасигаги конвектив иссиқлик бериш койэффициентини, пастки кесик конуссимон қисмининг ички сиртидаги конвектив иссиқлик бериш койэффициентини ҳисоблаш талаби қўйилди.

ISSN 3030-3907

Юқоригагилардан ташқари кичик қувватли биогаз қурилмаларининг кундалик йиғилиб қоладиган органик чиқиндилар ҳажмини ҳисоблашга кундалик юкладаниган органик чиқинди миқдоридан келиб чиқиб амалга ошилади, акс ҳолда бундай қурилмаларни ишлатишда иқтисоний самараси кескин тушиб кетиши мумкин. Кичик қувватли биореакторларнинг фойдали иш ҳажми органик чиқиндилар тўпланиш жойларигаги эпидимиологик-экологик мухитни мувофилаштиришга қаратилиши шарт [10, 11, 13; 19, 24, 35, 38]. Агар молхона органик чиқиндиларига анаэроб ишлов беришда моллардан суткалик олигаётган органик чиқинди ва моллар сони инобатга олиниши ёки товуходаги товуқлардан кундалик олинаётган органик модда миқдоридан келиб чиқилиши шарт.

Тахлилларимиздан молхона чиқиндиларни анаэроб бериш кичик қувватлни қурилмаларини иссиқлик баланси моделини қилиш ва конструктив жихатдан ишлатишга қулайликни орттириш иқтисоний самарадорлигини орттириш учун уларни такомиллаштириш ҳамда параметрларини асослашни талаб етилади.

Кичик қувватли биогаз қурилмаларидан олинадиган биогаз сифати ва органик ўғит миқдори уларнинг ҳарорат параметрларини оптималлаштиришдаги асосий кўрсаткичларини аниқлаб олиш керак бўлади, бунда, биореакторнинг юқори кесик конуссимон қисми, силиннрсимон ва пастки кесик конуссимон қисми сиртидаги конвектив иссиқлик бериш коеффициентини ҳисоблаш зарур.

АДАБИЁТЛАР

1. O‘zbekiston Respublikasining Prezidenti Sh. Mirziyoyevning Qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish to‘g‘risidagi Qonuni. Toshkent sh., 2019-yil 21 may,O‘RQ-539-son.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti qarori.“Iqtisodiyotning energiya samaradorligini oshirish va mavjud resurslarni jalb etish orqali iqtisodiyot tarmoqlarining yoqilg‘i-energetika mahsulotlariga qaramligini kamaytirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida”. Toshkent shahri,2020-yil 10 iyul.
3. file:///D:/Downloads/mirovoy-rynok-gaza-otsenka-potentsiala-osnovnyh-napravleniy-i-riskov.pdf
4. Энергетическая стратегия России на период до 2035 года. Проект. Режим доступа: http://www.energystrategy.ru/Docs/ES-2035_1.pdf .
5. Energy Information Administration. Prices.[Электронный ресурс]. – URL:https://www.eia.gov/dnav/ng/hist/rngwhhdA.htm
6. https://www.iea.org/reports/renewables-2023/special-section-biogas-and-biomethane.
7. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 02.12.2022 yildagi PQ-436-son

ISSN 3030-3907

8. Liu D.W., Liu D. P., Zeng R.J., Angelidaki I. 2006. Hydrogen and methane production from household solid waste in the two-stage fermentation process. ‘Water Research. 40(11): 2230 - 2236.
9. Satyanarayana T, Raghukumar C, Shivaji S. Extremophilic microbes: Diversity and perspectives. Current Science. 2005; 89:78–90.
10. Boone D. R. – Mixed –culture ferment or for simulating metanogenic digesters. – Appl. Envomental Microbial., 1984, vol.48,№ 1, p.122-126
11. Hashimoto A. S. effect of mixing duration and wacum on methane rgoduotion rate from beef coltle waste // biotechnol-1982.- vol. -24, 9-23 p.
12. Imomov.Sh, Kayumov.T, Mamadalieva.Z. Substantiation The Parameters Of The Primary Processing In Installation Based Of RenewabLe Energy. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agricultureand Rural DeveLopment VoL. 18, Issue 4, 2018 PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952, -157-162 p.
13. B. Wu Three-dimensional numerical simulation model of biogas production for anaerobic digesters [Текст] / B. Wu, E.L. Bibeau, K.G. Gebremedhin. // Canadian biosystems engineering. – 2009. – №51. – p. 8.1–8.7
14. Yang S.S., Liu C.M., Liu Y.L. Estimation of methane and nitrous oxide emission from animal production sector in Taiwan during 1990–2000 // Chemosphere. – 2003. – V. 52, No 8. – P. 1381–1388.
15. Desjardins R.L., Kulshreshtha S.N., Junkins B., Smith W., Grant B., Boehm M. Canadian greenhouse gas mitigation options in agriculture // Nutr. Cycl. Agroecosys. – 2001. – V. 60, No 1–3. – P. 317–326.
16. Min H., Zhao Y.H., Chen M.C., Zhao Y. Methanogens in paddy rice soil // Nutr. Cycl. Agroecosys. – 1997. – V. 49, No 1–3. – P. 163–169.
17. Баадер В., Дооне Е., Бреннендорфер М. Биогаз: теория и практика (пер. с нем.). - М.: Колос, 1982. - 148 с.
18. Дубровский В.С., Виестур У.Э. Метановое сбраживание сельскохозяйственных отходов. - Рига; Зинатне, 1988. - 204 с.
19. Kaku N., Ueki A., Fujii H., Ueki K. Methanogenic activities on rice roots and plant residues and their contributions to methanogenesis in wetland rice field soil // Soil Biol. Biochem. – 2000. – V. 32, No 14. – P. 2001–2010.
20. Freeman C., Liska G., Ostle N.J., Lock M.A., Hyghes S., Reynolds B., Hudson J. Enzymes and biogeochemical cycling in wetlands during a simulated drought // Biochem. – 1997. – V. 39, No 2. – P. 177–187.
21. Никитин Г.А. Метановое брожение в биотехнологии: Учеб. пособие. -К. :Выща.Шк.,1990.-207 с:

22. McHugh S., Carton M., O´Flaherty V., Mahony T. Methanogenic population structure in a variety of anaerobic bioreactors // FEMS Microbiol. Lett. – 2003. – V. 219, No 2. – P. 297–304.
23. Shima S., Warkentin E., Thauer R.K., Ermler U. Structure and Function of Enzymes Involved in the Methanogenic Pathway Utilizing Carbon Dioxide and Molecular Hydrogen // J. Biosci. Bioeng. – 2002. – V. 93, No 6. – P. 519–530.
24. Ince B.K., Ince O., Oz N.A. Changes in acetoclastic methanogenic activity and microbial composition in an upflow anaerobic filter // Water, Air, Soil Pollut. – 2003. – V. 144, No 1. – P. 301–315
25. M. Mccarty P.L. One Hunderd Years Of Anaerobic Treatment Gerber/.An Analysis Of Available Mathematical Model For Anaerobic Digestion Of Organic Substances For Production Of Biogas [Text]/ M. Gerber, R.Span//International Gas Union Research Conference, Paris. 2008. -Vol.1-P.1294-1324
26. Bhargava S, Frisner H, Bisgard - Frantzen H, Tams JW. A process of producing a fermentation product. Patent WO 2005113785. 2005.
27. Chen Y., Cheng J.J. and Creamer K.S.: Biores. Technol. 2008, 99(10), 4044–4064.ЭҲМ.
28. Imomov Sh.,Ergashov Z.,Yuliev O.,...Ganiyev B.,Orziyev S. Method for processing organic boat waste from “chorvaagroclaster” farm. BIO Web of Conferences,2024, 103, 0001.
29. Salimov, O.U., Imomov, Sh.J., Shodiyev, E.B., Juraev, T.Kh., Sabirov, K.N., Physical-mechanical properties of organic waste reduced to bioreactor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2021, 868(1), 012088.
30. Imomov.Sh.J. Orziev.S.S. Amrulloev.T.O. Efficiency of using biogome in cultivation of greenhouse plants ISSN:2776-0979, Volume-3, Issue-3,Mar2022-167p.
31. Imomov Sh. Biogaz qurilmasining vaqtinchalik texnologik reglamenti. TR164 7289931:2016/T.f.d, akademik A.Salimov taxriri ostida//Sh.Imomov, K.Usmonov , B.Xakimov, A.Xudoyberdiyev, Z.Ergashov. «O‘zbekneftgaz milliy xolding kom paniyasi» Buxoro neft qayta ishlash zavodi, 2016 -48 b.
32. Imomov, S., Sultonov, M., Aynakulov, S., Usmonov, K., & Khafizov, O. (2019). Mathematical Model of the Processes of Step-By-Step Processing of Organic Waste. In International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2019.Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. https: //doi. org/10. 1109/ ICISCT47635.2019.9011929
33. Sultonov M. Organik chiqindilarga anaerob ishlov berishda qayta tiklanuvchi energiya qurilmasi parametrlarini optimallashtirish. Diss. ... texn. fan. fal. doktori (Phd). - Toshkent, 2019. – 110 b

34. Imomov.Sh, Kayumov.T, Mamadalieva.Z. Substantiation The Parameters Of The Primary Processing In Installation Based Of RenewabLe Energy. Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agricultureand Rural DeveLopment VoL. 18, Issue 4, 2018 PRINT ISSN 2284-7995, E-ISSN 2285-3952, -157-162 p.
35. Имомов Ш., Hwang Sang Gu. Установка для получения биогаза // Межд. Патент на изобретение, Южная Корея, № 10-0892746/2009.04.02.
36. Imomov SH.J. Technological foundations of the process of obtaining biogas and fertilizers from agricultural wastes (05.05.06-Power-plants on the basis of renewable energy: 05.07.01-Agricultural and melioativt machinery. Mechanization of agricultural and reclamation work (Technical sciences. Agricultural sciences).Abstract of doctoral dissertation (dsc) on technical sciences. Tashkent-2017.
37. Shodiev.E, Mamadaliyva.Z and Imomova.N Checking the reliability of biogas installations by stimulation models of markov processes on faults tree // (2020) IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 883 (1),012172.
38. Muratov.H, Imomova.N, Ergashev.Z, Sultonov.M Electric pulse treatment of organic waste before anaerobic fermentation//IOPConference Series: Materials Science and Engineering. 2020. 883(1), 012130.
39. Battini F, Agostini A, Boulamanti AK, et al (2014) Mitigating the environmental
impacts of milk production via anaerobic digestion of manure: Case study of a 112 dairy farm in the Po Valley. Sci Total Environ 481:196–208.
40. Beylot A, Vaxelaire S, Zdanevitch I, et al (2015) Life Cycle Assessment of mechanical biological pretreatment of Municipal Solid Waste A case study. Waste Management 39:287–294.
41. Buratti C, Barbanera M, Fantozzi F (2013) Assessment of GHG emissions of biomethane from energy cereal crops in Umbria, Italy. Appl Energy 108:128–136.
42. Camirand E (2019) Biogas Plant Development Handbook. Chingono T, Mbohwa C (2016) Social and environmental impact for sustainable biogas production by the city of johannesburg. Proc Int Conf Ind Eng Oper Manag 1047–1050.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДЛЯ ОБРАЗОВАНИЕ ИЗОЛИРОВАННОЙ ОБЛАСТИ В ДВУХСЛОЙНОЙ СРЕДЕ С ЦЕЛЬЮ ОХРАНЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

К.Р. Кодиров

Доцент университета Щёлкового пути и инновации,

E-mail: qahramon@rambler.ru

Annotatsiya. Maqolada ikki qatlamli muhitda massa ko‘chish jarayonining matematik modeli ishlab chiqildi va qo‘yilgan masalaning analitik yechimlari olindi. Bunda quduqlar galereyasi yordamida suv sathi va bosimni nazorat qilish orqali, zaharli ifloslantiruvchi moddalarning qatlamlarda tarqalishini nazorat qilish jarayo‘ni tadqiq etildi.

Kalit so'zlar: matematik model, analitik echim, hisoblash algoritmi, filtrasiya qatlami, zaharli moddalar, quduqlar galereyasi, geofiltr.

Аннотация. В статье разработана математическая модель процесса массопереноса в двухслойной среде и получено аналитические решения поставленной задачи. Исследован процесс управления распределением токсичных загрязняющих веществ в слоях путем регулирования уровня и давления воды с помощью галерее скважин.

Ключевые слова: математическая модел, аналитическое решение, вычислительных алгоритм, пластовая фильтрация, загрязняющие вещества, галерее скважин, двухслойная среда, геофильтрация.

Abstract. This article develops a mathematical model of mass transfer in a two-layer medium and obtains analytical solutions to the problem. The process of controlling the distribution of toxic pollutants in the layers by regulating the water level and pressure using a well gallery is studied.

Key words: mathematical model, analytical solution, computational algorithm, reservoir filtration, pollutants, well gallery, two-layer environment, geofiltration.

Введение.

В зоне орошаемого земледелия Узбекистана гидрогеологические профили обычно имеют слоистую структуру. Поэтому даже в гидравлической постановке и двухслойном строении грунта для описания физического процесса массопереноса приходится реализовать математическую модель с применением численных, аналитических или приближенно-аналитические методов [1,5,7,10,13-16].

Успешное решение различных прикладных задач в аграрном секторе и экологии обуславливается необходимостью учета геофильтрационных процессов. Одним из ключевых факторов, имеющих значительный интерес, здесь является взаимодействие поверхностных и подземных вод. Как показывает практика, при проектировании и эксплуатации

ISSN 3030-3907

гидромелиоративных объектов задачи водообмена регионального масштаба с сильным взаимодействием поверхностных и подземных вод возникают довольно часто [2,4,8,9].

Постановка задачи. Рассматривается двухслойная среда, в верхнем слое которой неизвестной является функция $y(x,t)$, а в нижнем слое $h(x,t)$. Массоперенос в такой среде будем описывать следующей системой уравнений в частных производных [3,6,11].

$$\left.\begin{aligned} -W_0\left(1-\frac{m_в-y}{m_в-y_{кр}}\right)+\varepsilon-\mu\frac{\partial y}{\partial t}=k_1\frac{y-h}{y} \\ \frac{1}{a}\frac{\partial h}{\partial t}=\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}+\frac{k_1}{T}\frac{y-h}{y} \end{aligned}\right\}, \qquad (1)$$

где W_0 – испарение на поверхности земли; $m_в$, $k_1, \mu, y_{кр}, \varepsilon, a, T$ – физические константы; x – горизонтальная координата, направленная вдоль границы вправо; t – время.

Метод решения. Если ввести следующее обозначения

$$A_1=\frac{W_0}{m_в-y_{кр}},\quad A_2=\varepsilon+A_1 y_{кр},$$

и считать, что

$$h(x,t)=\varphi(t)y(x,t), \qquad (2)$$

то систему (1) можно привести в следующий вид

$$\left.\begin{aligned} A_2-A_1 y-\mu\frac{\partial y}{\partial t}=K_1[1-\phi(t)], \\ \frac{T}{a}\frac{\partial h}{\partial t}-T\frac{\partial^2 h}{\partial x^2}=K_2[1-\phi(t)]. \end{aligned}\right\} \qquad (3)$$

Далее будем считать, что функция $y(x,t)$ удовлетворяет уравнению

$$y(x,t)=\alpha(t)(L-x)^2+\beta(t)(L-x)+\gamma(t), \qquad (4)$$

где $\alpha(t), \beta(t)$ и $\gamma(t)$ подлежат определению, а L – правая граница.

Если граница $x=L$ является водонепроницаемой, то должны выполняться условия

$$\left.\frac{\partial y}{\partial x}\right|_{x=L}=\left.\frac{\partial h}{\partial x}\right|_{x=L}=0. \qquad (5)$$

На основании (2.59) из (2.58) находим $\beta(t)\equiv 0$. Поэтому будем исходить из формулы

$$y(x,t)=\alpha(t)(L-x)^2+\gamma(t). \qquad (6)$$

Подставим во второе уравнение системы (3) выражение $h(x,t)$ из (2), тогда получим

ISSN 3030-3907

$$\frac{T}{a}\left[y(x,t)\frac{\partial y}{\partial t}+\varphi(t)\frac{\partial y}{\partial t}\right]-T\varphi(t)\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}=k_1[1-\varphi(t)]. \qquad (7)$$

Из (7) вычтем первое уравнение системы (3)

$$\frac{T}{a}\left[y(x,t)\frac{\partial y}{\partial t}+\varphi(t)\frac{\partial y}{\partial t}\right]-T\varphi(t)\frac{\partial^2 y}{\partial x^2}+A_1 y(x,t)-A_2+\mu\frac{\partial y}{\partial t}=0. \qquad (8)$$

После подстановки (6) в (7), найдем

$$\frac{T}{a}\{[\alpha(t)(L-x)^2+\gamma(t)]\dot{\varphi}+\varphi(t)[\dot{\alpha}(L-x)^2+\dot{\gamma}]\}-2\alpha(t)\varphi(t)T+$$
$$+A_1[\alpha(t)(L-x)^2+\gamma(t)]-A_2+\mu[\dot{\alpha}(L-x)^2+\dot{\gamma}]=0.$$

В последнем уравнений перегруппируем члены и получим следующее уравнение:

$$\frac{T}{a}\{[\alpha(t)\dot{\varphi}+\varphi(t)\dot{\alpha}]+A_1\alpha(t)+\mu\dot{\alpha}\}(L-x)^2+$$
$$+\frac{T}{a}[\gamma(t)\dot{\phi}+\phi(t)\dot{\gamma}]-2\alpha(t)\phi(t)T+A_1\gamma(t)-A_2+\mu\dot{\gamma}=0.$$

Чтобы $y(x,t)$ было решением системы (3), необходимо одновременное выполнение условий:

$$\frac{T}{a}[\alpha(t)\dot{\varphi}+\varphi(t)\dot{\alpha}]+A_1\alpha(t)+\mu\dot{\alpha}=0, \qquad (9)$$

$$\frac{T}{a}[\gamma(t)\dot{\varphi}+\varphi(t)\dot{\gamma}]-2\alpha(t)\varphi(t)T+A_1\gamma(t)-A_2+\mu\dot{\gamma}=0. \qquad (10)$$

Здесь три неизвестных функций: $\alpha(t),\gamma(t)$ и $\varphi(t)$. Однако функцию $\varphi(t)$ можно задать таким образом, чтобы было возможным управлять физическим процессом при помощи определенных условий. Выберем, например

$$\varphi(t)=e^{-\sigma t}, \qquad (11)$$

где $\sigma>0$ – параметр, который является некоторым регулятором убыстрении или замедления физического процесса.

Подставляя (11) в (9) и в (10), найдем

$$(e^{-\sigma t}+A_4)\dot{\alpha}-(\sigma e^{-\sigma t}-A_3)\alpha(t)=0, \qquad (12)$$

$$(e^{-\sigma t}+A_4)\dot{\gamma}-(\sigma e^{-\sigma t}-A_3)\gamma(t)=\frac{2a\alpha(t)}{T}e^{-\sigma t}+A_5, \qquad (13)$$

где

$$A_3=\frac{aA_1}{T},\ A_4=\frac{a\mu}{T},\ A_5=\frac{aA_2}{T}.$$

Проинтегрируем уравнение (12), в результате получим

$$\ln\alpha=\int\frac{\sigma e^{-\sigma t}-A_3}{\sigma e^{-\sigma t}+A_4}dt.$$

ISSN 3030-3907

Так как $\varphi = e^{-\sigma t}$, то

$$d\phi = -\sigma\phi dt,\ dt = -\frac{dy}{\sigma\varphi},$$

$$\ln\alpha = -\frac{1}{\sigma}\int\frac{\sigma\varphi - A_3}{\varphi(\varphi + A_4)}d\varphi = -\int\frac{d\varphi}{\varphi + A_4} + \frac{A_3}{\sigma}\int\frac{d\varphi}{\varphi(\varphi + A_4)} = -\int\frac{d\varphi}{\varphi + A_4} +$$

$$+\frac{A_3}{\sigma A_4}\int\frac{d\varphi}{\varphi} - \frac{A_3}{\sigma A_4}\int\frac{d\varphi}{\varphi + A_4} = \frac{A_3}{\sigma A_4}\ln\varphi - (1 + \frac{A_3}{\sigma A_4})\ln(\varphi + A_4) + \ln C_1.$$

Откуда потенцируя, найдем

$$\alpha(t) = \frac{C_1 e^{-A_6 t}}{\left(e^{-\sigma t} + A_4\right)^{1+\frac{A_6}{\sigma}}}, \qquad (14)$$

где $A_6 = \frac{A_3}{A_4}$.

В (13) обе части уравнения поделим на $e^{-\sigma t} + A_4$ и подставим значение $\alpha(t)$ из (14) и в результате получим

$$\dot{\gamma} - \frac{\sigma e^{-\sigma t} - A_3}{e^{-\sigma t} + A_4}\gamma = \frac{2aC_1 e^{-\sigma t(1+\frac{A_6}{\sigma})}}{(e^{-\sigma t} - A_4)^{2+\frac{A_6}{\sigma}}} + \frac{aA_2}{T(e^{-\sigma t} + A_4)}. \qquad (15)$$

Решение уравнения (15) складывается из решения однородного уравнения

$$\dot{\gamma} - \frac{\sigma e^{-\sigma t} - A_3}{e^{-\sigma t} + A_4}\gamma = 0 \qquad (16)$$

и частного решения неоднородного уравнения [11].

Аналогично (14) имеем

$$\gamma(t) = \frac{\tilde{C}_2 e^{-A_6 t}}{(e^{-\sigma t} + A_4)^{1+\frac{A_6}{\sigma}}}. \qquad (17)$$

Для получения частного решения неоднородного уравнения применим метод вариации произвольной постоянной

$$\frac{e^{-A_6 t}}{\left(e^{-\sigma t} + A_4\right)^{1+\frac{A_6}{\sigma}}}\frac{d\tilde{C}_2}{dt} = \frac{2aC_1 e^{-\sigma t(1+\frac{A_6}{\sigma})}}{(e^{-\sigma t} + A_4)^{2+\frac{A_6}{\sigma}}} + \frac{aA_2}{T(e^{-\sigma t} + A_4)}$$

или

$$\frac{d\tilde{C}_2}{dt} = \frac{2aC_1 e^{-\sigma t}}{e^{-\sigma t} + A_4} + \frac{aA_2}{T}(1 + A_4 e^{\sigma t})^{\frac{A_6}{\sigma}}, \qquad (18)$$

откуда следует

ISSN 3030-3907

$$2aC_1\int\frac{e^{-\sigma t}}{e^{-\sigma t}+A_4}dt=\ln(e^{-\sigma t}+A_4)^{-\frac{2aC_1}{\sigma}}.$$

Обозначим $J=\frac{aA_2}{\sigma T}\int u^{-1}(1+A_4u)^{\frac{A_6}{\sigma}}du.$ J содержит биномиальный дифференциал типа

$$x^m(a+bx^n)^p\,dx.$$

Здесь $m=-1;\ n=1;\ p=\frac{A_6}{\sigma};\ a=1;\ b=A_4.$ За счет выбора σ придадим значению $p=\frac{A_6}{\sigma}$ сначала целые значения: $\frac{A_6}{\sigma}=1,2,3.$

Соответственно будем иметь

$$\sigma_1=A_6;\ \sigma_2=\frac{A_6}{2};\ \sigma_3=\frac{A_6}{3}\ \text{и}\ J_1=\frac{aA_2}{A_6T}\int\frac{1+A_4u}{u}du=\frac{aA_2}{A_6T}\{\ln u+A_4u\},$$

$$J_2=\frac{2aA_2}{A_6T}\int\frac{(1+A_4u)^2}{u}du=\frac{2aA_2}{A_6T}\left\{\ln u+2A_4u+\frac{A_4}{2}u^2\right\},$$

$$J_3=\frac{3aA_2}{A_6T}\left\{\ln u+3A_4^2u+\frac{3}{2}A_4u^2+\frac{1}{3}A_4^3u^3\right\}.$$

Теперь выберем $p=\frac{A_6}{\sigma}$ в виде дробных значений

$$\frac{A_6}{\sigma}=\frac{1}{2},\frac{1}{3},\ \text{т.е}\ \sigma=2A_6,\ \sigma=3A_6,\quad J_{\frac{1}{2}}=\frac{aA_2}{2A_6T}\int u^{-1}(1+A_4u)^{\frac{1}{2}}du$$

.

В этом интеграле сделаем замену

$$\varsigma^2=1+A_4u,\ u=\frac{\varsigma^2-1}{A_4},\ du=\frac{2\varsigma d\varsigma}{A_4},$$

$$J_{\frac{1}{2}}=\frac{aA_2}{2A_6T}\int\frac{A_4}{J^2-1}\varsigma\frac{2\varsigma d\varsigma}{A_4}=\frac{aA_2}{A_6T}\int\frac{J^2d\varsigma}{J^2-1}=\frac{aA_2}{A_6T}\left[\varsigma+\ln\left(\frac{\varsigma-1}{\varsigma+1}\right)^{\frac{1}{2}}\right]=$$

$$=\frac{aA_2}{A_6T}\left[\sqrt{1+A_4u}+\ln\sqrt{\frac{\sqrt{1+A_4u}-1}{\sqrt{1+A_4u}+1}}\right]=\frac{aA_2}{A_6T}\left[\sqrt{1+A_4u}+\ln\frac{\sqrt{1+A_4u}-1}{\sqrt{A_4u}}\right]=$$

$$=\frac{aA_2}{A_6T}\left[e^{A_6t}\sqrt{A_4+e^{-2A_6t}}+\ln\frac{e^{A_6t}\sqrt{A_4+e^{-2A_6t}}-1}{e^{A_6t}\sqrt{A_4}}\right],$$

ISSN 3030-3907

$$J_{\frac{1}{3}} = \frac{aA_2}{3A_6T}\int u^{-1}(1+A_4u)^{\frac{1}{3}}du,$$

$$v^3 = 1+A_4u,\ 3v^2dv = A_4du,\ u = \frac{v^3-1}{A_4},$$

$$J_{\frac{1}{3}} = \frac{aA_2}{3A_6T}\int \frac{A_4}{v^3-1}\frac{v}{A_4}u^{-1}\left(3v^2\right)dv = \frac{aA_2}{3A_6T}\int\frac{v^3dv}{v^3-1} = \frac{aA_2}{A_6T}\left\{v+\int\frac{v^3dv}{v^3-1}\right\},$$

$$\frac{1}{v^3-1} = \frac{A}{v-1}+\frac{Bv+C}{v^2+v+1},\ \frac{1}{(v-1)(v^2+v+1)} = \frac{A}{v-1}+\frac{Bv+C}{v^2+v+1},$$

$$Av^2+Av+A+Bv^2+Cv-Bv-C=0, A+B=0,$$

$$A-B+C=0,\ A-C=1,\ 2A+C=0,\ C=A-1,\ 2A+A-1=0,$$

$$A=\frac{1}{3},\ C=-\frac{2}{3},\ B=-\frac{1}{3},$$

$$\frac{1}{(v-1)\left(v^2+v+1\right)} = \frac{1}{3}\left\{\frac{1}{v-1}-\frac{v+2}{v^2+v+1}\right\} = \frac{1}{3}\left\{\frac{1}{v-1}-\frac{1}{2}\frac{2v+1+3}{v^2+v+1}\right\}$$

$$\int\frac{v^3dv}{v^3-1} = \frac{1}{3}\left\{\ln(v-1)-\frac{1}{2}\ln\left[v^2+v+1\right]-\frac{3}{2}\int\frac{dv}{\left(v+\frac{1}{2}\right)^2+\frac{3}{4}}\right\}$$

$$J_{\frac{1}{3}} = \frac{aA_2}{A_6T}\left\{\frac{1}{3}\ln(v-1)-\frac{1}{2}\ln\left[v^2+v+1\right]-\frac{1}{\sqrt{3}}arctg\frac{2\left(v+\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{3}}\right\} =$$

$$= \frac{aA_2}{A_6T}v+\frac{aA_2}{3A_6T}\ln\frac{v-1}{\sqrt{v^2+v+1}}-\frac{aA_2}{3A_6T}arctg\frac{2\left(v+\frac{1}{2}\right)}{\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{aA_2}{A_6T}\sqrt[3]{1+A_4u}+\frac{aA_2}{3A_6T}\ln\frac{\sqrt[3]{1+A_4u}-1}{\sqrt{(1+A_4u)^{\frac{2}{3}}+(1+A_4u)^{\frac{1}{3}}+1}}-$$

$$-\frac{aA_2}{\sqrt{3}A_6T}arctg\frac{2\sqrt[3]{1+A_4u}-1}{\sqrt{3}} =$$

$$= \frac{aA_2}{A_6T}\left\{\sqrt[3]{1+A_4e^{3A_6t}}+\frac{1}{3}\ln\frac{\sqrt[3]{1+A_4e^{3A_6t}}-1}{\sqrt{\left(1+A_4e^{3A_6t}\right)^{\frac{2}{3}}+\left(1+A_4e^{3A_6t}\right)^{\frac{1}{3}}+1}}-\frac{1}{\sqrt{3}}arctg\frac{2\sqrt[3]{1+A_4e^{3A_6t}}+1}{\sqrt{3}}\right\}.$$

ISSN 3030-3907

Для всех указанных значениях $\sigma_i : A_6; \frac{A_6}{2}; \frac{A_6}{3}; 2A_6; 3A_6$ решение принимает вид

$$h(x,t) = e^{-\sigma_i t}\left[\left[\frac{C_1 e^{-A_6 t}}{\left(e^{-\sigma_i t}+A_4\right)^{1+\frac{A_6}{\sigma_i}}}(L-x)^2 + \frac{C_2 e^{-A_6 t}}{\left(e^{-\sigma_i t}+A_4\right)^{1+\frac{A_6}{\sigma_i}}} + \ln\left(e^{-\sigma_i t}+A_4\right)^{-\frac{2aC_1}{\sigma_i}} + J_j(t)\right], \quad (19)$$

где $J_j : J_1, J_2, J_3, J_{\frac{1}{2}}, J_{\frac{1}{3}}$.

Значения C_1 и C_2 определяются из начальных условий при $t = 0$. Допустим известны значения $y(0,0) = y_\Gamma - y(L,0) = y_{\text{мд}}$. Тогда для нахождения произвольных констант будем иметь систему

$$\left.\begin{aligned} y_\Gamma &= \frac{C_1 L^2}{A_4^1 + \frac{A_6}{\sigma_i}} + \frac{C_2 L^2}{A_4^1 + \frac{A_6}{\sigma_i}} - \frac{2C_1}{\sigma_i}\ln A_4 + J_j(0), \\ y_{\text{мд}} &= \frac{C_2}{A_4^1 + \frac{A_6}{\sigma_i}} - \frac{2aC_1}{\sigma_i}\ln A_4 + J_j(0). \end{aligned}\right\} \quad (20)$$

Вычитая из второго уравнения (20) первое, найдем

$$c_1 = \left(y_{\text{мд}} - y_\Gamma\right)\frac{A_4^{1+\frac{A_6}{\sigma_i}}}{L^2},$$

а из второго уравнения той же система находим

$$c_2 = \left[y_{\text{мд}} + \frac{2a}{\sigma_i}\left(y_{\text{мд}} - y_\Gamma\right)\frac{A_4^{1+\frac{A_6}{\sigma_i}}}{L^2} - J_j(0)\right]A_4^{1+\frac{A_6}{\sigma_i}}.$$

После подстановки значений c_1 и c_2 в уравнение (19), найдена формула по какому закону необходимо управлять уровнем на галерее, чтобы приведенное решения было решением системы (1)

$$h_\Gamma = h(0,t) = e^{-\sigma_i t}\left[\frac{c_1 L^2 e^{-A_6 t}}{\left(e^{-\sigma_i t}+A_4\right)} + \frac{c_2 e^{-A_6 t}}{\left(e^{-\sigma_i t}+A_4\right)^{1+A_6/\sigma_i}} + \ln\left(e^{-\sigma_i t}+A_4\right)^{-\frac{2aC_1}{\sigma_i}} + J_j(t)\right].$$

Выводы: В итоге разработана математическая модель процесса массопереноса в двухслойной системе и получено аналитическое решение

ISSN 3030-3907

поставленной задачи, где учтен закон, необходимый для управления уровнем на галерее скважин, благодаря чему можно изолировать область распространения загрязняющих веществ в водоносных слоях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Abutaliyev F.B., Baklushin M.B., Karimberdiyeva S. Kodirov K. About modeling acceptance of the decision in some problems of the analysis and management of ecological process// World Conferensece on Intelligent Sustems for Industrial Automation: –Tashkent, –2000. –P. 290-294.
2. Hantush M.S. Flow to wells in aquiferr separated by a semipervies layer// J/Geophys. Res. –1967, 72. -№6, -p.1709-1719.
3. Абуталиев Ф.Б. Решение задач неустановившейся фильтрации. –Ташкент: Фан, 1972. –208 с.
4. Баклушин М.Б., Кодиров К.Р. Способ управления напором галерей скважин при нахождений уровня подземных вод со свободной поверхностью // Проблемы информатики и энергетики. –2009. –№1. –С. 31-35.
5. Кашеваров А.А. Итерационные алгоритмы решения задач взаимосвязи фильтрационных и русловых потоков. В сб.:Математическое моделирование гидрогеологических процессов/ Ин-т гидродинамики СО АН СССР, Новосибирск, 1984, с.86-93.
6. Кодиров К.Р. Образование изолированной области в двухслойной среде с целью охраны окружающей среды // Инновация-2002: материалы междунар. науч. конф. –Ташкент, 2002. –С.283-284.
7. Лаврентьев М.А., Шабат Б.В. Методы теории функции комплексного переменного. –М.: Наука, 1965. –716 с.
8. Маскет М. (1949) Течение однородных жидкостей в пористых среде (пер. с анг.). М.-Л., Гостоптехиздат, 628 с.
9. Олейник А.Я. Фильтрационные расчеты вертикального дренажа. –Киев: науково думка, 1978. –202 с.
10. Полубариново-Кочина П.Я. Теория движения грунтовых вод. –М.: Наука, 1977. –664 с.
11. Равшанов Н., Кодиров К., Нурмаматов Б.А. Математикческая модель неустановившейся фильтрации жидкости в трехслойном ограниченном пласте и ее аналитическое решение // Проблемы вычислительной и прикладной математики. –2023. –№6(53). –С. 23-37.
12. Самарский А.А. Математическое моделирование и вычислительный эксперимент// Вестник АН СССР. –1979. -№5. –С. 38-49.
13. Фрид Ж. Загрязнение подземных вод. М.: Недра 1981, 304 с.

ISSN 3030-3907

14. Хантуш М.С. Новое в теории перетекания// Вопросы гидрогеологических расчетов. –М., «Мир», 1964. –С.43-60.
15. Чарный И.А. Основы подземной гидродинамики// -М.: 1964. –260 с.
16. Шестаков В.М. (1973) Динамика подземных вод. Моск. ун-т, 327 с.

ISSN 3030-3907

УДК 550.34

ШАҲАР ҲУДУДЛАРИ УЧУН ГРУНТЛАРНИНГ СЕЙСМИК ХУСУСИЯТЛАРИНИ БАҲОЛАШДА МИКРОСЕЙСМИК ТАДҚИҚОТЛАР

Рахматов Асилбек

PhD, доктор философии по физико-математическим наукам,
Институт сейсмологии АН РУз, Ташкент, Узбекистан
E-mail: asilbekraxmatov3@gmail.com,
https://orcid.org/0009-0003-3065-1824.

Аннотация. Тадқиқод бухоро шахрида олиб борилди, грутларнинг сейсмик холатини бахолаш ва грутларни категорияларга ажратиш грутларнинг 30 метр чўқўрликда тарқалган ўртача тезлиглари хисобланган. Биз грутларнинг ўртача Vs30 тезликларини топишда қулай усулдан фойдаланилди. Сейсмограммани талқин қилишда Накамура усулидан фойдаланилади. Микросейсмик ўлчовлар 44та нўқтада 20 минутлик запислар ёзиб олинди. Олинган запислар geopsy ва dinver дастурларида қайта ишланди. Хисобланган натижалар асосида бухоро шахри учун Vs30 харитаси тузилди.

Калит сўзлар: сейсмик, грунт, микросейсмик, geopsy, dinver.

Аннотация. Исследования проводились в городе Бухаре, где оценивалось сейсмическое состояние грунтовых условий и рассчитывались средние скорости на глубине до 30 метров. Где использовался простой метод для определения скоростей Vs30. Для интерпретации сейсмограмм использовался метод Накамуры. Измерение микросейсмических коллебаний проводились в 44 точках с записями по 20 минут. Полученные записи обрабатывались в программах Geopsy и Dinver. По результатам расчетов была создана карта скоростей Vs30 для города Бухары.

Ключевые слова: сейсмика, грунт, микросейсмика, geopsy, dinver.

Abstract. The research was carried out in the city of Bukhara, the seismic condition of the groins was evaluated and the average velocities of the groins at a depth of 30 meters were calculated. We used a convenient method to find the average Vs30 velocities of the groats. Seismogram interpretation uses the Nakamura method. Microseismic measurements were recorded at 44 points for 20 minutes. The received records were processed in geopsy and dinver programs. Based on the calculated results, a Vs30 map was created for the city of Bukhara.

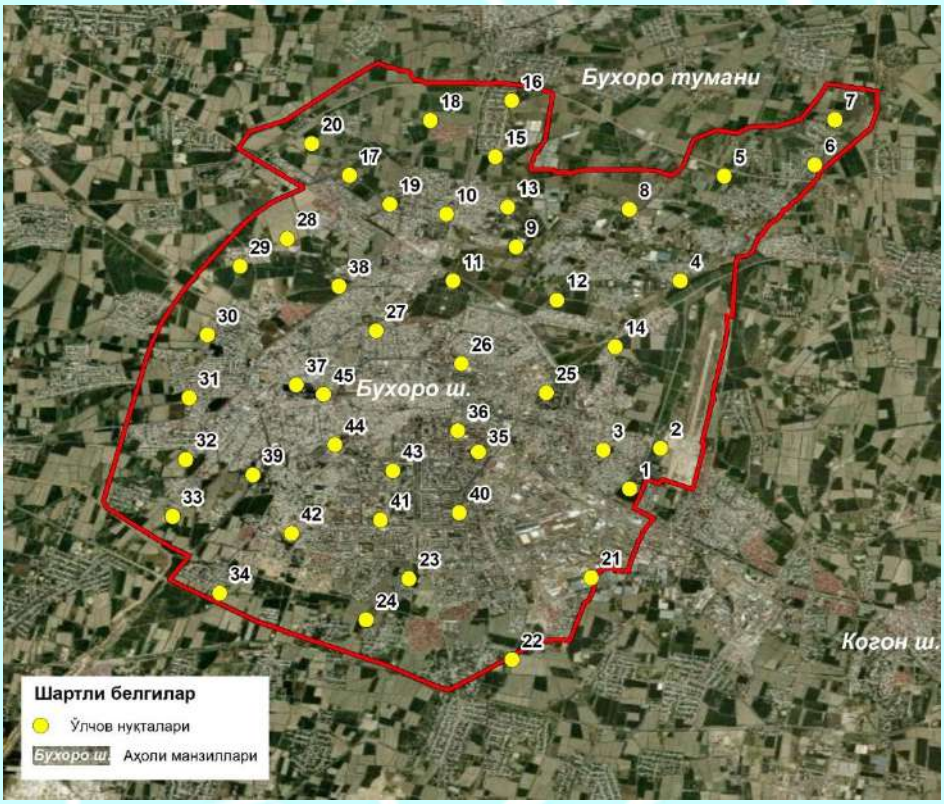
Keywords: seismic, grunt, microseismic, geopsy, dinver.

Кириш.

Бухоро шахрининг заменини ўганиш учун микросейсмик усулидан фойдаланилди. Биламизкей шахар жоларда биноларнинг зич жойлашуви техникаларнинг узлуксиз харакати ва бошқа бир қанча омиллар сабабли

ISSN 3030-3907

грутларнинг чўқўрлик бўйича тарқалиш тезликларини аниқлаш бир мунча қийин чиликлар яратади. Микросейсмик усул шахрда ишлашда бир мунча қулайликлар беради, ўлчовлар учун кичик майдон кифоя қилади.



Расм-1 Бухоро шаҳрининг инструментал тадқиқотлар жойлашувининг схематик харитаси

Шахар грунт тебранишларидаги микросейсмик тўлқинларни ўлчаш учун «Guralp» сейсмометри ишлатилди. Бу сейсмометр бир вақтнинг ўзида грунт динамикасининг азимутал ва вертикал қисмларини ёзиб оладиган рақамли уч компонентли сейсмометр ҳисобланади.[1]



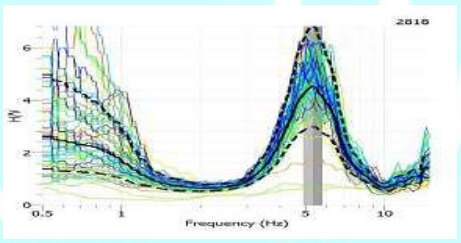
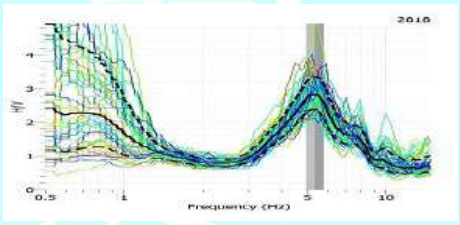
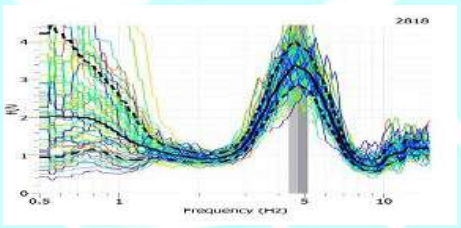
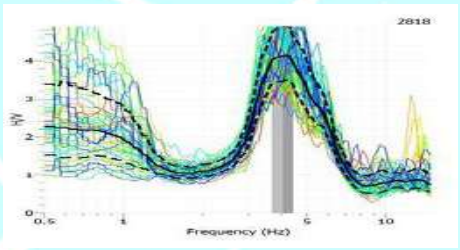
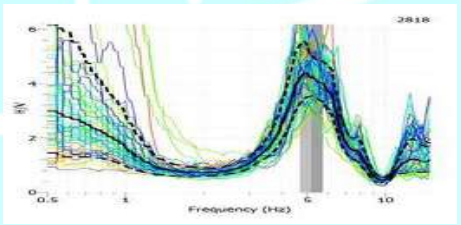
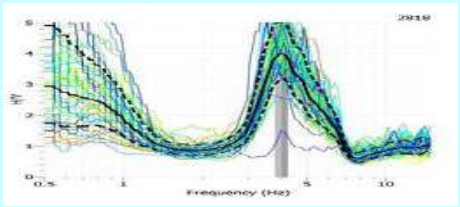
Расм-2. «Guralp» сейсмометри

Шахар грунт ҳолатини таҳлил қилиш учун ўлчов нуқталари белгилаб олинади. Шахарда жами 44 та нуқтада ўлчов ишлари олиб борилди. Сейсмометрик ўлчов ишларини олиб боришда сейсмометр шимол томонга йўналтирилиб, горизонтал ҳолатга келтирилади. Ҳар бир ўлчов давомийлиги 30 дақиқа бўлиши талаб қилинади. Сейсмометр ёрдамида сейсмик тебранишларнинг 3 компоненти (x, y, z) ёзиб олинади (2-расм).

Олинган сейсмограммаларда грунтнинг тебраниши кўрсатилади. Сейсмограммани талқин қилишда Накамура усулидан фойдаланилади. Кўпчилик тадқиқотчилар томонидан асос сифатида қабул қилинган H/V нисбат орқали тўлқин табиатини тушунтириш қуйидагича ифодаланади: -

ISSN 3030-3907

микросейсмик шовқин асосан сирт тўлқинларидан иборат (шунинг учун вертикал компонент асосан Релей тўлқинига мос келади); - Релей тўлқинларининг эллипс H/V нисбати тадқиқотларнинг муайян чуқурлигига мос келадиган f частотаси билан фарқ қилади. Накамура усули микросейсмик тебранишларнинг горизонтал ва вертикал компоненти H/V нисбатлари спектрига асосланган бўлиб, улар геологик қатламнинг бутун қалинлиги учун амплитуда-частота характеристикасини аналогини ифодалайди.[3.4]

<table>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ўлчов нўқтаси № 1</td><td>Ўлчов нўқтаси №2</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ўлчов нўқтаси №3</td><td>Ўлчов нўқтаси №4</td></tr>
<tr><td></td><td></td></tr>
<tr><td>Ўлчов нўқтаси №5</td><td>Ўлчов нўқтаси №6</td></tr>
</table>

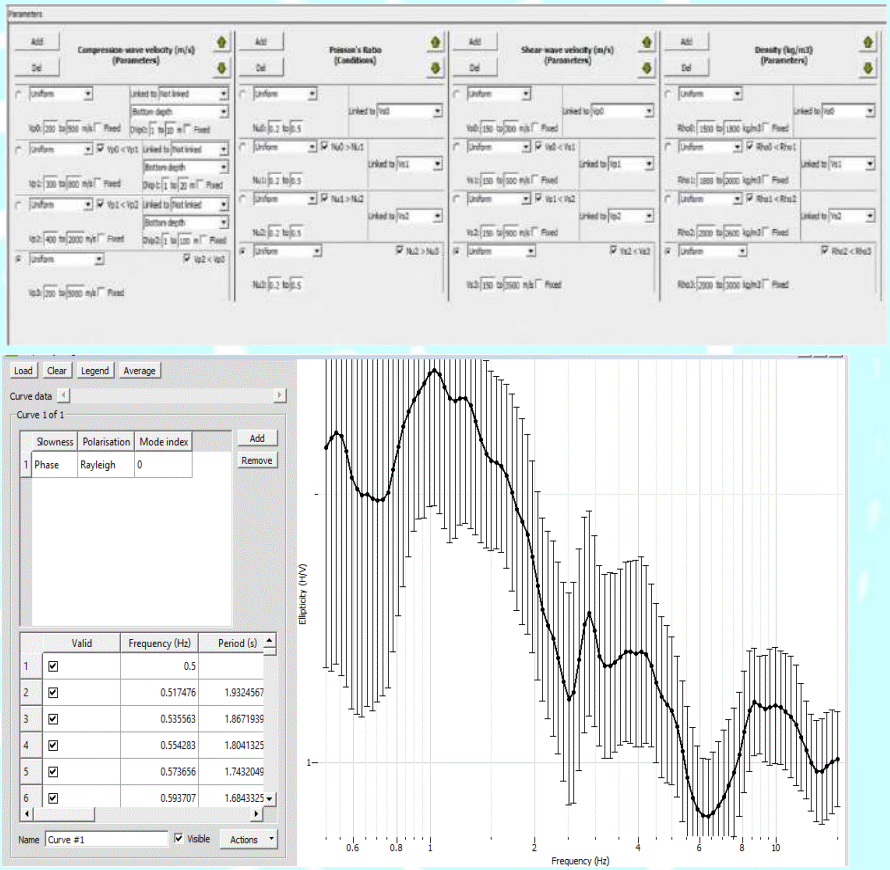
Расм-3. Спектры HVSR

Сейсмограммани қайта ишлашда турли халақт қилувчи тўлқин (сейсмик шовқин) лар олиб ташланади. Бу табиий тебранишни тўлқин параметрларини (f_0, A_0) ажратишга ёрдам беради.

Бу ерда: A_g – грунт тебранишларининг H/V (*горизонтал ва вертикал тебранишлар*) нисбати, f_0 – грунт резонанс частотаси.[5]

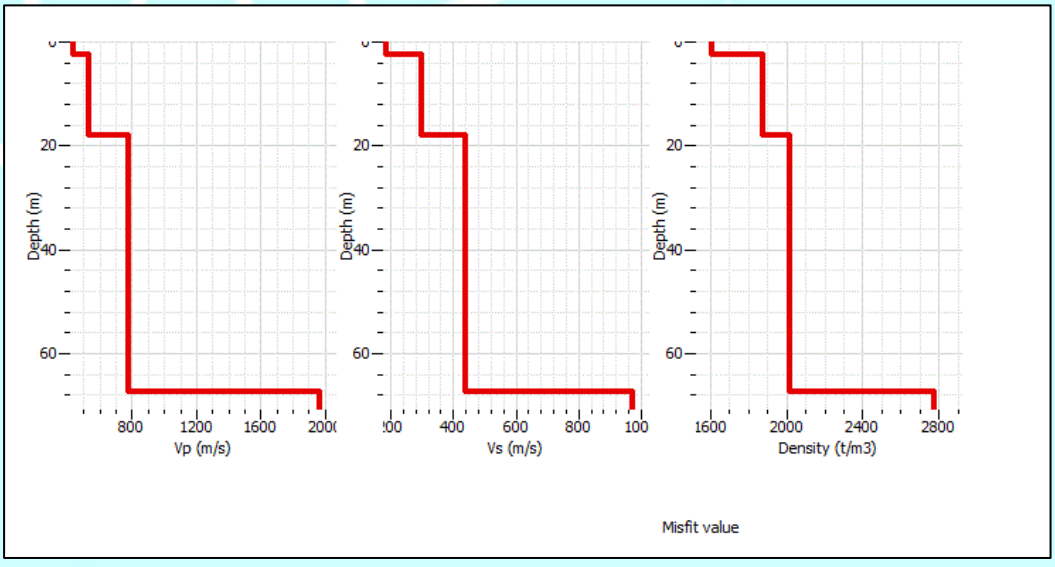
Микросеймик ўлчовлар маълумотларини (dinver) дастури ёрдамида қайта ишлаш

ISSN 3030-3907



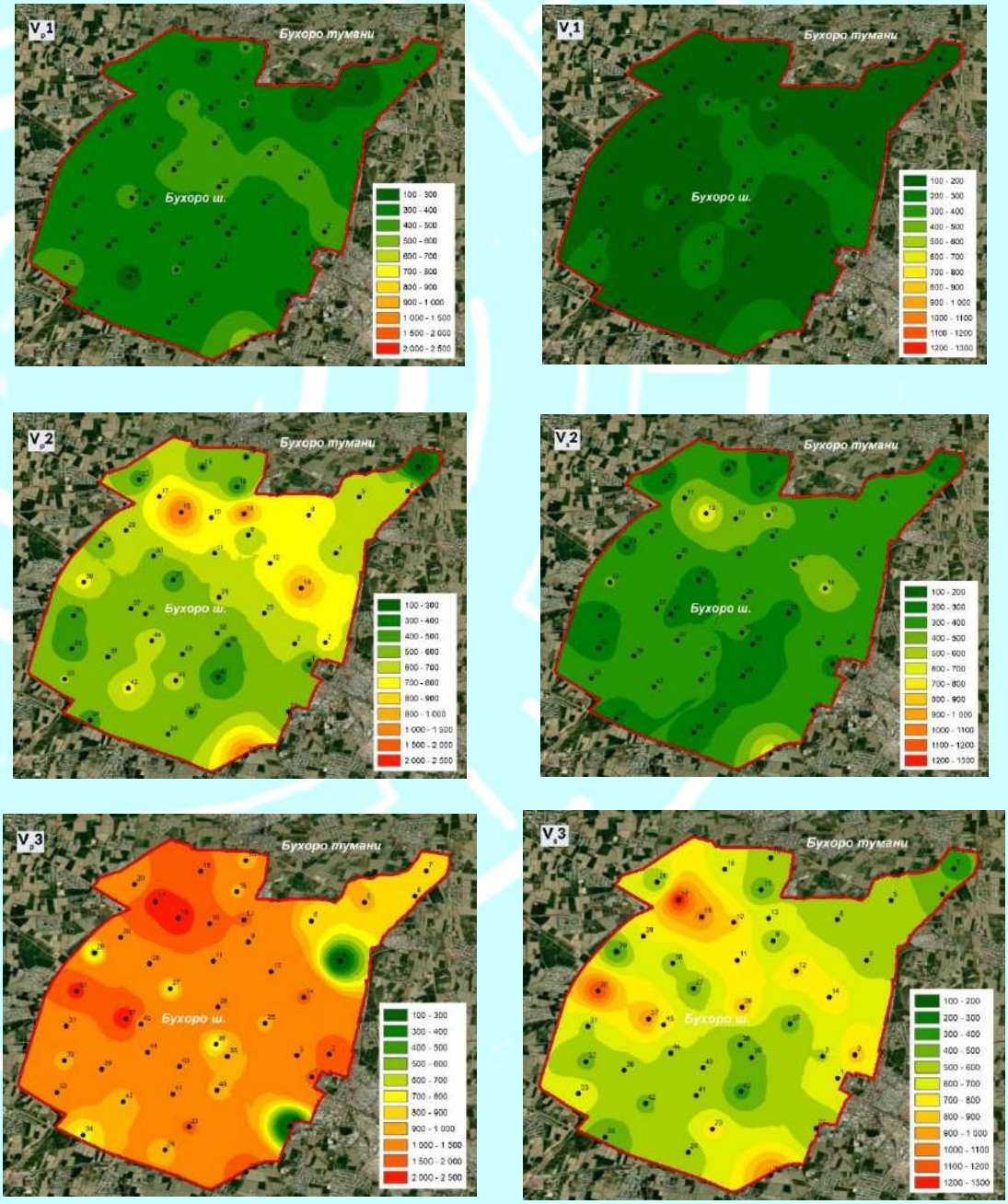
Расм-4. Параметрлар ойнаси

Параметрлар ойнасига чўкинди қатламларнинг ўртача тезлик ва зичликлари киритлади.



Расм-5. Чуқурлик буйича кўндаланг ва бўйлама тўлқинларнинг тезлиги

ISSN 3030-3907



Расм-6 кўндаланг ва бўйлама тўлқин тезликларини чуқурлик буйича тарқалишини сейсмик қатламларга ажратилган.

Бухоро шаҳрининг шимоли-Шарқий қисмида тўртламчи чўкинди қатламларининг қалинлиги максимал қийматга етган. Бизнинг instrumental тадқиқотларимиз буни тасдиқлайди, чунки H/V спектрларининг тебраниш амплитудалари қийматларини бир-биридан фарқланади. Шаҳарнинг жануби-ғарбий қисмига қараб, шағал-қумтошли ер юзасига яқин жойлашган. Маълумки, шағал-қум тоғжинслари грунтларнинг сейсмик хусусиятларига кўра 2-тоифага киради. Бу ўз-ўзидан грутларнинг тарқалиш майдонларида сейсмик тўлқинларнинг тезлиги қийматлари кичик қийматлар кузатилди. Бундан ташқари, шаҳарнинг Марказий қисмида, яъни ески шаҳарда тушалма грунтлар енг кўп учрайди, баъзи жойларда тушалма грунтларнинг қалинлиги

ISSN 3030-3907

20 м га етади. Чунки тушалма грунтларнинг сейсмик жиҳатдан заиф грунтлар тоифасига киради. Бу ерда кўриш мумкинкий грунтларнинг амплитудаси H/V спектрларининг тебранишлари катта қийматларга ега. Микросейсмик ўлчовлар олинган маьлумотларни қайта ишлаб, бўйлама ва кўндаланг тўлқинларнинг 2Д куринишдаги чуқурлик буйича тарқалган тезликлар модели тузилди.

2Д модел бўйлама ва кўндаланг тезликларнинг чуқурлик бўйича тарқалишини учта сейсмик қатламга ажратилган. Бу модел орқали грутларнинг ўртача тезликларини аниқлаш мумкин. Аниқланган ўртача теликлардан грунт ларнинг сейсмик холатини бохолаш мумкин бўлади.[2.6]

Таблица-1

№	$H_{1(м)}$	V_{p1}(м/с)	Vs(м/с)1	$H_{2(м)}$	V_{p2}(м/с)	Vs2(м/с)	$H_{3(м)}$	Vp3(м/с)	Vs3(м/с)
1	-2,4	320	155	-14,5	460	265	-100	1560	683
2	-8,4	470	280	-18	741	400	-94	1866	836
3	-2,6	370	165	-16,2	676	385	-33,6	1015	590
4	-6	316	185	-18,5	625	355	-44,8	150	565
5	-8,3	280	162	-9	676	355	-27	911	525
6	-1,6	300	155	-16,3	695	380	-30,1	800	480
7	-5	305	165	-10	192	252	-69	810	362
8	-7,4	246	150	-10,4	780	365	-83	832	507
9	-7,6	270	160	-9	597	357	-78	1032	504
10	-5	400	210	-21,8	770	462	-100	1836	820
11	-1,8	452	232	-16,6	693	392	-50	1305	802
12	-3	470	237	-12	700	401	-35	1350	820
13	-7	410	210	-26,6	1060	524	-100	1590	682
14	-3,3	470	217	-14,9	1010	520	-44,8	1556	761
15	-4	304	152	-9	402	230	-71	895	396
16	-3	410	160	-11	495	222	-94,5	915	520
17	-1,2	370	175	-25	800	480	-100	2400	1275
18	-2,5	280	150	-13,2	482	280	-100	1700	637
19	-4	452	213	-24	1247	700	-100	2650	1025
20	-5,7	320	180	-8,5	450	200	-87	995	485
21	-5,7	270	150	-9,7	510	320	-83	81,5	500
22	-7,5	560	325	-27	1090	640	-100	1815	1030
23	-3	370	180	-13,3	490	290	-84	1580	750
24	-3,6	370	175	-15,8	505	275	-29	900	550
25	-5	320	150	-13	620	250	-100	950	455
26	-5,2	425	212	-10,3	610	340	-100	1500	860

ISSN 3030-3907

27	-2	465	160	-10,3	435	222	-19,2	770	456
28	-4,4	285	150	-15,5	620	305	-84	1440	700
29	-3	380	150	-16,5	570	285	-63	640	380
30	-1,8	370	155	-20	730	410	-100	2150	1200
31	-6	400	180	-14	450	250	-100	1135	580
32	-3	370	205	-9	430	250	-25	933	460
33	-3,5	470	215	-14,2	605	385	-25	1100	690
34	-7,7	350	180	-13	480	250	-76	760	420
35	-3	380	160	-12,6	450	210	-92	950	480
36	-5,5	350	215	-12,3	600	330	-30	725	430
37	-5,3	450	230	-19	590	360	-100	2500	1000
38	-2,3	335	150	-13,3	580	350	-30	1040	540
39	-4	310	175	-18	520	340	-30	1050	515
40	-2	300	160	-8,4	360	210	-30	960	360
41	-5,4	405	250	-8	630	320	-30	1100	560
42	-5,7	260	155	-11	720	335	-70	890	480
43	-3	380	215	-15	515	325	-30	1270	600
44	-2,3	390	200	-16	675	320	-37	1150	575
45	-2,5	295	155	-12,5	500	256	-76	1285	700

Хулоса: Микросейсмик тадқиқотлар шуни кўрсатдики, қалинлиги (1,6-8,4) м ораликда бўйлама тўлқин тезликлари 246 м/с дан 560 м/с гача тарқалади ва кўндаланг тўлқин тезликлари эса 150 м/с дан 280 м гача ўзгариб туради. Грунт зичлигларда кичик ўзгаришлар қайд етилди. Иккинчи қатлам қалинлиги (1,6-20) м дан, иккинчи қатламнинг тўлқин тезлиги 265 м/с дан 1247 м/с гача ўзгаради ва кўндаланг тўлқин тезлиги 210 м/с дан 700 м/с ораликда. Учинчи қатламнинг қалинлиги (27-100) м. Ораликда ўзгарган, тезликларнинг максимал қийматлари 2650 м/с га ва кўндаланг тўлқиннинг тезлиги 1275 м/с га ўзгаради. сейсмометрик ўлчовлар натижасида жинсларнинг табиий тебранишлари аниқланди ва сейсмик тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги табиий тебранишлар спектри асосида ҳисоблаб чиқилди. Грутларнинг катламларга ажратишда сейсмик тўлқинларнинг тарқалиш тезлиги асосида тузилган.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ибрагимов А.Х., Алимухамедов И.М. Экспериментальное обоснование возможности использования метода Накамуры (HVSR) при решении задач сейсмического, микрорайонирования. // Проблемы сейсмологии в Узбекистане. Ташкент. 2016.

2. Рахматов А. Р. Алимов Б.Г. Оценка сейсмического воздействия с учетом грунтовых условий исторических памятников (на примере рельефа)

ISSN 3030-3907

3. Использованные приложения GEOPSY, (H/V Nakamura’s ratio), dinver,Waves.
4. Nakamura, Y.: A Method for Dynamic Characteristics Estimation of Subsurface using
Microtremor on the Ground Surface, Quarterly Report of RTRI, Vol.30, No.1, pp.25-33, 1989.
5. Nakamura Y. (2000), Clear identification of fundamental idea of Nakamura's technique
and its applications, Proc. of the 12th World Congress on Earthquake Engineering, Auckland.
6. Раҳматов А. Мамарозиков Т. Ядигаров Э. Ибрагимов А. КОМПЛЕКСИРОВАНИЕ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ VS30. “Аҳоли ва ҳудудларнинг суйсмик хавфсизлигини таьминлашнинг долзарб муаммолари” халқаро илмий конференцияси. Тошкент-2023 йил 3-4 октябр

ISSN 3030-3907

ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНОГО ОРУДЕНЕНИЯ В МЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ГОР КУЛЬДЖУКТАУ

Хафизов Уктам Акрамович

ГУ «Институт минеральных ресурсов», ведущий специалист

E-mail: u.khafizov@mail.ru

Annotatsiya: Maqolada Markaziy Qizilqum hududida joylashgan Kuljuqtov tog‘larining quyi bo‘r yotqiziqlarida kamyob yer elementlarining ma’danlashuvini shakllantiruvchi geokimyoviy xususiyatlar va ma’dan nazorat qiluvchi omillar tahlil qilingan. Kamyob yer elementlarining asosiy konsentratorlari sifatida nurash qobig‘ining kaolinli gillari, qo‘ng‘ir temirli qumtoshlar va grafitli qatlamlar aniqlangan. Kamyob yer elementlari ma’danlashuvini nazorat qiluvchi asosiy litologik, strukturaviy, metasomatik va gipergen omillar ajratib ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: Kuljuqtov tog‘lari, geokimyoviy xususiyatlar, nurash qobig‘i, kamyob yer elementlari, ma’danlashuvni nazorat qiluvchi omillar.

Аннотация: В статье рассмотрены геохимические особенности и рудоконтролирующие факторы формирования редкоземельного оруденения в нижнемеловых отложениях гор Кульджуктау (Центральные Кызылкумы). Установлены основные концентраторы редкоземельных элементов, приуроченные к каолиновым глинам коры выветривания, бурожелезняковым песчаникам и графитсодержащим горизонтам. Выделены ключевые литологические, структурные, метасоматические и гипергенные факторы, контролирующие локализацию редкоземельного оруденения.

Ключевые слова: Горы Кульджуктау, геохимические особенности, кора выветривания, редкоземельные элементы, рудоконтролирующие факторы.

Abstract: The article examines the geochemical characteristics and ore-controlling factors of rare earth elements (REE) mineralization in the Lower Cretaceous deposits of the Kuldzhuktau Mountains (Central Kyzylkum). The main REE concentrators are identified as kaolinite clays of the weathering crust, ferruginous sandstones, and graphite-bearing horizons. The key lithological, structural, metasomatic, and supergene factors controlling the localization of REE mineralization are determined.

Key words: Kuldzhuktau Mountains, geochemical characteristics, the weathering crust, rare earth elements, factors controlling the localization.

Введение.

В мировой практике, в связи с тенденцией повышения потребности редкоземельных элементов, прогнозирование нетрадиционных типов оруденения имеет особо важное значение. В развитых странах мира за

последние годы усилились геологоразведочные работы по выявлению новых месторождений редкоземельных элементов. В этом аспекте исследования по повышению эффективности выявления оруденения в меловых отложениях, с использованием современных прогнозно-поисковых и аналитических методов послужат повышению перспектив имеющихся проявлений и развитию их минерально-сырьевой базы.

Основной целью исследований является изучение геолого-генетических особенностей и условия размещения редкоземельного оруденения в меловых отложениях хр.Кульджуктау, совершенствование существующих и установление новых факторов комплексного оруденения.

Район гор Кульджуктау (Центральные Кызылкумы) относится к зонам развития **критически важных видов сырья** – в пределах узла установлены проявления вольфрама, урана, золота, графита и редкоземельных элементов (REE). Современные оценки минерально-сырьевого потенциала подчёркивают наличие перспектив на REE, тесно связанных как с коренными палеозойскими интрузивами, так и с мезозойским чехлом.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ.

В исследованиях применялись традиционные методы, включающие комплекс полевых наблюдений (геологические маршруты, описание точек детальных наблюдений, изучение рудопроявлений и аномалий, составление литологических, минералогических и структурных разрезов, отбор проб, геологическая документация и др.), современные высокоточные аналитические определения (масс-спектрометром ICP MS, оптико-эмиссионнный анализ), а также теоретического обобщения собранных геологических материалов.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ.

По данным комплексных геолого-геохимических исследований, главными концентраторами REE в нижнемеловых отложениях Кульджуктау выявлены: каолиновые глины выветрелого профиля, горизонты бурожелезняковых песчаников, зоны тонкодисперсного графита в коре выветривания. В альбских прибрежно-мелководных свитах (джаманъярская, узункудукская, шурукская) отмечены повышенные содержания как лёгких (La–Sm), так и тяжёлых (Yb, Lu) лантаноидов, при общей цериевой специализации редкоземельной минерализации. [7]

Источник вещества для REE минерализации Кульджуктау связан с метасоматически переработанными интрузивами палеозойского возраста (гранитоиды, габброиды, субщелочные породные серии), вскрываемыми в ядрах структур и на флангах разломных зон. [1, 2] В составе этих интрузивов и сопутствующих им контактово-метасоматических зон отмечены

ISSN 3030-3907

следующие акцессорные минералы-носители REE (в основном по аналогии с типичными фациями Центральноазиатского орогенного пояса и по данным региональных исследований): **монацит-(Ce)** – основной носитель лёгких лантаноидов; **бастнезит-(Ce)** и другие карбонатофторы РЗЭ; **алланит-(Ce)** (эпидотовый ряд) с повышенными содержаниями Ce–La–Nd; **ксенотим-(Y)** – концентратор тяжелых лантаноидов и Y; **редкоземельный фторапатит**, обогащённый элементами цериевой группы; акцессорные **циркон**, **титанит (сфен)**, локально обогащённые REE.[4,7]

Эти минералы в значительной степени участвуют в формировании скрытой редкоземельной специализации ряда интрузивов и контактовых зон, однако в современном выветрелом профиле проявляются преимущественно через продукты разрушения и вторичную миграцию REE.

Наиболее детально формы нахождения REE изучены в нижнемеловых (альбских) отложениях южных предгорий Кульджуктау (Аяк-Гужумды, Шурук). По результатам масс-спектрометрического анализа (ICP-MS) установлено, что максимальные концентрации суммарных РЗЭ приурочены к: пёстроокрашенным глинам прибрежно-морской фации; ожелезнённым песчаникам и гравелитам с высоким содержанием Fe_2O_3; тонкодисперсным графитсодержащим интервалам выветрелого профиля.

Минералогически REE в этих толщах представлены преимущественно сорбированными формами на поверхности такими ка каолинит, монтмориллонит, галлуазит, смешанно-слойных гидрослюд, а также комплексированными с тонкодисперсным углеродистым веществом (графитом). Исследования показали, что в зонах развития графитовой коры выветривания наблюдается дополнительное обогащение Nd, La, Y и других лантаноидов за счёт сорбции на поверхности углеродистых частиц.

В горизонтах бурожелезняковых песчаников REE фиксируются как в сорбированном состоянии на железооксидных плёнках, так и в виде тонкодисперсных фосфатных и карбонатных фаз (криптокристаллические фосфаты РЗЭ, обогащённые элементами цериевой подгруппы). [4, 6, 7]

Материалы по альбским свитам (джаманъярской, узункудукской и шурукской) свидетельствуют о вертикальной и фациальной дифференциации распределения лантаноидов. В разрезах прибрежно-мелководной фации, сложенных переслаиванием глин и ожелезнённых песчаников, отмечаются: преобладание цериевой группы (La, Ce, Nd, Sm) в интервалах глинистых толщ.

Относительное обогащение иттриевой (тяжёлой) группы (Dy, Yb, Lu и др.) в ожелезнённых песчаниках и гравелитах, где отмечены повышенные содержания Yb и связанных с ним элементов. Общая тенденция к

ISSN 3030-3907

повышению суммарного содержания REE в направлении от более глубоководных фаций к прибрежно-мелководным отражает как седиментационные, так и раннедиагенетические факторы концентрации.

РУДОКОНТРОЛИРУЮЩИЕ ФАКТОРЫ.

Кызылкумский регион является одним из ключевых объектов для изучения редкоземельной минерализации в Центральной Азии. Геологическая структура района формировалась в условиях длительной тектоно-магматической эволюции, что способствовало формированию разнотипных редкометалльных и уран-редкоземельных рудных систем.

Основными рудоконтролирующими факторами при образовании редкоземельных руд являются: литологический (источники и ловушки), зоны метасоматоза или альбитизации, структурный и процессы выветривания или редокс-перераспределения.

Литологический фактор является источником редкоземельных элементов (REE) и выполняет роль ловушки, где эти элементы концентрируются. *Породами-источниками* могут быть щелочные и ультращелочные интрузии (например, нефелиновые граниты, сиениты), карбонатиты, а также связанные с ними метасоматиты или зоны магматического распада. Эти породы часто содержат повышенные концентрации REE либо минералы, способные их аккумулировать.

Ловушка может фиксировать, удерживать или концентрировать REE - например, породы с повышенной пористостью, трещиноватостью, минералы-сорбенты (глинистые, фосфатные) либо зоны, где произошла перераспределительная концентрация.

Литологическая смена (например, переход массивной породы → трещиноватая зона → зона метасоматоза) обеспечивает выгодную архитектуру: источник → транспорт → ловушка. (рис.1)

ISSN 3030-3907

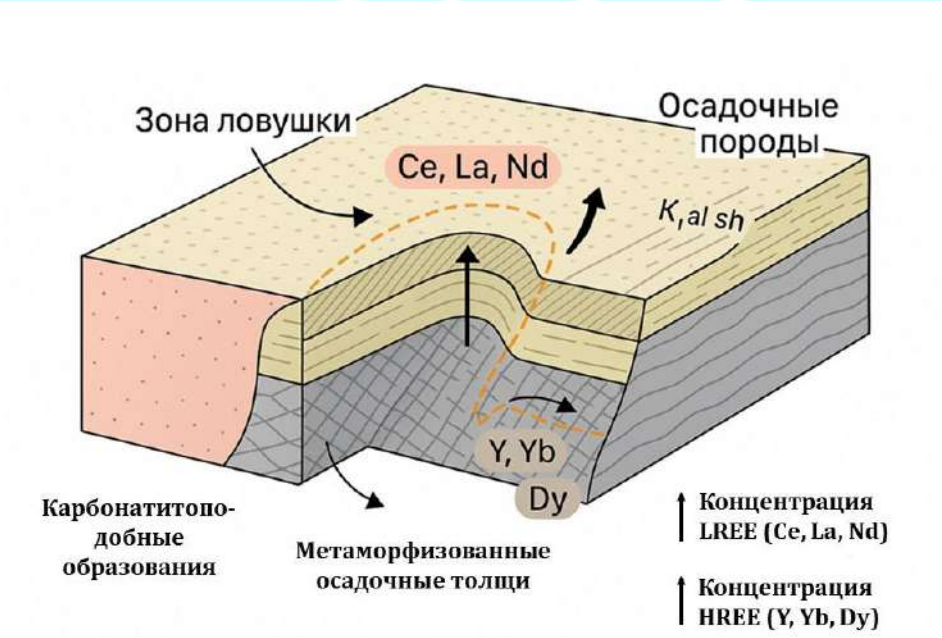


Рис. 1. Литологические факторы источников редкоземельных элементов и формирование ловушек для их концентрации [7]

Зоны метасоматоза и альбитизации. Метасоматические процессы часто выступают как **активатор** переноса REE и формируют благоприятные условия для их фиксации. Выявление зон метасоматоза (особенно с альбитизацией) - важный поисковый признак. При альбитизации (замена полевых шпатов альбитом) возрастает щелочность флюидной системы, что способствует растворению одних минералов и переносу REE-комплексов. Метасоматоз может проявляться как: флюидальные зоны Na, K, Ca-замещений, с выделением новых минералов (например, флюоритов, карбонатов, апатитов) и формированием хвостовых зон.

Структурные пути для гидротермальных флюидов (разломы, трещины, зоны разуплотнения) играют важную роль в транспортировке, переносе и фокусировки флюидов, несущих REE. Разломы и трещины создают зону повышенной проницаемости, что обеспечивает циркуляцию термальных растворов, мобильных комплексов REE.

Узлы пересечения структур (например, пересечение двух систем трещин) часто являются центрами локализации, где образуются линзообразные, куполообразные или другие по форме рудные тела.

Анализ ориентации и активности структур в районе позволяют выделить возможные “флюидные каналы” и зоны ловушек.

Процессы выветривания и редокс-перераспределения (окислительно-восстановительный процесс). В условиях аридного климата Кызылкумов развиты мощные зоны гипергенеза, приводящие к накоплению редкоземельных элементов в коре выветривания. В зоне выветривания исходных REE-минералов (например, фосфатов, карбонатов)

ISSN 3030-3907

происходит разложение и мобилизация REE-ионов, и их перенос вниз по профилю.

В зависимости от pH, Eh и наличия сорбентов (глины, Fe-Mn-гидроксиды) REE фиксируются в породе, образуя коры выветривания или ион-адсорбционные руды. Например, ион-адсорбционные редкоземельные месторождения.

В пределах Центральных и Западных Кызылкумов широко развиты нижнемеловые песчано-глинистые и карбонатные толщи, перекрывающие палеозойские метаморфиты и гранитоиды. Эти отложения подверглись длительному аридному выветриванию, что привело к формированию мощных (до 40–60м) профилей выветривания с ярко выраженной редокс-зональностью. В основу редокс-зональности положены редокс-условия.

В гипергенных условиях (ионно-сорбционные системы) наблюдается формирование мощной (до 40–60 м) коры выветривания, в которой элементы-спутники играют ключевую роль в фиксации РЗЭ: **Fe-Mn оксиды** - основные сорбенты REE^{3+}**; Al-глины**: **каолинит**, **галлуазит**, **монтмориллонит** - фиксируют LREE и HREE в ионно-обменной форме**; P** - способствует вторичному формированию REE-фосфатов в восстановительных горизонтах**; C (органическое вещество, графит)** - ключевой сорбент Y, Dy, Yb**; Mg, Ca** - участвуют в обменных реакциях, лимитирующих фиксацию REE [4, 7].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Эффективный поиск и оценка перспектив редкоземельной минерализации в условиях Кызылкумов требуют комплексного подхода, объединяющего минералогические, геохимические, структурно-геологические и картографические методы. Ниже приведён систематизированный набор практических рекомендаций, позволяющий оптимизировать последовательность поисковых работ, повысить информативность получаемых данных и минимизировать неопределённость при прогнозе рудоносности.

Минералогические исследования являются базовым элементом поисковой стратегии, формируя первичное представление о типе рудообразования, источнике вещества и условиях формирования. Включает такие виды работ, как выявление первичных и вторичных минералов-носителей, включая монацит, бастнезит, ксенотим, эвдиалит, фторапатит и др.

Полнофракционное исследование всех зерновых классов - важнейший источник информации о миграции, перераспределении и аккумуляции REE в различных геологических средах, включающее анализ всех фракций:

ISSN 3030-3907

песчаной, алевритовой, глинистой, тяжелой и магнитной, включая шлифы и концентраты; определение **LREE, HREE, Y, Sc, Th, U,** а также ключевые индикаторные отношения (La/Yb, Ce/Y, Y/Ho, Th/U).

Структурно-геологические данные играют ключевую роль в поисках REE, поскольку именно разломы, зоны трещиноватости и метасоматические ореолы контролируют миграцию флюидов и формирование ловушек.

Предложенный комплекс рекомендаций позволяет эффективно интерпретировать минералого-геохимические данные, выделять ключевые процессы (магматические, метасоматические, гипергенные) и направленно определять поисковые приоритеты. Такой подход обеспечивает высокую информативность поисковых работ и повышает вероятность выявления редкоземельной минерализации в условиях Кызылкумов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Айсанов Я.Б., Егоров А.И. Геологическое строение и основные черты минерагении палеозойских образований гор Кульджуктау. Ташкент, 1978 г. - 120 с.
2. Балашов Ю.А. Геохимия редкоземельных элементов. Москва, Наука. 1976 г. 267 с.
3. Гинзбург А.И. Геология месторождений редких элементов. Вып.3. Редкоземельные элементы и их месторождения. Москва, Госгеолтехиздат. 1959 г. 126 с.
4. Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р., Новикова И.В. Редкоземельные элементы. Геохимия, минералогия, месторождения. ГП «НИИМР», Ташкент. 2013 г. 180 с.
5. Крикунова Л.М., Захидов А.Х., Гафурбеков А.А. Геолого – промышленные типы железных руд Узбекистана. ГП «НИИМР». Ташкент. 2012 г. 100 с.
7. Турамуратов И.Б., Ежков Ю.Б., Рахимов Р.Р. Прогнозные критерии и признаки при поисках и оценке месторождений редких земель. «Геология и минеральные ресурсы». №3. 2012 г. -С.9-18.
8. Хафизов У.А., Пирназаров М.М. Геологические условия и рудоконтролирующие факторы проявления редкоземельных элементов в нижнемеловых породах хр.Кульджуктау. «Геология и минеральные ресурсы». №6. Ташкент. 2022 г. -С.66-68.

ISSN 3030-3907