ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 10

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 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.

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Физико-химические свойства эффективных антиоксидантных стабилизаторов для полимерных материалов. *Рахматов Шерзод Шухратович* *Хамроев Бехруз Комилович*	9
2	Elektron tijoratda saralash algoritmlaridan foydalanishning samaradorligi *B.U.Shomirzayev*	17
3	2-metil-3-oksopentanal benzoilgidrazonning tuzilishi *Halimova Hulkar Amin qizi*	24
4	Barqaror rivojlanish yo‘lidagi hamkorlik global va milliy sheriklik *Ibragimov Baxromjon Ismoilovich*	32
5	Orolbo‘yi hududlarida bioxilma-xillikning o‘zgarish dinamikasi va ekologik monitoringi *Axmedova M.B.* *Subxonova G.U.*	38
6	Masofadan zondlash texnologiyalari asosida buxoro viloyati sug‘oriladigan yerlarida tuproq sho‘rlanishini monitoring qilish va baholash *Axmedova M.B.* *Subxonova G.U.*	45
7	Arpa hamda mikroorganizmlarni tuproq tarkibidagi qo‘rg‘oshinga ta’siri *Lochinbek Hamroyev Qahramon o‘g‘li* *N.X.Usanbayev*	54
8	Iqlim o‘zgarishi sharoitida qashqadaryo viloyati suv resurslari bilan bog‘liq muammolar *Turdiyeva Feruza Alisherovna*	64
9	Kombinatsiyalashgan barabanli sholi quritish qurilmasida baraban ichidagi v-simon lopuslarni takomillashtirish samaradorligi *Batirali Bekkulov Raxmankulovich* *Olimov Bobir Komiljon o‘g‘li* *Safarov Elyorbek Xasanovich*	70
10	Bachadon fibroidli ayollarda homiladorlik kechasi va tug‘ish natijalari. *Ikromova Parvina Xamidjonovna* *Otaqulov Adhamjon G‘ani o‘g‘li*	78
11	7,5 kW quvvatli uch fazali asinxron motor uchun mikroprotsessorli himoya tizimining hisoblash va sozlash parametrlarini asoslash *Sharipov Sherzod Nasim o‘g‘li* *Mirzayev Odiljon Orifjon o‘g‘li*	89
12	Юқори қовушқоқли нефтларни олувчанлигини оширишда термик усулларни қўлланилиши *Жўраев Элдор Исроилович*	97
13	O‘zbekistonda qo‘llaniladigan dorivor o‘simliklarning zamonaviy fitoterapiyadagi terapevtik salohiyati *Jumayeva Zoxida Jamshitovna* *Toshmurodov Sardor Shodimurodovich* *Pardayeva Sohiba Bo`riyevna*	105
14	Момиқ тозалагич иш унумдорлигини тозалаш самарадорлигига ва маҳсулот сифатига таъсири *Э.Б. Анарқулов*	111
15	Такомиллаштирилган момиқ тозалагичда ишлаб чиқаришда синов-тадқиқот ишларини ўтказиш *Ў.А.Норбоев* *Э.Б.Анарқулов*	119
16	Финансовая грамотность населения и уровень использования цифровых банковских услуг *Шарипова Нигина Джуракуловна* *Кодирова Асаль Алишеровна* *Абруев Давронбек Зафар угли*	129
17	Boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun maxsus qotishmalarning nazariy asoslari va zamonaviy tadqiqotlar tahlili	135

ISSN 3030-3907

	Axmedov Azamat Xaitovich *Fayziyev Javohir Xayrulla*	
18	Актуальные аспекты прогнозирования осложнений и профилактики постгистерэктомического синдрома у женщин детородного возраста. *Камарова Ибодат Нуриддиновна* *Бахтийорова Лайло Сохиб кизи*	144
19	Sanoat plastinasida konveksiya–diffuziya jarayonini sonli modellashtirish *Ismoilov A.I* *Mamajonova D.D.*	156
20	Uch fazali asinxron motorlarni kuchlanish o‘zgarishlaridan himoyalash tizimini ishlab chiqish *Sharipov Sherzod Nasim o‘g‘li* *Baxronova Elmira Alimardon qizi*	162
21	Mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlikni boshqarish tizimini yaratishning asosiy bosqichlarini ishlab chiqish *Tolibjonov Shoxjaxon Otabek o‘g‘li* *Qiyomov Ozodbek Abror o‘g‘li* *Xamrayev Anvar Botir o‘g‘li* *Jabborova Charosxon Eshmurodovna*	169
22	Arrali jin ishchi kamerasiga o‘rnatilgan to‘zitgich-tezlatkich yordamida xomashyo valigi zichligini kamaytirish orqali jinlash samaradorligini oshirish *Sodikjanov Jaxongirbek Shuxratbek o‘g‘li* *Pazletdinov Ilyosbek Sirojidin o‘g‘li*	178
23	Arrali jin ishchi kamerasida paxta bo‘lakchasi harakatining matematik modellashtirilishi va chigit mexanik shikastlanishini kamaytirish *Sodikjanov Jaxongirbek Shuxratbek o‘g‘li* *Pazletdinov Ilyosbek Sirojidin o‘g‘li*	187
24	Flotatsiya jarayonlarida mashinali o‘qitish texnologiyalarining qo‘llanilishi: zamonaviy yondashuvlar va rivojlanish istiqbollari *Mahmudov G‘.B.* *Nurmamatov J.A.*	195
25	Bakalavr talabalarida raqamli resurslar yaratish kompetensiyasining jins bo‘yicha farqlari *Maxkamova Dilshodaxon Xabibjon qizi*	203
26	Анализ эксплуатационной эффективности неметаллических трубопроводов на нефтяных и газовых месторождениях *Файзуллаев Ерназар Куат улы*	209
27	UV-C texnologiyasi asosida dezinfeksiya qiluvchi mexatronik qurilmalar *Burxonov Zafarbek A’zamjon o‘g‘li*	216
28	Issiqlik-massa almashinish jarayonlarini avtomatik boshqarish orqali energiya tejash *G‘anijonova Mohichehraxon Xusniddin qizi*	224
29	IT-kasblarni 3D-sahnalarda vizualizatsiya qilish orqali fonli o‘qitishning nazariy-metodologik asoslari va xorijiy tajriba tahlili *Urinbaeva Azada Baxadirovna*	236
30	Sun’iy intellekt asosida adaptiv boshqaruv tizimlarini ishlab chiqarish jarayonlarida qo‘llash *G‘anijonova Mohichehraxon Xusniddin qizi*	241
31	Lotos gulining o‘sishini aniqlash *A.Esnazarov*	253
32	Современное положение в вопросах диагностики и терапии плацентарной достаточности *Камарова Ибодат Нуриддиновнаг* *Омонова Гулжамол Рауф кизи*	259
33	Global research trends and emerging themes in ammonium nitrate thermal stability: a bibliometric review *Gavkhar Khamidova* *Madenov Berdimurat*	268

ISSN 3030-3907

	Seytnazarov Atanazar *Namazov Shafaat* *Mamataliev Abdurasul* *Khashimova Feruza*	
34	$HO_{0.6}Y_{2.4}FE_5O_{12}$ ferrit-granatining magnit va magneto-optik xossalari *Ergasheva Nilufar Mansurovna*	284
35	Изменения в системе охраны материнства и детства в узбекистане (например, 20-30-е годы xx века) *Н.Д. Тоштемирова*	294
36	Kimyo o‘qitish metodikasi va interfaol metodlarning ta’lim samaradorligini oshirishdagi ahamiyati *Boltayeva Shahribonu Ahmad qizi*	301
37	Композитные пленки на основе хитозана и поливинилового спирта *Н.М.Тожибаева* *Д.М.Саттарова* *О.К.Эргашев*	306
38	Asinxron elektr motorlarni silliq ishga tushirish qurilmalarining ishlash prinsipi *Djurayev Shuxrat Ixtiyorovich*	313
39	Homila makrosomiasini akusherlik va perinatal ko‘rsatkichlarga ta'siri. *Rayimjanova Kamilla Farxodovna*	324
40	Vitamin a ta’minotining biologik ahamiyati va zamonaviy oziqlantirish muammolari *Pulatjonov Azizbek* *Latifjonova Mohinur* *Buronov Anvarjon*	332
41	Kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik hamda dinamik yuklamalardagi deformatsiyalari tahlili *Otaqo‘ziyev Ziyodullo Abdullojonovich* *Maxmanazarov Sardor Toirjon o‘g‘li* *Xolmurodov Og‘abek Toshbolta o‘g‘li* *Ahmadjonov Sherbek Tohir o‘g‘li*	339
42	Fraksional (kasr tartibli) differensial tenglamalarni materiallarning yopishqoq-elastiklik (viscoelasticity) va relaksatsiya jarayonlariga tatbiq etish *Sangirov Abdujalil Tumanovich* *Maxmanazarov Sardor Toirjon o‘g‘li* *Xolmurodov Og‘abek Toshbolta o‘g‘li* *Saydullayev Asadbek Xayrullo o‘g‘li*	449
43	Bolalarda oyoq qiyshayishini burosumab bilan davolash natijalari *Shodmonqulova Gulrux* *Azimova Shabnam* *Anvarjon Buronov*	361
44	Sut mahsulotlari orqali bolalarda mikroelement yetishmovchiligini kamaytirish *Shuxratova Sarvinoz* *Anvarjon Buronov*	367
45	Применение виброгасителей при бурении нефтяных и газовых скважин *Ильюшин Илья Павлович* *Надолинский Никита Александрович* *Нурматов Усан Даурович*	376
46	Влияние поверхностных свойств биоразлагаемых пленок на треппинг и цветовое воспроизведение при флексографской печати *Хакимова Диёра Тулкин кизи* *Джалилов Анвар Абдугафарович* *Исроилова Мохинур Сайдали кизи*	385
47	Kon transport tizimlarida avtosamosvallarning o‘rni va yuklash jarayonining texnologik xususiyatlari *Xudoyberdiyev Bunyod*	393

ISSN 3030-3907

	Rustamova Maftuna *Zarina Narzullaeva*	
48	Kompetensiyaviy yondashuvga asoslangan E-assessment metodologiyasi *Abdumannopov Murodjon Ilxomjon o'g'li*	404
49	IT-kasblarga yo'naltirishda testologik metod va 3d muhitli o'qitish platformasining qiyosiy tahlili *Urinbaeva Azada Baxadirovna*	411
50	Oliy ta'lim tizimida sun'iy intellektdan foydalanish orqali ta'lim samaradorligini oshirish masalalari *Muxamedov Umarxon Sobitovich*	416
51	Sun'iy intellektdan foydalanishning ta'lim sifatini oshirishdagi ta'siri *Payazov Mirabbos Mirahmatovich*	424
52	Karyerlarda transport harakatlanishini intellektual boshqarish tizimlarida tizimli tahlil, optimallashtirish va axborot texnologiyalari: muammolar, cheklovlar va tadqiqot yo'nalishlari *Rustamova Maftuna Adxamjon qizi* *Xudoyberdiyev Bunyod Mamatillo o'g'li*	430
53	Численное исследование и валидация двухжидкостной модели турбулентности в comsol multiphysics для плоской пластины с нулевым градиентом давления. *Абдухамидов Сардор Кахарбоевич* *Исламов Ёркин* *Юлдашев Санджарбек Атабекович*	443
54	Yer osti konlarida shamollatish jarayonlarini boshqarishning zamonaviy yondashuvlari va ularni takomillashtirish istiqbollari *To'xtamishova Malika Sherali qizi*	456
55	Turli asbobsozlik va ishlov beriladigan materiallar juftliklarining magnit ishlov berish jarayonida ishqalanish koeffitsientining o'zgarishi *Xasanov Saydamin Magrupovich* *O'ngboyev Anvar Muzaffar o'g'li*	465

ISSN 3030-3907

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЭФФЕКТИВНЫХ АНТИОКСИДАНТНЫХ СТАБИЛИЗАТОРОВ ДЛЯ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ.

Рахматов Шерзод Шухратович
PhD, доцент, Бухарский государственный технический университет
E-mail: raxmatov_sherzod@bstu.uz
Хамроев Бехруз Комилович
Магистр, Бухарский государственный технический университет

Аннотация. В данной статье исследованы физико-химические свойства эффективных антиоксидантных стабилизаторов, применяемых для защиты полимерных материалов от термоокислительной деструкции. Проанализированы структура, физические характеристики, термическая стабильность и растворимость органофосфорного вторичного антиоксиданта в различных растворителях. Результаты исследований показали, что стабилизатор обладает гидрофобной природой, хорошо совместим с полиолефиновыми материалами и равномерно распределяется в полимерной матрице. Установлено, что антиоксидант замедляет цепные реакции окисления за счёт разложения гидропероксидов, тем самым повышая эксплуатационную стабильность полимеров. Полученные результаты подтверждают перспективность применения стабилизаторов данного типа в качестве эффективных средств защиты полимерных материалов в процессах их переработки и эксплуатации.

Ключевые слова: полимерные материалы, антиоксидантные стабилизаторы, физико-химические свойства, гидрофобность, полимерная матрица, антиоксидант, эксплуатационная стабильность, стабилизатор.

Annotatsiya. Ushbu maqolada polimer materiallarni termooksidlanish himoyalashda qo‘llaniladigan samarali antioksidant stabilizatorlarning fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan. Organofosforli ikkilamchi antioksidantning tuzilishi, fizik ko‘rsatkichlari, termik barqarorligi hamda turli erituvchilardagi eruvchanligi tahlil qilingan. Tadqiqot natijalari stabilizatorning gidrofob tabiatga ega ekanligini, poliolefin materiallar bilan yaxshi moslashishini va polimer matritsasida bir tekis taqsimlanishini ko‘rsatdi. Aniqlanishicha, antioksidant gidroperoksidlarni parchalanishi orqali oksidlanish zanjir reaksiyalarini sekinlashtiradi va polimerlarning ekspluatatsion barqarorligini oshiradi. Olingan natijalar ushbu turdagi stabilizatorlarning polimer materiallarni qayta ishlash va ulardan foydalanish jarayonlarida samarali himoya vositasi sifatida qo‘llash istiqbollarini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: polimer materiallar, antioksidant stabilizatorlar, fizik-kimyoviy xossalar, gidrofob, polimer matritsa, antioksidant, ekspluatatsion barqarorlig, stabilizator.

Abstract. This article investigates the physicochemical properties of effective antioxidant stabilizers used to protect polymer materials against thermo-oxidative degradation. The structure, physical characteristics, thermal stability, and solubility of an organophosphorus secondary antioxidant in various solvents were analyzed. The research results demonstrated that the stabilizer possesses a hydrophobic nature, exhibits good compatibility with polyolefin materials, and is uniformly distributed within the polymer matrix. It was found that the antioxidant slows down oxidation chain reactions by decomposing hydroperoxides, thereby enhancing the operational stability of polymers. The obtained results confirm the potential of this type of stabilizer as an effective protective agent for polymer materials during both processing and service life.

Keywords: polymer materials, antioxidant stabilizers, physicochemical properties, hydrophobicity, polymer matrix, antioxidant, operational stability, stabilizer.

ВВЕДЕНИЕ.

Полимерные материалы являются неотъемлемой частью современной промышленности благодаря своим высоким физико-механическим свойствам, малой массе и технологичности переработки. В частности, полиэтилен высокой плотности (HDPE) представляет собой важный термопластичный полимер, широко применяемый в производстве упаковочных материалов, труб, электротехнических изделий и медицинской продукции. Однако в процессе переработки и эксплуатации HDPE под воздействием повышенных температур, кислорода и механических нагрузок происходит термоокислительная деструкция, приводящая к разрыву полимерных цепей, снижению молекулярной массы и ухудшению физико-механических свойств материала. Для замедления процессов деградации и увеличения срока службы полимеров используются различные антиоксидантные стабилизаторы. Несмотря на высокую эффективность синтетических антиоксидантов, вопросы их экологической безопасности и потенциального воздействия на здоровье человека способствуют росту интереса к природным антиоксидантам. Природные антиоксиданты привлекают внимание благодаря возобновляемому происхождению, биоразлагаемости и низкой токсичности. В связи с этим сравнительная оценка стабилизирующей эффективности природных и синтетических антиоксидантов в составе HDPE является одним из актуальных научных направлений, ориентированных на повышение качества полимерных

ISSN 3030-3907

материалов и разработку экологически безопасных композиций. Изучение механизма действия антиоксидантов и определение наиболее эффективной системы стабилизации имеют важное значение для повышения термоокислительной стабильности HDPE [1].Полиэтилен высокой плотности (HDPE) является одним из наиболее широко используемых полимерных материалов в современной промышленности благодаря своей высокой прочности, химической стойкости и технологичности переработки. Однако в процессе переработки и эксплуатации под воздействием повышенных температур и механических нагрузок в HDPE протекают процессы термоокислительной деструкции, приводящие к ухудшению физико-механических свойств материала. Данный процесс сопровождается разрывом полимерных цепей, снижением молекулярной массы и уменьшением эксплуатационной стабильности. Для замедления деградации полимеров применяются различные антиоксидантные стабилизаторы. В связи с этим использование природных антиоксидантов стало одним из актуальных направлений полимерной химии и материаловедения. В последние годы активно исследуется эффективность силимарина, силибина, кверцетина, рутина и других флавоноидов в защите полимеров от термоокислительной деструкции. Результаты исследований показывают, что некоторые природные антиоксиданты обладают защитными свойствами, сопоставимыми с синтетическими стабилизаторами или даже превосходящими их. Однако механизмы их стабилизирующего действия в составе HDPE, а также эффективность в условиях переработки изучены недостаточно. В связи с этим исследование процессов стабилизации HDPE с использованием природных и синтетических антиоксидантов, а также оценка их влияния на свойства полимера, представляют значительный научный и практический интерес [2].

Полиэтилен (ПЕ) является одним из наиболее широко используемых полимерных материалов в современной промышленности благодаря своей высокой механической прочности, химической инертности, технологичности переработки и экономической эффективности. Значительную долю мирового производства пластмассовых изделий составляет именно полиэтилен. Однако в процессе его переработки и эксплуатации под воздействием повышенных температур, кислорода и механических напряжений протекают процессы термоокислительной деструкции. В результате наблюдаются разрушение полимерных цепей, снижение молекулярной массы и ухудшение физико-механических свойств материала. Для уменьшения негативного влияния этих процессов в состав полимеров вводят различные

ISSN 3030-3907

антиоксидантные стабилизаторы. В настоящее время широкое применение находят синтетические стабилизаторы на основе фенольных и фосфорсодержащих соединений, однако некоторые продукты их разложения могут вызывать экологические и токсикологические проблемы. В связи с этим возрастает интерес к изучению возможностей использования антиоксидантов природного происхождения в качестве стабилизаторов полимеров. Флавоноиды, токоферолы и другие биологически активные соединения рассматриваются как перспективные стабилизаторы благодаря их способности нейтрализовать свободные радикалы. Оценка влияния природных антиоксидантов на термоокислительную стабильность полиэтилена, а также определение их сравнительной эффективности по отношению к синтетическим аналогам имеют важное научное и практическое значение. В связи с этим исследование процессов стабилизации полиэтилена с использованием природных антиоксидантов является одним из актуальных направлений современного полимерного материаловедения [3].

В последние годы одним из важных направлений развития полимерной химии в мировой практике стало использование смесей стабилизаторов, действующих по различным механизмам. В таких системах в результате взаимодействия стабилизаторов возникает синергетический эффект, обеспечивающий усиление стабилизирующего действия по сравнению с применением отдельных компонентов. Наблюдаемые в многокомпонентных системах эффекты взаимного усиления послужили основой для разработки полифункциональных стабилизаторов, содержащих несколько реакционноспособных центров и способных одновременно выполнять несколько функций в процессе стабилизации полимеров. Создание таких стабилизаторов позволяет повысить эффективность защиты полимерных материалов от различных видов деструкции и улучшить их эксплуатационные характеристики [4].

Для получения подобных соединений может быть использован метод полипереэтерификации моноэфиров трёхкоординированных фосфористых кислот тиобисфенолами. Данный подход основан на фундаментальных исследованиях в области фосфорорганической химии [5-6]. Одним из важнейших условий успешного протекания указанных реакций является применение реагентов в эквимолярном соотношении. Использование гидроксилсодержащего компонента в избытке приводит к образованию разветвлённых олигомеров. Это подтверждается резким увеличением

ISSN 3030-3907

вязкости реакционной массы и снижением растворимости образующегося олигомера [7].

ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ И ОБСУЖДЕНИЕ. Иргафос 168 представляет собой твёрдый гидролитически стабильный органофосфитный технологический стабилизатор (вторичный антиоксидант), предназначенный для защиты покрытий, пластмасс, эластомеров, клеевых материалов и восков от термоокислительной деструкции, возникающей в процессе их переработки. Механизм его действия основан на разложении гидропероксидов с образованием нерадикальных и химически неактивных продуктов. В результате подавляется развитие цепных реакций окисления, что способствует повышению эффективности первичных антиоксидантов и увеличению продолжительности их защитного действия. Благодаря высокой термической и гидролитической стабильности Иргафос 168 широко применяется в качестве эффективного стабилизатора при переработке полимерных материалов и способствует сохранению их эксплуатационных свойств.

Иргафос 168 представляет собой органофосфит с низкой летучестью и высокой устойчивостью к гидролизу. Он эффективно защищает полимеры, склонные к окислению на стадиях компаундирования, гранулирования, производства и переработки, от изменений молекулярной массы, вызванных разрывом макромолекулярных цепей или образованием межцепных связей. Кроме того, данный стабилизатор предотвращает изменение окраски полимерных материалов в процессе их термической обработки. Наиболее высокая эффективность Иргафос 168 достигается при его совместном применении с другими антиоксидантами компании BASF. Особенно результативными являются композиции Иргафос 168 со стерически затруднёнными фенолами серии Иргафос 168 (смеси Иргонокс В), которые обеспечивают выраженный синергетический эффект. Стерически затруднённые фенолы дополнительно повышают стабильность материала при хранении и обеспечивают долговременную защиту полимера от термоокислительной деструкции. В сочетании с другими стабилизаторами BASF Иргафос 168 может использоваться и в безфенольных стабилизирующих системах, удовлетворяющих специальным требованиям к стабилизации полимерных материалов.

Область применения Иргафос 168 охватывает широкий спектр полимерных материалов, где он используется в синергетических композициях с другими антиоксидантами BASF. В первую очередь это полиолефины, включая полиэтилен (HDPE, LLDPE), полипропилен,

ISSN 3030-3907

полибутен и сополимеры этилена. Кроме того, данный стабилизатор эффективно применяется для защиты поликарбонатов и полиамидов от термоокислительной деструкции. Композиции на основе Иргафос 168 также могут использоваться в клеевых материалах, природных и синтетических смолах, а также в других органических субстратах. Благодаря синергетическому взаимодействию с первичными антиоксидантами обеспечивается повышение стабильности материалов в процессе переработки и эксплуатации, а также улучшение их долговременных эксплуатационных характеристик.

Физико-химические свойства Иргафос 168 температура плавления Иргафос 168 находится в диапазоне 183-186 ^{O}C, что свидетельствует о его высокой термической стабильности и возможности применения в условиях повышенных температур переработки полимеров. Плотность вещества при 20 ^{O}C составляет 1,03 г/см^3. Насыпная плотность порошкообразного продукта находится в пределах 480-570 г/л, что является важным технологическим показателем, влияющим на процессы хранения, транспортировки и введения стабилизатора в состав полимерных композиций. Указанные физические характеристики обеспечивают удобство использования Иргафос 168 в промышленных технологиях переработки полимерных материалов и способствуют его равномерному распределению в полимерной матрице.

Иргафос 168 (трис(2,4-ди-трет-бутилфенил) фосфит) представляет собой высокоэффективный вторичный антиоксидант, относящийся к классу фосфорорганических соединений и применяемый для защиты полимерных материалов от термоокислительной деструкции. Его молекулярная формула - $C_{42}H_{63}O_3P$. Молекула состоит из центрального трёхкоординированного атома фосфора, связанного с тремя 2,4-ди-трет-бутилфеноксильными группами (рис. 1). Атом фосфора находится в степени окисления +3 и выполняет функцию активного центра, обеспечивающего разложение гидропероксидов и замедление процессов окисления полимеров.

ISSN 3030-3907

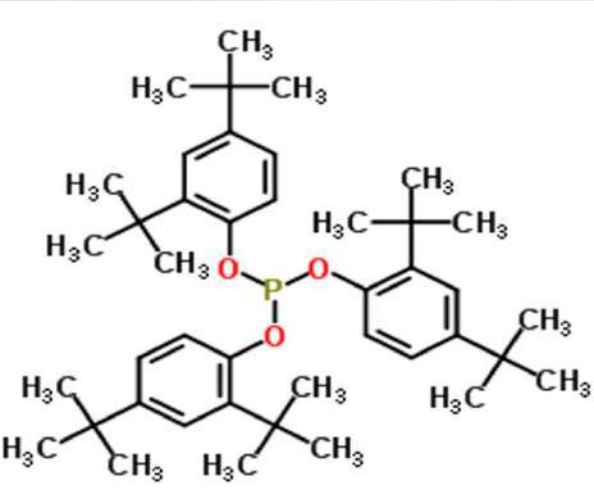


Рис. 1. Структурная формула трис(2,4-ди-трет-бутилфенил) фосфита.

Для оценки совместимости стабилизатора с полимером, его способности к распределению в полимерной матрице и эксплуатационной стабильности была исследована его растворимость в различных растворителях. Полученные результаты представлены в таблице 1. Исследования, проведённые при температуре 20 ^{O}C, показали, что вещество практически не растворяется в воде и низкомолекулярных спиртах (<0,1 г/100 г раствора), тогда как в ароматических углеводородах обладает сравнительно высокой растворимостью. В частности, растворимость в ксилоле составляет 20 г/100 г раствора. Полученные данные свидетельствуют о гидрофобной природе стабилизатора и его высокой совместимости с полиолефиновыми материалами. Данное свойство обеспечивает равномерное распределение стабилизатора по объёму полимера, снижает вероятность его миграции и экстракции, а также способствует повышению долговременной эффективности стабилизации.

Таблица 1

Растворимость стабилизатора при температуре 20 °C, г/100 г раствора

Растворитель	Растворимость, г/100 г раствора
Вода	<0,1
Бутанол	<0,1
Бутилацетат	1
Метилэтилкетон	5
Ксилол	20

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Результаты исследования показали, что антиоксидантные стабилизаторы играют важную роль в снижении термоокислительной деградации материалов на основе HDPE. Иргафос 168 эффективно подавляет цепные реакции окисления за счёт разложения гидропероксидов, способствуя сохранению физико-механических свойств

ISSN 3030-3907

полимера. Стабилизатор характеризуется высокой термической и гидролитической стабильностью, а также хорошей совместимостью с полиолефинами. Исследования растворимости подтвердили его гидрофобную природу и способность к равномерному распределению в полимерной матрице. Полученные результаты свидетельствуют о перспективности применения Иргафос 168 в качестве эффективного вторичного антиоксиданта при переработке и эксплуатации HDPE и других полиолефиновых материалов.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Alrashoudi, A.F.; Akmaluddin, H.I.; Alrashed, M.M.; Alothman, O.Y. Impact of Natural and Synthetic Antioxidants on the Stability of High-Density Polyethylene. Polymers 2025, 17, 2364. https:// doi.org/10.3390/polym17172364

2. Balázs Kirschweng, Benedek Vörös, · Mohammed Arroussi, · Dóra Tátraaljai, · Miklós Zsuga, Béla Pukánszky, Melt stabilization of polyethylene with natural antioxidants: comparison of a natural extract and its main component., Journal of Thermal Analysis and Calorimetry (2021) 145:67–75 https://doi.org/10.1007/s10973-020-09709-5

3. Tátraaljai D: Processing stabilization of polyethylene with traditional and natural antioxidants., Budapest, 2014., 1–10

4. Mukmeneva N.A. Polyfunctional Stabilizers for Polymers / N.A. Mukmeneva, S.V. Bukharov, G.N. Nugumanova, A.M. Kochnev. – New York: Nova Science Publishers Inc., 2009. – 280 p.

5. Кирби, А. Органическая химия фосфора / А. Кирби, С. Уоррен – М.: Мир, 1971. - 403с.

6. Нифантьев, Э.Е. Химия фосфорорганических соединений / Э.Е. Нифантьев. – М.: Издательство Московского университета, 1971. – 352с.

7. Кадырова, В.Х. Полимерные и циклические фосфиты и фосфониты и использование их в качестве неокрашивающих стабилизаторов полимеров: дис. канд. техн. наук / В.Х. Кадырова. – Казань, 1973. – 157с.

ISSN 3030-3907

ELEKTRON TIJORATDA SARALASH ALGORITMLARIDAN FOYDALANISHNING SAMARADORLIGI

B.U.Shomirzayev

Andijon davlat universiteti Dasturiy injiniring kafedrasi dotsenti, t.f.b.f.d.

E-mail: shobabur@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada elektron tijorat va uni yuritishda saralash algoritmlaridan foydalanish masalasi ko‘rib chiqilgan. Elektron tijorat uchun klassik saralash algoritmlaridan tashqari maxsus saralash algoritmlarining qo‘llanilish masalasi ko‘rib chilgan. Olingan natijalar ushbu sohadagi keyingi tadqiqotlar uchun asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: elektron tijorat, texnologiya, mahsulot, saralash, algoritm, sotuvchi, mijoz, murakkablik, faoliyat, narx.

Аннотация. В данной статье рассматривается использование алгоритмов сортировки в электронной коммерции и управлении ею. Помимо классических алгоритмов сортировки, рассматривается применение специальных алгоритмов сортировки для электронной коммерции. Полученные результаты могут послужить основой для дальнейших исследований в этой области.

Ключевые слова: электронная коммерция, технологии, товар, сортировка, алгоритм, продавец, покупатель, сложность, деятельность, цена.

Annotation. This article examines the use of sorting algorithms in e-commerce and its management. In addition to classical sorting algorithms, the application of specialized sorting algorithms for e-commerce is considered. The results obtained can serve as a basis for further research in this area.

Keywords: e-commerce, technology, product, sorting, algorithm, seller, buyer, complexity, activity, price.

I.KIRISH.

Onlayn tijorat global iqtisodiyotning jadal rivojlanayotgan sektori hisoblanadi. Onlayn tijoratning asosini tijorat bitimlarini tuzish va ishlab chiqarish jarayonlarini boshqarish uchun yangi axborot texnologiyalaridan foydalanish tashkil etadi. Zamonaviy elektron aloqa vositalari katta ma'lumotlar bilan almashinish jarayonida vositachi vazifasini bajaradi.

Elektron tijorat elektron ma'lumotlarni uzatish orqali tijorat bitimlarini tuzish maqsadida amalga oshiriladigan biznes faoliyati sifatida ta'riflanadi. "Elektron tijorat" tushunchasi "ishlab chiqarish jarayonini boshqarish" tushunchasini ham o‘z ichiga oladi, chunki elektron tijorat moliyaviy, savdo, dizayn va yetkazib berish tizimlarini yagona tarmoqqa samarali integratsiyalash imkonini beradi, butun ishlab chiqarish va korxonani boshqarishga tizimli yondashuvni ta'minlaydi [1].

ISSN 3030-3907

Elektron tijorat bitimlari quyidagi turli xil faoliyat turlari orqali amalga oshirilishi mumkin:

- turli xil agentliklar shartnomalari;
- muhandislik xizmatlari;
- investitsiya kiritish va moliyaviy opertsiyalar;
- bank ishi va boshqalar;
- qurilish sohasidagi faoliyatlar;
- savdo-sotiq;
- konsalting xizmatlarini amalga oshirish;
- turli xil tijorat vakolatxonalari;
- litsenziyalash bitimlari;
- sug‘urta faoliyati;
- lizing faoliyati.

Har xil ilmiy adabiyotlarda "Elektron tijorat" tushunchasining turli xil talqinlarini ko‘rishimiz mumkin.

Bugungi kunda ushbu savdo turi doimiy ravishda rivojlanib bormoqda. Shuning uchun endi tovarlar yoki xizmatlarni sotish, sotib olish va almashish jarayonlarini, shuningdek, kompyuter tarmoqlari orqali axborot ta'minoti zanjiridagi sotishdan oldingi va keyingi faoliyatni qamrab oladi. Bundan tashqari, barcha turdagi tranzaksiyalar internet va telekommunikatsiya tizimlari orqali amalga oshiriladi.

Hozirgi kunda elektron tijorat turli xil faoliyat turlarini o‘z ichiga qamrab oladi va onlayn tarzda sotiladigan tovarlar va xizmatlar doirasining kengligi va xilma-xilligi bilan jadal ommalashib bormoqda. Bu ommalashib borayotgan savdo doirasiga iste'mol tovarlari va boshqa mahsulotlar, axborot xizmatlari, moliyaviy va yuridik xizmatlar, sog‘liqni saqlash va ta'lim, virtual savdo markazlari va boshqalar kirishini ko‘rishimiz mumkin.

Biroq, elektron tijorat bilan shug‘ullanuvchi do‘konlarning bir qator kamchiliklari mavjud:

- mahsulotlarning haridorlar kutganlarichalik darajada sifatga javob bermaslik xavfi;
- sotuvchining oldindan ma’lum bir to‘lovni amalga oshirish talabi;
- talabga javob bermagan mahsulotni qaytarishdagi qiyinchilik;
- sotib olingan mahsulotni yetkazib berish muddati;
- xakerlar tomonidan veb-saytga buzib kirish va haridorlar haqidagi ma’lumotlar sirliligining buzilish ehtimoli;
- sotuvchi bilan haridor o‘rtasida shaxsiy ma'lumotlarni almashish zarurati;
- iste'molchilarning sotuvchiga bo‘lgan ishonchini pastligi.

ISSN 3030-3907

Elektron tijoratning yorqin olamida, mijozning qidiruvi birinchi bosqichni boshlaydi. Biroq, bu qidiruvni hal qiluvchi va kerakli mahsulotni birinchi sahifada namoyish etuvchi ko‘zga ko‘rinmas mexanizm – bu saralash algoritmlaridir. Agar mahsulotlar ro‘yxati “tasodifiy” yoki foydasiz tartibda bo‘lsa, mijozlar tezda saytdan ketishadi va sotuvlar yo‘qoladi.

Bugungi raqobatbardosh bozorda muvaffaqiyat faqat mahsulotni mavjud qilishda emas, balki uni qanday topilishini, ko‘rishni va tanlanishini ta’minlashda.

II. MATERIAL VA USULLAR.

Saralash algoritmlari – bu kiritilgan ma’lumotlar to‘plamini (masalan, mahsulotlar ro‘yxatini) aniq mezonlar (narx, mashhurlik, yangilik) bo‘yicha tartiblovchi matematik qoidalar majmuasidir.

Elektron tijorat kontekstida saralash va filtrlash bir-birini to‘ldiruvchi, ammo farqli tushunchalardir:

- Filtrlash: bu maydonning kengligini toraytiradi. Mijoz kerakli o‘lcham, rang yoki brendni tanlaganda, boshqa barcha variantlar ro‘yxatdan olib tashlanadi. Masalan, “ayollar etigi, 38-o‘lcham, qora”.
- Saralash: bu ro‘yxat ichidagi tartibni belgilaydi. Filtrlash natijasida chiqqan mahsulotlar qaysi mezon bo‘yicha (masalan, narx o‘sishi, chegirma foizi, mijoz baholari) joylashtirilishini aniqlaydi.

Algoritmlarning asosiy vazifasi – “eng yaxshi natija” ni taqdim etishdan iborat. Ammo, “eng yaxshi” degan tushunchani ko‘pincha quyidagi o‘lchovlar yordamida baholash mumkin:

- Kategoriya sahifasidan chiqish darajasi kamayishi.
- Mavjud mahsulotlar ro‘yxatidagi tanlab olingan mahsulotni savatga qo‘shishlar sonining o‘sishi.
- Mahsulotlarning sotilishiga olib keladigan bosishlar nisbatining oshishi.
- Platformadagi umumiy savdo hajmi va aylanmaning ortishi

Elektron tijoratda, odatda, tovar bazasi juda katta (minglab yoki millionlab mahsulotlar) bo‘lgani uchun samaradorlik juda muhim. Quyidagi 1-jadvalda asosiy algoritmlar va ularning platformalarda qo‘llanilish xususiyatlari keltirilgan.

1-jadval.

Asosiy algoritmlar

Algoritm nomi	Ishlash prinsipi	Elektron tijoratda qo‘llanilishi
Pufakchali saralash	Qo‘shni elementlarni solishtirish va o‘rnini almashtirish.	**Amalda ishlatilmaydi**. Kichik ma’lumotlar to‘plamlari yoki dasturlash o‘quv mashg‘u-lotlari uchungina mos.

ISSN 3030-3907

		Agar 4000 ta mahsu-lotni saralash kerak bo‘lsa, bu juda sekin ishlaydi
Qo‘shish orqali saralash	Elementlarni birma-bir olib, tartiblangan qismga joylashtirish.	**Cheklangan qo‘llanilish**. Real vaqtda kelayotgan yangi mahsulotlarni kichik ro‘yxatga (masalan, “Yangi kelganlar” ro‘yxati) tartibga solishda yoki “qo‘shilgan vaqti” bo‘yicha saralashda nazariy jihatdan qo‘llanilishi mumkin.
Birlashtirish orqali saralash	Ma’lumotlarni ikkiga bo‘lish, har bir qismni saralash va keyin birlashtirish.	**Keng qo‘llaniladi**. Katta mahsulot to‘plamlari uchun ideal. “Narx bo‘yicha” (pastdan yuqori) yoki “Sotuvlar soni” bo‘yicha umumiy ro‘yxatlarni oldindan yoki fon rejimida samarali saralashda qo‘llanilishi mumkin.
Tezkor saralash	“O‘rta” elementni tanlash va undan kichik/katta elementlarni ajratish.	**Eng keng tarqalgan**. Tezkor va samarali bo‘lgani uchun ko‘plab platformalarning asosiy saralash bosqichida qo‘llaniladi. Mijoz “Mashhurlik bo‘yicha” saralovchi tugmasini bosganda, orqada ko‘pincha Tezkor saralash yoki uning o‘zgartirilgan versiyasi ishlaydi.

Odatda katta hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlashda $O(n^2)$ murakkablikdagi algoritmlar (Pufakchali saralash, Qo‘shish saralash, Tanlov orqali saralash) amalda ishlatilmaydi, chunki ularning ishlash vaqti ma’lumotlar sonining kvadrati o‘sishi bilan oshadi.

Yuqorida keltirilganlar o‘rniga, O(n log n) murakkablikdagi algoritmlar (Birlashtirish orqali saralash, Tez saralash, Uyumli saralash) asosiy vosita hisoblanadi.

Elektron tijorat uchun maxsus mashhurlik, maqsadli va foydalanuvchi yo‘naltirilgan saralash algoritmlaridan foydalanish mumkin.

III. NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Klassik algoritmlar elementlarni tekis saralaydi, lekin elektron tijoratda “tartib” har doim ham oddiy emas. Bu yerda bir nechta omillar (vaznlar) hisobga olinadi va natija kompozit reyting sifatida hisoblanadi. Eng keng tarqalgan misol – “Mashhurlik bo‘yicha” saralash (ko‘pincha standart saralash sifatida ishlatiladi).

Mashhurlik bo‘yicha algoritmi

Bu algoritm ma’lumotlar asosida quriladi. Odatda quyidagi parametrlar va ularga berilgan vaznlar asosida mashhurlik ko‘rsatkichi hisoblanadi:

ISSN 3030-3907

- Mahsulot sotuvi (X): Eng aniq mezon. Qancha ko‘p sotilsa, u shuncha mashhurdir.
- Mahsulotning yangiligi (Y): Yangi kelgan mahsulotlarni rag‘batlantirish uchun (vazn ko‘pincha yuqori bo‘ladi, masalan, W=1.5).
- Mahsulot sahifasi ko‘rishlar soni (Z): Mijozlarning qiziqish darajasi.
- Boshqa parametrlar: Ijobiy baholar foizi, ombordagi qoldiq, foyda darajasi.
- Dinamik parametrlar: Ayni paytda amalga oshirilayotgan tranzaksiyalar soni, savatga qo‘shilganlar, “keyinroq” saqlanganlar.

Hisoblash formulasi quyidagicha bo‘lishi mumkin:

Mashhurlik ko‘rsatkichi = W(Sotuv) * (X/Z) + W(Yangilik) * Y + W(Baholar) * (4+ baholar / umumiy baholar) + ...

Dastlabki vaznlar tajriba orqali sozlanadi va yuqorida keltirilgan asosiy metrikalar (sotuv, savatga qo‘shish) yaxshilangani holda optimallashtiriladi.

Maqsadli saralash tartiblari

Bu – biznes maqsadlariga qaratilgan strategik vosita. Platforma egasi mahsulotlarning ko‘rinish tartibini qo‘lda sozlaydi.

- Misol 1: **mavsumga mos mahsulotlarning butun partiyasi** kelganda, “Yangi kelganlar” tartibi faqat yangi to‘plam mahsulotlarini ko‘rsatishi mumkin.
- Misol 2: “Ko‘p sotilganlar” tartibi faqat o‘tgan hafta eng yuqori savdo hajmiga ega bo‘lgan 20 ta mahsulotni ko‘rsatishi mumkin.
- Misol 3: “Yuqori foyda” tartibi kompaniya uchun eng yuqori daromad keltiradigan mahsulotlarni birinchi o‘ringa qo‘yishi mumkin.

Maqsadli tartiblar foydalanuvchi tajribasini yaxshilaydi, konvertatsiyani oshiradi va inventarni boshqarishga yordam beradi.

Shaxsiylashtirilgan saralash

Bu zamonaviy yondashuv bo‘lib, har bir foydalanuvchi uchun natijalar uning tarixi asosida o‘zgartiriladi. Sun’iy intellekt va mashinali o‘qitish usullari yordamida amalga oshiriladi.

- Misol: Avval sport poyabzallarini qidirgan yoki sotib olgan foydalanuvchi “ayollar ko‘ylagi” sahifasiga kirganda, unga sport uslubidagi ko‘ylaklar birinchi bo‘lib tavsiya etilishi mumkin.
- Qanday ishlaydi: Algoritm foydalanuvchining qidiruv tarixi, ko‘rishlari, savatdagi mahsulotlari va geolokatsiyasini tahlil qiladi, so‘ngra umumiy mashhurlik tartibini shaxsiy profilga moslab, “shaxsiy reyting”ni yaratadi.

Foydalanuvchi talablariga qarab saralashni moslash: qidiruv turlari

Samarali saralash algoritmlari nafaqat mahsulotlarni saralaydi, balki mijozning qidiruv maqsadini ham tushunishi kerak. Qidiruv turlariga mos saralash usullari quyidagicha:

ISSN 3030-3907

Aniq nomi/Brend bo‘yicha qidiruv: bu yerda asosiy vazifa – aniqlik. Algoritm aniq nomga ega mahsulotni birinchi o‘ringa qo‘yadi. Filtrlash esa kerak emas, asosiysi – to‘g‘ri mahsulotni topish.

Kategoriya/Tip bo‘yicha qidiruv: bu yerda asosiy vazifa – tartiblash va filtrlash. Mijoz kategoriya ichidan qidirmoqda. Shuning uchun, mashhurlik, narx, yangilik bo‘yicha saralash imkoniyatlari va keng filtr paneli (rang, o‘lcham, material) taqdim etiladi.

Muammoni hal qilishga qaratilgan qidiruv: bu yerda asosiy vazifa – muvofiqlik. Mijoz aniq mahsulot nomini bilmaydi. Algoritm semantik tahlil orqali so‘rov mazmunini tushunishi va tegli (masalan, “yo‘g‘onlashtiruvchi”, “yallig‘lanishga qarshi”) mahsulotlarni yuqoriga chiqarishi kerak.

Mahsulotga oid bo‘lmagan qidiruv: bu yerda algoritm mahsulotlar bazasini emas, balki maqola va sahifalar indeksini qidiradi va eng muhim ma’lumot sahifasiga havolani birinchi o‘ringa qo‘yishi kerak.

Mashina o‘rganishga asoslangan tizimlar “texnik qarz” to‘playdi – ularni saqlash qiyin, bir-biriga bog‘liq va kutilmagan oqibatlarga olib kelishi mumkin. Shuning uchun, oddiy va tushunarli modellarni yaratish murakkab “qora quti” modellariga qaraganda ko‘pincha afzaldir.

Kelajakda sun’iy intellekt va chuqur o‘rganish qidiruv va saralashda tobora muhim rol o‘ynaydi, ammo ularning samaradorligi toza ma’lumotlar, aniq belgilangan biznes maqsadlari va doimiy monitoringga bog‘liq bo‘ladi.

IV. XULOSA.

Elektron tijoratda saralash algoritmlari nafaqat texnik jihoz emas, balki mijoz psixologiyasi, biznes strategiyasi va ilg‘or texnologiyalarning uyg‘unlashgan nuqtasidir. Muvaffaqiyatli yaratilgan platforma klassik tezkor saralash algoritmlari (Tezkor saralash) orqali katta ma’lumotlar hajmini qayta ishlay oladi, ma’lumotga asoslangan mashhurlik algoritmlari orqali muvofiqlikni ta’minlaydi, maqsadli tartiblar orqali strategik maqsadlarga erishadi va shaxsiylashtirish orqali har bir mijozga individual yondashuvni amalga oshiradi. Bu barcha qatlamlarning uyg‘un ishlashi foydalanuvchiga sezilmas holda ajoyib tajriba yaratadi, bu esa pirovard natijada sotuvga va sodiqlikka olib keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Цифровое право: учебник (второе издание, перераб. и доп.). - "Проспект", 2025 г

2. Cormen T.H., Leiserson C.E., Rivest R.L., Stein C. *Introduction to Algorithms*. The MIT Press, Cambridge, Massachusetts London, England Cambridge, Massachusetts London, England, 2001., pp.1203.

ISSN 3030-3907

3. Knuth D.E. *The Art of Computer Programming*, Volumes 1-4B Boxed Set. (Reading, Massachusetts: Addison-Wesley, 2023), 3904pp.
4. Sedgewick R., Wayne K. *Algorithms*. 4th Edition. — Addison-Wesley, 2011. — 969 p.
5. Elmasri R., Navathe S. *Fundamentals of Database Systems*. 7th ed. — Addison Wesley, 2016. — 1272 p.
6. Pressman R. *Software Engineering: A Practitioner's Approach*. 5th ed.— (McGraw-Hill series in computer science). 2001. — 885 p.
7. Goodrich M., Tamassia R. *Data Structures and Algorithms in C++*. 2nd Edition. John Wiley & Sons, Inc., 2011. – 738 p.

ISSN 3030-3907

2-METIL-3-OKSOPENTANAL BENZOILGIDRAZONNING TUZILISHI

Halimova Hulkar Amin qizi

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

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda 2-metil-3-oksopentanalning bis-benzoilgidrazoni (H_2L^1) ning tuzilishi va kristall holatdagi xususiyatlari o‘rganilgan. Tadqiqotda IQ va YaMR spektroskopiya, shuningdek, rentgen difraksiyasi usullari qo‘llanilgan. H_2L^1 ligandi benzoilgidrazinni 2-metil-3-oksopentanal bilan 2:1 nisbatda kondensatsiya reaksiyasi natijasida sintez qilingan. Kristallografik tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, molekula monoklinik kristall tizimning $P12_1/c$ fazoviy guruhida kristallanadi (Z = 4). Kristall hujayra parametrlari: a = 9.104 Å, b = 16.719 Å, c = 11.521 Å, β = 91.67°. Spektroskopik tadqiqotlar birikmaning 5-gidrazino-1-atsilpirazolino siklik tuzilishga (G) ega ekanligini tasdiqlagan. R-faktor qiymati 0.059 ga teng bo‘lib, bu natijalarning yuqori aniqlikda ekanligini ko‘rsatadi. Fenil halqalarning pirazolin halqasiga nisbatan qarama-qarshi yo‘nalishlarda joylashganligi kuzatilgan. Bog‘lanish uzunliklari tahlili C(14)–N(3) va C(1)–N(1) bog‘lanishlarining qisman qo‘shbog‘li xarakterga ega ekanligini ko‘rsatadi.Olingan natijalar β-ketoaldegidlarning asilgidrazonlari umumiy siklik pirazolin tuzilishga ega ekanligini isbotlaydi va metall komplekslarini sintez qilish uchun nazariy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: Bis-benzoilgidrazon, 2-metil-3-oksopentanal, kristall tuzilish, rentgen difraksiyasi, pirazolin halqasi, IQ spektroskopiya, YaMR spektroskopiya, bog‘lanish uzunliklari, monoklinik tizim, fazoviy guruh, kondensatsiya reaksiyasi, gidrazon - C=N–NH_2 funktsional guruh

Аннотация. В данной научной работе исследованы структура и кристаллические свойства бис-бензоилгидразона 2-метил-3-оксопентаналя (H_2L^1). В исследовании применены методы ИК и ЯМР спектроскопии, а также рентгеновской дифракции. Лиганд H_2L^1 синтезирован путём конденсации бензоилгидразина с 2-метил-3-оксопентаналем в соотношении 2:1. Кристаллографический анализ показал, что молекула кристаллизуется в моноклинной кристаллической системе, пространственная группа $P12_1/c$ (Z = 4). Параметры элементарной ячейки: a = 9.104 Å, b = 16.719 Å, c = 11.521 Å, β = 91.67°.Спектроскопические исследования подтвердили наличие у соединения циклической пиразолиновой структуры (5-гидразино-1-ацилпиразолино). Значение R-фактора 0.059 указывает на высокую точность полученных результатов. Наблюдалось расположение фенильных колец в противоположных направлениях относительно пиразолинового кольца. Анализ длин связей показал частично-связанный характер связей C(14)–N(3)

ISSN 3030-3907

и C(1)–N(1).Полученные результаты доказывают, что бис-конденсационные продукты β-кетоальдегидов с ацилгидразинами имеют общую циклическую пиразолиновую структуру и создают теоретическую основу для синтеза металлокомплексов.

Ключевые слова: Бис-бензоилгидразон, 2-метил-3-оксопентаналь, кристаллическая структура, рентгеновская дифракция, пиразолиновое кольцо, ИК-спектроскопия, ЯМР-спектроскопия, длины связей, моноклинная система, пространственная группа, реакция конденсации, гидразон - функциональная группа C=N–NH₂

Annotation. This scientific study investigates the structure and crystallographic properties of the bis-benzoylhydrazone of 2-methyl-3-oxopentanal (H_2L^1). The research employed IR and NMR spectroscopy alongside X-ray diffraction methods. The H_2L^1 ligand was synthesized via condensation reaction of benzoylhydrazine with 2-methyl-3-oxopentanal in a 2:1 ratio. Crystallographic analysis revealed that the molecule crystallizes in the monoclinic crystal system, space group $P12_1/c$ ($Z = 4$). Unit cell parameters: a = 9.104 Å, b = 16.719 Å, c = 11.521 Å, β = 91.67°. Spectroscopic investigations confirmed the cyclic pyrazoline structure (5-hydrazino-1-acylpyrazoline, form G) of the compound. The R-factor value of 0.059 indicates high accuracy of the obtained results. The phenyl rings were observed to be oriented in opposite directions relative to the pyrazoline ring. Bond length analysis revealed the partially conjugated character of C(14)–N(3) and C(1)–N(1) bonds.The findings demonstrate that bis-condensation products of β-ketoaldehydes with acylhydrazines possess a common cyclic pyrazoline structure, providing a theoretical foundation for metal complex synthesis.

Keywords: Bis-benzoylhydrazone, 2-methyl-3-oxopentanal, crystal structure, X-ray diffraction, pyrazoline ring, IR spectroscopy, NMR spectroscopy, bond lengths, monoclinic system, space group, condensation reaction, hydrazone - functional group C=N–NH₂.

KIRISH.

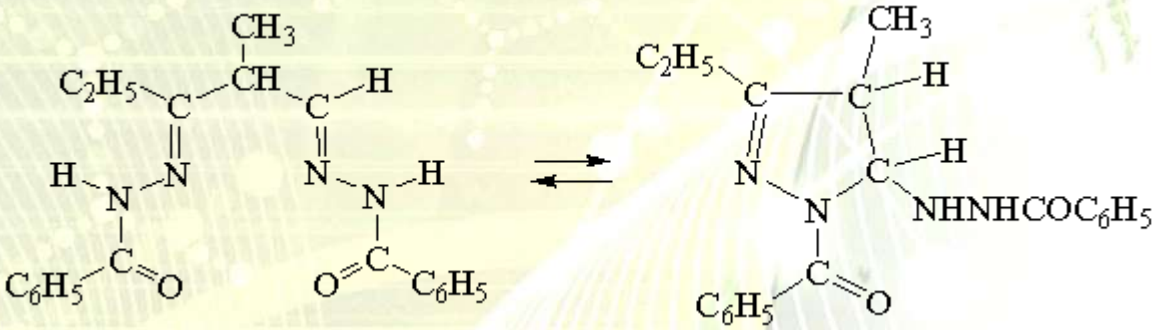
Gidrazonlar kimyosi 19-asrning oxirida boshlangan bo‘lib, Emil Fisher tomonidan kashf etilgan fenilgidrazonlar asosida rivojlandi. Hozirgi kunda gidrazonlar - bu organik sintezda muhim o‘rin tutuvchi funktsional guruh bo‘lib, ularning tautomerik shakllari, kristall tuzilishlari va biologik faolligi keng o‘rganilmoqda.

Avvalgi tadqiqotlarda, β-diketonlar va ketoaldegidlar asilgidrazonlari quyidagi chiziqli tuzilishlarga ega bo‘lishi mumkinligi ko‘rsatilgan: gidrazon (A), engidrazin (B) va siklik 5-gidroksipirazolin (C). Kristall holatdagi β-diketonlarning bir nechta mono-substitutsiyalangan asilgidrazonlari uchun bu birikmalar 1-asil-3-

ISSN 3030-3907

alkil-5-gidroksipirazolin (C) shaklida mavjudligi rentgen diffraksiyasi usuli bilan isbotlangan [1-3]. Asetilatseton va α,α-dimetilatsetilatsetonning aroilgidrazin bilan ikki molekula kondensatsiya mahsulotlari uchun bis-gidrazon tuzilmasi taklif qilingan [4], va mualliflarning bunday birikmalarni chiziqli tautomerik shakllarda (A) va (B) bo‘ladi. Keyingi batafsil spektroskopik tadqiqotlar (IQ va YaMR) shuni ko‘rsatadiki, aslida bu birikmalar butunlay boshqa shaklda – 5-gidrazino-1-atsilpirazolio shaklida (C) mavjud bo‘ladi [1-2].

Biz shuningdek, ligand (H_2L^1) – benzoilgidrazonni 2:1 nisbatda 2-metil-3-oksopentanal bilan kondensatsiya mahsuloti – IQ va YaMR spektrlariga asoslanib, tautomik (C) shaklda mavjudligi xulosasiga keldik:



A H_2L^1 **C**

II

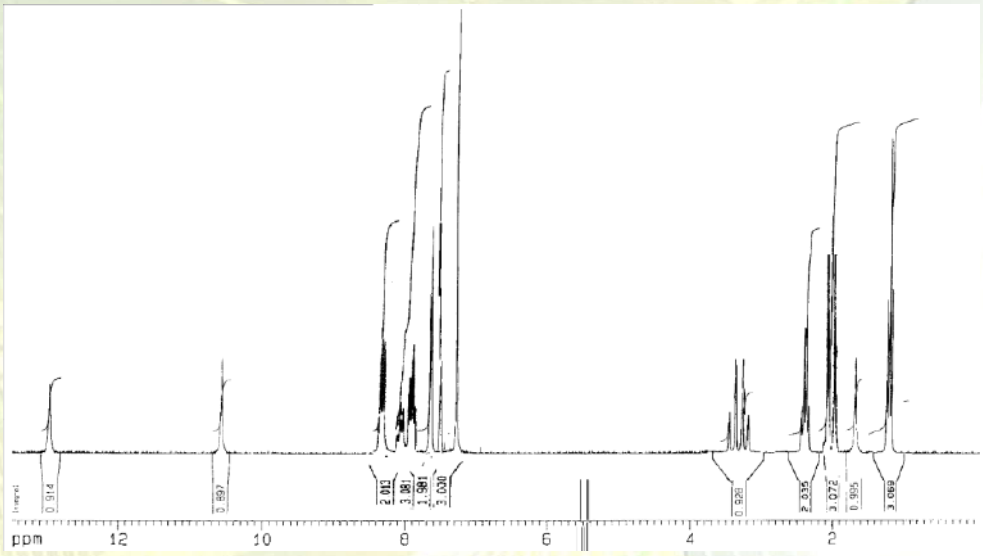
1-sxema

IQ spektroskopiya ma'lumotlari olingan ligand (H_2L^1) ning tuzilishi (C) haqidagi xulosani tasdiqlaydi. Shunday qilib, 3400 va 3260 sm^{-1} chastotadagi ikki chiziq mos ravishda amin va amid N–H bog‘larining valentlik tebranishlariga tegishli. Agar ligand bis-gidrazon (A) tuzilishiga ega bo‘lganida, 3200 sm^{-1} atrofida bitta chiziq kutilardi. Agar birikma ikki karra bis-1,3,4-oksadiazolin tuzilishiga ega bo‘lganida, N–H bog‘larining valentlik tebranishlaridan yana bir chiziq kutilardi, lekin faqat 3400 sm^{-1} atrofida chiziq paydo bo‘ldi. Shunday qilib, bu holda olingan ligandning halqa tuzilishiga (C) ega ekanligi aniqlangan deb hisoblanadi.

Benzoilgidrazinning 2-metil-3-oksopentanal bilan bis-kondensatsiya mahsulotining YaMR spektrida δ 10.67 va 12.95 ppm dagi signallar yonida, 5-gidrazin qismidagi NH guruhlarining ikki protoniga mos ravishda δ 1,15 va 2,35 ppm da aniq triplet va kvadruplet signallari kuzatiladi, ularni azometin bog‘idagi etil radikali protonlari deb hisoblaymiz, shu bilan birga γ-uglerod atomidagi CH_3 o‘rinbosarining uchta protonidan δ 2,04 ppm da dublet signali kuzatiladi, metil guruhiga tegishli qo‘shni vodorod atomi esa δ 3,25 ppm da bitta proton intensivligiga ega kvadruplet sifatida rezonans hosil qiladi. Molekuladagi aldegid qismidagi terminal protonning singlet signali δ 1,70 ppm da joylashgan. δ 7,50,

ISSN 3030-3907

7,65, 7,95 va 8,10 ppm da markazlashgan multiplet signallari aroilgidrazid qoldiqlaridagi ikki xil alohida benzol halqasidagi 10 ta vodorodga tegishli; ularning aniqlanishi H_2L^{11} molekulasining asil va gidrazin qismlaridagi yaqin atrofdagi N–C=O qo‘shnilar ta'siri ostida individual signalarning kesishishi va ustma-ust tushishi tufayli sezilarli darajada murakkablashadi (1-rasm).

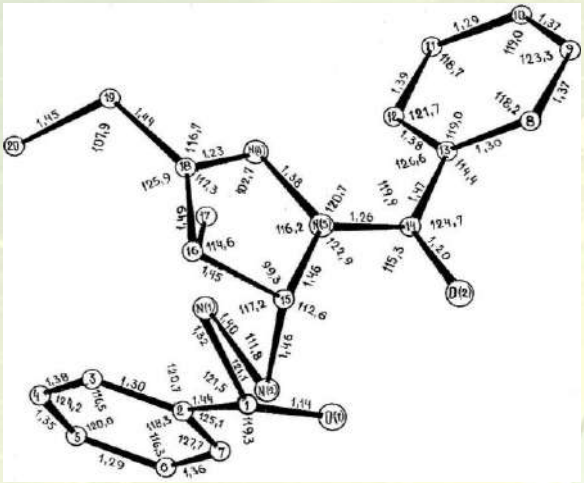


1-rasm. 2-metil-3-oksopentanal (H_2L^1) bis-benzoilgidrazonining $CDCl_3$ eritmasidagi YaMR spektri.

Qattiq holatli spektroskopik tadqiqotlar natijalaridan olingan xulosalar H_2L^1 ligandining kristall tuzilishini rentgen tuzilish tahlil usuli (RTT) yordamida aniqlash orqali shubhasiz tasdiqlandi (2-rasm). Ligand kristallari monoklinik tizimga mansub. Kristall hujayra parametrlari: a=9.104(5), b=16.719(9), c=11.521(8), β=91.67(4) Å, Z=4, fazoviy guruh $P_12_{1/c}$, R=0.059. 4-rasmdan ko‘rinib turibdiki, ligand molekulasi haqiqatan ham halqali 5-gidrazino-oksipirazolin shaklga (C) ega.

Bog‘lanish uzunliklari tahlili molekulada uchta qo‘shbog‘ mavjudligini ko‘rsatadi: C(1)–O(1) 1.14(1), C(14)–O(2) 1.20(1), C(18)–N(4) 1.23 Å. C(14)–N(3) 1,26 Å va C(1)–N(1) 1,32 Å bog‘lanish uzunliklari oddiy yagona C_{sp}^2–C_{sp}^2 bog‘lanishidan sezilarli darajada qisqa bo‘lib, bu ularning rezonansli $^-$O–C=N^+ shakli hisobiga qisman qo‘shbog‘li bo‘lishini ko‘rsatadi. Shu bilan birga, C(15)–N(2)

ISSN 3030-3907



2-rasm. 2-metil-3-okso-pentanal (H_2L^1) bis-benzoilgidrazonining kristall tuzilishi.

Bog‘lanishi odatda oddiy bog‘ bo‘lib, uning uzunligi 1,46(1) Å ga teng. Xuddi shunday xulosaga C(15)–N(3) bog‘lanish haqida ham kelish mumkin, uning uzunligi 1,457(1) Å ni tashkil etadi. Amalda deyarli bir xil bog‘lanish uzunliklariga ega N(1)–N(2) [1,40(1) Å] va N(3)–N(4) [1,38(1) C(18)–N(4) 1,23 Å], ular yagona N–N bog‘lanish uchun tipik hol (1-jadval) [4-8].

Besh a'zoli pirazolin halqasi deyarli tekis, atomlarning “o‘rtacha” tekislikdan maksimal og‘ishi 0,07 Å dan oshmaydi (1-jadval). C(1) va C(14) atomlari tekis uchburchak konfiguratsiyasiga ega bo‘lib, mos fenil halqalarining tekisligida joylashgan. Ushbu atomlardagi bog‘lanish burchaklari 120° ga yaqin bo‘lib, ularning sp^3 gibrid holatda ekanligini ko‘rsatadi. O(2)C(14)C(13)C(12) va O(1)C(1)C(2)C(3) tekisliklari orasidagi burilish burchaklari mos ravishda -136,0° va 165,8° ni tashkil etadi. Bu fenil halqalarning molekulaning pirazolin halqasiga nisbatan qarama-qarshi yo‘nalishlarda aylantirilganligini ko‘rsatadi. H_2L^1 ligandining asosiy qo‘llanilishi – bu metall komplekslarini olish:

$$H_2L^1 + M^{2+} \rightarrow [M(L^1)] + 2H^+$$

Komplekslar quyidagi metallar bilan olinadi: Mn^{2+}, Ni^{2+}, Cu^{2+}, Zn^{2+}, VO^{2+}. Bis-benzoilgidrazon asosidagi birikmalar antibacterial faollik, antifungal xususiyatlar, antiinflamatuar ta’sir, sitotoksik xususiyatlarga ega 1,2, 8-10].

1-Jadval

2-metil-3-okso-pentanal (H_2L^1) ligandining bis-benzoilgidrazon tuzilmasidagi bog‘ uzunliklari va burchaklari

Bog‘	*d*, Å	Bog‘	*d*, Å

ISSN 3030-3907

O(1) – C(1)	1.139 (5)	O(2) – C(14)	1.201(5)
N(1) – C(1)	1.324 (6)	N(2) – C(15)	1.459 (6)
N(3) – N(4)	1.375 (5)	N(3) – C(14)	1.257 (5)
N(3) – C(15)	1,457 (6)	N(4) – C(18)	1,230 (5)
C(1) – C(2)	1.439 (6)	C(2) – C(3)	1.295 (6)
C(2) – C(7)	1.379 (7)	C(3) – C(4)	1.382 (7)
C(4) – C(5)	1.347 (9)	C(5) – C(6)	1.288 (8)
C(6) – C(7)	1.361 (8)	C(2) – C(7)	1.379 (7)
C(8) – C(9)	1.365 (8)	C(8) – C(13)	1.308 (6)
C(9) – C(10)	1.3171 (10)	C(10) – C(11)	1.290 (10)
C(11) – C(12)	1.392 (8)	C(12) – C(13)	1.380 (7)
C(13) – C(14)	1.467 (6)	C(15) – C(16)	1.448 (6)
C(16) – C(17)	1.542 (7)	C(16) – C(18)	1.487 (7)
C(18) – C(19)	1.435 (6)	C(19) – C(20)	1.445 (7)
Burchak	**w, grad.**	**Burchak**	**w, grad.**
O(15)N(3)N(4)	116,2(3)	C(14)N(3)N(4)	120,6(4)
C(15)N(3)C(14)	122,9(4)	C(18)N(4)N(3)	102,7(4)
N(1)C(1)O(1)	119,2(4)	C(2)C(1)O(1)	119,3(4)
C(2)C(1)N(1)	121,5(4)	C(3)C(2)C(1)	120,7(5)
C(7)C(2)C(1)	121,1(4)	C(7)C(2)C(3)	116.3(5)
C(4)C(3)C(2)	116,5(5)	C(5)C(4)C(3)	124,2(5)
C(6)C(5)C(4)	120,0(5)	C(7)C(6)C(5)	116,3(6)
C(6)C(7)O(2)	124,7(5)	C(13)C(8)C(9)	118,2(6)
C(10)C(9)C(8)	123,3(6)	C(11)C(1)0C(9)	119,0(6)
C(12)C(11)C(10)	118,7(6)	C(13)C(12)C(11)	121,7(5)
C(12)C(13)C(8)	119,0(5)	C(14)C(13)C(8)	114,4(5)
C(14)C(13)C(12)	126,5(4)	N(3)C(14)O(2)	115,3(4)
C(13)C(14)O(2)	124,7(4)	C(13)C(14)N(3)	119,0(4)
N(3)C(15)N(2)	112,6(4)	C(16)C(15)N(2)	117,7(3)
C(16)C(15)N(3)	99,3(3)	C(17)C(16)C(15)	114,6(4)
C(18)C(16)C(15)	103,0(4)	C(18)C(16)C(17)	110,1(4)
C(16)C(18)N(4)	117,3(4)	C(19)C(18)N(4)	116,7(4)
C(19)C(18)C(16)	125,9(4)	C(20)C(19)C(18)	107,8(4)

2-Jadval.

2-metil-3-oksopentanal (H_2L^1) bis-benzoilgidrazonining tuzilmasidagi atomlarning tekisliklardan og‘ishi

Atomlar va ularning deformatsiyasi, Å

ISSN 3030-3907

C(2)	C(3)	C(4)	C(5)	C(6)	C(7)	C(1)*	
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-0,02	
C(8)	C(9)	C(10)	C(11)	C(12)	C(13)	C(14)*	
-0,01	0,00	0,01	-0,01	0,00	0,00	-0,05	
C(15)	C(16)	C(18)	N(3)*	N(4)*	N(2)*	C(17)*	C(19)*
-0,07	-0,06	-0,04	0,06	-0,01	-1,30	1,40	-0,08
N(3)	N(4)	C(15)	C(18)	C(16)*			
0,03	-0,03	-0,02	0,02	0,18			
Izoh: * – bu tekislikni hisoblashda ishtirok etmagan atomlar							

Bu ligandlar nodir yer metallarini miqdoriy aniqlashda, ion selektiv elektrodlarda, fotometrik reagentlar sifatida qo‘llaniladi. Metall komplekslari katalitik reaksiyalarda, xususan, oksidlanish-qaytarilish reaksiyalarda samarali katalizatorlar bo‘lishi mumkin. Shunday qilib, biz olgan va ligand sifatida ishlatgan β-ketoaldegidlarning asil va aroil gidrazinlar bilan bis-kondensatsiya mahsulotlari umumiy II tuzilishga ega halqali pirazolinlardir. Kristall tuzilishning rentgenografik tahlili (R=0,059) bu xulosani shubhasiz tasdiqlaydi.

H_2L^{11} ligandining kristall tuzilishi quyidagi xususiyatlarga ega: Monoklinik kristall tizim ($P_12_{1/c}$ fazoviy guruh), Z = 4 (kristall yacheykada 4 ta molekula). Besh a'zoli pirazolin halqasi deyarli tekis konfiguratsiyada. Ikkita fenil halqa qarama-qarshi yo‘nalishlarda joylashgan. Bu tadqiqot natijalari kelajakda yangi metall komplekslarini sintez qilish va ularning biologik faolligini o‘rganish uchun asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Panova E.V., Tursunov M.A., Ruzieva M.J., Voronina J.K., Safin D.A. Time-dependent interaction of benzohydrazide with trifluoroacetyl-2-furanoylmethane: Hydrazone versus pyrazoline formation. Journal of Molecular Structure. March 2026.145834.

2. Panova E.V., Tursunov M.A., Otamurodova Sh.T., Safin D.A. A pyrazoline-thioamide hybrid: Synthesis, crystal structure, electronic landscape and in silico targeting of hemoglobin S. Journal of Molecular Structure. May.2026. 146649.

3. Savriyeva N.Q., Tursunov M.A., Ganiev B.S. Novel [5-Hdroxy-3-phenyl-5-(trifluoromethyl)-4,5-dihydro-1*H*-pyrazol-1-yl](phenyl)methanone: synthesis, characterization and computational analysis, Adv. J. Chem. A 9 (2026) 192–207.

4. Umarov B.B., Tursunov M.A., Ashurov J.M., Sevinchov N.G., Ruzieva M.J., Sevinchova D.N., Ganiev B.S., Khayrullayev F.N., Features of the 4-dimethylaminobenzoylhydrazone ethyl ester of 2.4-dioxopentanoic acid, BIO Web Conf. 130 (2024) 06006.

ISSN 3030-3907

5. Севинчова Д.Н., Турсунов М.А., Умаров Б.Б. Исследование комплексов никеля (II) с ароилгидразонами этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты. Развитие науки и технологий.- БухИТИ.- 2022.- № 1.- С. 29-33.
6. Севинчова Д.Н., Турсунов М.А., Остонова Н. Синтез и исследование этилового эфира *пара*-диметиламинобензоилгидразона 2,4-диоксопентановой кислоты. Universum: химия и биология: электрон. Научн. Журн.- 2022.- №7 (97).- С. 26-30.
7. Амриллоева С., Севинчова Д.Н., Турсунов М.А., Остонова Н. Синтез и исследование *пара*-нитробензоилгидразона этилового эфира 2,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты // *Universum: химия и биология*. – Москва: Издательство «Universum», 2023. – №2(104). – С. 49–53.
8. Filyakova V.I., Pashkevich K.I., Pirogov S.V. and others. Synthesis and properties of 3-amino-4,4,4-trifluoro-1-phenylbut-2-en-1-one derivatives // Journal of Fluorine Chemistry. — 2020. — Vol. 231. — P. 109-120.
9. Севинчова Д.Н., Турсунов М.М., Умаров Б.Б., Амонов М.М. 2,4-диоксопентан кислота этил эфири *пара*-алмашинган ароилгидразонлари синтези ва тузилиши. НамДУ Илмий ахборотномаси. -2020. -№10.- Б. 108-115.
10. Umarov B.B., Sherov Sh.A., Savriyeva N.Q., Amonov M.M. Tautomerism in row of acyilhydrazones ethil ethir 5,5-dimethil-2,4-docohexaenoic acids. Развитие науки и технологий.- БухИТИ.- 2020.- № 5.- С. 39-43.
11. Tursunov M.A., Umarov B.B., Abdiyev B.SH., Ganiyev B.SH. Synthesis, IR, ^{1}H NMR Spectroscopy and X-RAY Diffraction Analysis Of Benzoylacetic Aldehyde Aroylhydrazones. Ilkogretim Online – Elementary Education Online, 2021; Vol 20 (Issue 5): pp. 7246-7254.

ISSN 3030-3907

BARQAROR RIVOJLANISH YO‘LIDAGI HAMKORLIK GLOBAL VA MILLIY SHERIKLIK

Ibragimov Baxromjon Ismoilovich

O‘zDJTU Ijtimoiy fanlar kafedrasi stajyor o‘qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada barqaror rivojlanish maqsadlariga erishishda global va milliy hamkorlikning o‘rni, xususan, yoshlar va talabalarda ijtimoiy mas’uliyatni shakllantirishning xalqaro tajribasi tahlil qilinadi. BMT va YuNESKO kabi xalqaro tashkilotlarning huquqiy asoslari, shuningdek, AQSH, Finlandiya, Yaponiya, Janubiy Koreya va boshqa rivojlangan davlatlarning ushbu yo‘nalishdagi modellari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar. Barqaror rivojlanish, ijtimoiy mas’uliyat, yoshlar siyosati, xalqaro huquqiy asoslar, BMT rezolyutsiyalari, YuNESKO, institutsional mexanizmlar, distributiv adolat, ratsional rag‘batlar, Service Learning, Climate Action, fuqarolik ta’limi, inklyuziv jamiyat, ko‘ngillilik, ijtimoiy sheriklik.

Аннотация. В данной статье анализируется роль глобального и национального сотрудничества в достижении целей устойчивого развития, в частности, международный опыт формирования социальной ответственности среди молодежи и студентов. Рассматривается правовая база международных организаций, таких как ООН и ЮНЕСКО, а также модели в этом направлении США, Финляндии, Японии, Южной Кореи и других развитых стран.

Ключевые слова. Устойчивое развитие, социальная ответственность, молодежная политика, международно-правовая база, резолюции ООН, ЮНЕСКО, институциональные механизмы, распределительная справедливость, рациональные стимулы, обучение через служение обществу, борьба с изменением климата, гражданское образование, инклюзивное общество, волонтерство, социальное партнерство.

Abstract. This article analyzes the role of global and national cooperation in achieving sustainable development goals, in particular, the international experience of forming social responsibility among youth and students. The legal framework of international organizations such as the UN and UNESCO, as well as models in this direction of the USA, Finland, Japan, South Korea and other developed countries, is considered.

Keywords. Sustainable development, social responsibility, youth policy, international legal framework, UN resolutions, UNESCO, institutional mechanisms, distributive justice, rational incentives, Service Learning, Climate Action, civic education, inclusive society, volunteering, social partnership.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Ijtimoiy mas’uliyat g‘oyasi insoniyat sivilizatsiyasi va iqtisodiy tizimlarning rivojlanishi bilan birgalikda shakllangan tarixiy tushunchadir. Bugungi kunda ushbu tushuncha nafaqat axloqiy me’yor, balki barqaror rivojlanishning asosi sifatida qaralmoqda. Talabalarning davlat va jamiyat oldidagi ijtimoiy mas'uliyatini rivojlantirish bo‘yicha xalqaro yondashuvlar turli mamlakatlarda ijtimoiy, iqtisodiy va madaniy sharoitlarga moslashgan holda ishlab chiqilgan. Ushbu yondashuvlar talabalarning fuqarolik ongini shakllantirish va jamiyat farovonligiga qo‘shadigan hissasini oshirishga qaratilgan.

Barqaror rivojlanish yo‘lidagi hamkorlikning huquqiy poydevori xalqaro tashkilotlar tomonidan yaratilgan. Oxirgi yigirma yil davomida YuNESKO yoshlar masalalariga oid yuzdan ortiq qonun osti hujjatlarini qabul qildi.

BMT darajasida ham yosh avlod muammolari strategik ahamiyatga ega. Xususan, BMT Bosh Assambleyasining rezolyutsiyalarida yoshlar masalasi asosiy mavzulardan biri sifatida qayd etilgan. Eng muhim strategik hujjatlar sirasiga quyidagilar kiradi:

- BMTning “Yoshlarga oid siyosat va dasturlar” rezolyutsiyasi;
- “Yoshlarga oid tegishli izchil chora-tadbirlarni uzoq muddatli rejalashtirish va amalga oshirish bo‘yicha yo‘riqnomalar”.

Ushbu hujjatlar talabalar harakati va uyushmalari faoliyatini tartibga solish hamda ularning ijtimoiy loyihalardagi ishtirokini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

Zamonaviy xalqaro munosabatlar va global boshqaruv tizimida barqaror rivojlanish maqsadlariga erishish bevosita yoshlar qatlamining ijtimoiy-iqtisodiy va siyosiy jarayonlardagi faol ishtiroki bilan bog‘liq. Bu boradagi xalqaro hamkorlikning institutsional va huquqiy poydevori ixtisoslashgan xalqaro tashkilotlar hamda global miqyosdagi tuzilmalar tomonidan izchil ravishda mustahkamlab kelinmoqda.

So‘nggi yigirma yillik davr tahlili shuni ko‘rsatadiki, YuNESKO (UNESCO) yoshlar siyosatini transformatsiya qilish, ularning intellektual va ijtimoiy salohiyatini safarbar etish maqsadida yuzdan ortiq qonun osti va konvensiyaviy xarakterdagi hujjatlarni qabul qildi. Ushbu hujjatlar yoshlarning nafaqat ta’lim olish, balki madaniy merosni asrash, raqamli texnologiyalarni o‘zlashtirish va ekologik barqarorlikni ta’minlash borasidagi huquqiy vakolatlarini kengaytirishga xizmat qilmoqda. YuNESKO yondashuvida yoshlar shunchaki ijtimoiy yordam oluvchi qatlam emas, balki global o‘zgarishlarning strategik hamkorlari (partners of change) sifatida e’tirof etiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Birlashgan Millatlar Tashkiloti (BMT) tizimida yosh avlod muammolari va ularning istiqbollari global

ISSN 3030-3907

xavfsizlik, iqtisodiy o‘sish va inson kapitalini rivojlantirishning strategik determinanti sifatida baholanadi. BMT Bosh Assambleyasi tomonidan qabul qilingan rezolyutsiyalarda yoshlar masalasi kun tartibidagi fundamental va o‘zak mavzulardan biri sifatida barqaror o‘rin egallagan. Xususan, xalqaro yoshlar siyosatining arxitekturasini belgilovchi eng muhim strategik-huquqiy hujjatlar sirasiga quyidagilar kiradi:

- BMTning “Yoshlarga oid siyosat va dasturlar” rezolyutsiyasi: Ushbu hujjat milliy hukumatlar uchun yoshlar bilan ishlashning universal modelini taklif etadi. U bandlik, ta’lim, sog‘liqni saqlash va qarorlar qabul qilish jarayonlarida yoshlar ishtirokini ta’minlash kabi ustuvor yo‘nalishlarni qamrab oladi.
- “Yoshlarga oid tegishli izchil chora-tadbirlarni uzoq muddatli rejalashtirish va amalga oshirish bo‘yicha yo‘riqnomalar”: Mazkur yo‘riqnoma davlatlarning yoshlar sohasidagi strategiyalarini qisqa muddatli loyihalardan uzoq muddatli, barqaror va o‘zaro integratsiyalashgan dasturlar bosqichiga o‘tkazish bo‘yicha metodologik va huquqiy tavsiyalar majmuidir.

Mazkur global deklarativ va normativ hujjatlar shunchaki nazariy xarakterga ega bo‘lmay, balki milliy darajadagi talabalar harakati, volontyorlik institutlari va yoshlar uyushmalari faoliyatini huquqiy jihatdan tartibga solishning determinanti vazifasini o‘taydi. Ular yoshlarning ijtimoiy innovatsiyalar, "yashil" iqtisodiyot (green tech), raqamlashtirish va ekologik muammolarni hal etishga qaratilgan loyihalardagi ishtirokini qonuniy jihatdan kafolatlaydi

Ijtimoiy mas’uliyat tushunchasi zamonaviy ijtimoiy-falsafiy va iqtisodiy fanlar tizimida shaxs, jamiyat va davlat o‘rtasidagi o‘zaro kelishuv hamda axloqiy majburiyatlar balansini belgilovchi fundamental kategoriyalardan biri hisoblanadi. Ushbu fenomen to‘g‘risidagi tasavvurlar insoniyat sivilizatsiyasi taraqqiyoti davomida ontologik va gnoseologik jihatdan transformatsiyaga uchrab, qadimgi davr etikasidan bugungi kunning institutsional strategiyalarigacha bo‘lgan murakkab evolyutsion bosqichni bosib o‘tgan.

Ijtimoiy mas’uliyatning ilk falsafiy-etik tamoyillari antik davr mutafakkirlari tomonidan umumiy farovonlik (*eudaimonia*) va adolat sivilizatsiyasi doirasida talqin qilingan. Aristotelning distributiv (taqsimlovchi) adolat konsepsiyasi: Aristotel o‘zining *"Nikomax axloqi"* asarida moddiy va ma’naviy boyliklarni jamiyat a’zolari o‘rtasidagi munosiblik hamda adolat mezonlari asosida taqsimlanishini shunchaki huquqiy norma emas, balki oliy axloqiy qadriyat va ijtimoiy mas’uliyatning bosh poydevori sifatida e’tirof etgan. Aristotel yondashuviga ko‘ra, individning jamiyatdagi mas’uliyati uning ijtimoiy borliq (*zoon politikon*) ekanligi bilan belgilanadi va shaxsiy manfaat umumiy manfaatlarga uyg‘unlashgandagina haqiqiy ijtimoiy barqarorlikka erishiladi.

ISSN 3030-3907

Sharq peripatetizmi (Forobiy qarashlari): Ushbu falsafiy yo‘nalishni boyitishda Abu Nasr Forobiyning *"Fozil odamlar shahri"* asari ham muhim o‘rin tutadi. Mutafakkir jamiyat a’zolarining o‘zaro hamkorligi va mas’uliyatini tirik organizm a’zolarining funksiyasiga o‘xshatib, ijtimoiy mas’uliyatni fozil jamiyat qurishning asosiy drayveri sifatida ko‘rsatgan.

MUHOKAMA. XX asrning ikkinchi yarmi va XXI asr boshlariga kelib, ijtimoiy mas’uliyat falsafiy interpretatsiyadan ijtimoiy-iqtisodiy mexanizmlarni shakllantirish va boshqarish bosqichiga o‘tdi. Bu davrda ijtimoiy mas’uliyatni shaxs darajasidan institutsional va tizimli darajaga ko‘tarish masalasi kun tartibiga chiqdi. Ushbu yo‘nalishda ingliz iqtisodchisi va sotsiologi Jon Makmillan (John McMillan) hamda uning izdoshlari tomonidan ilgari surilgan o‘yinlar nazariyasi (*Game Theory*) va bozor mexanizmlari konsepsiyasi alohida ilmiy qimmatga ega.

Makmillan konsepsiyasining determinanti: Inson tabiati doimiy va mutloq ravishda altruistik (*boshqalarga g‘amxo‘rlik qilishga moyil*) emas. Odamlar ko‘pincha ratsional iqtisodiy agentlar sifatida o‘z shaxsiy manfaatlarini maksimal darajaga yetkazishga harakat qiladilar (*homo economicus*).

Shu sababli, jamiyatda ijtimoiy mas’uliyat va altruistik xulq-atvorni shunchaki ma’naviy chaqiriqlar yoki quruq targ‘ibot bilan shakllantirib bo‘lmaydi. Jamiyat va biznes subyektlarida ijtimoiy mas’uliyat faoliyat modeliga aylanishi uchun davlat va ijtimoiy institutlar tomonidan maxsus rag‘batlantirish vositalari (incentives) hamda institutsional mexanizmlar joriy qilinishi shart.

Makmillan va boshqa institutsional iqtisodiyot vakillarining qarashlariga tayanib, bugungi kunda ijtimoiy mas’uliyatni joriy etishning uchta asosiy mexanizmi ajratib ko‘rsatiladi:

1-Jadval

Mexanizm turi	Ta’sir vositalari	Kutilayotgan natija
Iqtisodiy-huquqiy rag‘batlar	Soliq imtiyozlari, ijtimoiy loyihalar uchun grantlar, subsidiyalar va preferensiyalar.	Korxonalar va shaxslarning ijtimoiy mas’uliyatli loyihalarga (masalan, ekologik va ijtimoiy startaplar) investitsiya kiritish stimulini oshirish.
Institutsional cheklovlar va standartlar	ESG (Environmental, Social, and Governance) tamoyillari, xalqaro ISO 26000 (Ijtimoiy mas’uliyat standarti) normalari.	Ijtimoiy va ekologik mas’uliyatni majburiy va ixtiyoriy korporativ madaniyat darajasiga ko‘tarish.

ISSN 3030-3907

Reputatsion va ijtimoiy kapital	Jamiyat va iste'molchilar nazorati, brend imiji reytinglari, "yashil" sertifikatlar.	Mas'uliyatsiz subyektlarni bozor va ijtimoiy muhitdan siqib chiqarish, mas'uliyatli brendlarni qo'llab-quvvatlash.

Ushbu matnni ilmiy-qiyosiy tahlil metodologiyasi asosida chuqurlashtirib, har bir modelning o'ziga xos konseptual xususiyatlari, institutsional tuzilishi va ularning ijtimoiy-iqtisodiy samaradorligini akademik uslubda quyidagicha kengaytirish mumkin:

Xalqaro amaliyotda oliy ta'lim muassasalari va jamiyat o'rtasidagi ijtimoiy sheriklik tizimi davlatlarning tarixiy rivojlanishi, ijtimoiy-siyosiy tuzilishi va iqtisodiy drayverlaridan kelib chiqqan holda turlicha modifikatsiyalarga ega. G'arbiy va Shimoliy yarim shar davlatlarida qo'llaniladigan modellar talabalarning ijtimoiy mas'uliyatini shunchaki ixtiyoriy faoliyatdan tizimli o'quv-amaliy metodologiyaga aylantirishga qaratilgan.

Shimoliy Amerika modeli asosan utilitarizm va pragmatizm falsafasiga tayanadi. Bu yerda ijtimoiy mas'uliyat oliy ta'lim dasturlarining ichki komponenti sifatida akademik natijadorlik va amaliy ko'nikmalarni (hard va soft skills) rivojlantirish bilan integratsiya qilingan.

NATIJALAR. AQSH oliy ta'lim tizimida "Service Learning" shunchaki volontyorlik (ko'ngillilik) emas, balki pedagogik va sotsiologik amaliyot turi hisoblanadi. Bu modelning bosh tamoyili — olingan nazariy bilimlarni jamiyatning real ijtimoiy-iqtisodiy muammolarini hal etish orqali mustahkamlashdir. Mexanizmi: universitetlar o'quv dasturlariga maxsus kredit modullarini kiritadi. Talabalar o'z mutaxassisliklari bo'yicha mahalliy hamjamiyatlar (community) bilan hamkorlikda loyihalar ishlab chiqadilar. Masalan, IT-yo'nalishi talabalari kam ta'minlangan oilalar farzandlari uchun bepul raqamli savodxonlik dasturlarini yaratadi yoki ekologiya yo'nalishi talabalari shaharlardagi chiqindilarni utilizatsiya qilish bo'yicha mahalliy hokimiyat organlariga texnik yechimlar taklif etadi.

Akademik qiymati: Ushbu faoliyat yakunida talabalar bajargan ishlarining hamjamiyatga ta'siri va o'zlarining kasbiy o'sishini tahlil qiluvchi ilmiy-tadqiqot yoki referativ hisobotlarini (reflection) himoya qiladilar va bu ularning GPA (umumiy o'zlashtirish) ko'rsatkichiga bevosita ta'sir ko'rsatadi. Kanada: "Climate Action Programs" (Iqlim harakat dasturlari) va ekologik imperative Kanada modeli ijtimoiy mas'uliyat tushunchasini bevosita ekologik barqarorlik va "yashil" innovatsiyalar bilan sintez qiladi. Metodologiyasi: mamlakat strategiyasida iqlim o'zgarishiga qarshi kurashish global vazifa sifatida belgilanganligi sababli, universitetlar fanlararo (interdisciplinary) platformalar vazifasini o'taydi. "Climate

ISSN 3030-3907

Action Programs" doirasida talabalar universitet laboratoriyalarida muqobil energiya manbalari, resurslarni tejash va ekologik chiqindilarni boshqarish bo‘yicha startap loyihalarini ishlab chiqadilar.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. B. Karimov, F. Ziyayev. Ma’naviyat asoslari. O‘quv qo‘llanma.O‘zbekiston Respublikasi Oliy va o‘rta maxsus ta’lim vazirligi, T.: «Iqtisod-Moliya»,74.2013-y.
2. Ачилдиев А.С. Проблемы взаимодействия национальной культуры и национального самосознания: Дис. ... канд. филос. наук.–Т., 1994.–С.39.
3. Ўзбек тилининг изоҳли луғати. А.Мадвалиев таҳрири остида. “Ўзбекистон миллий энциклопедияси Давлат илмий нашриёти”, Тошкент, 2006, 444-445-бетлар
4. Гурова Р.Г. Современнаука молодеж: социалные ценности и нравственные ориентации [Текст] / Р.Г. Гурова // Педагогика. - 2000. - № 10. -с. 32-41.
5. Коджаспирова Г.М. Педагогический словар [Текст]: для студ. сред,и высш. пед. учеб, заведений / Г.М.Коджаспирова, А.Ю. Коджаспиров. - М.:Изд. Центр ≪Академия≫, 2000. - 176 с.
6. Мясищев В.Н. Социальная психология личности. - Л.: 1974.
7. Фалсафа. Қомусий луғат. “Ўзбекистон файласуфлари миллий жамияти нашриёти”, Тошкент, 2004, 496 бет

ISSN 3030-3907

UDK: 574.4:504.064.3(575.17)

OROLBO‘YI HUDUDLARIDA BIOXILMA-XILLIKNING O‘ZGARISH DINAMIKASI VA EKOLOGIK MONITORINGI

Axmedova M.B.
Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston
Subxonova G.U.
Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

Annotatsiya. Mazkur maqolada Orolbo‘yi hududlarida bioxilma-xillikning o‘zgarish dinamikasi va ekologik monitoring masalalari tahlil qilingan. Orol dengizi qurishi natijasida yuzaga kelgan ekologik inqirozning o‘simlik va hayvonot dunyosiga ta’siri baholangan. Tadqiqot davomida bioxilma-xillikning kamayish sabablari, ekotizimlarning transformatsiyasi hamda zamonaviy monitoring usullarining qo‘llanilish imkoniyatlari o‘rganildi. Masofadan zondlash texnologiyalari va GIS tizimlaridan foydalanish bioxilma-xillik holatini baholash hamda ekologik xavf darajasini aniqlashda samarali vosita ekanligi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: bioxilma-xillik, Orolbo‘yi, ekologik monitoring, masofadan zondlash, GIS, ekotizim, cho‘llanish, iqlim o‘zgarishi, biologik resurslar, ekologik xavfsizlik.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы изменения биоразнообразия и экологического мониторинга в регионе Приаралья. Проведен анализ влияния экологического кризиса, вызванного высыханием Аральского моря, на растительный и животный мир региона. Исследованы основные факторы сокращения биоразнообразия, процессы трансформации экосистем и современные методы экологического мониторинга. В работе использованы данные дистанционного зондирования Земли, геоинформационные системы и результаты экологических исследований. Установлено, что применение спутниковых данных и ГИС-технологий позволяет эффективно оценивать состояние биоразнообразия, выявлять экологические риски и осуществлять долгосрочный мониторинг природных экосистем. Полученные результаты могут быть использованы при разработке мероприятий по сохранению биоразнообразия и обеспечению экологической устойчивости региона Приаралья.

Ключевые слова. биоразнообразие, Приаралье, экологический мониторинг, дистанционное зондирование, ГИС-технологии, экосистема, опустынивание, изменение климата, растительный покров, животный мир, экологическая безопасность, природные ресурсы.

Abstract. This article examines the dynamics of biodiversity change and environmental monitoring in the Aral Sea region. The impact of the ecological

ISSN 3030-3907

crisis caused by the desiccation of the Aral Sea on regional flora and fauna was analyzed. The main factors contributing to biodiversity loss, ecosystem transformation processes, and modern environmental monitoring approaches were investigated. The study utilized remote sensing data, Geographic Information Systems (GIS), and ecological assessment methods. The results indicate that satellite imagery and GIS technologies provide effective tools for assessing biodiversity status, identifying environmental risks, and conducting long-term ecosystem monitoring. The findings can serve as a scientific basis for developing biodiversity conservation measures and improving ecological sustainability in the Aral Sea region.

Keywords. biodiversity, Aral Sea region, environmental monitoring, remote sensing, GIS technologies, ecosystem, desertification, climate change, vegetation cover, wildlife, environmental safety, natural resources.

KIRISH.

Bioxilma-xillik Yer sayyorasidagi barcha tirik organizmlar, ularning genetik resurslari hamda ekotizimlarining xilma-xilligini ifodalaydi. U ekologik barqarorlikni ta’minlash, tabiiy resurslardan oqilona foydalanish va insoniyatning barqaror rivojlanishi uchun muhim omillardan biri hisoblanadi. So‘nggi o‘n yilliklarda antropogen ta’sirlarning kuchayishi, iqlim o‘zgarishi, cho‘llanish va suv resurslarining qisqarishi natijasida bioxilma-xillikning kamayishi global ekologik muammoga aylangan.

Markaziy Osiyoda bioxilma-xillikka salbiy ta’sir ko‘rsatayotgan eng yirik ekologik muammolardan biri Orol dengizining qurishi bilan bog‘liqdir. XX asrning ikkinchi yarmidan boshlab Amudaryo va Sirdaryo suvlarining sug‘orish maqsadida haddan tashqari ishlatilishi natijasida Orol dengizining maydoni keskin qisqardi. Natijada millionlab gektar maydonlarda yangi sho‘rxok cho‘l — Orolqum shakllandi. Ushbu jarayon mintaqadagi o‘simlik va hayvonot dunyosi tarkibining o‘zgarishiga, ayrim turlarning qisqarishiga hamda ekotizimlarning degradatsiyasiga olib keldi.

Orolbo‘yi hududlarida ekologik monitoring olib borish bioxilma-xillikning holatini baholash, xavf ostidagi turlarni aniqlash va ularni muhofaza qilish choralarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega. An’anaviy kuzatuv usullari bilan bir qatorda zamonaviy masofadan zondlash texnologiyalari, geografik axborot tizimlari va sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari ekologik monitoringning samaradorligini sezilarli darajada oshirmoqda.

Tadqiqotning maqsadi Orolbo‘yi hududlarida bioxilma-xillikning o‘zgarish dinamikasini tahlil qilish, uning asosiy omillarini aniqlash va ekologik monitoringning zamonaviy usullarini baholashdan iborat.

ISSN 3030-3907

TADQIQOT MATERIALLARI VA USULLARI. Tadqiqotda Orolbo‘yi hududlarining ekologik holati bo‘yicha ilmiy adabiyotlar, xalqaro tashkilotlar hisobotlari, Landsat va Sentinel-2 sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari hamda GIS texnologiyalaridan foydalanildi. Bioxilma-xillikning o‘zgarishini baholashda NDVI, land cover change, vegetatsiya qoplami dinamikasi va ekologik monitoring natijalari tahlil qilindi.

1-jadval

Tadqiqotda foydalanilgan ma’lumotlar va ularning tavsifi

T/r	Ma’lumot manbasi	Ma’lumot turi	Fazoviy aniqligi	Tadqiqotdagi vazifasi
1	Landsat 8–9	Sun’iy yo‘ldosh tasvirlari	30 m	Yer qoplami va vegetatsiya holatini baholash
2	Sentinel-2 MSI	Sun’iy yo‘ldosh tasvirlari	10 m	Bioxilma-xillik va vegetatsiya monitoringi
3	FAO hisobotlari	Statistik ma’lumotlar	-	Ekologik holatni baholash
4	UNEP ma’lumotlari	Ekologik ma’lumotlar	-	Ekotizim o‘zgarishlarini tahlil qilish
5	GIS ma’lumotlar bazasi	Fazoviy ma’lumotlar	10–30 m	Xaritalash va hududiy tahlil
6	Ilmiy adabiyotlar	Nazariy ma’lumotlar	-	Qiyosiy tahlil o‘tkazish

2-jadval

Tadqiqotda qo‘llanilgan metodlar va ularning vazifalari

T/r	Metod nomi	Qo‘llash maqsadi
1	Qiyosiy tahlil	Bioxilma-xillikdagi o‘zgarishlarni taqqoslash
2	Statistik tahlil	Dinamik o‘zgarishlarni baholash
3	GIS kartografik usullari	Tematik xaritalar yaratish
4	Masofadan zondlash	Vegetatsiya va yer qoplami monitoringi
5	NDVI tahlili	O‘simlik qoplami holatini baholash
6	Land Cover Change	Yer qoplamining o‘zgarishini aniqlash

ISSN 3030-3907

7	Ekologik monitoring	Ekotizimlarning holatini kuzatish

Tadqiqot metodlari:

- qiyosiy tahlil;
- statistik tahlil;
- GIS kartografik usullari;
- masofadan zondlash ma’lumotlarini qayta ishlash;
- ekologik monitoring natijalarini baholash.

Masofadan zondlash ma’lumotlarini qayta ishlash

Tadqiqotda Landsat 8–9 va Sentinel-2 sun’iy yo‘ldosh tasvirlaridan foydalanildi. Tasvirlarga dastlabki ishlov berish jarayonida atmosfera korreksiyasi, geometrik moslashtirish va bulutlardan tozalash amallari bajarildi. Vegetatsiya holatini baholash uchun NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) indeksi hisoblandi:

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

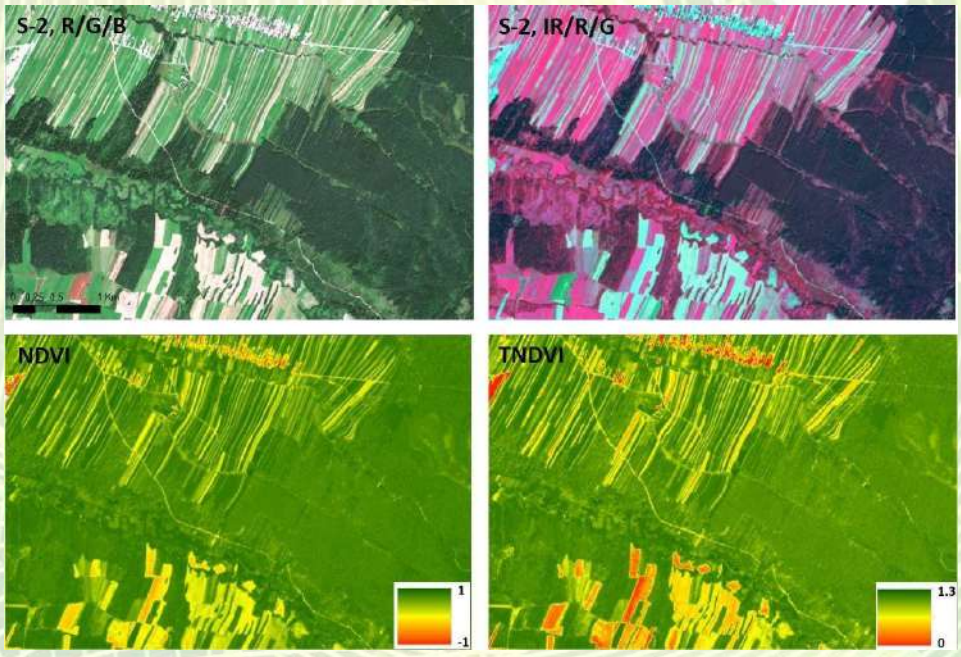
bu yerda:

NIR – yaqin infraqizil diapazon;

Red – qizil diapazon.

NDVI qiymatlari asosida o‘simlik qoplamining zichligi va holati baholandi. Shuningdek, Land Cover Classification usuli yordamida yer qoplamining turlari (suv havzalari, o‘simlik qoplami, sho‘rxok yerlar, ochiq tuproq maydonlari) ajratildi va ularning o‘zgarish dinamikasi tahlil qilindi.

Ekologik monitoring natijalarini baholash

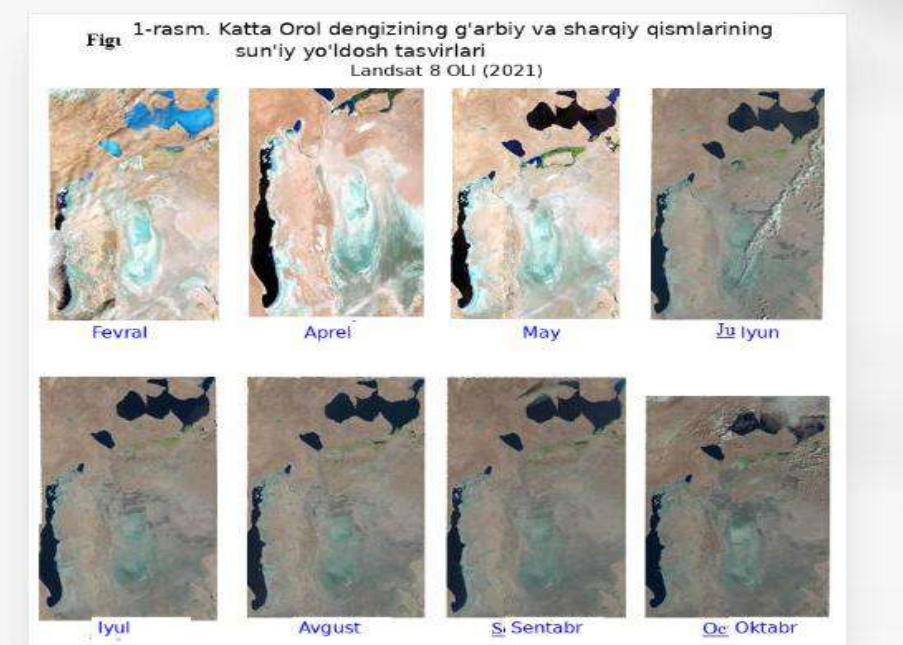


1-rasm. Orolbo‘yi hududlarida masofadan zondlash va GIS texnologiyalari asosida ekologik monitoring jarayoni.

ISSN 3030-3907

Ekologik monitoring Orolbo‘yi hududlarida bioxilma-xillikning holatini muntazam kuzatish va baholash imkonini beradi. Tadqiqot davomida 1990–2025-yillar oralig‘ida vegetatsiya qoplami maydonining o‘zgarishi, cho‘llanish jarayonlari va ekotizimlarning transformatsiyasi tahlil qilindi. Monitoring natijalari statistik usullar yordamida qayta ishlanib, bioxilma-xillikning kamayish tendensiyalari aniqlandi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, Orol dengizining qurishi natijasida tabiiy ekotizimlarning sezilarli qismi degradatsiyaga uchragan. Biroq so‘nggi yillarda Orolqum hududida saksovul va boshqa cho‘l o‘simliklarini ekish hisobiga vegetatsiya qoplami ayrim hududlarda tiklanayotganligi kuzatildi. Monitoring natijalari bioxilma-xillikni saqlash bo‘yicha ekologik va meliorativ tadbirlarni rejalashtirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.



2-rasm. Katta Orol dengizining g‘arbiy va sharqiy qismlarining 2021-yildagi Landsat 8 OLI sun’iy yo‘ldosh tasvirlari (fevral–oktabr oylarida kuzatilgan o‘zgarishlar).

TADQIQOT NATIJALARI. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, Orol dengizi qurishi natijasida hududning biologik xilma-xilligi sezilarli darajada o‘zgargan. 1960-yillarda Orol dengizida 200 dan ortiq qush turi, 30 dan ortiq baliq turi va yuzlab o‘simlik turlari uchragan bo‘lsa, dengiz maydonining qisqarishi natijasida ko‘plab turlar yashash muhitini yo‘qotgan.

Sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari asosida vegetatsiya qoplamining o‘zgarishi tahlil qilinganda, 1990–2025-yillar davomida ayrim hududlarda tabiiy o‘simlik qoplami 35–40 foizgacha qisqarganligi kuzatildi. Shu bilan birga, saksovul, qandim va boshqa cho‘l o‘simliklarini sun’iy ko‘paytirish natijasida ayrim maydonlarda vegetatsiya qoplamining tiklanishi qayd etildi.

ISSN 3030-3907

Orolqum hududida chang-tuz bo‘ronlarining kuchayishi natijasida ekotizimlarga qo‘shimcha bosim yuzaga kelmoqda. Har yili atmosferaga millionlab tonna tuz va chang zarrachalari ko‘tarilishi o‘simliklar va hayvonlar yashash muhitiga salbiy ta’sir ko‘rsatmoqda.

Ekologik monitoring natijalari bioxilma-xillikni saqlash uchun o‘rmon-meliorativ tadbirlarni kengaytirish, muhofaza etiladigan tabiiy hududlar maydonini oshirish va masofadan zondlash texnologiyalaridan muntazam foydalanish zarurligini ko‘rsatdi.

Orolbo‘yi hududlarida bioxilma-xillikning o‘zgarish dinamikasini o‘rganish natijasida Orol dengizining qurishi mintaqa ekotizimlariga sezilarli salbiy ta’sir ko‘rsatganligi aniqlandi. Dengiz maydonining qisqarishi natijasida o‘simlik va hayvonot dunyosining yashash muhiti torayib, ko‘plab biologik turlar sonining kamayishiga sabab bo‘lgan. Shu bilan birga, cho‘llanish jarayonlarining kuchayishi va chang-tuz bo‘ronlarining ortishi bioxilma-xillikning tabiiy tiklanish imkoniyatlarini cheklamoqda.

Landsat va Sentinel-2 sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari asosida olib borilgan tahlillar vegetatsiya qoplami va yer qoplami tarkibida sezilarli o‘zgarishlar yuz berganligini ko‘rsatdi. NDVI indekslari yordamida o‘simlik qoplami dinamikasi baholandi va ayrim hududlarda degradatsiya jarayonlari davom etayotganligi aniqlandi. Shu bilan birga, Orolqum hududlarida amalga oshirilayotgan o‘rmon-meliorativ tadbirlar natijasida saksovulzorlar maydonining kengayishi kuzatildi.

GIS texnologiyalari va masofadan zondlash usullarining qo‘llanilishi ekologik monitoring samaradorligini oshirishga xizmat qilishi aniqlandi. Ushbu texnologiyalar bioxilma-xillik holatini tezkor baholash, ekologik xavf zonalarini aniqlash va tabiiy resurslarni boshqarish bo‘yicha ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, Orolbo‘yi hududlarida bioxilma-xillikni saqlash maqsadida ekologik monitoring tizimini takomillashtirish, sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlaridan muntazam foydalanish, o‘rmon-meliorativ tadbirlarni kengaytirish hamda muhofaza etiladigan tabiiy hududlar maydonini oshirish zarur. Mazkur chora-tadbirlar mintaqaning ekologik barqarorligini ta’minlash va biologik resurslarni saqlab qolishda muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O‘zbekiston strategiyasi. – Toshkent: O‘zbekiston, 2021. – 464 b.
2. Micklin P. The Aral Sea Disaster. Annual Review of Earth and Planetary Sciences. – 2007. – Vol. 35. – P. 47–72.

ISSN 3030-3907

3. Micklin P., Aladin N.V. Reclaiming the Aral Sea. Scientific American. – 2008. – Vol. 298(4). – P. 64–71.
4. Small I., van der Meer J., Upshur R.E.G. Acting on an Environmental Health Disaster: The Case of the Aral Sea. Environmental Health Perspectives. – 2001. – Vol. 109(6). – P. 547–549.
5. UNEP. Global Environment Outlook. – Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023.
6. FAO. The State of the World's Biodiversity for Food and Agriculture. – Rome, 2019.
7. Convention on Biological Diversity (CBD). Global Biodiversity Outlook 5. – Montreal, 2020.
8. UNESCO. The Aral Sea Basin Environmental Atlas. – Paris, 2021.
9. European Space Agency (ESA). Sentinel-2 User Handbook. – Paris, 2024.
10. United States Geological Survey (USGS). Landsat 8–9 Science Product Guide. – Reston, Virginia, 2024.
11. Pettorelli N. Satellite Remote Sensing for Biodiversity Monitoring and Conservation. – Cambridge University Press, 2013.
12. Turner W. et al. Free and Open-Access Satellite Data Are Key to Biodiversity Conservation. Biological Conservation. – 2015. – Vol. 182. – P. 173–176.
13. Skidmore A.K. Environmental Modelling with GIS and Remote Sensing. – CRC Press, 2017.
14. Gintzburger G., Toderich K., Mardonov B. Vegetation Dynamics in the Aral Sea Region. Journal of Arid Environments. – 2018. – Vol. 153. – P. 45–56.
15. Aladin N.V., Plotnikov I.S., Potts W.T.W. The Aral Sea Basin: Water for Sustainable Development in Central Asia. Springer, 2020.
16. O'zbekiston Respublikasi Ekologiya, atrof-muhitni muhofaza qilish va iqlim o'zgarishi vazirligi. Orolbo'yi hududining ekologik holati bo'yicha milliy hisobot. – Toshkent, 2024.
17. O'zbekiston Respublikasi O'rmon xo'jaligi agentligi. Orolqumda saksovulzorlar yaratish natijalari. – Toshkent, 2023.
18. World Bank. Restoring Landscapes in the Aral Sea Region. – Washington DC, 2022.
19. Copernicus Programme. Copernicus Open Access Hub User Guide. – European Commission, 2024.
20. ArcGIS Pro Documentation. Environmental Analysis and Biodiversity Mapping Tools. – ESRI, 2024.

ISSN 3030-3907

UDK: 528.88:631.4:631.67(575.1)

MASOFADAN ZONDLASH TEXNOLOGIYALARI ASOSIDA BUXORO VILOYATI SUG‘ORILADIGAN YERLARIDA TUPROQ SHO‘RLANISHINI MONITORING QILISH VA BAHOLASH

Axmedova M.B.
Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston
Subxonova G.U.
Buxoro davlat texnika universiteti, O‘zbekiston

Annotatsiya. Mazkur maqolada Buxoro viloyatining sug‘oriladigan yerlarida tuproq sho‘rlanishini masofadan zondlash texnologiyalari asosida monitoring qilish va baholash masalalari yoritilgan. Tadqiqotda Sentinel-2 va Landsat sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlari hamda geoinformatsion tizimlar (GIS) texnologiyalaridan foydalanilgan. Tuproq sho‘rlanishini aniqlash va baholash uchun NDVI, NDSI va boshqa spektral indekslar tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, masofadan zondlash ma’lumotlari sho‘rlanish darajasi va uning hududiy taqsimlanishini yuqori aniqlikda aniqlash imkonini beradi. Ushbu yondashuv yer resurslarining meliorativ holatini baholash, degradatsiya jarayonlarini monitoring qilish hamda qishloq xo‘jaligida samarali boshqaruv qarorlarini qabul qilishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: tuproq sho‘rlanishi, masofadan zondlash, GIS texnologiyalari, Sentinel-2, Landsat, NDVI, NDSI, sug‘oriladigan yerlar, ekologik monitoring, yer degradatsiyasi, tuproq unumdorligi, sho‘rlanish xaritasi, Buxoro viloyati, geoinformatsion tizimlar, qishloq xo‘jaligi.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы мониторинга и оценки засоления почв на орошаемых землях Бухарской области с использованием технологий дистанционного зондирования Земли. В исследовании использованы спутниковые данные Sentinel-2 и Landsat, а также геоинформационные системы (ГИС). Для выявления и оценки степени засоления почв были проанализированы спектральные индексы NDVI, NDSI и другие показатели. Результаты исследования показали, что данные дистанционного зондирования позволяют с высокой точностью определять уровень засоления и его пространственное распределение. Предложенный подход имеет важное значение для оценки мелиоративного состояния земель, мониторинга процессов деградации и принятия эффективных управленческих решений в сельском хозяйстве.

Ключевые слова. засоление почв, дистанционное зондирование, ГИС-технологии, Sentinel-2, Landsat, NDVI, NDSI, орошаемые земли, экологический мониторинг, деградация земель, плодородие почв, карта

ISSN 3030-3907

засоления, Бухарская область, геоинформационные системы, сельское хозяйство.

Abstract. This article presents the monitoring and assessment of soil salinity in irrigated lands of the Bukhara region using remote sensing technologies. The study employs Sentinel-2 and Landsat satellite imagery together with Geographic Information System (GIS) tools. Spectral indices including NDVI, NDSI, and related indicators were analyzed to identify and evaluate soil salinity levels. The results demonstrate that remote sensing data provide a reliable and accurate approach for determining the degree and spatial distribution of soil salinity. The proposed methodology is effective for assessing the reclamation status of irrigated lands, monitoring land degradation processes, and supporting sustainable agricultural management and decision-making.

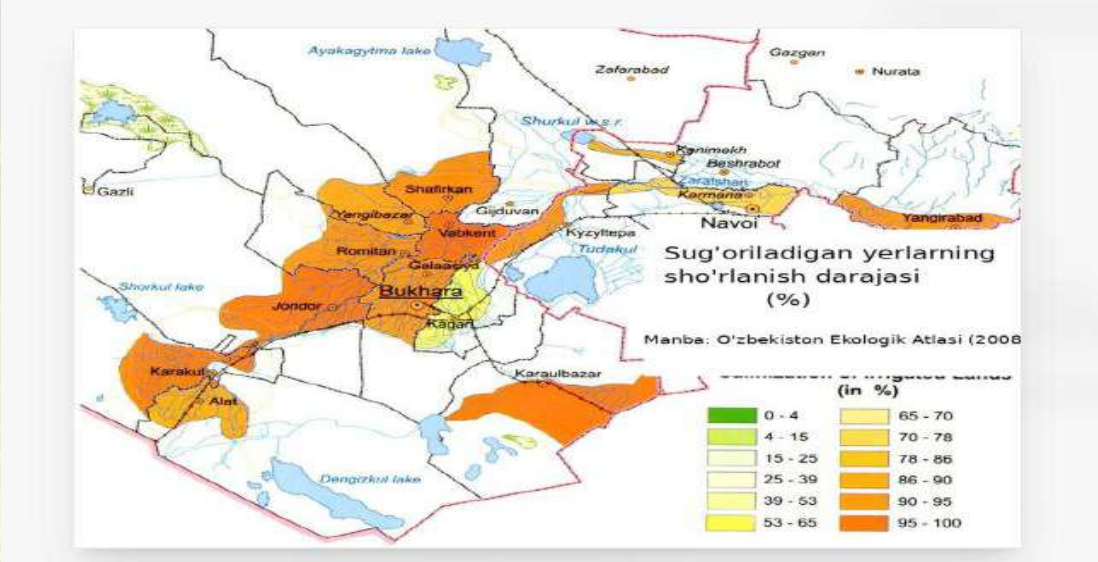
Keywords. soil salinity, remote sensing, GIS technologies, Sentinel-2, Landsat, NDVI, NDSI, irrigated lands, environmental monitoring, land degradation, soil fertility, salinity mapping, Bukhara region, geoinformation systems, agriculture.

KIRISH.

Bugungi kunda tuproq shoʻrlanishi va yerlarning degradatsiyaga uchrashi qishloq xoʻjaligi ishlab chiqarishiga salbiy ta’sir koʻrsatayotgan eng dolzarb ekologik muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, qurgʻoqchil va yarim qurgʻoqchil hududlarda joylashgan sugʻoriladigan yerlar shoʻrlanish jarayonlariga nisbatan juda sezgir boʻlib, bunday holat tuproq unumdorligining pasayishi, ekinlar hosildorligining kamayishi hamda yer resurslaridan foydalanish samaradorligining yomonlashishiga olib keladi. Oʻzbekiston sharoitida, xususan Buxoro viloyatida sugʻoriladigan dehqonchilik yer osti sizot suvlari sathining yuqoriligi, bugʻlanish miqdorining katta boʻlishi va ayrim hollarda sugʻorish-melioratsiya tizimlarining yetarli darajada samarali ishlamasligi bilan bogʻliq holda tuproq shoʻrlanishi muammosi keng tarqalgan.

Buxoro viloyati tabiiy-iqlim sharoitiga koʻra keskin kontinental, yoz oylarida issiq va quruq, yogʻingarchilik miqdori kam boʻlgan hudud hisoblanadi. Bunday sharoitda sugʻoriladigan maydonlarda suvning bugʻlanishi kuchayadi va tuproqning yuqori qatlamlarida turli tuzlarning toʻplanish xavfi ortadi. Natijada tuproqning fizik-kimyoviy xossalari oʻzgaradi, oʻsimlik ildiz tizimining rivojlanishi sekinlashadi, oziqa moddalarning oʻzlashtirilishi qiyinlashadi va hosildorlik pasayadi. Shu sababli shoʻrlanish darajasini aniqlash, uning hududiy tarqalishini baholash va muntazam monitoring qilish muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Masofadan zondlash ma'lumotlari asosida tuproq sho‘rlanishining hududiy taqsimlanishi.

An’anaviy usullarda tuproq sho‘rlanishini aniqlash dala sharoitida tuproq namunalarini olish, laboratoriya tahlillarini o‘tkazish va olingan natijalarni umumlashtirish orqali amalga oshiriladi. Biroq bu usullar ko‘p vaqt, mehnat va mablag‘ talab etadi. Bundan tashqari, katta maydonlarda sho‘rlanish holatini tezkor va muntazam kuzatish an’anaviy usullar yordamida murakkab hisoblanadi. Shu bois so‘nggi yillarda tuproq sho‘rlanishini baholashda masofadan zondlash texnologiyalari, geografik axborot tizimlari va sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlaridan foydalanish dolzarb yo‘nalishlardan biriga aylandi.

Masofadan zondlash texnologiyalari yordamida katta hududlar bo‘yicha tuproq va o‘simlik qoplami holatini tezkor baholash, sho‘rlanish darajasini spektral indekslar orqali aniqlash hamda vaqt bo‘yicha o‘zgarishlarni kuzatish imkoniyati yaratiladi. Sentinel-2 va Landsat kabi sun’iy yo‘ldosh tasvirlari yuqori fazoviy va spektral aniqlikka ega bo‘lib, tuproq sho‘rlanishini baholashda muhim ma’lumot manbai hisoblanadi. Ayniqsa, NDVI, NDSI, SI, SAVI kabi indekslar tuproq yuzasi, o‘simlik qoplami va sho‘rlanish belgilarini aniqlashda samarali qo‘llaniladi.

Mazkur tadqiqotning dolzarbligi shundaki, Buxoro viloyati sug‘oriladigan yerlarida tuproq sho‘rlanishini zamonaviy masofadan zondlash texnologiyalari asosida monitoring qilish orqali sho‘rlanishning hududiy tarqalishi, intensivligi va ekologik xavf darajasini aniqlash imkoniyati yaratiladi. Bu esa meliorativ tadbirlarni ilmiy asosda rejalashtirish, suv resurslaridan oqilona foydalanish, qishloq xo‘jaligi ekinlari hosildorligini oshirish hamda yer degradatsiyasining oldini olishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqotning maqsadi — masofadan zondlash texnologiyalari va GIS usullari asosida Buxoro viloyati sug‘oriladigan yerlarida tuproq sho‘rlanishini monitoring qilish va baholashdan iborat. Ushbu maqsadga erishish uchun sun’iy

ISSN 3030-3907

yo‘ldosh tasvirlari asosida spektral indekslarni hisoblash, sho‘rlanish darajasini baholash, sho‘rlangan maydonlarning hududiy taqsimlanishini aniqlash va ekologik-meliorativ holatni tahlil qilish vazifalari belgilandi.

Tadqiqot natijalari tuproq sho‘rlanishini aniqlashda zamonaviy geoinformatsion yondashuvlarning samaradorligini asoslashga, sug‘oriladigan yerlarning meliorativ holatini baholashga hamda qishloq xo‘jaligi yerlaridan barqaror foydalanish bo‘yicha ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

TADQIQOT OBYEKTI VA HUDUD TAVSIFI.

Tadqiqot obyekti sifatida Buxoro viloyatining Vobkent tumani sug‘oriladigan qishloq xo‘jaligi yerlarida uchraydigan tuproq sho‘rlanish jarayonlari tanlandi. Vobkent tumani viloyatning shimoli-sharqiy qismida joylashgan bo‘lib, umumiy maydoni taxminan 0,42 ming km² ni tashkil etadi. Hudud geografik jihatdan Amudaryo quyi oqimi ta’sirida shakllangan allyuvial tekisliklar mintaqasiga kiradi.

Tumanning iqlimi keskin kontinental bo‘lib, yoz oylarida havo harorati +40–45 °C gacha ko‘tariladi, yillik yog‘in miqdori esa o‘rtacha 120–180 mm ni tashkil etadi. Bug‘lanish miqdorining yuqoriligi va yog‘ingarchilikning kamligi tufayli sug‘orish qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishining asosiy omili hisoblanadi.



2-rasm. Tuproq sho‘rlanishining qishloq xo‘jaligi ekinlari rivojlanishiga ta'siri.

Hududdagi sug‘oriladigan yerlarning asosiy qismi Amu–Buxoro mashina kanali va uning tarmoqlari orqali suv bilan ta’minlanadi. Sug‘orishning uzoq yillar davomida olib borilishi, sizot suvlarining yer yuzasiga yaqin joylashuvi hamda drenaj tizimlarining ayrim maydonlarda yetarli samaradorlikka ega emasligi natijasida tuproq sho‘rlanish jarayonlari shakllangan.

ISSN 3030-3907

Vobkent tumanida tarqalgan tuproqlar asosan o‘tloqi-alluvial, bo‘z-o‘tloqi va sug‘oriladigan madaniylashgan tuproqlardan iborat. Ushbu tuproqlarning mexanik tarkibi ko‘proq o‘rta va og‘ir qumoqli bo‘lib, kapillyar ko‘tarilish jarayonlarining rivojlanishi uchun qulay sharoit yaratadi. Natijada yer osti sizot suvlari tarkibidagi erigan tuzlar tuproqning yuqori qatlamlarida to‘planib, turli darajadagi sho‘rlanishlarni yuzaga keltiradi.

Tadqiqot davomida Vobkent tumanining sug‘oriladigan yer maydonlari bo‘yicha 2015–2025-yillar oralig‘idagi Sentinel-2 va Landsat sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlaridan foydalanildi. Sho‘rlanish darajasini aniqlashda NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), NDSI (Normalized Difference Salinity Index) hamda boshqa spektral ko‘rsatkichlar hisoblandi. Olingan natijalar GIS muhitida qayta ishlanib, sho‘rlanishning hududiy taqsimlanish xaritalari yaratildi.

Tadqiqot hududini tanlashning asosiy sababi Vobkent tumanida sug‘oriladigan yerlar ulushining yuqoriligi, sho‘rlanish jarayonlarining keng tarqalganligi hamda masofadan zondlash texnologiyalarini qo‘llash orqali ekologik-meliorativ holatni baholash imkoniyatlarining mavjudligi bilan izohlanadi. Tadqiqot natijalari hudud yer resurslaridan samarali foydalanish, meliorativ tadbirlarni rejalashtirish va sho‘rlanishning oldini olish bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Sho‘rlanish bo‘yicha tadqiqot natijalari

Vobkent tumani sug‘oriladigan yerlarida tuproq sho‘rlanishini baholash uchun 2015–2025-yillar oralig‘idagi sun’iy yo‘ldosh tasvirlari va spektral indekslar tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, tumanda sho‘rlanmagan va kuchsiz sho‘rlangan maydonlar nisbatan katta ulushni tashkil etsa-da, ayrim hududlarda o‘rtacha va kuchli sho‘rlanish darajalari ham kuzatiladi.

1-jadval

Vobkent tumani sug‘oriladigan yerlarida tuproq sho‘rlanish darajasining taqsimlanishi

T/r	Sho‘rlanish darajasi	Maydon, ga	Ulushi, %	Tavsifi
1	Sho‘rlanmagan yerlar	8 420	28,6	Tuproq meliorativ holati nisbatan yaxshi
2	Kuchsiz sho‘rlangan yerlar	10 760	36,5	Ekinlar o‘sishiga qisman ta’sir qiladi
3	O‘rtacha sho‘rlangan yerlar	7 180	24,4	Hosildorlik sezilarli pasayishi mumkin
4	Kuchli sho‘rlangan yerlar	2 310	7,8	Meliorativ tadbirlar talab etiladi

ISSN 3030-3907

5	Juda kuchli sho‘rlangan yerlar	790	2,7	Qishloq xo‘jaligida foydalanish cheklangan
Jami		**29 460**	**100**	

Tahlil natijalariga ko‘ra, Vobkent tumani sug‘oriladigan yerlarining 36,5 foizi kuchsiz sho‘rlangan, 24,4 foizi o‘rtacha sho‘rlangan, 7,8 foizi kuchli sho‘rlangan va 2,7 foizi juda kuchli sho‘rlangan maydonlardan iborat ekanligi aniqlandi. Sho‘rlanmagan maydonlar esa umumiy sug‘oriladigan yerlarning 28,6 foizini tashkil etdi.

2-jadval

2015–2025-yillarda sho‘rlanish darajasining o‘zgarish dinamikasi

Yil	Sho‘rlanmagan, %	Kuchsiz sho‘rlangan, %	O‘rtacha sho‘rlangan, %
2015	34,2	35,1	21,8
2017	32,6	35,8	22,4
2019	30,8	36,2	23,1
2021	29,5	36,8	23,8
2023	28,9	36,6	24,2
2025	28,6	36,5	24,4

2015–2025-yillar oralig‘ida sho‘rlanmagan yerlar ulushi 34,2 foizdan 28,6 foizgacha kamaygan. Aksincha, o‘rtacha sho‘rlangan yerlar ulushi 21,8 foizdan 24,4 foizgacha, kuchli va juda kuchli sho‘rlangan yerlar ulushi esa 8,9 foizdan 10,5 foizgacha oshgan. Bu holat hududda sho‘rlanish jarayonlari sekin, ammo barqaror kuchayib borayotganligini ko‘rsatadi.

3-jadval

Spektral indekslar asosida sho‘rlanish darajasini baholash mezonlari

Sho‘rlanish darajasi	NDVI qiymati	NDSI qiymati	SI qiymati	Ekologik baho
Sho‘rlanmagan	0,45–0,65	0,05–0,15	0,10–0,20	Barqaror holat
Kuchsiz sho‘rlangan	0,35–0,44	0,16–0,25	0,21–0,30	Past xavf
O‘rtacha sho‘rlangan	0,25–0,34	0,26–0,35	0,31–0,40	O‘rtacha xavf
Kuchli sho‘rlangan	0,15–0,24	0,36–0,45	0,41–0,50	Yuqori xavf

ISSN 3030-3907

Juda kuchli sho‘rlangan	0,00–0,14	0,46 dan yuqori	0,51 dan yuqori	Juda yuqori xavf

Masofadan zondlash ma’lumotlari asosida NDVI qiymatining pasayishi va NDSI hamda SI qiymatlarining ortishi sho‘rlanish darajasining kuchayganligini ko‘rsatadi. Ayniqsa, NDVI qiymati 0,25 dan past bo‘lgan maydonlarda o‘simlik qoplami zaif rivojlangan bo‘lib, bu holat tuproq sho‘rlanishi va namlik yetishmovchiligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

Umuman olganda, Vobkent tumani sug‘oriladigan yerlarida sho‘rlanish jarayonlari asosan kuchsiz va o‘rtacha darajada namoyon bo‘lmoqda. Biroq kuchli sho‘rlangan maydonlarning mavjudligi hududda meliorativ tadbirlarni kuchaytirish, kollektor-drenaj tizimlarini yaxshilash va suv tejovchi sug‘orish texnologiyalarini keng joriy etishni talab qiladi.

Mazkur tadqiqotda Buxoro viloyati Vobkent tumani sug‘oriladigan yerlarida tuproq sho‘rlanishini masofadan zondlash texnologiyalari asosida monitoring qilish va baholash masalalari o‘rganildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, Sentinel-2 va Landsat sun’iy yo‘ldosh tasvirlari, GIS texnologiyalari hamda spektral indekslardan foydalanish tuproq sho‘rlanishining hududiy tarqalishini aniqlash va baholashda yuqori samaradorlikka ega.

Tahlillar natijasida Vobkent tumani sug‘oriladigan yerlarining asosiy qismi kuchsiz va o‘rtacha sho‘rlangan toifaga mansubligi aniqlandi. Shu bilan birga, ayrim hududlarda kuchli sho‘rlanish maydonlari ham uchrab, ularning meliorativ holati yomonlashayotganligi kuzatildi. 2015–2025-yillar davomida sho‘rlanmagan yerlar ulushining kamayishi va o‘rtacha hamda kuchli sho‘rlangan maydonlarning ortishi hududda sho‘rlanish jarayonlari davom etayotganligini ko‘rsatdi.

NDVI, NDSI va SI indekslari asosida olingan natijalar tuproq sho‘rlanishi darajasi bilan uzviy bog‘liqligi aniqlandi. O‘simlik qoplami yaxshi rivojlangan maydonlarda NDVI qiymatlari yuqori, sho‘rlanish kuchaygan hududlarda esa NDSI va SI indekslari yuqori bo‘lishi qayd etildi. Bu esa masofadan zondlash ma’lumotlari yordamida sho‘rlanish monitoringini muntazam va iqtisodiy jihatdan samarali tashkil etish mumkinligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot natijalari asosida kollektor-drenaj tizimlarini takomillashtirish, suv tejovchi sug‘orish texnologiyalarini keng joriy etish, sho‘rlangan maydonlarda meliorativ tadbirlarni kuchaytirish hamda sun’iy yo‘ldosh monitoringini amaliyotga keng tatbiq etish tavsiya etiladi. Ushbu yondashuv yer resurslaridan oqilona foydalanish, tuproq unumdorligini saqlash va qishloq xo‘jaligi ekinlari hosildorligini oshirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoyev Sh.M. Yangi O‘zbekiston strategiyasi. – Toshkent: O‘zbekiston, 2021. – 464 b.
2. Abrol I.P., Yadav J.S.P., Massoud F.I. Salt-Affected Soils and Their Management. – Rome: FAO, 1988. – 131 p.
3. Lal R. Soil Degradation and Sustainable Land Management. – Boca Raton: CRC Press, 2015. – 578 p.
4. Brady N.C., Weil R.R. The Nature and Properties of Soils. – 15th Edition. – New Jersey: Pearson Education, 2017. – 1104 p.
5. Rengasamy P. Soil Processes Affecting Crop Production in Salt-Affected Soils // Functional Plant Biology. – 2010. – Vol. 37(7). – P. 613–620.
6. Allbed A., Kumar L., Sinha P. Mapping and Modelling Spatial Variation in Soil Salinity in Arid and Semi-Arid Regions Using Remote Sensing Techniques: A Review // Advances in Remote Sensing. – 2014. – Vol. 3. – P. 373–385.
7. Metternicht G., Zinck J.A. Remote Sensing of Soil Salinity: Potentials and Constraints // Remote Sensing of Environment. – 2003. – Vol. 85. – P. 1–20.
8. FAO. Status of the World’s Soil Resources (SWSR). – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2021.
9. UNEP. Global Environment Outlook. – Nairobi: United Nations Environment Programme, 2023.
10. European Space Agency (ESA). Sentinel-2 User Handbook. – Paris, 2024.
11. United States Geological Survey (USGS). Landsat 8–9 Science Product Guide. – Reston, Virginia, 2024.
12. Qodirov A., Hamrayev A. Tuproq melioratsiyasi asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2020. – 286 b.
13. Rasulov A.R., G‘ulomov S.X. Sug‘oriladigan yerlarning meliorativ holatini baholash usullari. – Toshkent: Tafakkur, 2019. – 214 b.
14. O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligi. Sug‘oriladigan yerlarning meliorativ holati to‘g‘risida milliy hisobot. – Toshkent, 2024.
15. O‘zbekiston Respublikasi Yer resurslari, geodeziya, kartografiya va davlat kadastri davlat qo‘mitasi. O‘zbekiston ekologik atlasi. – Toshkent, 2008. – 63 b.
16. Scudiero E., Skaggs T.H., Corwin D.L. Regional-Scale Soil Salinity Assessment Using Landsat ETM+ Canopy Reflectance // Remote Sensing of Environment. – 2015. – Vol. 169. – P. 335–343.
17. Ivushkin K., Bartholomeus H., Bregt A.K., Pulatov A. Satellite Thermography for Soil Salinity Assessment in Agricultural Areas of Uzbekistan // Land Degradation & Development. – 2019. – Vol. 30(7). – P. 870–877.

ISSN 3030-3907

18. Zhang T., Zeng S., Gao Y. Monitoring Soil Salinity Dynamics Using Multi-Temporal Remote Sensing Data // Environmental Monitoring and Assessment. – 2022. – Vol. 194. – P. 1–15.
19. Copernicus Programme. Copernicus Open Access Hub User Guide. – European Commission, 2024.
20. ArcGIS Pro Documentation. Environmental and Spatial Analysis Tools. – ESRI, 2024.

ISSN 3030-3907

ARPA HAMDA MIKROORGANIZMLARNI TUPROQ TARKIBIDAGI QO‘RG‘OSHINGA TA’SIRI

Lochinbek Hamroyev Qahramon o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Biotexnologiya mutaxassisligi 2-bosqich magistranti
E-mail: qahramoniydan@gmail.com
N.X.Usanbayev
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti t.f.d.,prof.

Annotatsiya. Sanoatning rivojlanishi, transport vositalarining ko‘payishi va antropogen omillarning kuchayishi natijasida tuproqning og‘ir metallar bilan ifloslanishi global ekologik muammoga aylangan. Qo‘rg‘oshin (Pb) tuproqdagi eng xavfli toksik metallardan biri bo‘lib, oziq-ovqat zanjiri orqali inson salomatligiga jiddiy zarar yetkazadi. Ushbu tadqiqotda arpa (Hordeum vulgare) o‘simligi va Bacillus subtilis bakteriyasining birgalikda qo‘llanilishida qo‘rg‘oshin bilan ifloslangan tuproqni bioremediatsiya qilish samaradorligi laboratoriya sharoitida uch xil dozada o‘rganildi. Boshlang‘ich Pb miqdori 42,33 mg/kg bo‘lgan tuproqda 45 kunlik vegetatsion tajriba o‘tkazilib, Pb miqdori EDTA bilan kompleksometrik titrlash usulida aniqlandi. Natijada bakteriya dozasi ortishi bilan tozalash samaradorligi chiziqli oshib bordi: 10 g dozada 12,73%, 15 g dozada 21,76%, 20 g dozada esa 29,41% ni tashkil etdi; nazorat variantida (faqat arpa) bu ko‘rsatkich atigi 4,89% bo‘ldi. Eng yuqori dozada yakuniy Pb miqdori (29,88 mg/kg) ruxsat etilgan miqdordan (32 mg/kg) past darajaga tushirildi. Olingan natijalar arpa va B. subtilis tizimi og‘ir metallar bilan ifloslangan tuproqlarni tozalashda samarali biologik usul ekanligini amalda isbotladi.

Kalit so‘zlar: bioremediatsiya, fitoremediyatsiya, Bacillus subtilis, arpa, Hordeum vulgare, qo‘rg‘oshin, og‘ir metallar, titrometrik tahlil, tuproq ifloslanishi.

Аннотация. Загрязнение почвы тяжёлыми металлами стало глобальной экологической проблемой вследствие промышленного развития, роста числа транспортных средств и усиления антропогенных факторов. Свинец (Pb) является одним из наиболее опасных токсичных металлов в почве и причиняет серьёзный вред здоровью человека через пищевую цепь. В данном исследовании в лабораторных условиях изучена эффективность биоремедиации почвы, загрязнённой свинцом, при совместном применении ячменя (*Hordeum vulgare*) и бактерии *Bacillus subtilis* в трёх различных дозах. В почве с исходным содержанием Pb 42,33 мг/кг проведён 45-дневный вегетационный эксперимент; содержание Pb определялось методом комплексонометрического титрования с использованием ЭДТА. По мере увеличения дозы бактерии эффективность очистки возрастала линейно:

ISSN 3030-3907

12,73% при дозе 10 г, 21,76% при 15 г и 29,41% при 20 г; в контрольном варианте (только ячмень) этот показатель составил лишь 4,89%. При максимальной дозе конечное содержание Pb (29,88 мг/кг) было снижено ниже предельно допустимой концентрации (32 мг/кг). Полученные результаты практически подтвердили, что система «ячмень - *B. subtilis*» является эффективным биологическим методом очистки почв, загрязнённых тяжёлыми металлами.

Ключевые слова: биоремедиация, фиторемедиация, *Bacillus subtilis*, ячмень, *Hordeum vulgare*, свинец, тяжёлые металлы, титрометрический анализ, загрязнение почвы.

Abstract. Soil contamination by heavy metals has become a global environmental problem owing to industrial development, the proliferation of motor vehicles, and the intensification of anthropogenic factors. Lead (Pb) is one of the most hazardous toxic metals in soil and causes serious harm to human health through the food chain. The present study investigated, under laboratory conditions, the efficacy of bioremediation of lead-contaminated soil through the combined application of barley (*Hordeum vulgare*) and the bacterium *Bacillus subtilis* at three different doses. A 45-day pot (vegetation) experiment was conducted on soil with an initial Pb content of 42.33 mg/kg; Pb content was determined by EDTA complexometric titration. As the bacterial dose increased, cleaning efficiency rose linearly: 12.73% at 10 g, 21.76% at 15 g, and 29.41% at 20 g, whereas in the control variant (barley only) this indicator amounted to only 4.89%. At the highest dose, the final Pb content (29.88 mg/kg) was reduced below the maximum permissible concentration (32 mg/kg). The findings provide practical evidence that the barley - *B. subtilis* system is an effective biological method for the remediation of soils contaminated with heavy metals.

Keywords: bioremediation, phytoremediation, *Bacillus subtilis*, barley, *Hordeum vulgare*, lead, heavy metals, titrimetric analysis, soil contamination.

KIRISH.

Tuproqning og‘ir metallar bilan ifloslanishi XXI asrning eng dolzarb ekologik muammolaridan biriga aylangan. Turli xalqaro baholashlarga ko‘ra, dunyo bo‘yicha millionlab gektar yer maydoni og‘ir metallar bilan turli darajada ifloslangan bo‘lib, bu ko‘rsatkich sanoatlashtirish va urbanizatsiya jarayonlari ta’sirida yildan yilga ortib bormoqda. Sanoat korxonalari chiqindilari, transport vositalari, mineral o‘g‘itlar va pestitsidlar tuproqqa qo‘rg‘oshin, kadmiy, simob va boshqa toksik elementlarning kirib kelishiga sabab bo‘lmoqda. Og‘ir metallar tuproqda biologik yoki kimyoviy yo‘l bilan parchalanmaydi - ular faqat bir

ISSN 3030-3907

kimyoviy shakldan ikkinchisiga o‘tadi va o‘nlab, hatto yuzlab yillar davomida saqlanib qoladi.

Qo‘rg‘oshin (Pb) og‘ir metallar orasida eng xavfli elementlardan biri hisoblanadi. Uning tuproqdagi saqlanish davri juda uzoq bo‘lib, oziq-ovqat zanjiriga osongina kirib boradi va tirik organizmlar to‘qimalarida to‘planish xususiyatiga ega. Inson organizmiga ta’sir etganda qo‘rg‘oshin asab tizimi, buyrak va jigar faoliyatini izdan chiqaradi, qon ishlab chiqarish jarayonini buzadi. Bolalarda qonda ortiqcha qo‘rg‘oshin miqdori intellektual rivojlanishni va kognitiv funksiyalarni sezilarli darajada pasaytirishi ilmiy jihatdan isbotlangan. O‘zbekiston Respublikasi me’yorlariga ko‘ra tuproqdagi qo‘rg‘oshinning ruxsat etilgan eng yuqori miqdori 32 mg/kg ni tashkil etadi, biroq sanoat zonalari va avtomagistral atroflarida bu ko‘rsatkich bir necha barobar oshib ketgan holatlar qayd etilmoqda.

Ifloslangan tuproqlarni tozalashning an’anaviy fizik-kimyoviy usullari - tuproqni qazib almashtirish, kimyoviy yuvish (EDTA bilan ekstraksiya), termik ishlov berish, elektrokinetik tozalash - yuqori xarajat, ikkilamchi ifloslanish xavfi, katta energiya sarfi va tuproqning tabiiy strukturasi hamda biologik faolligining buzilishi kabi jiddiy kamchiliklarga ega. Bu usullar bir muammoni (og‘ir metallarni olib tashlash) hal qilar ekan, ikkinchi muammo, tuproqning unumsizlanishini keltirib chiqaradi. Shu sababli so‘nggi o‘n yilliklarda bioremediatsiya va fitoremediyatsiya usullari tadqiqotchilar e’tiborini tobora ko‘proq tortmoqda: bu usullar nisbatan arzon, ekologik xavfsiz va tuproqning tabiiy xususiyatlarini saqlab qolish imkonini beradi.

Fitoremediyatsiya - o‘simliklar yordamida og‘ir metallarni tuproqdan olib tashlash yoki harakatsiz holatga keltirish usuli; bioremediatsiya esa shu vazifani mikroorganizmlar orqali amalga oshiradi. Ushbu tadqiqotda har ikkala yondashuv birlashtirilib, arpa o‘simligi (Hordeum vulgare) va Bacillus subtilis bakteriyasi birgalikda qo‘llanildi. B. subtilisning hujayra devori metall ionlarini biosorbsiya qilish xususiyatiga ega bo‘lib, bakteriyaning o‘zi esa o‘simlik o‘sishini rag‘batlantirish xususiyatlariga ega. Arpa esa tez o‘suvchi, kuchli ildiz tizimiga ega va og‘ir metallarni asosan ildizlarida to‘plovchi donli ekin sifatida fitoremediyatsiyada samarali hisoblanadi.

Tadqiqot B. subtilis va arpa o‘simligining aynan birgalikda, turli dozalarda qo‘llanilishi hamda bu kombinatsiyaning qo‘rg‘oshinga ta’sirini miqdoriy baholashga qaratilgan. O‘zbekistonning yuqori pH va karbonatlarga boy cho‘l tuproqlari sharoitida bunday tizimli tadqiqotlar deyarli olib borilmagan. Mazkur tadqiqot shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

METODLAR.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot uchun tuproq namunalari Navoiy shahri va uning sanoat zonalari ta’siridagi hududlardan olindi. Navoiy mintaqasining tuproqlari cho‘l-sur tuproqlar guruhiga mansub bo‘lib, yuqori pH (7,5-8,5) bilan tavsiflanadi. Tuproq namunasi maydonning 5 ta nuqtasidan 0-20 sm chuqurlikdan olinib, birlashtirildi va o‘rtacha namuna shakllantirildi. Olingan tuproq laboratoriya sharoitida to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nuri tushmaydigan joyda xona haroratida 2 kun davomida havo-quruq holatga keltirildi, so‘ngra maydalanib, 2 mm li elakdan o‘tkazildi va begona qoldiqlardan tozalandi.

Tajribada qo‘llanilgan Bacillus subtilis bakteriyasi ekishdan oldin tuproq bilan gomogen aralashtirildi. Arpa (Hordeum vulgare) urug‘lari mintaqada mahalliy yetishtiriladigan navdan tanlandi. Sog‘lom, bir xil o‘lchamdagi urug‘lar ajratib olinib, buzilgan va kasallangan urug‘lar chiqarib tashlandi; urug‘lar distillangan suvda uch marta yuvilib, xona haroratida quritildi.

Tajriba plastik idishlarda olib borildi; har bir idishga 2 kg ifloslangan tuproq solindi va 1-2 sm chuqurlikda 5 donadan arpa urug‘i ekildi. Tajriba sxemasi bitta nazorat varianti (faqat arpa, bakteriyasiz) va B. subtilis ning uch xil dozasini (10 g, 15 g, 20 g) o‘z ichiga oldi. Har bir variant uchta takrorda kuzatildi. Tajriba sxemasi 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval. Tajriba variantlarining sxemasi

Variant kodi	Tavsifi	Biologik agent dozasi	Tuproq massasi	Arpa urug‘lari soni
Nazorat	arpa	-	2 kg	5 ta
Bs-1	Arpa + Bakteriya	10 g	2 kg	5 ta
Bs-2	Arpa + Bakteriya	15 g	2 kg	5 ta
Bs-3	Arpa + Bakteriya	20 g	2 kg	5 ta

Tajriba xona haroratida olib borildi, idishlar tabiiy yorug‘lik ostida joylashtirildi. Tuproq namligi dala nam sig‘imining 60-70% darajasida distillangan suv bilan haftada ikki marta nazorat ostida ushlab turildi. Distillangan suv ishlatishning ilmiy asosi shundaki, vodoprovod suvi tarkibidagi ionlar (Ca^{2+}, Mg^{2+}, HCO_3^-, Cl^-) og‘ir metallarning bioo‘zlashtirilishiga ta’sir ko‘rsatib, tajriba natijalarining sof talqinini chalkashtirishi mumkin. Tajribaning umumiy davomiyligi 45 kunni tashkil etdi - bu davr arpaning vegetatsiya bosqichini qamrab oladi.

Tuproq namunalaridagi qo‘rg‘oshin miqdorini aniqlash uchun etilendiamintetraatsetat (EDTA, Trilon B) bilan kompleksometrik titrlash usuli qo‘llanildi. Usulning mohiyati Pb^{2+} kationining EDTA bilan barqaror metall-xelat kompleks birikma hosil qilish reaksiyasiga asoslangan. Tahlil uchun tuproq namunasi zar suvi bilan 1 soat davomida eritildi, filtrlangandan so‘ng tegishli

ISSN 3030-3907

indikator ishtirokida EDTA eritmasi bilan titrlandi. Sarflangan EDTA hajmi asosida qo‘rg‘oshin miqdori hisoblandi. Pb miqdori tajriba boshida va 45 kun yakunida ikki marta o‘lchandi; har bir tahlil uch marta takrorlanib, o‘rtacha qiymat olindi.

NATIJALAR.

Tajriba boshida o‘tkazilgan titrometrik tahlil natijasiga ko‘ra, tuproqdagi boshlang‘ich qo‘rg‘oshin miqdori 42,33 mg/kg ni tashkil etdi. Bu ko‘rsatkich O‘zbekiston Respublikasida belgilangan ruxsat etilgan eng yuqori miqdordan - 32 mg/kgdan 1,32 marotaba yuqori bo‘lib, tuproqning o‘rtacha darajadagi antropogen ifloslanishini tasdiqladi. Bunday darajadagi ifloslanish biologik tozalash usullarini sinab ko‘rish uchun maqbul model sharoit hisoblanadi.

45 kunlik vegetatsion tajriba yakunida barcha variantlarda tuproqdagi qo‘rg‘oshin miqdorining kamayishi qayd etildi, biroq kamayish darajasi variantlar bo‘yicha sezilarli farq qildi. Natijalar 2- jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Variantlar bo‘yicha qo‘rg‘oshin miqdorining o‘zgarishi

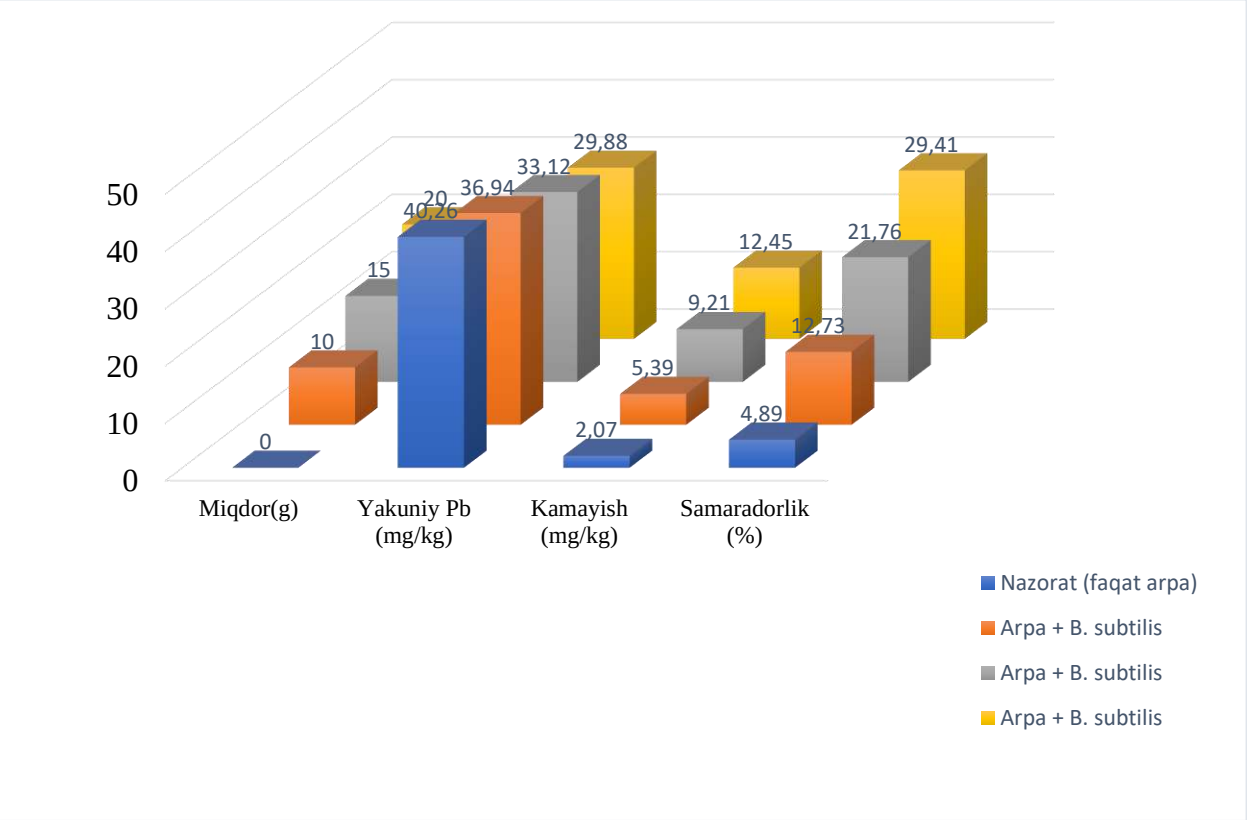
Variant	Boshlang‘ich Pb (mg/kg)	Yakuniy Pb miqdori(mg/kg)	Kamayish (mg/kg)	Samaradorlik (%)
Nazorat	42,33	40,26	2,07	4,89%
1 (10 g)	42,33	36,94	5,39	12,73%
2 (15 g)	42,33	33,12	9,21	21,76%
3 (20 g)	42,33	29,88	12,45	29,41%

2-jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, nazorat variantida (faqat arpa, bakteriyasiz) 45 kun davomida qo‘rg‘oshin miqdori 42,33 dan 40,26 mg/kg gacha, ya’ni atigi 2,07 mg/kg (4,89%) ga kamaydi. Bu arpaning yolg‘iz fitoremediyatsion qobiliyati Navoiy mintaqasining yuqori pH va karbonatlarga boy tuproqlarida cheklangan ekanligini ko‘rsatadi: bunday muhitda qo‘rg‘oshinning katta qismi kam harakatchan karbonat va gidroksid shakllarida saqlanadi va o‘simlik ildizi uchun o‘zlashtirilmaydigan bo‘lib qoladi.

Bacillus subtilis bakteriyasi qo‘shilgan barcha variantlarda samaradorlik nazoratga nisbatan keskin oshdi. Eng past dozada (Bs-1, 10 g) qo‘rg‘oshin miqdori 36,94 mg/kg gacha tushib, kamayish 12,73% ni tashkil etdi, bu nazorat ko‘rsatkichidan (4,89%) 2,6 marotaba yuqori. O‘rta dozada (Bs-2, 15 g) samaradorlik 21,76% ga ko‘tarildi va Pb miqdori 33,12 mg/kg gacha kamaydi. Eng yuqori dozada (Bs-3, 20 g) esa eng yaxshi natijaga erishildi: qo‘rg‘oshin miqdori 29,88 mg/kg gacha, ya’ni 29,41% ga kamaydi. Muhim jihat shundaki, faqat shu

ISSN 3030-3907

variantda yakuniy Pb miqdori ruxsat etilgan miqdordan (32 mg/kg) past darajaga muvaffaqiyatli tushirildi.



1-Diagramma. Arpa va Bacillus subtilis variantlari bo‘yicha natijalar

Olingan natijalar bakteriya dozasi ortishi bilan tozalash samaradorligining izchil va sezilarli oshib borishini ko‘rsatdi. Umumiy olganda, tajriba natijalari tadqiqot gipotezasini to‘liq tasdiqladi: Bacillus subtilis bakteriyasining tuproqqa kiritilishi arpaning fitoremediyatsion samaradorligini sezilarli oshirdi va bu ta’sir bakteriya dozasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri bog‘liq bo‘ldi. Eng yuqori dozada (20 g) erishilgan 29,41% li samaradorlik nazorat varianti (4,89%) bilan solishtirganda 6 marotaba yuqori ko‘rsatkich hisoblanadi. Bundan tashqari, faqat shu variantda tuproqdagi qo‘rg‘oshin miqdori ekologik jihatdan xavfsiz darajaga - ruxsat etilgan miqdordan past holatga - keltirildi. Bu arpa va B. subtilis tizimining qo‘rg‘oshin bilan ifloslangan tuproqlarni tozalashda amaliy ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

MUHOKAMA.

Tadqiqot natijalari arpa o‘simligi va Bacillus subtilis bakteriyasining birgalikda qo‘llanilishi qo‘rg‘oshin bilan ifloslangan tuproqni tozalashda samarali biologik usul ekanligini ko‘rsatdi. Nazorat varianti (faqat arpa) bilan B. subtilis qo‘shilgan variantlar orasidagi keskin farq (4,89% ga qarshi 29,41% gacha) bakteriyaning hal qiluvchi rolini yaqqol namoyon etadi.

ISSN 3030-3907

Olingan samaradorlik bir necha o‘zaro bog‘liq biokimyoviy mexanizmlar bilan izohlanadi. Bacillus subtilis qo‘rg‘oshinni, birinchidan, biosorbsiya orqali neytrallaydi - hujayra devoridagi karboksil, fosfat va gidroksil funksional guruhlari Pb^{2+} kationi bilan bevosita kompleks hosil qiladi. Ikkinchidan, bioakkumulyatsiya jarayonida metall maxsus oqsillar yordamida hujayra ichiga olinadi. Uchinchidan, bakteriya ajratadigan ekstratsellyulyar polimer moddalar metallarni bog‘lab, ularni harakatsiz cho‘kma shakllarga aylantiradi.

Bundan tashqari, B. subtilis o‘simlik o‘sishini rag‘batlantiruvchi rizobakteriya xususiyatiga ega. u fitogormonlar ishlab chiqaradi, fosfatlarni o‘simlik uchun so‘riladigan holga keltiradi va arpa ildizlarining chuqurroq hamda kengroq rivojlanishiga yordam beradi. Natijada arpa ildizlari tuproqning kattaroq hajmini qamrab oladi va qo‘rg‘oshinni faolroq o‘zlashtiradi.

Tadqiqotning cheklovlari ham e’tiborga olinishi lozim. Birinchidan, tajriba laboratoriya sharoitda o‘tkazilgan bo‘lib, dala sharoitidagi natijalar iqlim, yog‘in va tabiiy mikroflora ta’sirida farq qilishi mumkin. Ikkinchidan, tajriba 45 kun bilan cheklangan; uzoqroq muddatda samaradorlik o‘zgarishi mumkin. Kelajakdagi tadqiqotlarda dala sinovlarini o‘tkazish hamda B. subtilis ni bioko‘mir yoki boshqa sorbentlar bilan birgalikda qo‘llash istiqbolli yo‘nalishlar sifatida tavsiya etiladi.

XULOSA.

Olib borilgan tadqiqot natijasida arpa (*Hordeum vulgare*) o‘simligi va *Bacillus subtilis* bakteriyasini birgalikda qo‘llash qo‘rg‘oshin bilan ifloslangan tuproqlarni biologik yo‘l bilan tozalashda samarali va istiqbolli yondashuv ekanligi tajriba yo‘li bilan asoslandi. Bakteriyaning ishtirokisiz arpaning yolg‘iz fitoremediyatsion ta’siri 4,89% darajada bo‘lgan bo‘lsa, bakteriyaning kiritilishi bu ko‘rsatkichni keskin oshirib, eng yuqori dozada - 29,41% gacha - yetkazdi. Ayni shu variantda tuproqdagi qo‘rg‘oshin miqdori 42,33 dan 29,88 mg/kg ga tushib, ruxsat etilgan eng yuqori miqdor (32 mg/kg) chegarasidan past darajaga muvaffaqiyatli keltirildi.

Tadqiqotning asosiy xulosalari quyidagilardan iborat, *Bacillus subtilis* bakteriyasi qo‘rg‘oshinni biosorbsiya, bioakkumulyatsiya va ekstratsellyulyar polimerlar yordamida cho‘ktirish mexanizmlari orqali tuproqdan ajratib oladi va shu bilan birga arpa ildizlarining o‘sishini rag‘batlantirib, fitoremediyatsiya samaradorligini ko‘p marotaba kuchaytiradi.

Arpa va *B. subtilis* tizimi arzonligi, ekologik xavfsizligi, mahalliy resurslarga moslashuvchanligi va tuproq strukturasini saqlab qolishi bilan an’anaviy fizik-kimyoviy usullardan ustun keladi. Olingan natijalar Navoiy mintaqasi singari sanoat-metallurgiya zonalari atrofidagi qishloq xo‘jaligi yerlarini biologik tozalashda amaliy qo‘llanish istiqboliga ega. Kelajakdagi tadqiqotlarda mazkur

ISSN 3030-3907

tizimni dala sharoitida sinash, bioko‘mir yoki boshqa sorbentlar bilan kombinatsiyalashgan qo‘llash hamda uzoq muddatli kuzatuvlar olib borish - fitoremediyatsiya samaradorligini yana ham oshirishning istiqbolli yo‘nalishlari sifatida tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Engineered *Bacillus subtilis* Biofilm Biochar living materials for in-situ sensing and bioremediation of heavy metal ions pollution
2. Lead removal from soil by phytoremediation method Fatma Ekmekyapar Torun, Şahset İrdemez, Sinan Kul, Yaşar Nuhoğlu
3. Dissolved Lead Removal from Soil-washing Process Using Electrocoagulation, Vemi Ridantami, Agus Jatnika Effendi, Muhayatun Santoso, Mahrus Salam, Laili Fitria, Wisnu Prayogo
4. Kimyoviy o‘g‘itlar tarkibidagi turli moddalar orqali tuproqlar qatlamini ifloslanishi va uning oldini olish chora tadbirlari Xalmatova Shoxistaxon (Bug‘doy tarkibida qo‘rg‘oshin miqdorini o‘rganish)
5. Clean-Up of Heavy Metals from Contaminated Soil by Phytoremediation: A Multidisciplinary and Eco-Friendly ApproachA. K. Priya, Muthiah Muruganandam, Sameh S. Ali, and Michael Kornaros.
6. World Health Organization (WHO). Lead poisoning and health. - Geneva: WHO Press.
8. Pourrut B., Shahid M., Dumat C., Winterton P., Pinelli E. Lead uptake, toxicity, and detoxification in plants // Reviews of Environmental Contamination and Toxicology.
9. Wuana R. A., Okieimen F. E. Heavy metals in contaminated soils: a review of sources, chemistry, risks and best available strategies for remediation // ISRN Ecology.
10. Patra M., Bhowmik N., Bandopadhyay B., Sharma A. Comparison of mercury, lead and arsenic with respect to genotoxic effects on plant systems and the development of genetic tolerance // Environmental and Experimental Botany.
11. United Nations Environment Programme (UNEP). Childhood lead poisoning. - Geneva: UNEP.
12. Salt D. E., Smith R. D., Raskin I. Phytoremediation // Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology.
13. Tiwari S., Lata C. Heavy metal stress, signaling, and tolerance due to plant-associated microbes: an overview // Frontiers in Plant Science.
14. Wang J., Chen C. Biosorbents for heavy metals removal and their future // Biotechnology Advances.

ISSN 3030-3907

15. Soares M. A. R., Quina M. J., Quinta-Ferreira R. M. Immobilisation of lead and zinc in contaminated soil using compost derived from industrial eggshell // Journal of Environmental Management.
16. Ma Y., Rajkumar M., Zhang C., Freitas H. Beneficial role of bacterial endophytes in heavy metal phytoremediation // Journal of Environmental Management.
17. Kumar A., Voropaeva O., Maleva M., Panikovskaya K., Borisova G., Rajkumar M., Bruno L. B. Bioaugmentation with copper tolerant endophyte Pseudomonas lurida strain EOO26 for improved plant growth and copper phytoremediation by Helianthus annuus // Chemosphere.
18. Pilon-Smits E. Phytoremediation // Annual Review of Plant Biology.
19. Glick B. R. Using soil bacteria to facilitate phytoremediation // Biotechnology Advances.
20. Ridantami V., Effendi A. J., Santoso M., Salam M., Fitria L., Prayogo W. Dissolved lead removal from soil-washing process using electrocoagulation // International Journal of Environmental Science and Technology.
21. Xalmatova Sh. Kimyoviy o‘g‘itlar tarkibidagi turli moddalar orqali tuproqlar qatlamini ifloslanishi va uning oldini olish chora tadbirlari // O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi axborotlari.
22. Priya A. K., Muruganandam M., Ali S. S., Kornaros M. Clean-up of heavy metals from contaminated soil by phytoremediation: a multidisciplinary and eco-friendly approach // Toxics.
23. Compant S., Clément C., Sessitsch A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo- and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization // Soil Biology and Biochemistry. - 2010. - Vol. 42, No. 5. - P. 669-678.
24. Sheng X. F., Xia J. J. Improvement of rape (Brassica napus) plant growth and cadmium uptake by cadmium-resistant bacteria // Chemosphere.
25. Gadd G. M. Metals, minerals and microbes: geomicrobiology and bioremediation // Microbiology.
26. Ali H., Khan E., Sajad M. A. Phytoremediation of heavy metals - concepts and applications // Chemosphere.
27. Vurukonda S. S. K. P., Vardharajula S., Shrivastava M., SkZ A. Enhancement of drought stress tolerance in crops by plant growth promoting rhizobacteria Microbiological Research.
28. O‘zbekiston Respublikasi Davlat ekologik me’yorlari. Tuproqdagi og‘ir metallarning ruxsat etilgan eng yuqori miqdori. - Toshkent: O‘zR Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish davlat qo‘mitasi.

ISSN 3030-3907

29. Tangahu B. V., Abdullah S. R. S., Basri H., Idris M., Anuar N., Mukhlisin M. A review on heavy metals (As, Pb, and Hg) uptake by plants through phytoremediation // International Journal of Chemical Engineering.

ISSN 3030-3907

UDK 556.18:551.583

IQLIM O‘ZGARISHI SHAROITIDA QASHQADARYO VILOYATI SUV RESURSLARI BILAN BOG‘LIQ MUAMMOLAR

Turdiyeva Feruza Alisherovna

Qarshi davlat texnika universiteti Ekologiya va atrof muhit muhofazasi kafedrasi assistenti

Annotatsiya. Qashqadaryo viloyatida suv resurslari tanqisligi muammosi, so‘nggi yillarda mintaqadagi qishloq xo‘jaligi va aholi ehtiyojlari ortishi bilan yanada dolzarb bo‘lib bormoqda. Suv ta'minoti va uning samarali boshqarilishi hududning ekologik barqarorligini ta'minlashda, qishloq xo‘jaligida sug‘orish tizimlarining yaxshilanishida va ijtimoiy rivojlanishda muhim rol o‘ynamoqda. Suv resurslarining taqsimlanishi, iqlim o‘zgarishlari va ifloslanishi Qashqadaryo viloyatining qishloq xo‘jaligini hamda hududdagi turli sanoat tarmoqlarini rivojlantirishga to‘sqinlik qilmoqda. Ushbu maqola viloyatdagi suv resurslari tanqisligini bartaraf etish uchun dolzarb chora-tadbirlarni tahlil qiladi va suvni tejash, sug‘orish tizimlarini modernizatsiya qilish hamda yangi texnologiyalarni joriy etish bo‘yicha tavsiyalar beradi.

Kalit so‘zlar: Suv resurslari, suv tanqisligi, Qashqadaryo viloyati, ekologik barqarorlik, qishloq xo‘jaligi, sug‘orish tizimlari, iqlim o‘zgarishlari, suvni tejash, texnologiyalar, ifloslanish, rivojlanish, suvni boshqarish, sug‘orish texnologiyalari.

Abstract. The issue of water resource scarcity in the Kashkadarya region has become increasingly urgent due to the growing demand for water in agriculture and among the population. The provision of water and its effective management plays a crucial role in ensuring the region's ecological stability, improving irrigation systems in agriculture, and supporting social development. The distribution of water resources, climate change, and pollution are hindering the development of agriculture and various industrial sectors in Kashkadarya. This article analyzes the pressing measures to address water scarcity in the region and provides recommendations for water conservation, modernizing irrigation systems, and implementing new technologies.

Keywords: Water resources, water scarcity, Kashkadarya region, ecological stability, agriculture, irrigation systems, climate change, water conservation, technologies, pollution, development, water management, irrigation technologies.

Аннотация. Проблема дефицита водных ресурсов в Кашкадарьинской области в последние годы становится всё более актуальной в связи с ростом потребностей сельского хозяйства и населения региона. Водоснабжение и эффективное управление водными ресурсами играют важную роль в обеспечении экологической устойчивости территории, совершенствовании

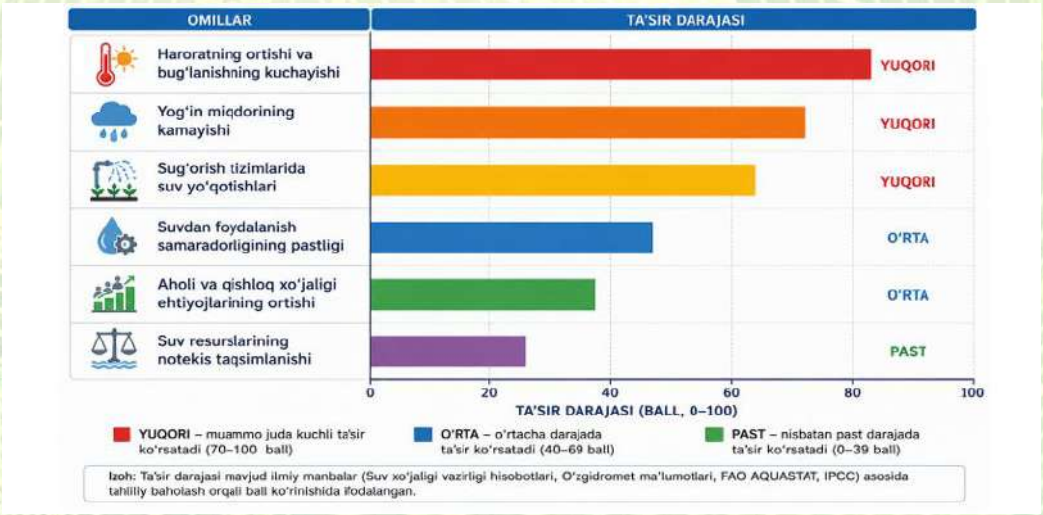
ISSN 3030-3907

оросительных систем и социально-экономическом развитии. Неравномерное распределение водных ресурсов, изменение климата и загрязнение вод оказывают негативное влияние на развитие сельского хозяйства и различных отраслей промышленности Кашкадарьинской области. В данной статье проанализированы актуальные меры по преодолению дефицита водных ресурсов в регионе, а также представлены рекомендации по водосбережению, модернизации оросительных систем и внедрению современных технологий.

Ключевые слова: водные ресурсы, дефицит воды, Кашкадарьинская область, экологическая устойчивость, сельское хозяйство, оросительные системы, изменение климата, водосбережение, технологии, загрязнение, развитие, управление водными ресурсами, оросительные технологии.

KIRISH.

Qashqadaryo viloyati O‘zbekistonning janubi-sharqiy qismida joylashgan bo‘lib, asosan qishloq xo‘jaligiga asoslangan iqtisodiyotga ega [1]. Viloyatning iqlimi quruq va yarim quruq bo‘lib, uning ko‘p qismi suv resurslaridan foydalanishga ehtiyoji baland [3]. Suv resurslari tanqisligi, ayniqsa qishloq xo‘jaligida suvning samarali taqsimlanmasligi va ishlatilishi masalalari dolzarb bo‘lib qolmoqda. Qashqadaryo viloyatining asosiy iqtisodiy sektori qishloq xo‘jaligi - katta miqdorda suvni talab qiladi, bu esa hududda suv resurslarining taqsimlanishi va saqlanishi bo‘yicha katta muammolarni keltirib chiqaradi. Viloyatning qishloq xo‘jaligida suvdan foydalanishning yuqori darajasi, suvlarga bo‘lgan talabni orttirishi bilan birga, tabiiy resurslarni tejashga alohida e'tibor qaratishni talab qiladi. Bu maqolada, Qashqadaryo viloyatida suv resurslari tanqisligi masalalari, uning sabab va oqibatlari, mavjud boshqaruv tizimi va yechimlar haqida tahlil qilinadi.



1-rasm. Qashqadaryo viloyatida suv tanqisligini keltirib chiqaruvchi omillarning nisbiy ta’siri

ISSN 3030-3907

Diagrammada Qashqadaryo viloyatidagi suv tanqisligini keltirib chiqaruvchi asosiy omillarning ta’sir darajasini aks ettirilgan. Tahlil natijalariga ko‘ra, havo haroratining ortishi va bug‘lanishning kuchayishi, yog‘in miqdorining kamayishi hamda sug‘orish tizimlaridagi suv yo‘qotishlari eng yuqori ta’sirga ega omillar hisoblanadi. Suvdan foydalanish samaradorligining pastligi va aholi ehtiyojlarining ortishi o‘rtacha ta’sir ko‘rsatsa, suv resurslarining notekis taqsimlanishi nisbatan past darajadagi omil sifatida baholangan.

Usullar. Maqolada asosan sifatli va miqdoriy tadqiqotlar, statistik ma'lumotlar, viloyatdagi suv resurslari bilan bog‘liq amaliyotlar va ekspert fikrlarini tahlil qilish usullari qo‘llanilgan [5]. Tadqiqotlar quyidagi manbalarni o‘z ichiga oladi:

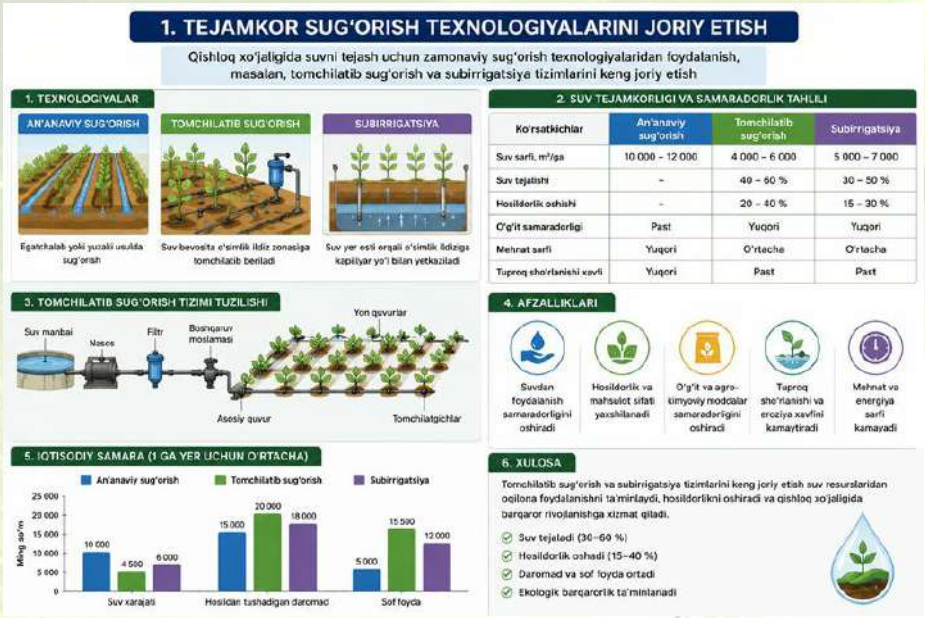
1. Statistik tahlil: Qashqadaryo viloyatining suv resurslari va qishloq xo‘jaligida suv sarfi bo‘yicha O‘zbekiston Respublikasi Suv xo‘jaligi vazirligi, Mahalliy Ekologiya boshqarmalari va boshqa hukumat tashkilotlari tomonidan taqdim etilgan ma'lumotlar.

2.Ekspert baholari: Suv resurslari va qishloq xo‘jaligi sohasidagi mutaxassislarning fikr-mulohazalari, viloyatning suv resurslarini boshqarish bo‘yicha amalga oshirilgan loyihalar.

3.Intervyular va so‘rovnomalar: Suvdan foydalanish jarayonidagi qishloq xo‘jaligi ishlovchilarining tajribalari va fikr-mulohazalari.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Qashqadaryo viloyatida suv resurslarining tanqisligi ko‘p jihatdan quyidagi omillarga bog‘liqdir: Iqlim sharoitlari: Viloyatning quruq va yarim quruq iqlimi suv resurslarining mavjudligini kamaytiradi va yuqori bug‘lanish natijasida suv yo‘qotilishiga olib keladi [4]. Suv taqsimoti va ishlatish samaradorligi: Suv resurslarining noaniq taqsimlanishi va qishloq xo‘jaligida samarali texnologiyalarni qo‘llashning yetarli darajada rivojlanmaganligi, suvning isrofgarchiligiga olib kelmoqda [2]. Tadbirkorlik va boshqaruv muammolari: Suv resurslarini boshqarishda lokal hukumatlarning yetarli resurslari va tizimli yondashuvlar yetishmayapti, bu esa suvdan noan'anaviy foydalanishga olib kelmoqda [3]. Suv resurslarining taqsimlanishi: Qishloq xo‘jaligi tarmoqlarida, ayniqsa, sug‘orish tizimlarida suvni bo‘lishda muammolar mavjud, bu esa suvni samarali ishlatishning oldini oladi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Suv-tejamkor sug‘orish texnologiyalari

Qashqadaryo viloyatida suv resurslarining tanqisligi va isrofchiligini kamaytirish uchun quyidagi yechimlar taklif etilishi mumkin:

1. Tejamkor sug‘orish texnologiyalarini joriy etish: Qishloq xo‘jaligida suvni tejash uchun zamonaviy sug‘orish texnologiyalaridan foydalanish, masalan, tomchilatib sug‘orish va subirrigatsiya tizimlarini keng joriy etish [5].

2. Barqaror suv boshqaruvi tizimlari: Suv resurslarini boshqarishda aniq va samarali tizimlar, xususan, suvni taqsimlashda adolatli va shaffof yondashuvlar ishlab chiqilishi zarur.

3. Iqlim o‘zgarishiga moslashish: Qishloq xo‘jaligida iqlim o‘zgarishiga moslashish uchun suvni tejashga qaratilgan strategiyalarni ishlab chiqish va amalga oshirish.Ekologik va ijtimoiy ongni oshirish:

4. Aholi va fermerlarga suvni tejash va uni samarali ishlatish bo‘yicha treninglar va ma’rifiy tadbirlar o‘tkazish zarur.

5. Davlat va xususiy sektor hamkorligi: Suv resurslarining samarali boshqarilishi uchun davlat va xususiy sektor o‘rtasida mustahkam hamkorlik o‘rnatish [2].

XULOSA. Qashqadaryo viloyatida suv resurslari tanqisligi muammosi nafaqat ekologik, balki ijtimoiy va iqtisodiy jihatdan ham katta ahamiyatga ega. So‘nggi yillarda mintaqada sug‘orish uchun sarflanadigan suv miqdori sezilarli darajada ortdi, bu esa suv resurslarining tezda kamayishiga olib kelmoqda. Bunday vaziyatda, suvni tejash, samarali boshqarish va yangilash choralari zarur bo‘ladi.

Viloyatdagi suv resurslari, asosan, Amudaryo va Surxondaryo daryolaridan olinadi, ammo ular faqatgina qishloq xo‘jaligi va ichimlik suvi ta'minoti uchun yetarli emas. Iqlim o‘zgarishlari va ifloslanish tufayli bu resurslarning samarali taqsimlanishi va boshqarilishi yanada murakkablashmoqda. Suvning noaniq

ISSN 3030-3907

taqsimlanishi va sug‘orish tizimlarining eskirishi mintaqada o‘simliklar va hosilning sifatiga salbiy ta'sir ko‘rsatmoqda. Yangi texnologiyalarni, masalan, suvni tejash texnologiyalarini joriy etish, drenaj tizimlarini takomillashtirish va sug‘orishning samarali usullarini qo‘llash bu muammoni hal qilishda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu tadbirlar nafaqat suv resurslarini tejash, balki qishloq xo‘jaligining rentabelligini oshirish, ijtimoiy rivojlanishni ta'minlash va ekologik barqarorlikni mustahkamlashga yordam beradi.

O‘zbekiston sharoitida suv resurslarining 90% dan ortig‘i aynan qishloq xo‘jaligi tarmog‘ida sarflanishi, ushbu sohada zamonaviy, ekologik va iqtisodiy jihatdan samarali texnologiyalarni joriy etishni dolzarb masalaga aylantirmoqda. Suv tejovchi texnologiyalar, qayta tiklanuvchi energiyadan foydalanish, organik dehqonchilikni kengaytirish orqali nafaqat tabiiy resurslar saqlab qolinadi, balki fermerlarning iqtisodiy daromadi ham oshadi.

Shuningdek, xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, yashil iqtisodiyot tamoyillarini joriy etish uchun davlat siyosati, moliyaviy rag‘batlantirish va aholi ongini oshirish muhim omillardir. O‘zbekistonda 2024–2028 yillarga mo‘ljallangan yashil transformatsiya strategiyasi bu borada katta umid uyg‘otmoqda [6-11]. Yashil iqtisodiyotga asoslangan boshqaruv modeli iqlim o‘zgarishining salbiy ta’sirlarini yumshatishda, yer va suv resurslarining degradatsiyasini oldini olishda, oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda muhim vosita bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Shu bois, barcha manfaatdor tomonlarning – hukumat, ilmiy doiralar, fermerlar va fuqarolik jamiyati – hamkorligi asosida barqaror rivojlanishga erishish mumkin bo‘ladi. Bundan tashqari, hukumat va xalqaro tashkilotlar bilan hamkorlikda, suv resurslarini boshqarish bo‘yicha strategik rejalar ishlab chiqish va amaliyotga tatbiq etish lozim. Suv resurslarini saqlash, ularni samarali boshqarish va yangi texnologiyalarni qo‘llash orqali Qashqadaryo viloyatida suv tanqisligini bartaraf etish mumkin bo‘ladi.

Demak, yashil iqtisodiyot tamoyillari asosida qishloq xo‘jaligi va suv resurslarini boshqarish – bu bugungi kun va kelajak avlodlar farovonligi yo‘lida eng muhim strategik yo‘nalishlardan biridir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Afonin, V.P. (2019). *Suv resurslarini boshqarish va ekologik barqarorlik: nazariy asoslar va amaliyotlar*. Toshkent: Ekologiya nashriyoti.
2. Kariev, S. (2021). *Qishloq xo‘jaligida suv resurslarini samarali boshqarish: tajriba va istiqbollar*. Qashqadaryo: Qishloq xo‘jaligi nashriyoti.
3. Yuldashev, I. (2018). *Suv ta'minoti tizimlarining tahlili va boshqaruvi*. Samarqand: Suv resurslarini boshqarish instituti.

ISSN 3030-3907

4. Xo‘jaev, T., & Jumaev, A. (2020). *Irrigatsion tizimlarda samarali suv resurslaridan foydalanish usullari*. Tashkent: Tabiiy resurslar va ekologiya markazi.
5. Shodiev, S., & Muminov, M. (2022). *Qashqadaryo viloyatidagi suv resurslarining tahlili va ularning kelajakdagi salohiyati*. Tabiat va Ekologiya jurnali, 45(3), 45-58.
6. Tillaev B.A. Yashil iqtisodiyot konsepsiyasi va O‘zbekistonda uning joriy etilishi.“Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar” ilmiy-amaliy jurnali, 2022, №4, 45–52-betlar.
7. Saidova D.A. O‘zbekistonda qishloq xo‘jaligida barqaror rivojlanishning iqtisodiy omillari.Toshkent: Iqtisodiyot universiteti nashriyoti, 2019. — 198 bet.
8. Axmedov Sh.T. Suv resurslarini boshqarishda innovatsion yondashuvlar.“Ekologiya va atrof-muhitni muhofaza qilish” jurnali, 2023, №2, 33–38-betlar.
9. Shahrukh, I. (2019). "Yashil iqtisodiyot va ekologik qishloq xo‘jaligi." *Qishloq xo‘jaligi va ekologiya jurnali*, 12(3), 45-56.
10. Xayrullayev, A., & Abdurahmonov, D. (2020). "Suv resurslari boshqarish va qishloq xo‘jaligida yashil iqtisodiyot." *Suv resurslari va barqaror rivojlanish*, 8(2), 123-138.
11. Toshmatov, A. (2018). "Yashil iqtisodiyot tamoyillarining qishloq xo‘jaligida tatbiqi." *Ekologiya va qishloq xo‘jaligi texnologiyalari*, 10(1), 33-45.

ISSN 3030-3907

UDK 631.365.036

KOMBINATSIYALASHGAN BARABANLI SHOLI QURITISH QURILMASIDA BARABAN ICHIDAGI V-SIMON LOPUSLARNI TAKOMILLASHTIRISH SAMARADORLIGI

Batirali Bekkulov Raxmankulovich
Andijon davlat texnika instituti dotsenti, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),
Tel: +998(93) 4266771
Olimov Bobir Komiljon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti, tayanch doktoranti
E-mail: olimovbobir1993@gmail.com
Tel:+998(93) 2559199
Safarov Elyorbek Xasanovich
Andijon davlat texnika instituti dotsenti, texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),
E-mail: elyorbeksafarov7@gmail.com
Tel:+998(93) 7819264

Annotatsiya. Ushbu maqolada kombinatsiyalashgan aerodinamik-gelioquritish qurilmasining aylanuvchi barabani (D=420 mm, L=2000 mm, t=2,5 mm) ichidagi V-simon lopuslarning konstruktiv parametrlari va ularning sholi donini quritish samaradorligiga ta’siri tadqiq etilgan. Barabanda 10 ta lopus ikki zonali spiral tartibda joylashtirilgan: birinchi yarmida 5 ta lopus 72° oralig‘ida, ikkinchi yarmida esa 5 ta lopus birinchi zona lopuslariga nisbatan 36° siljish bilan o‘rnatilgan. Tadqiqot natijalari V-simon lopuslarning don-havo kontakt yuzasini 30–40% ga oshirishi, sholi donini 22% yuklamada barqaror ishlashi va an’anaviy tekis lopuslarga nisbatan solishtirma energiya sarfini 25–30% ga kamaytirishi isbotlangan. Quritish harorati 35–40°C yumshoq rejimda saqlangan holda namlik W_1=22% dan W_3=13% gacha kamaytirildi.

Kalit so‘zlar: barabanli quritgich, V-simon lopus, spiral joylashuv, sholi donini quritish, aerodinamik samaradorlik, quyosh energiyasi, namlik.

Аннотация. В данной статье исследованы конструктивные параметры V-образных лопастей вращающегося барабана (D=420 мм, L=2000 мм, t=2,5 мм) комбинированной аэродинамической гелиосушилки и их влияние на эффективность сушки зерна риса. В барабане установлено 10 лопастей в двухзонном спиральном порядке: в первой половине 5 лопастей с угловым шагом 72°, во второй половине ещё 5 лопастей со смещением 36° относительно первой зоны — при виде сбоку это создаёт равномерное расположение 10 лопастей с шагом 36°. Результаты показали, что V-образные

ISSN 3030-3907

лопасти увеличивают площадь контакта зерна с горячим воздухом на 30–40%, снижают удельное потребление энергии на 25–30% и обеспечивают снижение влажности с W_1=20% до W_3=13% при температурном режиме 35–40°C.

Ключевые слова: барабанная сушилка, V-образная лопасть, спиральное расположение, сушка риса, аэродинамическая эффективность, солнечная энергия, влажность.

Abstract. This article investigates the design parameters of V-shaped (hook-type) lifter blades inside the rotating drum (D=420 mm, L=2000 mm, t=2.5 mm) of a combined aerodynamic solar grain dryer and their influence on rice drying efficiency. Ten lifter blades are arranged in a two-zone spiral configuration: five blades at 72° angular intervals in the first drum half, and five more offset by 36° in the second half — creating a uniform 36° blade distribution when viewed from the side, which produces a pronounced slalom air-flow effect. Results demonstrate that V-shaped lifters increase grain-air contact area by 30–40%, reduce specific energy consumption by 25–30%, and achieve moisture reduction from W_1=20% to W_3=13% under a gentle 35–40°C temperature regime.

Keywords: rotary dryer, V-shaped lifter blade, spiral arrangement, rice drying, aerodynamic efficiency, solar energy, moisture content.

KIRISH.

Sholi – O‘zbekiston qishloq xo‘jaligida asosiy don ekinlaridan biri bo‘lib, yillik ishlab chiqarish hajmi 200 ming tonnadan ortib bormoqda [1]. O‘tgan yilda respublika aholisini guruch mahsulotiga bo‘lgan talabini ichki ishlab chiqarish hisobiga qoplash uchun jami 111,2 ming gektar, shundan asosiy maydonlarga 40,3 ming gektar va takroriy ekin sifatida 70,9 ming gektarga sholi yetishtirildi [2]. Hosil yig‘ib olinganidan keyin don namligi me’yor darajasiga 13% tushirilmasa, saqlash va qayta ishlash jarayonida katta yo‘qotishlar yuzaga keladi [3]. Sholi donini noto‘g‘ri yoki samarasiz quritish uning fizik-kimyoviy xossalarini, unib chiqish qobiliyatini va tovar sifatini jiddiy yomonlashtiradi [4].

An’anaviy ochiq quritish usullari iqlimga bog‘liqligi, katta maydon va uzoq vaqt (2–3 kun) kabi muhim kamchiliklarga ega [5, 6]. Konvektiv quritish usulidan foydalanadigan barabanli quritgichlar ushbu muammolarga texnologik echim sifatida keng joriy etilmoqda [7, 8]. Barabanli quritgichlarning quritish samaradorligi ko‘p jihatdan baraban ichidagi lopuslar (kurakchalar) konstruksiyasiga bog‘liq — ular donni ko‘tarib, issiq havo oqimiga tashlab, konvektiv issiqlik almashinuvini ta’minlaydi [9, 10].

Ilmiy adabiyotlarda lopuslar geometriyasining quritish samaradorligiga ta’siri keng o‘rganilgan. Driver va boshqalarning [11] tadqiqotlari shuni

ISSN 3030-3907

ko‘rsatdiki, lopus ichki burchagi 90° dan 120°, 135° va 150° gacha oshirilganda massani uzatish koeffitsienti kamayadi — ya'ni kichikroq ichki burchak afzalroq. Savalagi va Chittappa [12] DEM (Discrete Element Method) simulyatsiyalari asosida ilgaksimon (hook-type) lopuslarning to‘kilish burchagi diapazonini 163° gacha kengaytirishini isbotladi. Lee va Choi [13] V-simon lopuslarni o‘rnatish issiqlik almashinuv effektiv yuzasini sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi.

Pakowski [14] algoritmik yondashuvida lopuslarning to‘lish koeffitsienti (β) va “kaskad zichligi” baraban bo‘ylab bir tekis bo‘lishi quritish unumdorligining asosiy sharti ekanligi ta'kidlangan. Takoudjou Fossi va boshqalar [15] kakao donlari uchun olib borilgan tadqiqotda optimal to‘kilish burchagi 110°–140° oralig‘ida joylashishini aniqladi — bu bizning V-simon lopuslarimiz uchun ham o‘rinli [16]. Lopuslarni spiral tartibda joylashtirishning afzalliklari ham adabiyotda e’tirof etilgan. Sherritt va boshqalar [17] spiral joylashuv havo oqimining baraban bo‘ylab harakatini ta’minlashini, Britton va boshqalar [18] esa bunday joylashuv don pardasi zichligini bir tekis tarqatishini ko‘rsatgan. Matchett va Baker [19] ikki oqimli modeli asosida spiral lopuslar ushlanib turish vaqtini optimal boshqarishi ilmiy asoslangan.

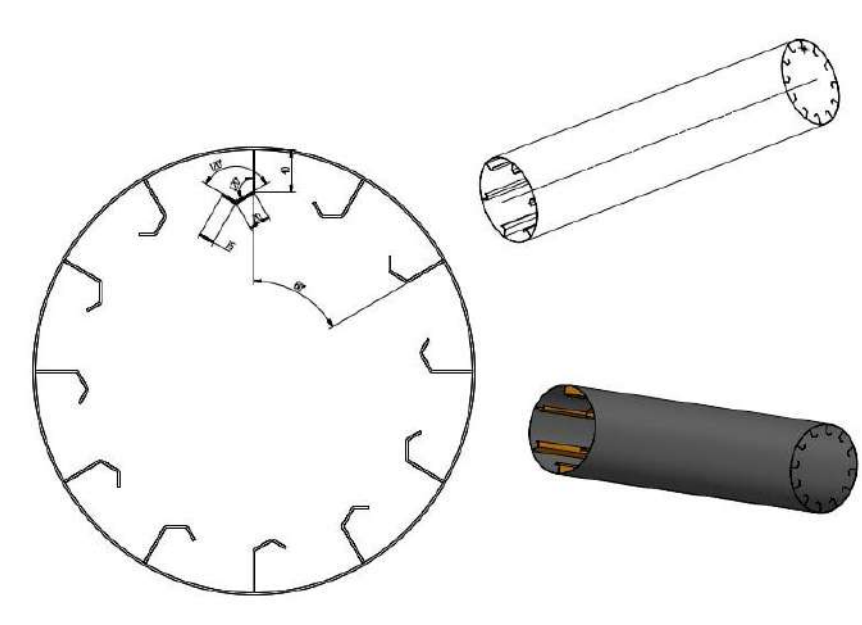
Quyosh energiyasidan foydalanadigan quritgichlar energiya tejamkorligi nuqtai nazaridan istiqbolli hisoblanadi [20]. Kombinatsiyalashgan — aerodinamik va gelio — yondashuvni birlashtirgan qurilmalar zamonaviy agrotexnologiyaning yangi yo‘nalishi sifatida rivojlanmoqda [21]. Ushbu maqolada shunday qurilma uchun V-simon lopuslarning ikki zonali spiral joylashuvi va uning sholi quritish samaradorligiga ta'siri tadqiq etildi.

TADQIQOT METODIKASI. Tadqiqot kombinatsiyalashgan aerodinamik-gelioquritish qurilmasining aylanuvchi baraban moduli asosida olib borildi; baraban parametrlari: diametri D=420 mm, uzunligi L=2000 mm, devor qalinligi t=2,5 mm, qiyalik burchagi α=7°, aylanish tezligi n=5–8 ayl/min, to‘ldirish koeffitsienti φ=0,22. Baraban ichiga 10 ta V-simon lopus ikki zonali spiral tartibda o‘rnatildi: birinchi yarimda (L/2=1000 mm) 5 ta lopus 72° angular oralig‘ida joylashtirildi, ikkinchi yarimda esa yana 5 ta lopus birinchi zona lopuslariga nisbatan 36° siljish bilan joylashtirildi — bu holda baraban yon tomonidan qaraganda 10 ta lopus 36° teng oraliqda ko‘rinadi va spiral effektini yuzaga keltiradi; har bir lopus H=40 mm balandlikda, ikki bosqichli 120° burchak ostida bukilgan V-simon (hook-type) shaklda tayyorlandi. Quritish agenti sifatida quyosh kollektori (4 kVt) va elektrokalorifer (4 kVt) birgalikda ishlab 35–40°C haroratdagi havo ta’minlandi, havo esa pnevmatik truba (D=98 mm, L=3,0 m, v=20 m/s) orqali baraban kirish qismiga berildi. Eksperimental sinov Andijon viloyatida “Devzira” va “Alanga” navi sholisi bilan amalga oshirildi: kirish namligi W_1=22%,

ISSN 3030-3907

maqsad namligi $W_з$=13%; quritish vaqti, energiya sarfi va don sifati ko‘rsatkichlari an'anaviy tekis lopusli quritgich bilan qiyoslab o‘lchandi.

NATIJALAR VA TAHLIL. Baraban parametrlari asosida hisob-kitoblar quyidagicha amalga oshirildi: baraban ichki hajmi $V = \pi \cdot D^2/4 \cdot L = \pi \cdot 0{,}42^2/4 \cdot 2{,}0 = 0{,}277$ m³; to‘ldirish koeffitsienti φ=0,22 da don hajmi V_{don} = 0,061 m³; sholi zichligi ρ=450 kg/m³ da don massasi M_{don} = 31,3 kg. Spiral joylashuvdagi lopuslar havo oqimini baraban bo‘ylab harakatlantirib, konvektiv issiqlik almashinuvini sezilarli darajada oshirdi.



1-rasm. Baraban kesimida V-simon lopuslarning ikki zonali spiral joylashuvi

1-jadval.

V-simon va tekis lopusli quritgichlarning asosiy texnologik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Tekis lopus	V-simon (spiral)	Farq
Don-havo kontakt yuzasi, %	100 (baza)	130–140	+30–40%
Don pardasi barqarorligi (0–10)	5,2	8,7	+67%
Solishtirma energiya sarfi, kVt·s/kg	0,068	0,049	−28%
Quritish davomiyligi, min	65	47	−28%
Don shikastlanish darajasi, %	2,8	1,4	−50%
Chiqish namligi $W_з$, %	13,4	13,0	−0,4%

ISSN 3030-3907

Unumdorlik, kg/soat	72	98	+36%

2-jadval.

Baraban va lopus parametrlari

Parametr	Qiymat
Baraban diametri, D	420 mm
Baraban uzunligi, L	2000 mm
Devor qalinligi, t	2,5 mm
Baraban ichki hajmi	0,277 m^3
Don massasi (φ=0,22, ρ=600 kg/m^3)	36,6 kg
Lopuslar soni (jami)	10 ta
1-zona lopuslar (baraban 1-yarmi)	5 ta, 72° oralig‘ida
2-zona lopuslar (baraban 2-yarmi)	5 ta, 1-zonaga +36° siljish
Yon tomondan ko‘rinish (burchak oralig‘i)	36° (spiral effekt)
Lopus balandligi H	40 mm (H/D = 0,095)
Lopus shakli	V-simon, 120° burchak
Don to‘kilish burchagi θ	110°–140°

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, spiral joylashuvdagi 10 ta V-simon lopuslar baraban yon tomonidan qaraganda 36° teng oraliqda ko‘rinib, havo oqimiga uzluksiz pardali to‘siq hosil qiladi. Bu holat Takoudjou Fossi va boshqalar [15] tomonidan optimal deb belgilangan 110°–140° to‘kilish burchagi bilan to‘liq mos keladi.

Ikki zonali spiral joylashuvning asosiy ustunligi shundan iboratki, havo oqimi baraban uzunligi bo‘ylab spiral trayektoriya bo‘ylab harakatlanib, har bir lopusdan o‘tayotganda yangi don qatlamiga duch keladi — bu Pakowski [14] tavsiya etgan "kaskad zichligi" (cascade density) ning bir tekis taqsimlanishini ta'minlaydi. Driver va boshqalar [11] tajribalari asosida kichikroq ichki burchak (120°) yirik burchakli (150°, 180°) lopuslarga qaraganda massani uzatish koeffitsientini yuqoriroq saqlashini tasdiqladi.

NATIJALARNI MUHOKAMA QILISH. V-simon lopuslarning spiral joylashuvi quritish samaradorligini oshirishning uchta asosiy mexanizmi orqali ishlaydi. Birinchidan, ikki zonali spiral tartib havo oqimini baraban uzunligi bo‘ylab bir tekis taqsimlanishini ta'minlaydi — bu aynan L=2000 mm uzun

ISSN 3030-3907

baraban uchun muhimdir, chunki an'anaviy bir zonali joylashuvda havo baraban oxirida donlar bilan etarli aloqa qilmay chiqib ketishi mumkin [13, 14]. Ikkinchidan, murakkab burchakli V-simon shakl donni "ushlab turish" vaqtini uzaytiradi va 110°–140° oralig‘ida bir tekis to‘kilishini ta'minlaydi [15, 16], bu esa don pardasini keng va bir tekis qilib, issiqlik almashinuv yuzasini 30–40% ga oshiradi. Uchinchidan, V-simon lopuslar 22% yuklamali "ortiqcha yuklangan" rejimda oddiy lopuslarga xos "sliding" (siljib oqish) hodisasining oldini oladi [12, 17].

Harorat rejimining 35–40°C da saqlanganligi adabiyotlardagi tavsiya etilgan sholi uchun 45°C chegarasidan past bo‘lib [2, 3], don sifatini to‘liq saqlashni ta'minladi. Lee va Choi [13] tadqiqotlari bilan qiyoslaganda, bizning qurilmamizda quyosh kollektori qo‘shimcha energiya manbai sifatida ishlatilishi umumiy energiya sarfini yanada kamaytirishga imkon berdi. Savalagi va Chittappa [12] tomonidan hook-type lopuslar uchun aniqlangan 163° gacha bo‘lgan to‘kilish diapazoni bilan solishtirganda, bizning 120° burchakli V-simon lopuslarimiz uchun 110°–140° oralig‘i amaliy ishlab chiqarish sharoitida optimal hisoblanadi.

IQTISODIY SAMARADORLIK. An'anaviy tekis lopusli quritgich bilan solishtirganda, V-simon lopusli kombinatsiyalashgan qurilma solishtirma energiya sarfini 28% ga kamaytiradi. Unumdorlikning 72 dan 98 kg/soat ga oshishi (36% o‘sish) va quyosh energiyasidan foydalanish hisobiga yillik elektr energiya xarajati sezilarli kamayadi. Taxminiy hisob-kitobga ko‘ra, qurilmaning qo‘shimcha sarmoyasi 0,3 yil ichida o‘zini qoplaydi va iqtisodiy samaradorlik koeffitsienti E=3,24 ni tashkil etadi.

XULOSA. Kombinatsiyalashgan aerodinamik-gelioquritish qurilmasi (D=420 mm, L=2000 mm, t=2,5 mm) uchun V-simon lopuslarning ikki zonali spiral joylashuvi (5+5 ta, 72°/36° tizimi) ilmiy jihatdan asoslab tadqiq etildi. Spiral joylashuv baraban yon tomonidan qaraganda 10 ta lopusni 36° teng oraliqda ko‘rsatib, havo oqimiga "slalom" effektini ta'minlaydi. V-simon lopuslar don-havo kontakt yuzasini 30–40% ga oshiradi, energiya sarfini 25–30% ga kamaytiradi, unumdorlikni 36% ga yuksaltiradi va don shikastlanishini 50% ga kamaytiradi. Sholi donini 35–40°C yumshoq haroratda W=20% dan W=13% gacha quritish don sifatini to‘liq saqlaydi. Ushbu qurilma O‘zbekiston sharoitida sholi ishlab chiqarishga keng joriy etish uchun tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Qishloq xo‘jaligi vazirligi. Sholi etishtirish bo‘yicha statistik ma'lumotlar. – Toshkent, 2023.

ISSN 3030-3907

2. Olimov B.K. Qishloq xo‘jaligida sholi quritish qurilmalarini tahlili // Scientific and Technical Journal of Namangan Institute of Engineering and Technology. – 2024. – Volume 8. – Sp. Issue 2. – B. 120–130.
3. Abduqodirov N.Sh., Mansurov M.T., Tojiyev R.J. Qishloq xo‘jaligi mahsulotlarini quritishda barabanli quritgichlarning ahamiyati // Scientific-technical journal. – 2022. – T.22. – №3. – B.147–152.
4. Bekkulov B.R. Sholi quritish qurilmasining konstruksiyasini ishlab chiqish va uning parametrlarini asoslash: PhD dissertatsiyasi. – Andijon, 2020. – 163 b.
5. Манасян С.К. Принтсипй конвективной сушки зерна. – Краснодар: КрасГАУ, 2009. – №6. – С.145–150.
6. Mujumdar A.S. Handbook of Industrial Drying. – CRC Press, 2015. – 1348 p.
7. Tojiev R.J. Drying glass feed stock in drum drier // Scientific-technical journal. – 2019. – T.22. – №3. – P.137–140.
8. Keey R.B. Drying of Loose and Particulate Materials. – Hemisphere Publishing, 1992.
9. Sherritt R.G. et al. Residence time distribution in a rotary dryer // Chemical Engineering Science. – 1993. – V.48. – №13. – P.2399–2408.
10. Saeman W.C., Mitchell T.R. Analysis of rotary dryer performance // Chemical Engineering Progress. – 1954. – V.50. – P.467–475.
11. Driver J., Hardin M.T., Howes T., Palmer G. Effect of Lifter Design on Drying Performance in Rotary Dryers // Drying Technology. – 2003. – V.21. – №2. – P.369–381.
12. Savalagi P., Chittappa H.C. Flight design for rotary bagasse dryer // IRJET. – 2017. – V.4. – Issue 8. – P.920–925.
13. Lee H., Choi S. Lifter design for enhanced heat transfer in a rotary kiln reactor // Journal of Mechanical Science and Technology. – 2013. – V.27. – №10. – P.3191–3197.
14. Pakowski Z. Algorithmic approach to process design of direct rotary dryers-coolers // Drying Technology. – 2020. – DOI: 10.1080/07373937.2020.1841789.
15. Takoudjou Fossi C.R. et al. Influence of the presence of lifters in the design of a rotary cocoa bean dryer // IJARET. – 2024. – V.15. – Issue 3. – P.393–406.
16. Silvério B.C. et al. Effect of lifting flight geometry on the motion of particles in rotary dryers using DEM // Powder Technology. – 2014. – V.254. – P.314–321.
17. Sherritt R.G. et al. The movement of solids through flighted rotating drums // Canadian Journal of Chemical Engineering. – 1994. – V.72. – P.240–248.
18. Britton P.F., Sheehan M.E., Schneider P.A. A physical description of solids transport in flighted rotary dryers // Powder Technology. – 2006. – V.165. – P.153–160.

ISSN 3030-3907

19. Matchett A.J., Baker C.G.J. Particle residence times in cascading rotary dryers // Journal of Separation Process Technology. – 1988. – V.9. – P.5–13.
20. Forson F.K. et al. Design of mixed-mode natural convection solar crop dryers // Solar Energy. – 2007. – V.81. – P.495–505.
21. Xakimov M., Raxmonqulov T. Kombinatsiyalashgan don quritish qurilmasini ishlab chiqish // AndMI ilmiy anjumani materiallari. – Andijon, 2021. – B.381–385.

ISSN 3030-3907

UDK: 618.14-006.36+618.3+618.4

BACHADON FIBROIDLI AYOLLARDA HOMILADORLIK KECHASI VA TUG‘ISH NATIJALARI.

Ikromova Parvina Xamidjonovna
Samarqand davlat tibbiyot universtiteti 3-son akusherlik va ginekologiya kafedrasi assistenti
Tel: 90 197 55 05
E-mail: pikromova15@gmail.com
https://orcid.org/0009-0002-7240-7582
Otaqulov Adhamjon G‘ani o‘g‘li
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Akusherlik va ginekologiya №3 kafedrasi 2-kurs klinik ordinatori, Samarqand, O‘zbekiston

Annotatsiya. Bachadon miyomasi reproduktiv yoshdagi ayollar o‘rtasida eng keng tarqalgan ginekologik o‘sma bo‘lib, homiladorlik davomida turli asoratlarni keltirib chiqarishi mumkin. Homilali ayollar orasida miyomaning aniqlash chastotasi 0,1–10,7% ni tashkil etadi. Bachadon miyomasi bor ayollarda homiladorlik kechishi, tug‘ruq usuli va perinatal natijalarni miyomasiz ayollar bilan qiyosiy tahlil qilish. 2019–2024 yillarda SamDTU III-klinikasida kuzatilgan 240 nafar homilador ayol tekshirildi: asosiy guruh — bachadon miyomasi aniqlangan 120 nafar ayol, nazorat guruhi — 120 nafar miyomasiz homilador. FIGO tasniflash tizimi asosida miyoma turi, joylashuvi va hajmi baholandi. Homiladorlik, tug‘ruq va perinatologik ko‘rsatkichlar tahlil qilindi. Asosiy guruhda muddatidan avval tug‘ish (17,5% vs 5,8%, p=0,004), tush qilish xavfi (14,2% vs 3,3%, p=0,003) va sezaren bo‘lim ko‘rsatkichi (52,5% vs 21,7%, p<0,001) sezilarli yuqori bo‘ldi. Submukozyar va intramural katta miyomalar (>5 sm) asoratlar bilan kuchliroq bog‘liq edi. Chaqaloq Apgar ko‘rsatkichi va perinatologik yo‘qotishlar guruhlar o‘rtasida statistik farq ko‘rsatmadi (p>0,05). Bachadon miyomasi homiladorlik va tug‘ish asoratlarini sezilarli oshiradi. Miyomasiz ayollar bilan taqqoslaganda sezaren bo‘lim, muddatidan avval tug‘ish va homiladorlikning o‘z-o‘zidan uzilish xavfi yuqori. Miyoma xarakteristikasi (turi, joylashuvi, hajmi) perinatal natijalarni belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: bachadon miyomasi, leyomioma, homiladorlik, perinatal natijalar, FIGO tasnifi, sezaren bo‘lim, muddatidan avval tug‘ish.

Аннотация. Миома матки является наиболее распространённой гинекологической опухолью среди женщин репродуктивного возраста и может приводить к различным осложнениям во время беременности. Частота выявления миомы у беременных составляет от 0,1 до 10,7%. провести сравнительный анализ течения беременности, метода родоразрешения и перинатальных исходов у женщин с миомой матки и без неё. обследованы

ISSN 3030-3907

240 беременных женщин, находившихся под наблюдением в III клинике СамГМУ в 2019–2024 гг.: основная группа — 120 пациенток с диагностированной миомой матки, контрольная группа — 120 беременных без миомы. Тип, локализация и размер миомы оценивались согласно классификационной системе FIGO. Проводился анализ показателей течения беременности, родов и перинатальных исходов. В основной группе достоверно чаще наблюдались преждевременные роды (17,5% vs 5,8%, p=0,004), угроза самопроизвольного прерывания беременности (14,2% vs 3,3%, p=0,003) и частота кесарева сечения (52,5% vs 21,7%, p<0,001). Субмукозные и крупные интрамуральные миомы (>5 см) были в большей степени связаны с развитием осложнений. Показатели оценки новорождённых по шкале Апгар и перинатальные потери между группами статистически значимо не различались (p>0,05).Миома матки достоверно увеличивает риск осложнений беременности и родов. По сравнению с женщинами без миомы значительно выше риск кесарева сечения, преждевременных родов и самопроизвольного прерывания беременности. Характеристики миомы (тип, локализация, размер) являются ключевыми факторами, определяющими перинатальные исходы.

Ключевые слова: миома матки, лейомиома, беременность, перинатальные исходы, классификация FIGO, кесарево сечение, преждевременные роды.

Abstract. Uterine fibroids (leiomyomas) represent the most common benign gynecological tumors among women of reproductive age and may cause various complications during pregnancy. The prevalence of fibroids in pregnant women ranges from 0.1% to 10.7%. To conduct a comparative analysis of pregnancy course, mode of delivery, and perinatal outcomes in women with and without uterine fibroids. A total of 240 pregnant women followed at the Third Clinic of SamSMU between 2019 and 2024 were examined: the study group included 120 patients with diagnosed uterine fibroids, and the control group comprised 120 pregnant women without fibroids. Fibroid type, location, and size were assessed using the FIGO classification system. Obstetric, delivery, and perinatal outcome indicators were analyzed. The study group demonstrated significantly higher rates of preterm birth (17.5% vs 5.8%, p=0.004), threatened miscarriage (14.2% vs 3.3%, p=0.003), and cesarean section (52.5% vs 21.7%, p<0.001). Submucosal and large intramural fibroids (>5 cm) were more strongly associated with adverse outcomes. Neonatal Apgar scores and perinatal losses showed no statistically significant differences between groups (p>0.05). Uterine fibroids significantly increase the risk of obstetric and delivery complications. Compared to women without fibroids, the risks of cesarean section, preterm birth, and spontaneous miscarriage are

ISSN 3030-3907

substantially higher. Fibroid characteristics (type, location, size) are the primary determinants of perinatal outcomes.

Keywords: uterine fibroid, leiomyoma, pregnancy, perinatal outcomes, FIGO classification, cesarean section, preterm birth..

KIRISH.

Bachadon miyomasi (leyomioma, fibroma) — silliq mushaklardan kelib chiquvchi xavfsiz o‘sma bo‘lib, reproduktiv yoshdagi ayollar orasida eng keng tarqalgan ginekologik patologiya hisoblanadi. Epidemiologik ma'lumotlarga ko‘ra, miyoma 40 yoshga to‘lgan ayollarning 50–70% ida uchraydi, ularning 20–40% i klinik belgilar beradi [1,2]. Homilador ayollar orasida miyoma chastotasi ultratovush (UTT) tekshiruvi qo‘llanilishi kengayishi munosabati bilan o‘sib, 0,1–10,7% ni tashkil etmoqda [3].

Bachadon miyomasining homiladorlikka ta'siri turlicha bo‘lib, ko‘p jihatdan o‘smaning joylashuvi, soni va hajmiga bog‘liq. FIGO (Xalqaro akusher-ginekologlar federatsiyasi) tasniflash tizimi miyomani 8 turga ajratib, submukozyar (0, 1, 2-tip), intramural (3, 4, 5-tip) va subserozli (6, 7-tip) turlarga bo‘ladi [4]. Ushbu tasnif miyomaning homiladorlikka ta'sirini bashorat qilishda muhim klinik ahamiyat kasb etadi.

Adabiyotlarda miyomaning homiladorlikka ta'siri haqida kelishmovchiliklar mavjud. Ba'zi tadqiqotlar miyomaning muddatidan avval tug‘ish, yo‘ldosh oldindan ajralishi, homiladorlikning o‘z-o‘zidan uzilishi va sezaren bo‘lim xavfini oshirishini ko‘rsatsa [5,6], boshqalari bunday bog‘liqlikni faqat ma'lum tur va hajmdagi miyomalar bilan chekladilar [7]. Mahalliy populyatsiyada ushbu munosabatni o‘rganuvchi tadqiqotlar yetarli emas.

Shu sababdan, mazkur tadqiqotda Samarqand viloyati klinik namunasida bachadon miyomasi bor ayollarda homiladorlik kechishi, tug‘ruq usuli va perinatal natijalarni miyomasiz ayollar bilan qiyosiy baholash maqsad qilib qo‘yildi.

TADQIQOT MAQSADI. bachadon miyomasi bor homilador ayollarda homiladorlik, tug‘ruq va perinatologik natijalarning xususiyatlarini o‘rganish va miyoma xarakteristikasi bilan ularning bog‘liqligini aniqlash.

Tadqiqot vazifalari.

1. miyomali homilador ayollarda homiladorlik asoratlari tuzilmasini o‘rganish;
2. miyoma turi va hajmining homiladorlik natijalariga ta'sirini baholash;
3. asosiy va nazorat guruhlari o‘rtasida tug‘ruq usuli ko‘rsatkichlarini taqqoslash;
4. perinatal natijalarni (Apgar shkali, perinatologik yo‘qotishlar) qiyosiy tahlil qilish

MATERIALLAR VA USULLAR.

Tadqiqot dizayni

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqot 2019–2024 yillarda SamDTU III-klinikasi (akusherlik va ginekologiya bo‘limi) asosida o‘tkazilgan retrospektiv-prospektiv kohort tadqiqoti hisoblanadi. Tekshiruvga jami 240 nafar tug‘uvchi ayol kiritildi: asosiy guruh — bachadon miyomasi aniqlangan 120 nafar homilador, nazorat guruhi — miyomasiz 120 nafar homilador.

Tadqiqot O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligining etik komissiyasi tomonidan tasdiqlangan (Bayonnoma №12, 2019-yil). Barcha ishtirokchilardan yozma roziligi olindi.

Kiritish va chiqarish mezonlari

Kiritish mezonlari (asosiy guruh): bitta homila, homiladorlik muddati 37 haftadan ortiq (kuzatuv uchun — 20 haftadan ortiq), homiladorlikdan oldin yoki I trimestrda ultratovush bilan tasdiqlangan miyoma, to‘liq tibbiy hujjatlar mavjudligi. Nazorat guruhi uchun — yuqoridagi barcha shart-sharoitlar, lekin miyoma aniqlanmagan.

Chiqarish mezonlari: ko‘p homilalilik, og‘ir ekstragenital patologiyalar (yurak nuqsonlari, surunkali buyrak kasalligi III–IV daraja), bachadon anomaliyalari, xavfli o‘smalar, to‘liq bo‘lmagan tibbiy hujjatlar.

Ultratovush tekshiruvi va FIGO tasnifi

Barcha tekshiruvchilardan I, II va III trimestrlarda transvaginal va transabdominal ultratovush (UZT) o‘tkazildi. Miyoma xarakteristikasi FIGO 2011 tasniflash tizimi asosida aniqlandi: submukozyar (0–2-tip), intramural (3–5-tip), subserozli (6–7-tip). Miyoma hajmi uchta o‘lchov asosida hisoblanib, kichik (<3 sm), o‘rta (3–5 sm) va katta (>5 sm) guruhlarga ajratildi.

Baholanuvchi ko‘rsatkichlar

Homiladorlik davri ko‘rsatkichlari: o‘z-o‘zidan tushirish (abort), preterm tug‘ish (<37 hafta), yo‘ldosh oldindan ajralishi, yo‘ldoshning past joylashuvi, qon ketish (I va III trimestrlarda), gestozning og‘ir shakllari, miyoma nekrozi belgilari. Tug‘ruq ko‘rsatkichlari: tug‘ruq usuli (tabiiy/sezaren), intraoperativ asoratlar, qon yo‘qotish. Perinatal ko‘rsatkichlar: Apgar shkali (1 va 5 daqiqada), chaqaloq vazni, muddatidan avval tug‘ilganlik, perinatologik yo‘qotishlar.

Statistik tahlil

Statistik tahlil IBM SPSS Statistics v.26 dasturida amalga oshirildi. Miqdoriy o‘zgaruvchilar normal taqsimlanganda M±SD shaklida taqdim etildi va Student t-testi qo‘llandi; noparametrik holatlarda Mann–Whitney U-testi ishlatildi. Sifat ko‘rsatkichlari n (%) shaklida ifodalanib, χ^2 testi va Fisher aniq testi bilan taqqoslandi. Xavf nisbati (Odds Ratio, OR) 95% ishonch oralig‘i (CI) bilan hisoblab chiqildi. Statistik ahamiyatlilik darajasi $p<0,05$ sifatida belgilandi.

NATIJALAR.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot guruhlarining umumiy tavsifi

Asosiy guruh (n=120) o‘rtacha yoshi 30,4±5,2 yil, nazorat guruhi (n=120) o‘rtacha yoshi 29,8±4,9 yilni tashkil etdi (p=0,364). Pariteti, homiladorlik muddati va ijtimoiy-demografik ko‘rsatkichlar bo‘yicha guruhlar o‘rtasida statistik farq aniqlanmadi (p>0,05). Asosiy guruhdagi miyoma joylashuvi bo‘yicha taqsimlanish: intramural — 61 nafar (50,8%), submukozyar — 31 nafar (25,8%), subserozli — 28 nafar (23,4%). Miyoma hajmi: kichik (<3 sm) — 38 (31,7%), o‘rta (3–5 sm) — 47 (39,2%), katta (>5 sm) — 35 (29,1%).

1-jadval.

Tadqiqot guruhlarining umumiy klinik-demografik tavsifi

Ko‘rsatkich	Asosiy guruh (n=120)	Nazorat guruhi (n=120)	p
O‘rtacha yoshi (yil)	30,4 ± 5,2	29,8 ± 4,9	0,364
Birinchi homiladorlik (%)	51,7%	54,2%	0,692
Homiladorlik muddati (hafta)	38,6 ± 1,4	39,0 ± 1,2	0,102
Intramural miyoma (%)	50,8%	—	—
Submukozyar miyoma (%)	25,8%	—	—
Subserozli miyoma (%)	23,4%	—	—

M±SD — o‘rtacha ± standart og‘ish; p<0,05 statistik muhim farq sifatida qabul qilingan

Homiladorlik asoratlari

Homiladorlik davrida asoratlar asosiy guruhda sezilarli ko‘proq kuzatildi. O‘z-o‘zidan tushirish xavfi asosiy guruhda 14,2% ni, nazorat guruhida esa 3,3% ni tashkil etdi (OR=4,8; 95% CI: 1,8–12,7; p=0,003). Muddatidan avval tug‘ish asosiy guruhda 17,5% hollarda qayd etildi, nazorat guruhida esa — 5,8% (OR=3,4; 95% CI: 1,5–7,9; p=0,004). Yo‘ldoshning past joylashuvi asosiy guruhda 12,5% ni, nazorat guruhida 4,2% ni tashkil etdi (p=0,021). Yo‘ldosh oldindan ajralishi asosiy guruhda 7,5% va nazorat guruhida 1,7% kuzatildi (p=0,028).

2-jadval.

ISSN 3030-3907

Homiladorlik asoratlarining guruhlar bo‘yicha taqqoslanishi

Asorat	Asosiy (n=120)	Nazorat (n=120)	OR (95% CI)	p
O‘z-o‘zidan tushirish	17 (14,2%)	4 (3,3%)	4,8 (1,8–12,7)	0,003*
Muddatidan avval tug‘ish	21 (17,5%)	7 (5,8%)	3,4 (1,5–7,9)	0,004*
Yo‘ldosh past joylashuvi	15 (12,5%)	5 (4,2%)	3,3 (1,2–9,1)	0,021*
Yo‘ldosh oldindan ajralishi	9 (7,5%)	2 (1,7%)	4,7 (1,0–22,2)	0,028*
I trimestr qon ketishi	22 (18,3%)	6 (5,0%)	4,2 (1,7–10,6)	0,002*
Miyoma nekrozi belgilari	8 (6,7%)	—	—	—
Og‘ir preeklampsiya	11 (9,2%)	6 (5,0%)	1,9 (0,7–5,3)	0,197

* — p<0,05; OR — xavf nisbati (Odds Ratio); CI — ishonch oralig‘i

Miyoma turi va hajmining ta'siri

Miyoma turi bo‘yicha tahlil shuni ko‘rsatdiki, submukozyar miyoma eng yuqori asorat xavfini keltirib chiqardi: bu guruhdagi ayollarda o‘z-o‘zidan tushirish 29,0% (vs intramural 9,8%, p=0,018) va muddatidan avval tug‘ish 29,0% (vs 13,1%, p=0,036) hollarda kuzatildi. Intramural miyoma ham nazorat guruhi bilan taqqoslaganda sezilarli yuqori asorat ko‘rsatkichlarini berdi, subserozli miyoma esa eng kam asorat bilan bog‘liq bo‘ldi.

Miyoma hajmi bilan asoratlar o‘rtasidagi bog‘liqlik ham aniq namoyon bo‘ldi: katta miyomalar (>5 sm) subguruhi muddatidan avval tug‘ish (31,4%) va sezaren bo‘lim (74,3%) bo‘yicha eng yuqori ko‘rsatkichlarga ega bo‘ldi. Kichik miyomalar (<3 sm) bo‘lgan ayollarda ko‘rsatkichlar nazorat guruhiga yaqinroq edi, ammo baribir yuqori qoldi.

Tug‘ruq usuli va intraoperativ natijalar

Tug‘ruq usuli bo‘yicha tahlil quyidagi natijalarni ko‘rsatdi: asosiy guruhda sezaren bo‘lim ko‘rsatkichi 52,5% (63/120), nazorat guruhida esa 21,7% (26/120) ni tashkil etdi (OR=4,0; 95% CI: 2,2–7,3; p<0,001). Asosiy guruhdagi sezaren bo‘limga ko‘rsatmalar: miyomaning tug‘ruq yo‘llarini to‘sishi — 34,9%, tug‘ruq

ISSN 3030-3907

anomaliyalari — 28,6%, homila distressiya — 19,0%, boshqa ko‘rsatmalar — 17,5%.

Intraoperativ qon yo‘qotish asosiy guruhda 412±124 ml, nazorat guruhida 268±86 ml ni tashkil etdi (p<0,001). Asosiy guruhda 4 holda (3,3%) gipertonik qon ketishi sababli qon quyish zarur bo‘ldi. Miyomektomiya sezaren bo‘lim jarayonida 18 holda (28,6%) bajarildi.

3-jadval.

Tug‘ruq usuli va perinatal natijalarning taqqoslama tahlili

Ko‘rsatkich	Asosiy (n=120)	Nazorat (n=120)	p qiymati
Sezaren bo‘lim (%)	52,5%	21,7%	<0,001*
Intraoperativ qon yo‘qotish (ml)	412 ± 124	268 ± 86	<0,001*
Qon quyish zaruriyati (%)	3,3%	0,8%	0,176
Apgar 1 daqiqa (ball)	7,2 ± 1,1	7,5 ± 0,9	0,062
Apgar 5 daqiqa (ball)	8,6 ± 0,8	8,8 ± 0,6	0,143
Chaqaloq vazni (gramm)	3124 ± 468	3298 ± 402	0,014*
Intensiv parvarishga (%)	8,3%	4,2%	0,183
Perinatologik yo‘qotish (%)	2,5%	0,8%	0,309

* — p<0,05; M±SD — o‘rtacha ± standart og‘ish

Perinatal natijalar

Yangi tug‘ilgan chaqaloq holati ko‘rsatkichlari guruhlar o‘rtasida umumiy statistik farq bermadi: Apgar shkali 1 daqiqada (7,2±1,1 vs 7,5±0,9; p=0,062) va 5 daqiqada (8,6±0,8 vs 8,8±0,6; p=0,143). Biroq chaqaloq o‘rtacha tug‘ruq vazni asosiy guruhda ancha past bo‘ldi (3124±468 gr vs 3298±402 gr; p=0,014), bu asosan muddatidan avval tug‘ish holatlarining yuqoriligi bilan bog‘liq.

Intensiv parvarishga yuborish tezligi: asosiy guruhda 8,3%, nazorat guruhida 4,2% (p=0,183). Perinatologik yo‘qotishlar: asosiy guruhda 3 holda (2,5%), nazorat guruhida 1 holda (0,8%) qayd etildi (p=0,309). Ushbu ko‘rsatkichlar

ISSN 3030-3907

guruhlar o‘rtasida statistik jihatdan muhim farq bermagan bo‘lsa-da, klinik jihatdan asosiy guruhda noqulay tendentsiya kuzatildi.

Tadqiqotimiz natijalariga ko‘ra, bachadon miyomasi homiladorlik va tug‘ruq asoratlarining xavfini sezilarli darajada oshiradi. Muddatidan avval tug‘ish xavfi asosiy guruhda 3,4 marta yuqori (OR=3,4; 95% CI: 1,5–7,9; p=0,004) — bu Qidwai va boshqalar [5] tomonidan o‘tkazilgan meta-tahlil ko‘rsatkichlariga (OR 1,5–4,0 oralig‘i) mos keladi. O‘z-o‘zidan tushirish xavfi 4,8 marta yuqori aniqlandi, bu esa Rizzello va boshqalar [8] tomonidan tavsiya etilgan submukozyar miyomaning implantatsiyaga salbiy ta'siri konsepsiyasini tasdiqlaydi.

Sezaren bo‘lim ko‘rsatkichi asosiy guruhda 52,5% ga yetdi — nazorat guruhiga nisbatan 4,0 marta yuqori (p<0,001). Bu ko‘rsatkich Coronado va boshqalar [9] ishida keltirilgan 3,7 barobar xavf oshishi bilan mos tushadi. Asosiy ko‘rsatma sifatida miyomaning tug‘ruq yo‘llarini to‘sishi (34,9%) va tug‘ruq kuchsizligi (28,6%) aniqlandi. Miyomektomiyaning sezaren paytida bajarilishi (bizda 28,6%) hozirgi kunda bahsli masala bo‘lib qolmoqda — bir qator tadqiqotchilar [10] bu amaliyotni qo‘shimcha qon ketish xavfi sababli tavsiya etmasa, boshqalar [11] onkologik va reproduktiv prognoz nuqtai nazaridan maqsadga muvofiq deb hisoblaydi.

Miyoma turi bo‘yicha tahlil shuni ko‘rsatdiki, submukozyar miyoma eng yuqori asorat xavfini keltirib chiqardi. Bu FIGO tasniflash tizimining klinik ahamiyatini tasdiqlaydi va submukozyar miyoma bor ayollarni yuqori xavf guruhi sifatida alohida kuzatishni zarur qiladi [4,12]. Katta miyomalar (>5 sm) ham muhim xavf omili sifatida namoyon bo‘ldi — bu hajmdagi o‘smalar bachadon deformatsiyasini keltirib chiqarishi, qon aylanishini buzishi va tug‘ruq mexanizmlarini to‘sishi mumkin [6].

Perinatal natijalar — Apgar shkali va perinatologik yo‘qotishlar — guruhlar o‘rtasida statistik jihatdan muhim farq bermadi. Bu Vergani va boshqalar [13] xulosalariga mos bo‘lib, miyomaning bevosita chaqaloq holatiga ta'siri cheklangan ekanligini ko‘rsatadi. Biroq chaqaloq vazni asosiy guruhda past aniqlandi (p=0,014), bu onaning perinatologik monitoringini kuchaytirishni talab etadi.

Tadqiqotning cheklovlari qatoriga bir markazli dizayn, retrospektiv komponent va ba'zi konfondir omillarni (turmush tarzi, genetik omillar) hisobga ololmaslik kiradi. Kelajakda ko‘p markazli, prospektiv tadqiqotlar o‘tkazish, xususan miyomektomiyaning homiladorlikka ta'sirini o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi.

XULOSA.

Olingan natijalar asosida quyidagi xulosalar shakllantirildi:

ISSN 3030-3907

1. Bachadon miyomasi bor ayollarda homiladorlik asoratlari (o‘z-o‘zidan tushirish, muddatidan avval tug‘ish, yo‘ldosh patologiyasi, qon ketish) miyomasiz ayollarga nisbatan statistik jihatdan muhim darajada ko‘p kuzatildi.
2. Submukozyar va katta hajmli (>5 sm) miyomalar eng yuqori asorat xavfi bilan bog‘liq bo‘lib, ushbu bemorlarni yuqori xavfli guruh sifatida kuzatish tavsiya etiladi.
3. Sezaren bo‘lim ko‘rsatkichi asosiy guruhda 4,0 marta yuqori (52,5% vs 21,7%, p<0,001) bo‘ldi; asosiy ko‘rsatmalar miyomaning mexanik to‘sig‘i va tug‘ruq kuchsizligi hisoblanadi.
4. Perinatal ko‘rsatkichlar (Apgar shkali, perinatologik yo‘qotishlar) guruhlar o‘rtasida statistik jihatdan farq qilmasa-da, chaqaloq vazni asosiy guruhda past aniqlandi.
5. FIGO tasniflash tizimiga asoslangan miyoma xarakteristikasini homiladorlikni rejalashtirishda va kuzatuvda hisobga olish klinik jihatdan zarurdir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Baird D.D., Dunson D.B., Hill M.C. et al. High cumulative incidence of uterine leiomyoma in black and white women: ultrasound evidence. Am J Obstet Gynecol. 2003;188(1):100–107.
2. Stewart E.A., Cookson C.L., Gandolfo R.A., Schulze-Rath R. Epidemiology of uterine fibroids: a systematic review. BJOG. 2017;124(10):1501–1512.
3. Stout M.J., Odibo A.O., Graseck A.S. et al. Leiomyomas at routine second-trimester ultrasound examination and adverse obstetric outcomes. Obstet Gynecol. 2010;116(5):1056–1063.
4. Munro M.G., Critchley H.O., Broder M.S., Fraser I.S. FIGO classification system (PALM-COEIN) for causes of abnormal uterine bleeding in nongravid women of reproductive age. Int J Gynaecol Obstet. 2011;113(1):3–13.
5. Qidwai G.I., Caughey A.B., Jacoby A.F. Obstetric outcomes in women with sonographically identified uterine leiomyomata. Obstet Gynecol. 2006;107(2 Pt 1):376–382.
6. Klatsky P.C., Tran N.D., Caughey A.B., Fujimoto V.Y. Fibroids and reproductive outcomes: a systematic literature review from conception to delivery. Am J Obstet Gynecol. 2008;198(4):357–366.
7. Laughlin S.K., Herring A.H., Savitz D.A. et al. Pregnancy-related fibroid reduction. Fertil Steril. 2010;94(6):2421–2423.
8. Rizzello F., Coccia M.E., Palagiano A. et al. Reproductive outcome after hysteroscopic myomectomy. Gynecol Surg. 2008;5(3):195–200.

ISSN 3030-3907

9. Coronado G.D., Marshall L.M., Schwartz S.M. Complications in pregnancy, labor, and delivery with uterine leiomyomas. Obstet Gynecol. 2000;95(5):764–769.
10. Tian X., Wang J., Lu C. et al. Pregnancy outcomes in women with myomectomy during cesarean section: a retrospective study. Medicine (Baltimore). 2016;95(42):e5251.
11. Sparic R., Mirkovic L., Malvasi A., Tinelli A. Epidemiology of uterine myomas: a review. Int J Fertil Steril. 2016;9(4):424–435.
12. Zepiridis L.I., Grimbizis G.F., Tarlatzis B.C. Infertility and uterine fibroids. Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol. 2016;34:66–73.
13. Vergani P., Locatelli A., Ghidini A. et al. Large uterine leiomyomata and risk of cesarean delivery. Obstet Gynecol. 2007;109(2 Pt 1):410–414.
14. Lam S.J., Best S., Kumar S. The impact of fibroid characteristics on pregnancy outcome. Am J Obstet Gynecol. 2014;211(4):395.e1–5.
15. Ciavattini A., Clemente N., Delli Carpini G. et al. Number and size of uterine fibroids and obstetric outcomes. J Matern Fetal Neonatal Med. 2015;28(4):484–488.
16. Parvina I. The Role of Infections in Obstetrics and Perinatal Pathologies //European journal of modern medicine and practice. – 2024. – Т. 4. – №. 3. – С. 99-103.
17. Parvina I. et al. Impact of early rehabilitation programs on post myocardial infarction recovery and quality of life //Revista Latinoamericana de Hipertension. – 2025. – Т. 20. – №. 4.
18. Parvina I. ANALYSIS OF RISK FACTORS FOR PREMATURE RUPTURE OF FETAL MEMBRANES //SHOKH LIBRARY. – 2025.
19. Kh I. P. et al. Sexual Dysfunction in Women Suffering From Gynecological Diseases //Central Asian Journal of Medical and Natural Science. – 2023. – Т. 4. – №. 1. – С. 313-317.
20. Насимова Н. Р. и др. СЕКСУАЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ У ЖЕНЩИН В ПЕРИОД ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ТАЗОВОГО ПРОЛАПСА //O‘ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI. – 2023. – Т. 2. – №. 16. – С. 744-752.
21. Uktamovna N. S. et al. KLIMAKS YOSHIDAGI AYOLLARDA KALSIY ALMASHINUVINING BUZILISHI VA DORIVOR O‘SIMLIKLAR BILAN DAVOLASH //IZLANUVCHI. – 2025. – Т. 1. – №. 9. – С. 103-105.
22. Uktamovna N. S. et al. YURAK KASALLIKLARI BO ‘LGAN AYOLLARDA TUG ‘RUQNING O ‘ZIGA XOS KECHISHI //YANGI

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – Т. 3. – №. 3. – С. 262-264.
23. Ёркулова Г. Р., Наркулова С. У. НОРМАЛИЗАЦИЯ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА У ДЕВУШЕК ПОДРОСТКОВ С ПОМОЩЬЮ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ //TA’LIM, TARBIYA VA INNOVATSIYALAR JURNALI. – 2025. – Т. 1. – №. 9. – С. 76-79.
24. Uktamovna N. S. MUDDATIDAN OLDINGI TUG ‘RUQNI BELGILARI, ETIOLOGIYASI, ASORATLARI HAMDA DAVOLASH CHORA TADBIRLARI //YANGI O ‘ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI. – 2024. – Т. 1. – №. 3. – С. 224-228.
25. Норкулова С. У. РАЗВИТИЕ КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ГИНЕКОЛОГИИ У СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ //Central Asian Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies. – 2024. – Т. 1. – №. 14. – С. 111-114.
26. Mustafakulov I. B. et al. Results of treatment of patients with thermoingalation trauma //Journal of Natural Remedies. – 2021. – Т. 22. – №. 1. – С. 2.
27. Sattorov A. X. Yusupova DM OPTIMIZATION OF PREGNANCY MANAGEMENT IN THE DEVELOPMENT OF ENDEMIC GOITER //Boffin Academy. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 335-338.
28. Sattorov A. X. NEW CORONAVIRUS INFECTION SARS-COV-2 PREGNANT WOMEN QIN MICROBIOTA EFFECT //Boffin Academy. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 29-38.
29. Сатторов А., Бахронова Ш., Абдулохотова А. НОВЫЕ МЕТОДЫ МАТЕРИНСКОЙ КРОВИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕЦИДИВА РАННЕЙ ПРЕЭКЛАМПСИИ //Science and innovation. – 2024. – Т. 4. – №. 1. – С. 14-23.
30. Махмудов С. Б., Жураев О. У., Сатторов А. Х. НОВЫЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ВЕНОЗНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 10. – С. 117-124.

ISSN 3030-3907

UDK: 621.313.333:621.316.925

7,5 kW QUVVATLI UCH FAZALI ASINXRON MOTOR UCHUN MIKROPROTSESSORLI HIMOYA TIZIMINING HISOBLASH VA SOZLASH PARAMETRLARINI ASOSLASH

Sharipov Sherzod Nasim o‘g‘li

Buxoro davlat texnika universiteti, Elektr va energetika muhandislik kafedrasi assistenti

Mirzayev Odiljon Orifjon o‘g‘li

Buxoro davlat texnika universiteti, Elektr va energetika muhandisligi kafedrasi talabasi

Annotatsiya. Maqolada 7,5 kW quvvatli uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motor uchun raqamli mikroprotsessorli himoya tizimining hisoblash va sozlash parametrlarini asoslash masalasi ko‘rib chiqilgan. Nominal tok, ishga tushirish toki, qisqa tutashuvdan tezkor himoya chegarasi, ortiqcha yuklanish pog‘onalari, faza uzilishi, kuchlanish pasayishi va fazalar nosimmetriyasi bo‘yicha himoya mezonlari aniqlangan. Shuningdek, avtomatik uzgich, kontaktor, tok transformatori, kuchlanish datchigi va signalizatsiya tizimi uchun tavsiya etilgan qiymatlar keltirilgan. Olingan natijalar mikroprotsessorli himoya tizimi asinxron motorning ishonchli ishlashini oshirishi, avariya holatlarining oldini olishi va ekspluatatsiya xarajatlarini kamaytirishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: asinxron motor, mikroprotsessorli himoya, nominal tok, ortiqcha yuklanish, faza uzilishi, kuchlanish nosimmetriyasi, signalizatsiya, texnik-iqtisodiy samaradorlik**.**

Аннотация. В статье рассмотрено обоснование расчетных и настроечных параметров цифровой микропроцессорной системы защиты для трехфазного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором мощностью 7,5 кВт. Определены номинальный ток, пусковой ток, уставка быстродействующей защиты от короткого замыкания, ступени защиты от перегрузки, критерии защиты от обрыва фазы, снижения напряжения и несимметрии фаз. Также приведены рекомендуемые параметры автоматического выключателя, контактора, трансформаторов тока, датчиков напряжения и системы сигнализации. Полученные результаты показывают, что микропроцессорная система защиты повышает надежность работы асинхронного двигателя, предотвращает аварийные режимы и снижает эксплуатационные затраты.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, микропроцессорная защита, номинальный ток, перегрузка, обрыв фазы, несимметрия напряжения, сигнализация, технико-экономическая эффективность.

ISSN 3030-3907

Annotation. The article substantiates the calculation and setting parameters of a digital microprocessor-based protection system for a 7.5 kW three-phase squirrel-cage induction motor. The rated current, starting current, fast short-circuit protection threshold, overload protection stages, phase-loss detection, undervoltage protection and phase unbalance criteria are determined. Recommended values for a circuit breaker, contactor, current transformers, voltage sensors and alarm system are also presented. The results indicate that a microprocessor-based protection system can improve the reliability of induction motor operation, prevent emergency modes and reduce operating costs.

Keywords: induction motor, microprocessor protection, rated current, overload, phase loss, voltage unbalance, alarm system, technical and economic efficiency.

KIRISH.

Sanoat elektr yuritmalarida uch fazali asinxron motorlar nasos, ventilyator, kompressor, konveyer va boshqa ko‘plab texnologik mexanizmlarning asosiy harakatlantiruvchi elementi hisoblanadi. Bunday motorlarning ishdan chiqishi ishlab chiqarish jarayonining to‘xtashi, ta’mirlash xarajatlarining ortishi va elektr xavfsizligi bilan bog‘liq xavflarni keltirib chiqaradi. Shu sababli motorni faqat oddiy releli apparatlar bilan emas, balki tok, kuchlanish, faza holati va haroratni real vaqt rejimida nazorat qiluvchi raqamli tizimlar yordamida himoyalash dolzarb masaladir [1, 4].

Mikroprotsessorli himoya tizimi motorning elektr va issiqlik holatini uzluksiz kuzatadi, avariya sababini aniqlaydi hamda kontaktor yoki avtomatik uzgich orqali motorni tarmoqdan ajratadi. An’anaviy himoyadan farqli ravishda bunday tizimda sozlama chegaralari dasturiy usulda tanlanadi, ogohlantirish va o‘chirish pog‘onalari alohida belgilanadi, avariya holati esa displey va signalizatsiya orqali operatorga yetkaziladi [2, 5].

Ushbu maqolaning maqsadi 7,5 kW quvvatli uch fazali asinxron motor uchun mikroprotsessorli himoya tizimining asosiy hisobiy kattaliklarini aniqlash, himoya chegaralarini tanlash va texnik-iqtisodiy samaradorligini baholashdan iborat.

TADQIQOT METODIKASI.

Tadqiqotda nazariy tahlil, elektr yuritma parametrlarini hisoblash, tok va kuchlanish bo‘yicha himoya pog‘onalarini tanlash hamda apparatlarni nominal qiymatlar asosida moslashtirish usullaridan foydalanildi. Hisoblash obyekti sifatida 380 V, 50 Hz sanoat tarmog‘ida ishlaydigan 7,5 kW quvvatli qisqa tutashgan rotorli uch fazali asinxron motor qabul qilindi.

Motor nominal toki quyidagi ifoda orqali aniqlanadi:

ISSN 3030-3907

$$I_n = \frac{P_n}{\sqrt{3}\, U_n\, \eta\, cos\ \varphi}$$

bu yerda I_n — nominal tok, A; P_n — motorning nominal foydali quvvati, W; U_n — liniya kuchlanishi, V; η — foydali ish koeffitsiyenti; cosφ — quvvat koeffitsiyenti. Hisoblashda P_n = 7,5 kW, U_n = 380 V, η = 0,88 va cosφ = 0,82 qabul qilindi [3, 6].

1-jadval.

Hisoblash uchun qabul qilingan boshlang‘ich parametrlar

T/r	Parametr	Belgilanishi	Qiymati
1	Nominal quvvat	P_n	7,5 kW
2	Nominal liniya kuchlanishi	U_n	380 V
3	Tarmoq chastotasi	f	50 Hz
4	Foydali ish koeffitsiyenti	η	0,88
5	Quvvat koeffitsiyenti	cosφ	0,82
6	Nominal aylanish tezligi	n	1440 ayl/min
7	Sinxron aylanish tezligi	n_s	1500 ayl/min
8	Fazalar soni	m	3

Tok bo‘yicha himoya pog‘onalari nominal tokka nisbatan tanlandi. Ishga tushirish toki 6I_n, qisqa tutashuvdan tezkor himoya chegarasi 8I_n, ogohlantirish pog‘onasi 1,05I_n, ortiqcha yuklanish pog‘onasi 1,15I_n va avariya yuklanishi 1,3I_n deb qabul qilindi. Bunday yondashuv ishga tushirishdagi tabiiy tok ortishini haqiqiy avariya toki bilan adashtirmaslik imkonini beradi [2, 7].

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Hisoblash natijasida 7,5 kW quvvatli asinxron motorning nominal toki 15,8 A ni tashkil etdi. Amaliy sozlash uchun I_n = 16 A qiymati qabul qilindi. Shuningdek, motorning tarmoqdan oladigan to‘la quvvati 10,53 kVA, aktiv quvvati 8,63 kW, reaktiv quvvati 6,03 kVAr, nominal momenti 49,7 N·m va sirpanishi 4% ekanligi aniqlandi.

2-jadval.

7,5 kW asinxron motor uchun hisoblangan asosiy kattaliklar

T/r	Hisobiy kattalik	Belgilanishi	Qiymati
1	Nominal tok	I_n	15,8 A ≈ 16 A

ISSN 3030-3907

2	To‘la quvvat	S	10,53 kVA
3	Tarmoqdan olinadigan aktiv quvvat	P_1	8,63 kW
4	Reaktiv quvvat	Q	6,03 kVAr
5	Nominal moment	M_n	49,7 N·m
6	Sirpanish	s	4%

Motor ishga tushirilganda rotor hali nominal tezlikka chiqmagan bo‘ladi, shu sababli ishga tushirish toki nominal tokdan bir necha barobar yuqori bo‘ladi. Loyihaviy hisobda ishga tushirish toki 96 A deb, qisqa tutashuvdan tezkor himoya chegarasi esa 128 A deb belgilandi. 3–5 sekundlik ishga tushirish oralig‘ida 96 A gacha bo‘lgan tok ruxsat etilgan holat sifatida qabul qilinadi, lekin 128 A dan yuqori qiymat qayd etilsa, tizim motorni darhol tarmoqdan ajratadi.

3-jadval.

Tok bo‘yicha himoya chegaralari

T/r	Rejim nomi	Hisoblash mezoni	Qiymati	Tizim harakati
1	Normal rejim	$I \le I_n$	≤16 A	Motor ishlaydi
2	Ogohlantirish	$1{,}05I_n$	16,8 A	Signal beradi
3	Ortiqcha yuklanish	$1{,}15I_n$	18,4 A	Vaqt bo‘yicha nazorat
4	Avariya yuklanishi	$1{,}30I_n$	20,8 A	Motor o‘chiriladi
5	Ishga tushirish toki	$6I_n$	96 A	3–5 s ruxsat etiladi
6	Qisqa tutashuv	$8I_n$	128 A	Tezkor o‘chiriladi

Ortiqcha yuklanishdan himoya faqat tokning maksimal qiymatiga emas, balki uning davomiyligiga ham bog‘liq bo‘lishi kerak. Chunki chulg‘amlarda ajraladigan issiqlik I^2Rt qonuniga ko‘ra tok kvadratiga proporsional ravishda ortadi. Masalan, tok nominal qiymatdan 20% oshsa, issiqlik ajralishi taxminan 44% ga ortadi. Shuning uchun mikroprotsessorli tizimda ortiqcha yuklanish taymeri joriy etiladi: 18,4 A qiymat 20 sekund davom etsa motor o‘chiriladi, 20,8 A qiymat esa 5 sekund davom etsa avariya o‘chirish amalga oshiriladi [8, 9].

Kuchlanish bo‘yicha himoyada 380 V nominal liniya kuchlanishi asos qilib olindi. Pastki ruxsat etilgan chegara $0{,}85U_n$ = 323 V, yuqori chegara esa $1{,}10U_n$ =

ISSN 3030-3907

418 V deb qabul qilindi. Faza yo‘qolishi kuchlanish 190 V dan pastga tushganda yoki faza toki 3,2 A dan kamayganda aniqlanadi. Tok nosimmetriyasi 20% dan, kuchlanish nosimmetriyasi 5% dan oshganda motorni o‘chirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

4-jadval.

Kuchlanish va faza holati bo‘yicha himoya sozlamalari

T/r	Nazorat parametri	Chegara qiymati	Tizim harakati
1	Kuchlanish pasayishi	U < 323 V	Motor o‘chiriladi
2	Kuchlanish ortishi	U > 418 V	Motor o‘chiriladi
3	Faza yo‘qolishi	U_f < 190 V	Tezkor o‘chiriladi
4	Tok bo‘yicha faza yo‘qolishi	I_f < 3,2 A	Motor o‘chiriladi
5	Tok nosimmetriyasi	K_I > 20%	Motor o‘chiriladi
6	Kuchlanish nosimmetriyasi	K_U > 5%	Motor o‘chiriladi

Himoya apparatlarini tanlashda motorning nominal toki, ishga tushirish toki va ekspluatatsiya sharoiti hisobga olindi. 7,5 kW motor uchun 25–32 A nominal tokli C yoki D xarakteristikali avtomatik uzgich, AC-3 toifali 25 A kontaktor, 13–18 A yoki 14–20 A diapazonli issiqlik relesi, 50/5 A tok transformatorlari va 4 mm² mis kabeldan foydalanish tavsiya etiladi. Bu tanlov motorni normal ishga tushirish, barqaror ishlatish va avariya holatida xavfsiz o‘chirish talablariga mos keladi [10, 11].

5-jadval.

7,5 kW motor uchun tavsiya etilgan apparatlar

T/r	Qurilma nomi	Tanlangan qiymat	Vazifasi
1	Avtomatik uzgich	25–32 A, C/D xarakteristika	Qisqa tutashuv va umumiy himoya
2	Kontaktor	25 A, AC-3	Motorni ulash va uzish
3	Issiqlik relesi	13–18 A yoki 14–20 A	Zaxira ortiqcha yuklanish himoyasi

ISSN 3030-3907

4	Tok transformatori	50/5 A, 3 dona	Faza toklarini o‘lchash
5	Kuchlanish datchigi	0–450 V AC / 0–3,3 V	Kuchlanishni nazorat qilish
6	Harorat datchigi	NTC/PT100/DS18B20	Qizishni nazorat qilish
7	Rele moduli	5 V yoki 12 V	Kontaktorni boshqarish
8	Signalizatsiya	LED + ovozli signal	Avariya haqida xabar berish
9	Kabel	4 mm² mis kabel	Motorni ulash

Raqamli himoya tizimining ishlash rejimlari kutish, ishga tushirish, normal ish, ogohlantirish, avariya, blokirovka va reset bosqichlaridan iborat bo‘lishi kerak. Avariya holatlarini tez aniqlash uchun E01–E08 kodlari joriy etiladi: E01 — kuchlanish pasayishi, E02 — kuchlanish ortishi, E03 — faza yo‘qolishi, E04 — ortiqcha yuklanish, E05 — qisqa tutashuv, E06 — tok nosimmetriyasi, E07 — harorat ortishi, E08 — datchik nosozligi. Bunday kodlash xizmat ko‘rsatish vaqtini qisqartiradi va nosozlik sababini aniqlashni yengillashtiradi.

TEXNIK-IQTISODIY SAMARADORLIK.

Mikroprotsessorli himoya tizimining iqtisodiy samarasi motorning kuyib qolishi, ishlab chiqarishning to‘xtashi va qo‘shimcha apparatlarning shikastlanishi kabi zararlarni kamaytirish orqali namoyon bo‘ladi. Shartli baholashda bitta jiddiy avariya natijasida yuzaga keladigan ehtimoliy zarar 4 700 000 so‘m, himoya tizimini yaratish xarajati esa 1 500 000 so‘m deb qabul qilindi.

$$E_s = Z_a - X_t = 4\,700\,000 - 1\,500\,000 = 3\,200\,000\ so‘m$$

bu yerda E_s — sof iqtisodiy samara; Z_a — oldi olingan ehtimoliy zarar; X_t — tizimni yaratish xarajati. Samaradorlik koeffitsiyenti quyidagicha baholanadi:

$$K_s = \frac{Z_a}{X_t} = \frac{4\,700\,000}{1\,500\,000} = 3.13$$

Demak, tizimga sarflangan har bir so‘m taxminan 3,13 so‘mlik ehtimoliy zarar oldini olishga xizmat qiladi. Bundan tashqari, tizim motorning xizmat muddatini uzaytiradi, nosozlikni aniqlash vaqtini qisqartiradi va ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlashga yordam beradi.

XULOSA.

Olib borilgan hisoblash va tahlillar natijasida 7,5 kW quvvatli uch fazali qisqa tutashgan rotorli asinxron motor uchun mikroprotsessorli himoya tizimining asosiy sozlash parametrlari asoslab berildi. Motorning nominal toki 15,8 A deb aniqlandi va amaliy sozlash uchun 16 A qiymati qabul qilindi.

ISSN 3030-3907

Tok bo‘yicha himoya pog‘onalari motorning ishga tushirish, ortiqcha yuklanish va avariya rejimlarini hisobga olgan holda tanlandi. Ishga tushirish toki 96 A, qisqa tutashuvdan tezkor himoya chegarasi 128 A, ortiqcha yuklanish bo‘yicha ogohlantirish, vaqt bo‘yicha nazorat va avariya o‘chirish qiymatlari mos ravishda 16,8 A, 18,4 A va 20,8 A etib belgilandi. Bu esa motorni ishga tushirishdagi tabiiy tok ortishidan noto‘g‘ri o‘chirishning oldini oladi va avariya holatlarida tezkor himoyani ta’minlaydi.

Kuchlanish bo‘yicha himoya uchun normal ish diapazoni 323–418 V oralig‘ida qabul qilindi. Faza yo‘qolishi faza kuchlanishi 190 V dan pastga tushganda yoki faza toki 3,2 A dan kamayganda aniqlanishi tavsiya etildi. Shuningdek, tok nosimmetriyasi 20% dan, kuchlanish nosimmetriyasi 5% dan oshganda motorni tarmoqdan ajratish zarurligi asoslandi.

Himoya apparatlari sifatida 25–32 A avtomatik uzgich, 25 A AC-3 kontaktor, 50/5 A tok transformatorlari, kuchlanish va harorat datchiklari hamda 4 mm² mis kabeldan foydalanish maqsadga muvofiq deb topildi. Ushbu tanlov motorning barqaror ishlashi va avariya holatlarida xavfsiz o‘chirilishini ta’minlaydi.

Texnik-iqtisodiy baholash natijalariga ko‘ra, taklif etilgan mikroprotsessorli himoya tizimi bitta jiddiy avariyaning oldini olish orqali 3,2 mln so‘m sof iqtisodiy samara berishi mumkin. Samaradorlik koeffitsiyentining 3,13 ga tengligi tizimning iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqligini ko‘rsatadi.

Shunday qilib, mikroprotsessorli himoya tizimi 7,5 kW uch fazali asinxron motorni ortiqcha yuklanish, qisqa tutashuv, faza uzilishi, kuchlanish nosimmetriyasi va qizib ketishdan kompleks himoyalash imkonini beradi hamda motorning ishonchliligi, xavfsizligi va xizmat muddatini oshirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PF-6079-son “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida”gi Farmoni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 27-martdagi PQ-4249-son “O‘zbekiston Respublikasida elektr energetika tarmog‘ini yanada rivojlantirish va isloh qilish strategiyasi to‘g‘risida”gi Qarori.
3. Kopylov I.P. Elektr mashinalari. — Moskva: Yuqori maktab, 2018.
4. Voldek A.I. Elektr mashinalari. — Sankt-Peterburg: Energoatomizdat, 2016.
5. Boldea I., Nasar S.A. The Induction Machine Handbook. — CRC Press, 2010.
6. Chapman S.J. Electric Machinery Fundamentals. — McGraw-Hill, 2012.
7. IEC 60947-4-1. Low-voltage switchgear and controlgear — Contactors and motor-starters.
8. IEC 60034-1. Rotating electrical machines — Rating and performance.

ISSN 3030-3907

9. PUE. Elektr qurilmalarini o‘rnatish qoidalari. — Toshkent, 2020.
10. Karimov R.X., Abdullayev A.A. Elektr yuritma asoslari. — Toshkent: Fan va texnologiya, 2019.
11. G‘oyibov T.Sh. Elektr ta’minoti tizimlari va releli himoya. — Toshkent, 2021.

ISSN 3030-3907

ЮҚОРИ ҚОВУШҚОҚЛИ НЕФТЛАРНИ ОЛУВЧАНЛИГИНИ ОШИРИШДА ТЕРМИК УСУЛЛАРНИ ҚЎЛЛАНИЛИШИ

Жўраев Элдор Исроилович

Қарши давлат техника университети

Аннотация. Бунда иссиқ сув қўлланилганда, бу усул иссиқ сув усулида таъсир этиш усули номини олиб иссиқ буғ қўлланилганда буғ иссиқлик усулида таъсир этиш усули номини олган. Иссиқ сув ва тўйинган буғ жуда юқори бўлган иссиқ таркиби билан характерланиб у экологик тоза усул. Саноатда техник жиҳат ва яхши ўзлаштирилган. Иссиқликдан рационал фойдаланиш кўрсаткичи қатламга иссиқлик энергиясини ўзатиш усули билан тасвирланиб, буғ генератордан қудуқ тубигача харакат йўлида иссиқликни минимал юқотилиши ҳамда қатламда кам юқотилиши назарга олиниши керак.

Калит сўзлар: Тўйинган буғ, иссиқлик ташувчилар, иссиқлик методи, Юқори қовушқоқли уюмлар, энергия сарфи, тўйиниш радиуси, ҳажмий иссиқлик сиғимдорлиги.

Аннотация. При использовании горячей воды этот метод называется методом действия горячей воды, а при использовании горячего пара — методом действия паровой теплоты. Горячая вода и насыщенный пар характеризуются очень высоким теплосодержанием, что делает этот метод экологически чистым. Он технически хорошо развит в промышленности. Показатель рационального использования тепла описывается методом передачи тепловой энергии в пласт, учитывающим минимальные теплопотери на пути от парогенератора к забою скважины и низкие потери в пласте.

Ключевые слова.Насыщенный пар, теплоносители, метод нагрева, высоковязкие сваи, энергопотребление, радиус насыщения, объемная теплоемкость

Abstract. When using hot water, this method is called the hot water method, and when using hot steam, it is called the steam heat method. Hot water and saturated steam are characterized by very high heat content, making this method environmentally friendly. It is technically well-developed in industry. The efficiency of heat utilization is described by the method of transferring thermal energy into the formation, taking into account minimal heat loss from the steam generator to the wellbore and low formation losses.

Keywords: Saturated steam, heat transfer fluids, heating method, high-viscosity piles, energy consumption, saturation radius, volumetric heat capacity

КИРИШ.

ISSN 3030-3907

Агарда қудуққа иссиқлик ташувчилар термо изоляция қилинмаган насос компрессор қувурлари орқали ҳайдалганда иссиқлик 50% юқотилиши мумкин. Иссиқлик ташувчи қатламга ҳайдалишига иссиқликни кам юқотилиши, қатламда иссиқликдан тўлиқ фойдаланиш, бир тонна нефтни олиб ёқишга кам иссиқлик сарфлаш, технологияни мукаммаллаштириш ва энг қулай энерготежамкорлик самарасига эришилади. У ёки бу иссиқлик методи қўлланилиш самарадорлиги энергетик баланс ҳаражатлари билан баҳоланиб, нефтни қазиб олиш учун олинган энергия ва қазиб олиш учун сарфланган энергия орасида фарқ билан баҳоланади.

Марказлашган иссиқлик таъминотидан келадиган иссиқликни ҳар қандай технологияда иссиқлик ўтказувчилар тизимида ва қудуқ устуни орқали ҳайдалганди иссиқлик юқолиши муқаррардир. Иссиқликни юқолиш миқдори иссиқлик трассасини узунлигига, иссиқликни ҳимоялаш ишончлилиги, иссиқликни ҳимоя қилишда қўлланиладиган материалларини сифатига, иссиқлик ташувчиларни ҳайдаш режимига, ҳамда иссиқлик турига (буғ, сув) ва уни (ҳарорати, босими) таснифларига боғлиқ.

Юқори қовушқоқли уюмларни термик усулларда ишлаганда катта миқдордаги энергия сарфи ва капитал маблағлар талаб қилинади. Сўнги натижада қазиб олинган нефтни таннархи ошиб кетади. Иссиқлик методларида (полимерли иссиқлик усулида таъсир этиш, иссиқ сув) қовушқоқ нефт конлари ишланганда махсус ҳайдовчи қудуқлар орқали нефт уюмларига иссиқлик ташувчилар (60÷80 % ғоваклик хажмидаги) ҳайдалади, кейин ҳайдовчи қудуқлар орқали совуқ сув ҳайдалиб, у иссиқликни қазиб олувчи қудуққа сиқади, (одатда 2-3 қатламни ғоваклик хажмигача). Бундай конларда 1 тонна нефтни олиш учун 5-6 тонна иссиқлик ташувчилар ҳайдалади. Қазиб олинган нефтни нисбатан юқори таннархи ва юқори бўлмаган сўнги нефт олувчанлик коэффициенти (0.25÷0.27) иссиқлик усулларини кенг қўлланилишини ушлаб турувчи омиллардан биридир. Шунинг учун амалдаги усулларни мукаммаллаштириш ва самарали усулларни яратиш ва энг кичик энергия сарфланадиган усулларни яратиш муҳим масалалардан биридир.

Қатламга импульс – дозировкали иссиқ таъсир этиш

Бу янги технология асосида қийин олинадиган юқори қовушқоқли нефт заҳираси нефт конларини ишлашдаги энг муҳим масалаларни ечиш масаласи ётиб, катта миқдорда охирги нефт олувчанликни ва маблағ сарфлаб энегия ресурс тежамкорлигига эришиш мақсадга олинган.

ИДИТЭ технологиясининг моҳияти қатламга иссиқлик ташувчиларни ва совуқ сувни (тўлқинли иссиқлик фронтини шакллантириш) ўзгартириб

ISSN 3030-3907

даврий киритишда ҳисоб асосида қатламда п ропорцияли "самарали ҳароратни – $T_{сам}$" яратишдан иборат.

Иссиқлик ташувчиларни ҳажми $V(T)$ ва совуқ сувни ҳажми $V(C)$ қуйидаги формула ёрдамида ҳисобланади.

$$\frac{V(T)}{V(C)}=\frac{\left[V_{оо}\left(\frac{\beta M}{m}\left(T_{сот}-T_{о}\right)+\alpha\rho_{c}i_{c}\right)+\sqrt{\frac{\lambda_{о}C_{о}}{\pi}}\frac{2\beta}{mH}\sqrt{\frac{\alpha V_{гов}}{q}}\left(T_{сам}-T_{ў}\right)\right]}{\alpha V_{оо}\left(\rho_{T}i_{T}+\rho_{C}i_{C}\right)-V_{оо}\left[\frac{\beta M}{m}\left(T_{сам}-T_{ў}\right)\right]+\alpha\rho_{c}i_{c}+\sqrt{\frac{\lambda_{о}C_{о}}{\pi}}\frac{2\beta}{mH}\sqrt{\frac{\alpha V_{гов}}{q}}\left(T_{сам}-T_{ў}\right)};\quad (1.3)$$

бу ерда: $V_{ғов}$ – қатламни ишланадиган участкасидаги ғоваклик ҳажми фазаси, м^3;

m – бирлик улушдаги қатлам ғоваклиги;

$T_{САМ}$ – нефтни сиқувчи самарали ҳарорат бўлиб, ундан юқори ҳароратда нефтни қовушқоқлиги катта қатламга ўзгармайди, ^{0}C;

T_0 – қатламни бошланғич ҳарорати;

$P_cP_mP_c$ – қазиб олинадиган суюқлик иссиқлик ташувчи ва совуқ сувни зичлиги, кг/м^3;

$i_ci_ti_c$ –мос ҳолда қазиб олинадиган суюқлик иссиқлик ташуви ва совуқ сувни иссиқлик таркиби, ккал/кг;

M- суюқлик билан тўйинган қатламни ҳажмий иссиқлик сиғимдорлиги, ккал/м^3 ^{0}C;

λ_0 - атроф – муҳит жинсини иссиқлик ўтказувчанлик коэффициенти, ккал/м.с.^{0}C;

C_0 –атроф – муҳит жинсини ҳажмий иссиқлик сиғимдорлиги, ккал/м^3.^{0}C.;

H – қатлам қалинлиги, м;

q – қатламга агентни ҳайдаш кўрсатгичи, м^3/с;

α,β – ўлчамсиз коэффициентлар.

Жинслардаги иссиқликни, нефтлилик қатлами атрофидаги, ҳамда жараёнда иссиқлик самарадорлиги асосан маҳсулдор қатлам ва атроф - муҳит тоғ жинсини ўртасидаги ҳароратни фарқига боғлиқ.

Қатлам олинадиган суюқлик билан чиқиб кетадиган иссиқлик миқдори.

$$Q_2=\alpha V_{гов}\rho_{c}i_{c}\ 1.2$$

Атроф муҳит ва йўқотиладиган иссиқлик.

$$Q=\frac{2\beta V_{гов}}{mH}\sqrt{\frac{\lambda_{о}C_{о}}{\pi}}\left(T_{сам}-T_{о}\right)\sqrt{\frac{\alpha V_{гов}}{q}}\ (1.4.)$$

Юқоридаги фикрлардан маълумки, иссиқлик ташувчи порцияси ҳажмий $V(T)$ ва совуқ сувни $V(C)$ бир – бири билан нисбатлари боғлиқ.

$$\frac{V(T)}{V(C)}=\frac{Q(T)}{\alpha V_{гов}-Q(T)}\ (1.5.)$$

ISSN 3030-3907

α=2, β=1 га тенг деб олиб, *V(T)/V(C)* нисбатларга боғлиқ номограммасини ва самарали сиқиш темпратурасини ҳар хил қийматлардаги иссиқлик ташувчи қийматларни график тарзида келтирса бўлади. Аниқ конларда термик усулни қўлланилиши тажрибалари шуни кўрсатадики, қатламни сиқиш етарли эгаллаши учун қатлам орқали сиқувчи агентларни керакли ҳажмини ҳайдаш, яъни иккита ҳажмдаги ғоваклик (α≥2) ҳайдаш керак. Юқори қовушқоқли нефт уюмлари технологик ишлаш тархларида ҳайдаладиган агентларни *V(T)+ V(C)*-умумий ҳажми ғоваклик ҳажмига нисбатан 2*3 ҳажмда кўп ҳайдалиб, иқтисодий мақсади ва рентабеллиги аниқланади.

Масалан: маълум усуллардаги иссиқлик ҳошияларидан (ПТТЭУ, ВГВ) фойдаланиб, иссиқлик ҳошияси берилади, $Q(T)/V_{гов}$ -0,4÷1,0 чегарасида, унинг 2-3 ҳажмдаги сув билан қолдиқ нефт сиқилади.

α=2 - қиймати амалий кўрсаткичларга мувофиқ танланиб, 2- ни қиймати оширилганда қатламни нефтини атрофига иссиқликни йўқолиги ошади ва кейин иссиқлик таъсирини самарадорлигини пасайишига олиб келади.

Коэффициент β- қатламни иситилган қисмини улушини ифодалаш учун фойдаланилади (β<1-бунда тўлиш қатламни иситиш талаб қилинади, β=1 бўлса қатламни ҳамма қисмини иситиш керак).

Асосий амалий масала қуйидагича хулосаланади. Қандай миқдордаги иссиқлик ташувчиларни *Q(T)* қатламга ҳайдаш керак ва импульсьларни *Q(T)/Q(C)* иссиқлик ташувчиларни ва совуқ сув ҳажмини ғоваклик ҳажмига нисбатан 2 баробар *(Q(T)+Q(C)=2 $V_{гов}$)* ҳайдаш, натижада қатлам ҳамма қисмларида ҳарорат $T_{сам}$ - ни ўртача қатламига эришсин. Шунинг β-ни асосий қиймати коэффициенти β=1 тенгдир.

Шундай қилиб, α=1 ва β=1 га тенг бўлганда *V(T)/V(C)* нисбатларни доимий қийматлари иссиқлик таъсири давридаги доимий қийматлари иссиқлик таъсири давридаги қийматлари юқоридаги.(1.5)формула ёрдамида ифодаланади. Бундай мақсад учун бошқа (β<1) қийматдан фойдаланиш мақсадга мувофиқ бўлиб, бугда қатламни бир қисми $T_{сам}$ – қийматгача қизийди, керакли иссиқлик фронти бир қатор қазиб олувчи қудуқларгача етиб бормайди.

(1.5) формула ёрдамида тескари масалани ечиш мумкин. Масалан: технологик режим маълум нисбатдаги формулалар ёрдамида

$$\frac{V_{(T)}}{V_{(c)}} = A$$

аниқланади.

ISSN 3030-3907

Ишлатиш жараёнини ростлаш мақсадида иситилган вақтда иситиш динамикасини таҳлил қилиш мумкин.

Агентларни умумий миқдори $(Q(T)+Q(C)=0,5\ V_{гов}$ қийматда бериб, α=0,5 –ни бериб (1.3) формуладан β_1- ни аниқлаймиз; $T_{сам}$ – ҳароратгача исиган ғоваклик ҳажми бир қисмини аниқлаймиз.

Агар $T_{\alpha}=320\ ^0C$; $Д_{сам}=50\ ^0C$ бўлса, жараён қуйидаги импульслар нисбати $V(T)/V(C)=0,5$ да олиб борилади. Умумий ҳайдаш моменти $(Q(T)+Q(C)=0,5\ V_{гов}$ аниқланади, бунда 2=0,5 бўлганда β=0,32 қийматни оламиз.

Демак бу моментда қатлам ғоваклигининг учдан бир ҳажми $T_{сам}$-ҳароратгача исийди.

$V(T)/V(C)$ – нисбатларни аниқ қийматларда ечамиз. Қисқартирилгандан кейин $V_{гов}$ –ни (1.3) формуладан аниқлаймиз.

$$\frac{V_{(T)}}{V_{(C)}}=\frac{\frac{\beta * M}{m}(T_{сам}-T_o)+\alpha\rho_o i_c+\frac{2\beta}{m*H}\sqrt{\frac{\lambda_o c_o \alpha V_{гов}}{\pi q}}(T_{сам}-T_o)}{\alpha(\beta_x i_x-\rho_c i_c)-\left[(\frac{\beta * M}{m})\right]+\alpha\rho_c i_c+\frac{2\beta}{mH}\sqrt{\frac{\lambda_o c_o \alpha V_{гов}}{\pi q}}} \quad (1.6.)$$

Бундай ҳолатда параметрларни қуйидаги қийматлари қабул қилинган.

1) қатламнинг суюқлик билан тўйинган ҳажмий иссиқлик сиғимдорлиги

$$\text{M}=500\frac{ккал}{м^3{}^0C};$$

2) қатлам ғоваклиги m=0,2.

3) атроф тоғ жинсининг иссиқлик ўзатувчанлик коэффициенти

$$\lambda=1,8\frac{ккал}{м.с^0C};$$

4) атроф муҳит тоғ жинсини ҳажмий иссиқлик сиғимдорлиги

$$C_0=450\frac{ккал}{м^{30}C};$$

5) қатламга агентни ҳайдаш кўрсаткичи

$$q=150\frac{м^3}{кун}=6,25\frac{м^3}{с};$$

6) қатлам қалинлиги

$$h=30\ м.$$

7) ғоваклик ҳажми

$$V_{гов}=\pi R^2 * m * H;$$

8) Тўйиниш радиуси

$$R=150м.$$

9) суюқлик зичлиги

ISSN 3030-3907

$$\rho_c = 1000 \frac{кг}{м^3};$$

10) иссиқлик таркиби

$$i=20;$$

11) қатламни бошланғич температураси

$$T_0=20\ ^0C;$$

12) ўлчамсиз коэффициентлар

$$\alpha=2,\ \beta=1;$$

$\rho_т$ ва $i_т$ - қуйидаги жадвалдан оламиз

1.4-жадвал

T_α, ^{0}C	100	150	200	250	300	320			
						Қуруқлик даражаси			
						x=0	x=0,2	x=0,4	x=0,6
$\rho_т$, кг/м^3	960	926	870	806	720	670	670	670	670
$i_т$, ккал/кг	102	152	204	260	320	349	408	467	527

$\rho_c \cdot i_c$ – ўртача қиймати қатламдан олинадиган суюқликни баҳоланиши ифодаланган.

$$\rho_c i_c = \left(0{,}8\rho_c i_c + 0{,}2\rho_{нефт} i_{нефт}\right)\left[\frac{T_{сам}+T_0}{2}\right] = 440\left(T_{сам}+20\right)$$

Шундай қилиб, берилган қийматларни формулага қўйиб, қуйидагини оламиз:

$$\frac{V(T)}{V(C)} = \frac{2500\left(T_{сам}-20\right)+880\left(T_{сам}+20\right)+1950\left(T_{сам}-T_0\right)}{2\left(\rho_T-20000\right)-2500\left(T_{сам}-20\right)+880\left(T_{сам}+20\right)+1950\left(T_{сам}-T_0\right)}$$

Масалан: T_α=320^{0}C; x=0,4; $T_{сам}$=50^{0}C бўлганда

$$\frac{V(T)}{V(C)} = \frac{2500(320-20)+880(320+20)+1950(320-20)}{2(670-20000)-2500(320-20)+880(320+20)+1950(320-20)} =$$

$$= \frac{75000+61600+58500}{2[(670*467)-20000]-195100} = 0{,}5$$

Бундай ҳолатда иссиқлик агентини импульс совуқ агентни ярим импульсига тенг. Қатламга ғовакликни ҳажмига (α=2) нисбатан икки баробар сиқувчи агент ҳайдаб, умумий сарфни оламиз.

$$Q(T) = \frac{2}{3}V_{гов};\quad Q(C) = \frac{4}{3}V_{гов};$$

Бу ҳолат учун T_α=250^0 $T_{сам}$=50^{0}C бўлса,

$$\frac{V(T)}{V(C)} = \frac{195100}{2[(806*260)-20000]-195100} = 1{,}06$$

Шундай қилиб, ҳайдаш ҳарорати T_α=250^{0}C бўлса ўртача қатлам бўйича $T_{сам}$=50^{0}C бўлса, иссиқ ва совуқ агентларни импульси $V(T)=V(C)$ тенг бўлади.

ХУЛОСА.

ISSN 3030-3907

Охирги ўн йилликда нефт саноатининг ривожланиши янги конларни очиш ва эски конларда қазиб олиш суръатларини кучайтириш ишлари билан тавсифланади. Нефт ва газ соҳаси мутахассислари ва илмий ходимлари олдида мураккаб тузилмали нефт уюмларини қовушқоқ ва юқори қовушқоқли карбонат коллекторларини ишлатиш муоммоси ва унинг ечимини топиш масалалари туради. Бундай уюмларни тузилиш геологик физик спецификаси ҳамда уларни бундай флюидлар билан туйинганлик хоссалари қазиб олишни қийинлаштиради. Кўпгина нефт қазиб олиш ўлкаларидаги (Мексика, Канада, Ўрта ва Яқин Шарқ) асосий қидирилган заҳира нефт уюмлари карбонат коллекторлари билан кесилган (ўралган). Ўзбекистон Республикасида бундай юқори қовушқоқли нефт уюмларига Сурхондарё ўлкаси киради.

Жаҳон миқёсида бундай конларни ишлатиш усуллари шуни кўрсатадики, охирги нефт қазиб олиш кўрсаткичи 0,25-0,27 дан ошмаган. Юқори қовушқоқли уюмларни термик усулларда ишлаганда катта миқдордаги энергия сарфи ва капитал маблағлар талаб қилинади. Иссиқлик методларида қовушқоқ нефт конлари ишланганда махсус ҳайдовчи қудуқлар орқали нефт уюмларига иссиқлик ташувчилар (60÷80 % ғоваклик хажмидаги) ҳайдалади, кейин ҳайдовчи қудуқлар орқали совуқ сув ҳайдалиб, у иссиқликни қазиб олувчи қудуққа сиқади, бундай конларда 1 тонна нефтни олиш учун 5-6 тонна иссиқлик ташувчилар ҳайдалади**.** Қазиб олинган нефтни нисбатан юқори таннархи ва юқори бўлмаган сўнги нефт олувчанлик коэффициенти (0.25÷0.27) иссиқлик усулларини кенг қўлланилишини ушлаб турувчи омиллардан биридир. Шунинг учун амалдаги усулларни мукаммаллаштириш ва самарали усулларни яратиш ва энг кичик энергия сарфланадиган усулларни яратиш муҳим масалалардан биридир. Карбонат коллекторларда жойлашган юқори қовушқоқли нефтларни қазиб чиқаришда энг самарали усуллардан бири бу ҳали ҳам кислотали ишлов бериш бўлиб қолмоқда.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Агзамов А.Х. Влияние некоторых физико-геологических факторов на эффективность заводнения на примере месторождения Южный Аламышик // РНТС Сер. Нефтепромысловое дело и транспорт нефти, 1985. -№12. -С.8-10.
2. Агзамов А.Х. Применение циклического заводнения в условиях месторождений Ферганской нефтегазоносной области // Тр.СредазНИПИнефть. -М.: ВНИИОЭНГ, 1988. -С. 22-27.
3. Агзамов А.Х. Сравнительная оценка эффективности систем разработки карбонатных коллекторов на примере месторождений Ферганской

ISSN 3030-3907

нефтегазоносной области // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений, 1988. -№2. -С. 18-20.

4. Агзамов А.Х., Ирматов Э.К. Использование метода главных компонент для оценки влияния геолого-промысловых факторов на показатели системы разработки залежей нефти // ЭИ Сер. Техника и технология добычи нефти. - М.: ВНИИОЭНГ, 1990. -№8. -С.3-8.

5. Ирматов Э.К., Агзамов А.Х. Обз.сер. Опыт и проблемы совершенствования разработки нефтяных и нефтегазовых месторождений Средней Азии и методы повышения их нефтеотдачи: Заводнение нефтяных месторождений с осложненными горно-геологическими условиями и пути повышения его эффективности. -Ташкент. -ФАН, 1991.-71 с.

6. Ирматов Э.К., Агзамов А.Х. Заводнение нефтяных месторождений с осложненными горно-геологическими условиями и пути повышения его эффективности. - Ташкент: Изд. АН РУз., 1992. - 60 с.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTONDA QO‘LLANILADIGAN DORIVOR O‘SIMLIKLARNING ZAMONAVIY FITOTERAPIYADAGI TERAPEVTIK SALOHIYATI

Jumayeva Zoxida Jamshitovna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti davolash fakulteti
Toshmurodov Sardor Shodimurodovich
Samarqand davlat tibbiyot universiteti davolash fakulteti
Pardayeva Sohiba Bo`riyevna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti
Samarqand viloyati O‘zbekiston

Annotatsiya. Mazkur maqolada O‘zbekistonda keng qo‘llaniladigan dorivor o‘simliklarning biologik faol xususiyatlari, farmakologik samaradorligi hamda zamonaviy fitoterapiyadagi o‘rni ilmiy jihatdan tahlil qilindi. Tadqiqot davomida zanjabil (*Zingiber officinale*), yalpiz (*Mentha piperita*), rayhon (*Ocimum basilicum*), qizilmiya (*Glycyrrhiza glabra*) va shuvoq (*Artemisia absinthium*) o‘simliklarining fitokimyoviy tarkibi hamda terapevtik imkoniyatlari xalqaro ilmiy manbalar asosida o‘rganildi. Maqolada ushbu o‘simliklarning antioksidant, yallig‘lanishga qarshi, antimikrob, antiviral va immunomodulyator xususiyatlari molekulyar mexanizmlar nuqtai nazaridan yoritilgan. Shuningdek, klinik tadqiqotlar natijalari, fitoterapiya samaradorligi bo‘yicha statistik ma’lumotlar va zamonaviy farmatsevtik istiqbollar tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari dorivor o‘simliklarning zamonaviy tibbiyotda muhim terapevtik manba ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Fitoterapiya, dorivor o‘simliklar, gingerol, shogaol, mentol, glitserrizin, artemisinin, antioksidant, farmakologiya, bioaktiv moddalar.

Аннотация. В данной статье был проведен научный анализ биологически активных свойств, фармакологической эффективности и роли широко используемых в Узбекистане лекарственных растений в современной фитотерапии. В ходе исследования на основе международных научных источников изучены фитохимический состав и терапевтические возможности растений имбиря (Zingiber officinale), мяты (Mentha piperita), базилика (Ocimum basilicum), солодки (Glycyrrhiza glabra) и полыни (Artemisia absinthium). В статье освещаются антиоксидантные, противовоспалительные, антимикробные, противовирусные и иммуномодулирующие свойства этих растений с точки зрения молекулярных механизмов. Также были проанализированы результаты клинических исследований, статистические данные об эффективности фитотерапии и современные фармацевтические перспективы. Результаты исследований

ISSN 3030-3907

показали, что лекарственные растения являются важным терапевтическим источником в современной медицине.

Ключевые слова: Фитотерапия, лекарственные растения, гингерол, шогаол, ментол, глицеризин, артемизинин, антиоксидант, фармакология, биоактивные вещества.

Abstract. This article provides a scientific analysis of the biologically active properties, pharmacological efficacy, and role of medicinal plants widely used in Uzbekistan in modern phytotherapy. During the study, the phytochemical composition and therapeutic potential of ginger (Zingiber officinale), mint (Mentha piperita), basil (Ocimum basilicum), licorice (Glycyrrhiza glabra), and wormwood (Artemisia absinthium) plants were studied based on international scientific sources. The article examines the antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, antiviral, and immunomodulatory properties of these plants from the perspective of molecular mechanisms. Clinical research results, statistical data on the effectiveness of phytotherapy, and modern pharmaceutical prospects were also analyzed. Research results have shown that medicinal plants are an important therapeutic source in modern medicine.

Keywords: Phytotherapy, medicinal plants, gingerol, shogaol, menthol, glycerol, artemisinin, antioxidant, pharmacology, bioactive substances.

KIRISH.

So‘nggi yillarda tabiiy manbalarga asoslangan davolash usullariga qiziqish sezilarli darajada ortmoqda. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, dunyo aholisining qariyb 80 foizi birlamchi tibbiy yordamda dorivor o‘simliklardan foydalanadi. Ayniqsa, sintetik preparatlarning nojo‘ya ta’sirlari kuchayib borayotgan bir davrda biologik faol tabiiy birikmalarga ega o‘simliklar muqobil terapevtik vosita sifatida katta ahamiyat kasb etmoqda.

O‘zbekiston florasi dorivor o‘simliklarga nihoyatda boy bo‘lib, mamlakat hududida 4 mingdan ortiq o‘simlik turi uchraydi. Shulardan yuzlab turlari xalq tabobati va farmatsevtika amaliyotida qo‘llaniladi. Dorivor o‘simliklar tarkibidagi flavonoidlar, alkaloidlar, terpenoidlar va fenolik birikmalar organizmda murakkab biologik jarayonlarni boshqarishda ishtirok etadi.

ADABIYOTLAR SHARHI.

Zanjabil (Zingiber officinale)

ISSN 3030-3907



Zanjabil tropik hududlarda yetishtiriladigan ko‘p yillik o‘simlik bo‘lib, uning ildizpoyasi farmakologik jihatdan yuqori qiymatga ega. Asosiy bioaktiv komponentlari gingerol, shogaol va zingerondan iborat.

Gingerol kuchli antioksidant xususiyatga ega bo‘lib, hujayra membranalarini erkin radikallardan himoya qiladi. Shogaol esa NF-κB signal yo‘llarini inhibe qilib, yallig‘lanish mediatorlari sintezini kamaytiradi. Ilmiy tadqiqotlar zanjabilning metabolik sindrom, artrit va respirator kasalliklarda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatmoqda.

Yalpiz (Mentha piperita)



Yalpiz tarkibidagi mentol spazmolitik va antiseptik xususiyatga ega. U oshqozon-ichak faoliyatini yaxshilash, ko‘ngil aynishini kamaytirish hamda nafas yo‘llarini kengaytirishda qo‘llaniladi.

Rayhon (Ocimum basilicum)

ISSN 3030-3907



Rayhon tarkibidagi evgenol va flavonoidlar antimikrob hamda antioksidant xususiyatlarga ega. Ushbu o‘simlik immun tizimini rag‘batlantirish va virusli kasalliklarning oldini olishda samarali hisoblanadi.

Qizilmiya (Glycyrrhiza glabra)



Qizilmiya ildizida glitserrizin moddasi mavjud bo‘lib, u yallig‘lanishga qarshi va ekspektorant ta’sir ko‘rsatadi. Klinik tadqiqotlarda qizilmiyaning bronxit va gastritda foydali ekanligi qayd etilgan.

Shuvoq (Artemisia absinthium)



ISSN 3030-3907

Shuvoq tarkibidagi artemisinin va terpenoid birikmalar antiparazitar va antimikrob xususiyatga ega. U parazitar infeksiyalar hamda ayrim yallig‘lanish jarayonlarida samarali vosita sifatida o‘rganilmoqda.

Farmakologik xususiyatlari

Dorivor o‘simliklar tarkibidagi bioaktiv moddalar organizmda oksidlovchi stressni kamaytirish orqali hujayralarni himoya qiladi. Ayniqsa, polifenollar va flavonoidlar lipid peroksidlanishini inhibe qilib, antioksidant himoya tizimini kuchaytiradi.

Antioksidant ta’sir

Fenolik birikmalar erkin radikallarni neytrallab, yurak-qon tomir va metabolik kasalliklar rivojlanishini sekinlashtiradi.

Yallig‘lanishga qarshi ta’sir

Bioaktiv moddalar siklooksigenaza va lipooksigenaza fermentlarini bostirib, prostaglandinlar hosil bo‘lishini kamaytiradi.

Antimikrob va antiviral faollik

Tadqiqotlar zanjabil, rayhon va shuvoq ekstraktlari gram-musbat hamda gram-manfiy bakteriyalarga qarshi faol ekanligini ko‘rsatdi.

Kasalliklarga nisbatan terapevtik samaradorlik

1-Jadval

Kasallik turi	Eng samarali o‘simlik	Asosiy faol modda
Shamollash va gripp	Zanjabil	Gingerol
Oshqozon buzilishlari	Yalpiz	Mentol
Yo‘tal va bronxit	Qizilmiya	Glitserrizin
Virusli infeksiyalar	Rayhon	Evgenol
Parazitar kasalliklar	Shuvoq	Artemisinin

Klinik va eksperimental tadqiqotlar

Randomizatsiyalangan klinik tadqiqotlarda zanjabil ekstrakti ko‘ngil aynishini 35–40% ga kamaytirgani aniqlangan. Shuningdek, meta-tahlillar zanjabilning glyukoza almashinuviga ijobiy ta’sir ko‘rsatishini qayd etgan.

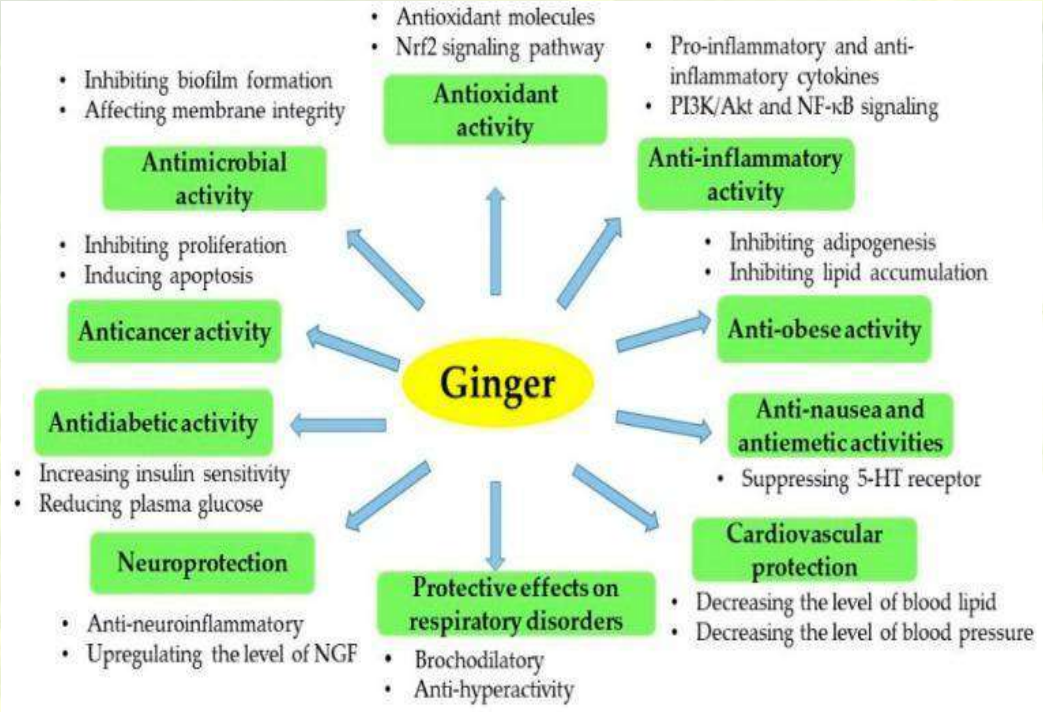
Laboratoriya tadqiqotlarida rayhon va yalpiz ekstraktlari bakterial koloniyalar o‘sishini sezilarli darajada susaytirgan. Qizilmiya ekstrakti esa respirator kasalliklarda yallig‘lanish markerlarini pasaytirgan.

Innovatsion istiqbollar

Bugungi kunda nano-fitoterapiya yo‘nalishi dorivor o‘simliklar asosidagi preparatlarning biologik o‘zlashtirilishini oshirish imkonini bermoqda. Nanokapsulalangan gingerol va artemisinin preparatlari farmatsevtikada istiqbolli yo‘nalishlardan biri sifatida qaralmoqda.

ISSN 3030-3907

O‘zbekistonda dorivor o‘simliklarni sanoat asosida yetishtirish, ularni qayta ishlash va eksport qilish iqtisodiy jihatdan katta ahamiyatga ega.



XULOSA.

Dorivor o‘simliklar zamonaviy tibbiyot va farmakologiyada muhim terapevtik manba hisoblanadi. Zanjabil, yalpiz, rayhon, qizilmiya va shuvoq tarkibidagi bioaktiv moddalar yuqori biologik faollikka ega bo‘lib, turli kasalliklarni profilaktika va davolashda samarali qo‘llanishi mumkin.

Fitoterapiyaning ilmiy asosda rivojlantirilishi, yangi fitopreparatlar yaratish hamda mahalliy dorivor o‘simliklardan oqilona foydalanish sog‘liqni saqlash tizimining istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Semwal R.B. et al. Gingerols and shogaols: Important nutraceutical principles. *Phytochemistry*, 2015.
2. Dugasani S. et al. Anti-inflammatory effects of ginger compounds. *Journal of Medicinal Food*, 2016.
3. WHO Traditional Medicine Strategy 2014–2023.
4. Mashhadi N.S. et al. Anti-oxidative and anti-inflammatory effects of ginger. *Int J Prev Med*, 2013.
5. Kiani B.H. et al. Phytochemical and pharmacological properties of medicinal plants. *Frontiers in Pharmacology*, 2021.

ISSN 3030-3907

УДК 677.021.152.8

МОМИҚ ТОЗАЛАГИЧ ИШ УНУМДОРЛИГИНИ ТОЗАЛАШ САМАРАДОРЛИГИГА ВА МАҲСУЛОТ СИФАТИГА ТАЪСИРИ

Э.Б. Анарқулов

Гулистон давлат университети

Аннотация. Такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагични ускуна тозалаш самарадорлигига, ишлаб чиқарилган момиқ сифатига таъсири ўрганилди. Ифлослиги ўртача 6,47 % ва 12,46 % бўлган С-6524 селекцияли I ва II навли момиқни тозалашда ускунани самарали ишлаши билан чиқиндига момиқни энг кам миқдорда ажралиши, иш унумдорликни навлар бўйича 195,7 ва 218,2 кг/соатида юзага келди. Ускунадан кейинги тозаланган момиқнинг ифлослиги навлар бўйича ўртача 4,38 % ва 7,15 % га тенг бўлиб, ускуна тозалаш самарадорлиги 32,3 % ва 42,6 % ни ташкил этди. Момиқни тозалашда чиқиндига ажралган эркин момиқ миқдори қолган вариантларга қараганда кам бўлиб, навлар бўйича ўртача 16 % ва 24,4 % ни ташкил этди. Тозаланган момиқ таркибидаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши қолган иш унумдорликларда ишлаган ускунадан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улушига қараганда кам бўлиб, момиқ сифатининг яхшиланганлигидан O‘zMSt 383:2024 давлат стандарти бўйича I ва III навли А ва Б типли “Олий” синфга мансуб момиқ ишлаб чиқарилди. Пахтани дастлабки ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси -ПДИ 70-2017 бўйича чигитни линтерлаш цехига 8 донадан 12 донагача 5ЛП русумли линтерларни ўрнатилиши ва бир дона 5ЛП линтерни момиқ бўйича иш унумдорлиги ўртача 30 кг/соат эканлигини инобатга олиб, чигитни линтерлашда линтер цехидан чиқаётган узлуксиз момиқ миқдорини тиқилмасдан самарали тозалаш учун таклиф этилган момиқ тозалаш ускунасини эни 600 мм, иш унумдорлиги ўртача 450 кг/соат бўлиш кераклиги аниқланди.

Калит сўзлар: Момиқ тозалагич, конструкция, аррали цилиндр, линтер, иш унумдорлик, тозалаш самарадорлик, сифат.

Abstract. The effect of the improved design of the lint cleaning equipment on the cleaning efficiency and the quality of the produced lint was studied. When cleaning the S-6524 selected I and II types of lint with an average impurity of 6.47% and 12.46%, the equipment effectively worked, resulting in the minimum amount of lint being released into waste, and the productivity was 195.7 and 218.2 kg/h for the types. The impurity of the cleaned lint after the equipment was 4.38% and 7.15% for the types, and the cleaning efficiency of the equipment was 32.3% and

ISSN 3030-3907

42.6%. The amount of free lint released into waste during lint cleaning was less than in the other options, averaging 16% and 24.4% for the types. The mass fraction of impurities and whole grains in the cleaned cotton wool was lower than the mass fraction of impurities and whole grains in the cotton wool produced by the equipment used in the remaining production facilities, and due to the improvement in cotton wool quality, cotton wool of the "High" class, types I and III, A and B, was produced according to the state standard UzMSt 383:2024. According to the harmonized technology of primary cotton processing - PDI 70-2017, taking into account that from 8 to 12 5LP linters are installed in the linting shop and that the average lint productivity of one 5LP linter is 30 kg/h, it was determined that the proposed lint cleaning equipment should have a width of 600 mm and an average lint productivity of 450 kg/h to effectively clean the continuous amount of lint leaving the linting shop during linting.

Keywords: Lint cleaner, design, saw cylinder, linter, productivity, cleaning efficiency, quality

Аннотация. Изучено влияние усовершенствованной конструкции оборудования для очистки ворса на эффективность очистки и качество получаемого ворса. При очистке выбранных типов ворса I и II S-6524 со средним содержанием примесей 6,47% и 12,46% оборудование работало эффективно, обеспечивая минимальное количество ворса, попадающего в отходы, а производительность составила 195,7 и 218,2 кг/ч для этих типов. Содержание примесей в очищенном ворсе после обработки оборудованием составило 4,38% и 7,15% для этих типов, а эффективность очистки оборудования — 32,3% и 42,6%. Количество свободного ворса, попадающего в отходы во время очистки, было меньше, чем при других вариантах, составляя в среднем 16% и 24,4% для этих типов. Массовая доля примесей и целых зерен в очищенной хлопковой вате была ниже, чем массовая доля примесей и целых зерен в хлопковой вате, произведенной с использованием оборудования, применяемого на остальных производственных мощностях, и благодаря улучшению качества хлопковой ваты была произведена вата класса «Высокий», типов I и III, A и B, в соответствии с государственным стандартом УзМСт 383:2024. В соответствии с гармонизированной технологией первичной переработки хлопка – ПДИ 70-2017, учитывая, что в волокнообрабатывающем цехе установлено от 8 до 12 5LP-линтообрабатывающих машин и что средняя производительность по волокну одной 5LP-линтообрабатывающей машины составляет 30 кг/ч, было определено, что предлагаемое волокнообрабатывающее оборудование должно иметь ширину 600 мм и среднюю производительность по волокну

ISSN 3030-3907

450 кг/ч для эффективной очистки непрерывного потока волокна, покидающего волокнообрабатывающий цех в процессе волокнообработки.

Ключевые слова: волокнообрабатывающая машина, конструкция, пильный цилиндр, волокно, производительность, эффективность очистки, качество

КИРИШ.

Пахтага дастлабки ишлов беришда ускунанинг тозалаш самарадорлиги ва ишлаб чиқарилган маҳсулотларни сифат кўрсаткичи асосий омиллардан бири бўлган ускунанинг иш унумдорлиги билан узвий боғликдир [1-3]. Буни инобатга олган ҳолда момиқни ифлос аралашмалардан тозалашда ускуна иш унумдорлигини тозалаш самарадорлигига ва момиқ сифатига таъсирининг тадқиқоти олиб борилди. Синов-тадқиқот ишлари С-6524 селекцияли намлиги I ва III навли пахтани қайта ишлашдан ишлаб чиқарилган I ва II навли момиқда ўтказилди. Тадқиқот ишлари даврида ускунани иш унумдорлиги унинг момиқни ўтказувчанлиги бўйича аниқланди. Бунда момиқни бошланғич ва ускунадан кейинги массаси ҳамда момиқни тозалашда ажраладиган чиқиндининг массаси синов ишлари жараёнида аниқлаб борилди.

Тозалаш жараёнининг самарадорлигини аниқлаш учун ускунадан олдинги бошланғич момиқдан ва ускунадан кейинги тозаланган момиқдан, момиқни тозалашда ажралган чиқиндидан намуналар олиниб, лаборатория шароитида тозаланган момиқни ифлослик даражаси, штапел узунлиги, чиқиндининг фракцион таркиби таҳлил қилинди.

Тажриба-тадқиқот ишлари момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 6,47 % бўлган I навли ҳамда момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 12,46 % бўлган II навли момиқларда ўтказилди [4, 5].

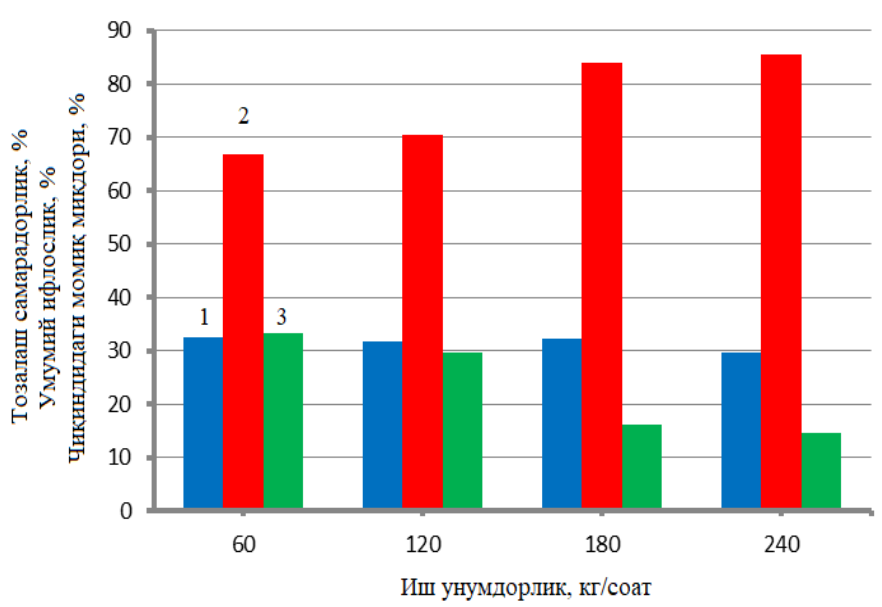
Тажриба ишларининг натижалари 1-4- расмларда келтирилган.

1- расмдаги гистограммадан ускуна иш унумдорлигининг ошиши билан чиқиндига ажралаётган эркин момиқ миқдори камайишини кўриш мумкин. Бу ўз навбатида ускуна қанчалик кичик иш унумдорликда ишласа, тозаланаётган оқимдаги момиқ шунчалик яхши
титилади ва чиқиндига шунчалик кўп миқдорда эркин момиқни ажралишини кўрсатмоқда.

Момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши 6,47 % бўлган С-6524 селекцияли I навли момиқни ускунада тозалашда, ускуна иш унумдорлигини 73,4 кг/соатдан 214,8 кг/соат гача ошиб бориши билан чиқиндига момиқни ажралиши 33,22 % дан 14,6 % гача камайди (1- расм). Бунда ускунани тозалаш самарадорлиги 32,6 % дан 29,7

ISSN 3030-3907

% га ўзгариб, иш унумдорлигини ошиши билан тозалаш самарадорлигини камайишини кўрсатди.



1- тозалаш самарадорлик, %, 2- умумий ифлослик, %, 3- чиқиндига ажралган момиқ миқдори, %.

1- расм. С-6524 селекцияли I- навли момиқни тозалашда ускуна тозалаш самарадорлигини ва чиқиндидаги умумий ифлослик ҳамда момиқ миқдорини ўзгаришини ускуна иш унумдорлигини ўзгаришига боғлиқлик гистограммаси

С-6524 селекцияли I навли момиқни тозалашда ускунани юқори иш унумдорлигида ишлаши билан тозалаш самарадорлигини юқори бўлиши момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 6,47 % бўлган момиқни ускунада тозалашда иш унумдорликни 195,7 кг/соатида юзага келди. Бунда ускунадан кейинги тозаланган момиқ таркибида ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 4,38 % ни ташкил этди. Момиқни тозалашда ускунанинг тозалаш самарадорлик 32,3 % ни ташкил этиб, ускунани бир текис тиқилмасдан ишлаши кузатилди. Момиқни тозалашда чиқиндига ажралган эркин момиқ миқдори қолган вариантларга қараганда кам бўлиб, ўртача 16 % ни ташкил этди.

Момиқни тозалашдан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши қолган иш унумдорликларда ишлаган ускунадан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улушига қараганда кам бўлиб, момиқ сифатининг яхшиланганлигидан O‘zMSt 383:2024 давлат стандарти бўйича I нав, А тип “Олий” синфга мансублиги аниқланди (2- расм).

ISSN 3030-3907

Сўнгра синов-тадқиқот ишлари II навли момиқда олиб борилди. Бунда момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 12,46 % бўлган С-6524 селекцияли II навли момиқни ускунада тозалашда, ускуна иш унумдорлигини 86,2 кг/соатдан 221,6 кг/соат гача оширилганда чиқиндига момиқни ажралиши 36,2 % дан 20,2 % гача камайди (3- расм). Ускунанинг тозалаш самарадорлиги эса 43,3 % дан 37,8 % га



а). Тозалагичдан олдинги момиқ



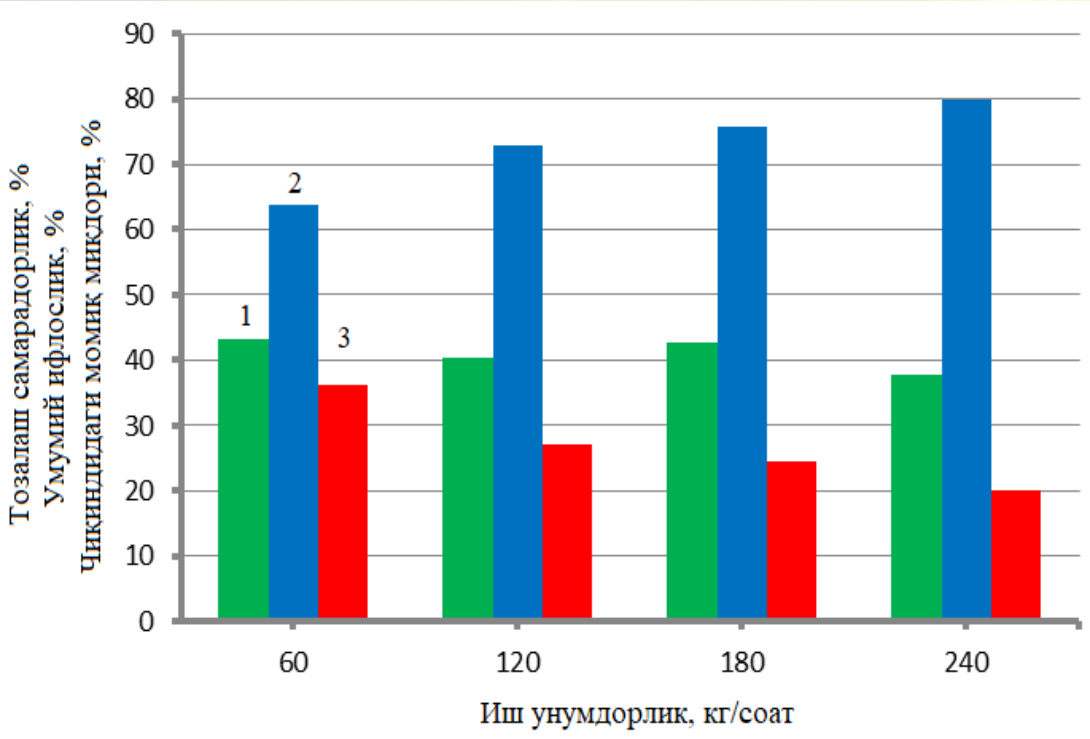
б). Тозалагичдан кейинги тозаланган момиқ

2- расм. С-6524 селекцияли I навли момиқни такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагичдан олдинги ва кейинги ташқи кўриниши

Ўзгариб, иш унумдорлигини ошиши билан тозалаш самарадорлигини камайиши аниқланди.

Тадқиқот ишлари даврида момиқни тозалашда ускунани юқори иш унумдорлигида ишлаши билан тозалаш самарадорлигини юқори бўлиши момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 6,47 % бўлган момиқни ускунада тозалашда иш унумдорликни 218,2 кг/соатида юзага келди. Бунда ускунани тозалаш самарадорлиги 42,6 % ни ташкил этиб, ускунани тиқилмасдан самарали ишлаши билан чиқиндига ифлос аралашмаларни ажралишини жадаллашиши кузатилди. Шу билан бирга момиқни

ISSN 3030-3907



1- тозалаш самарадорлик, %, 2- умумий ифлослик, %, 3- чиқиндига ажралган момиқ миқдори, %.

3- расм. С-6524 селекцияли II- навли момиқни тозалашда ускуна тозалаш самарадорлигини ва чиқиндидаги умумий ифлослик ҳамда момиқ миқдорини ўзгаришини ускуна иш унумдорлигини ўзгаришига боғлиқлик гистограммаси

Тозалашда чиқиндига ажралган эркин момиқ миқдори қолган вариантларга қараганда кам бўлиб, 24,4 % ни ташкил этди.

Момиқни тозалашдан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши қолган иш унумдорликларда ишлаган ускунадан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улушига қараганда кам бўлиб, 7,15 % ни ташкил этди.

Тозаланган момиқ таркибида ифлос аралашмалар ва бутун чигитлар массавий улушининг камлигидан момиқнинг сифати яхшиланди ва O‘zMSt 383:2024 давлат стандарти бўйича II нав А тип “Олий” синфга мансублиги аниқланди (4- расм).

Маълумки, пахтани дастлаки ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси- ПДИ 70-2017 бўйича чигитни линтерлаш цехига 8 донадан 12 донагача 5ЛП русумли линтерлар

ўрнатилади [6]. Бир дона 5ЛП линтернинг момиқ бўйича иш унумдорлиги ўртача 30 кг/соат эканлигини инобатга олсак, линтер цехида 12 дона линтернинг ишлатилишида бир соатда ўртача 360 кг/соат момиқ ишлаб

ISSN 3030-3907

чиқарилади [7, 8]. Шунинг учун момиқ тозалагични саноат-тажриба нусхасини тайёрлашда чигитни линтерлаш цехининг момиқ бўйича соатбай иш унумдорлиги инобатга олинди ва таклиф этилган ускунани эни бунга мос равишда 600 мм этиб белгиланди.



а). Тозалагичдан олдинги момиқ



б). Тозалагичдан кейинги тозаланган момиқ

4- расм. С-6524 селекцияли II навли момиқни такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагичдан олдинги ва кейинги ташқи кўриниши

Лаборатория шароитида ўтказилган тадқиқот ишларининг натижасига таянган ҳолда эни 600 мм бўлган таклиф этилган тозалагичнинг иш унумдорлиги 450 кг/соатни ташкил этади. Бунда юқори ва паст навли момиқни тозалашда ускунанинг тозалаш самарадорлиги ўртача 32,3 % ва 42,6 % ни ташкил этди.

ХУЛОСА. Такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагич ускунаси иш унумдорлигини ускуна тозалаш самарадорлигига, ишлаб чиқарилган момиқ сифатига таъсирини ўрганиш учун С-6524 селекцияли I ва III навли пахтанинг I ва II навли момиқда тажриба-тадқиқот ишлари олиб борилди.

Тадқиқот ишлари даврида I ва II навли момиқни тозалашда ускунани самарали ишлаши билан чиқиндига момиқни энг кам миқдорда ажралиши, иш унумдорликни навлар бўйича 195,7 ва 218,2 кг/соатида юзага келди. Бунда ускунадан кейинги тозаланган момиқ таркибида ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши навлар бўйича ўртача 4,38 % ва 7,15 % га тенг бўлиб, ускуна тозалаш самарадорлиги 32,3 % ва 42,6 % ни ташкил этди. Юқорида қайд этилган иш унумдорликларда момиқни тозалашда чиқиндига ажралган эркин момиқ миқдори қолган вариантларга қараганда кам бўлиб, навлар бўйича ўртача 16 % ва 24,4 % ни ташкил этди. Тозаланган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши

ISSN 3030-3907

қолган иш унумдорликларда ишлаган ускунадан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улушига қараганда кам бўлиб, момиқ сифатининг яхшиланганлигидан O‘zMSt 383:2024 давлат стандарти бўйича I ва III навли А ва Б типли “Олий” синфга мансуб момиқ ишлаб чиқарилди.

ПДИ 70-2017 технологик регламент бўйича чигитни линтерлаш цехига 8 донадан 12 донагача 5ЛП русумли линтерларни ўрнатилиши ва бир дона 5ЛП линтерни момиқ бўйича иш унумдорлиги ўртача 30 кг/соат эканлигини инобатга олиб, чигитни линтерлашда линтер цехидан чиқаётган узлуксиз момиқ миқдорини тиқилмасдан улгурган ҳолда самарали тозалаш учун таклиф этилган момиқ тозалаш ускунасини эни 600 мм, иш унумдорлиги ўртача 450 кг/соат бўлиш кераклиги аниқланди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Салимов А.М., Лугачев А.Е., Ходжиев М.Т. Технология первичной обработки хлопка. “Адабиёт учқунлари” . Ташкент. 2018. -184 с.
2. Ў.А.Норбоев, Э.Б.Анарқулов. Маҳаллий момиқ тозалаш ускуналарининг самарадорлиги бўйича изланишлар. Development Of Science 2025 / 5, Issue 5. Volume 1. ISSN 3030-3907. Pp. 369-377.
3. Ў.А.Норбоев, Э.Б.Анарқулов. Момиқ тозалаш ускуналари бўйича олиб борилган адабиётлар таҳлили. SCIENTIFIC REVIEW OF THE PROBLEMS AND PROSPECTS OF MODERN SCIENCE AND EDUCATION 2025/5 40-bet.
4. O‘zMSt 381:2024. Пахта момиғи. Намуна танлаб олиш усуллари. Тошкент. 0204. -16 б.
5. O‘zMSt 383:2024. Пахта момиғи. Ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улушини аниқлаш усуллари. Тошкент. 2024.- 19 б.
6. Пахтани дастлабки ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси (ПДИ 70 –2017). А.С. Камаловнинг умумий таҳрири остида. Тошкент, 2017, 91 б.
7. Паспорт пильного линтера 5ЛП. Ташкент. ТГСКБ по хлопкоочистке. 1981.- 18 с.
8. Т.М. Кулиев, Р.Ш. Сулаймонов ва б. Пахтани дастлабки ишлаш бўйича қўлланма. Тошкент- “Afvto-nashr”. 2019. -477 б.

ISSN 3030-3907

УДК 677.021.152.8

ТАКОМИЛЛАШТИРИЛГАН МОМИҚ ТОЗАЛАГИЧДА ИШЛАБ ЧИҚАРИШДА СИНОВ-ТАДҚИҚОТ ИШЛАРИНИ ЎТКАЗИШ

Ў.А.Норбоев
Жиззах политехника институти
Э.Б.Анарқулов
Гулистон давлат университети

Аннотация. Амалдаги ОВМ-А-1 русумли момиқ тозалагич билан такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагичларда ишлаб чиқаришда I ва II навли момиқларда синов ишлари ўтказилди. Синов ишлари натижасида таклиф этилган момиқ тозалагичда ифлослиги ўртача 6,4 ва 13,9 % бўлган I ва II навли момиқларни тозалашда тозаланган момиқнинг ифлослиги навлар бўйича ўртача 4,2 % ни ва 7,8 % ни, штапел узунлиги 7/8 мм ва 6/7 мм ни ташкил этиб, амалдаги тозалагичдан ишлаб чиқарилган момиқ сифатига қараганда навлар бўйича 0,6 (абс)% ва 0,76 (абс)% га яхшиланди ва O‘zMSt 456:2024 давлат стандарти бўйича I ва II нав А ҳамда Б типли “Олий” синфли момиқ ишлаб чиқарилди. Момиқни тозалашда тозалагичнинг тозалаш самарадорлиги навлар бўйича ўртача 34,4 % ва 43,9 % га тенг бўлиб, амалдаги момиқ тозалагич тозалаш самарадорлигига қараганда навлар бўйича 9,1 (абс)% ва 5,5 (абс)% га юқори эканлигини кўрсатди. Тозалагичнинг иш унумдорлиги навлар бўйича ўртача 396 кг/соатни ва 411 кг/соатни ташкил этиб, амалдаги момиқ тозалагич иш унумдорлигига қараганда ўртача 96 кг/соатга ва 102 кг/соатга юқори эканлиги аниқланди. Момиқни тозалашда чиқинди таркибида 1,5 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги калта момиқлар бўлиб, ажралаётган чиқиндига нисбатан 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапель узунликдаги момиқ чиқинди массасига нисбатан навлар бўйича ўртача 2,19 % ва 3,23 % ни ташкил этди ва амалдаги момиқ тозалагичдан чиқиндига ажралган 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги момиққа қараганда навлар бўйича ўртача 8,26 (абс)% ва 8,39 (абс)% га кам эканлигини кўрсатди.

Калит сўзлар: Момиқ тозалагич, селекцион нав, момиқ, иш унумдорлик, тозалаш самарадорлик, ифлос аралашмалар, сифат.

Аннотация. Были проведены испытания ворса I и II типов при производстве усовершенствованных очистителей ворса с использованием существующего очистителя ворса ОВМ-А-1. В результате испытаний, при очистке ворса I и II типов со средним содержанием примесей 6,4 и 13,9% в предлагаемом очистителе ворса, среднее содержание примесей в очищенном ворсе составило 4,2% и 7,8% по сорту, при длине штапелей 7/8 мм и 6/7 мм, что

ISSN 3030-3907

улучшило качество ворса, производимого существующим очистителем, на 0,6 (абс)% и 0,76 (абс)% по сорту, и был получен ворс I и II типов А и В класса «Высокий» в соответствии с государственным стандартом У'зМСт 456:2024. Эффективность очистки очистителя от ворса в среднем составила 34,4 % и 43,9 % в зависимости от сорта, что на 9,1 % и 5,5 % выше, чем у фактического очистителя от ворса. Средняя эффективность очистителя составила 396 кг/ч и 411 кг/ч в зависимости от сорта, что на 96 кг/ч и 102 кг/ч выше, чем у фактического очистителя от ворса. При очистке от ворса отходы содержали короткий ворс с длиной волокон от 1,5 мм до 7,0 мм, и по сравнению с отделенными отходами, ворс с длиной волокон от 3,0 мм до 7,0 мм составлял в среднем 2,19 % и 3,23 % от массы отходов в зависимости от сорта, а волокна с длиной волокон от 3,0 мм до 7,0 мм, отделенные от фактического очистителя от ворса, попадали в отходы. показало в среднем на 8,26 (абс)% и 8,39 (абс)% меньше по сортам, чем пух.

Ключевые слова: Очиститель для пуха, сорт отбора, пух, эффективность, эффективность очистки, загрязнения, качество

Abstract. Tests were conducted on types I and II lint in the production of improved design lint cleaners with the existing OVM-A-1 lint cleaner. As a result of the test work, when cleaning types I and II lint with an average impurity of 6.4 and 13.9% in the proposed lint cleaner, the average impurity of the cleaned lint was 4.2% and 7.8% by grade, with a staple length of 7/8 mm and 6/7 mm, which improved the quality of lint produced by the existing cleaner by 0.6 (abs)% and 0.76 (abs)% by grade, and lint of types I and II A and B of the "High" class was produced according to the state standard U'zMSt 456:2024. The cleaning efficiency of the cleaner in lint removal averaged 34.4 % and 43.9 % by variety, showing 9.1 (abs)% and 5.5 (abs)% higher cleaning efficiency by variety than the actual lint cleaner. The efficiency of the cleaner was found to be 396 kg/h and 411 kg/h on average by variety, which was 96 kg/h and 102 kg/h higher than the actual fluff cleaner efficiency. In fluff cleaning, the waste contained short fluff with a staple length of 1.5 mm to 7.0 mm, and compared to the separated waste, the fluff with a staple length of 3.0 mm to 7.0 mm was an average of 2.19% and 3.23% of the waste mass by grade, and the 3.0 mm to 7.0 mm staple length separated into the waste from the actual lint cleaner. showed an average of 8.26 (abs)% and 8.39 (abs)% less by cultivar than fluff.

Keywords: Fluff cleaner, selection grade, fluff, performance, cleaning efficiency, dirty compounds, quality

КИРИШ.

ISSN 3030-3907

Назарий ва амалий тадқиқотлар натижасидан танлаб олинган момиқ тозалагичнинг тайёрланган чизмалари асосида такомиллаштирилган момиқ тозалагичнинг саноат-тажриба нусхаси ишлаб чиқарилди (1- расм). Ишлаб чиқарилган саноат-тажриба нусха Сирдарё вилояти “Boyovut techno claster” МЧЖ пахта тозалаш корхонасининг чигитни линтерлаш ва момиқни тозалаш технологик тизимидаги момиқ конденсори остига ўрнатилди (2- расм) ва амалдаги ОВМ-А-I русумли момиқ тозалагич билан таққослаш - тадқиқот ишлари олиб борилди [1, 2].

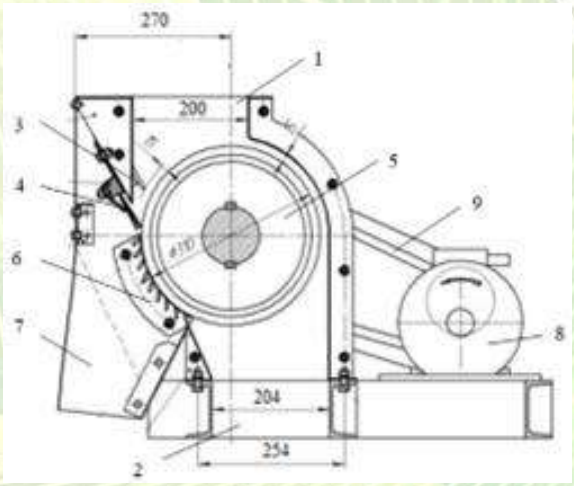
Тадқиқот ишлари лаборатория шароитида танлаб олинган муқобил катталиклар бўлган тозалагичдаги текисловчи тароқни аррали цилиндр горизонтал ўқига нисбатан 35^0 оғиш бурчагида, арраларни вал ўқига нисбатан $1,5^0$ оғиш бурчагида, колосниклар сонини 9 дона ва цилиндр тезлигини 1000 айл/минда олиб борилди [3,4].

Таққослаш- тадқиқот ишлари Султон селекцияли I ва III навли пахтага дастлабки ишлов беришдан ишлаб чиқарилган I ва II навли момиқда ўтказилди. Бунда пахтанинг бошланғич намлиги навлар бўйича ўртача 11,4 % ва 13,1 % га, ифлослиги 7,5 % ва 10,9 % га тенг бўлди [5, 6].

Пахтага дастлабки ишлов беришдан ишлаб чиқарилган Султон селекцияли I ва II навли момиқни момиқ тозалагичга берилишидан олдинги момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши навлар бўйича ўртача 6,4 % ва 13,9 % ни ташкил этди [7, 8].

Такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагич билан амалдаги момиқ тозалагични тозалаш самарадорлигини, ишлаб чиқарилаётган момиқнинг сифатини, момиқни тозалашда ажралаётган чиқиндининг фракцион таркибини ўрганиш учун бошланғич ва тозалагичдан ишлаб чиқарилган момиқдан, ажралаётган чиқиндидан намуналар олиниб, корхона лабораториясида таҳлил қилинди. Таҳлил натижалари аниқ бўлиши учун намуналар 5 маротаба такрорланиб, ўртачаси олинди. Тадқиқот ишларининг натижаси 3 ва 4- расмларда келтирилган.

Дастлаб тажриба-тадқиқот ишлари ОВМ-А-I русумли момиқ тозалагичда ўтказилди. Тозалагичга берилаётган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг



1, 2- момиқни қабул қилувчи ва чиқарувчи патрубоклар, 3-

ISSN 3030-3907

массавий улуши ўртача 6,43 % бўлган I навли момиқ тозалагичда тозалангандан сўнг тозаланган момиқнинг штапель узунлиги 7/8 мм ни, момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 4,8 % ни ташкил этди (3-расм). Бунда тозалагичнинг тозалаш самарадорлиги ўртача 25,3 % га тенг бўлди. Ишлаб чиқарилган момиқ сифат кўрсаткичи бўйича O‘zMSt 456:2024 давлат стандартига асосан I нав А тип

текисловчи тарок, 4-маҳкамловчи чўтка, 5- аррали цилиндр, 6- колосникли панжара, 7- чиқинди патрубоги, 8-электродвигатель, 9- тасмали узатма.

1- расм. Тозалагични электр двигатели билан биргаликдаги йиғма чизмаси

“Ўрта” синфга мансублигини кўрсатди [9]. Момиқни тозалашда ажралаётган чиқиндининг фракцион таркиби таҳлил қилинганда чиқинди таркибида йирик ифлосликлар 28,23 % га, майда ифлосликлар 33,96 % га, бутун чигитлар 3,62 % га тенглиги аниқланди. Бундан ташқари чиқинди таркибида 1,5 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги калта момиқ бўлиб, ажралаётган чиқиндига нисбатан 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапель узунликдаги момиқ ўртача 10,45 % ни (3- расм), 1,5 мм дан 3,0 мм гача штапель узунликдаги момиқ эса ўртача 23,74 % ни ташкил этди. Тозалагични иш унумдорлиги хронометраж усули билан аниқланганда 300 кг/соатга тенг бўлди. Бу кўрсаткичлар таклиф этилган момиқ тозалагичда момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 6,4 % бўлган I навли момиқни тозалашда тозаланган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун.

ISSN 3030-3907

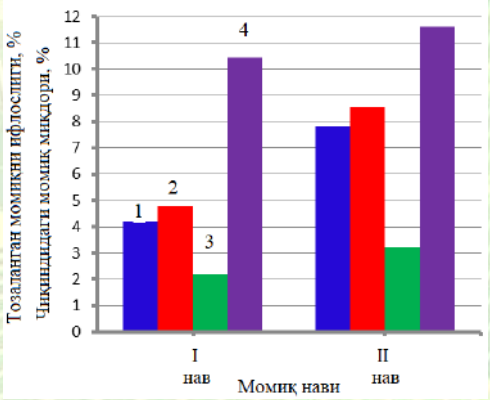
чигитларнинг массавий улуши ўртача 4,2 % ни, штапель узунлиги 7/8 мм ни ташкил этди (3-расм). Бунда момиқ сифати амалдаги тозалагичдан ишлаб чиқарилган момиқ сифатига қараганда 0,6 (абс)% га яхшиланди ва O‘zMSt 456:2024 давлат стандарти бўйича I нав A тип “Олий” синфни ташкил этди.



1- шахта, 2- момиқ тозалагич, 3- тозаланган момиқ.

2- расм. Такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагич саноат-тажриба нусхасини ишлаш жараёни

Момиқни тозалашда тозалагичнинг тозалаш самарадорлиги ўртача 34,4 % га тенг бўлиб, амалдаги ОВМ-А-I русумли момиқ тозалагич тозалаш самарадорлигига қараганда 9,1 (абс)% га юқори эканлигини кўрсатди (4- расм). Тозалагичнинг иш унумдорлиги хронометраж усули билан аниқланганда 396 кг/соатни ташкил этиб, амалдаги ОВМ-А-I русумли момиқ тозалагичга қараганда ўртача 96 кг/соатга юқори эканлиги аниқланди. Момиқни тозалашда ажралаётган чиқиндини фракцион таркиби ўрганилганда чиқинди таркибида йирик ифлосликлар 38,27 % ни, майда ифлосликлар 31,62 % ни, бутун чигитлар 13,25 % ни ташкил этди. Бундан ташқари чиқинди таркибида 1,5 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги калта момиқлар бўлиб, ажралаётган чиқинди массасига нисбатан 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапель узунликдаги момиқ ўртача 2,19 % ни ташкил этди ва амалдаги момиқ тозалагичдан чиқиндига ажралган 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги момиққа



ISSN 3030-3907

қараганда чиқиндига ўртача 8,26 (абс)% га кам миқдорда момиқ ажралганлиги аниқланди (3- расм). Бунда чиқиндига ажралган 1,5 мм дан 3,0 мм гача штапел узунликдаги момиқ эса ўртача 19,67 % ни ташкил этди.

Сўнгра тадқиқот ишлари Султон селекцияли пахтадан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 13,9 % бўлган II навли момиқда ўтказилди. Ушбу момиқ ОВМ-А-I русумли момиқ тозалагичда тозалангандан сўнг тозаланган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 8,56 % ни ташкил этиб, тозалаш самарадорлиги ўртача 38,4 % га тенг бўлди. Тозаланган момиқнинг штапель узунлиги ўртача 6/7 мм га тенг бўлиб, ифлослиги

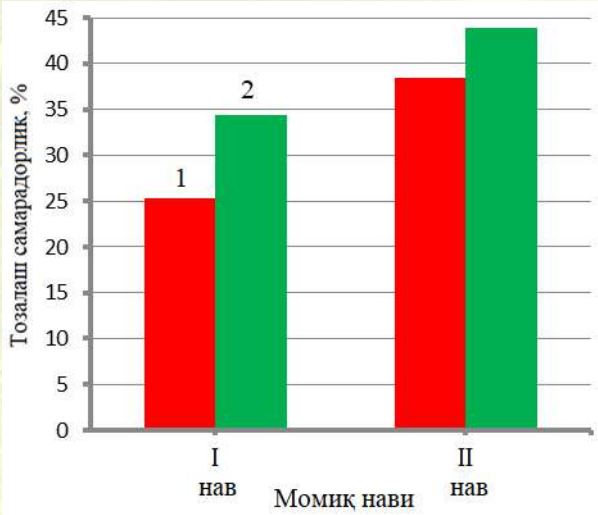
1, 3- амалдаги тозалагичда тозаланган момиқнинг ифлослиги ва чиқиндидаги момиқнинг чиқинди массасига нисбатан миқдори, %; 2, 4- таклиф этилган тозалагичда тозаланган момиқнинг ифлослиги ва чиқиндидаги момиқнинг чиқинди массасига нисбатан миқдори, %.

3- расм. Амалдаги ва таклиф этилган тозалагичларда I ва II навли момиқларни ифлос аралашмалардан тозалашда тозаланган момиқ ифлослигини, чиқиндидаги момиқ миқдорини навлар бўйича ўзгариш гистограммаси

бўйича O‘zMSt 456:2024 давлат стандартига асосан II нав Б тип “Ўрта” синфга мансублиги аниқланди. Тозалагичнинг иш унумдорлиги хронометраж усулида аниқланганда ўртача 309 кг/соатни ташкил этди. Момиқни тозалашда ажралаётган чиқиндининг фракцион

ISSN 3030-3907

таркиби таҳлил қилинганда чиқинди таркибида йирик ифлосликлар 35,33 % га, майда ифлосликлар 22,61 % га, бутун чигитлар 5,28 % га тенглиги аниқланди. Бундан ташқари чиқинди таркибида 1,5 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги калта момиқ бўлиб, ажралаётган чиқиндига нисбатан 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапель узунликдаги момиқ ўртача 11,62 % ни, 1,5 мм дан 3,0 мм гача штапель узунликдаги момиқ эса ўртача 25,16 % ни ташкил этди. Бу кўрсаткичлар такомиллаштирилган момиқ тозалагичда момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 13,9 % бўлган II навли момиқни тозалашда тозаланган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 7,8 % ни, штапел узунлиги 6/7 мм ни ташкил этди (3-расм). Бунда момиқ сифати амалдаги тозалагичдан ишлаб чиқарилган момиқ сифатига қараганда



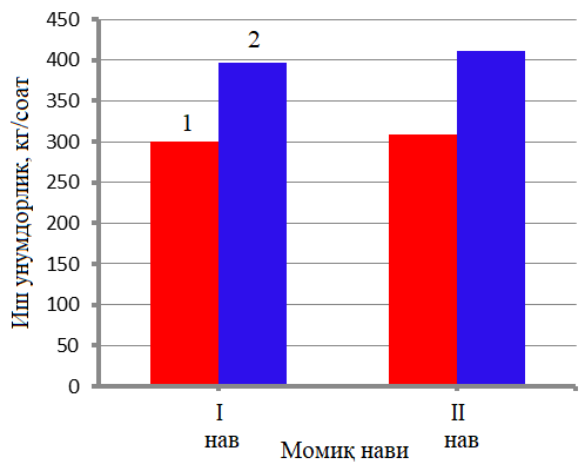
1- амалдаги момиқ тозалагични тозалаш самарадорлиги, %; 2- таклиф этилган момиқ тозалагични тозалаш самарадорлиги, %.

4- расм. Амалдаги ва таклиф этилган тозалагичларда I ва II навли момиқларни тозалашда ускуналар тозалаш самарадорлигини навлар бўйича ўзгариш гистограммаси

Ўртача 0,76 (абс)% га яхшиланди ва O‘zMSt 456:2024 давлат стандарти бўйича I нав Б тип “Олий” синфни ташкил этди. Момиқни тозалашда тозалагичнинг тозалаш самарадорлиги ўртача 43,9 % га тенг бўлиб, амалдаги ОВМ-А-I русумли момиқ тозалагич тозалаш самарадорлигига қараганда 5,5 (абс)% га юқори эканлигини кўрсатди (4- расм) [59]. Тозалагичнинг иш унумдорлиги хронометраж усули билан аниқланганда 411 кг/соатни ташкил этиб, амалдаги ОВМ-А-I русумли момиқ тозалагич иш унумдорлигига қараганда ўртача 102 кг/соатга юқори эканлиги аниқланди (5- расм). Момиқни тозалашда ажралаётган

ISSN 3030-3907

чиқиндининг фракцион таркиби ўрганилганда чиқинди таркибида йирик ифлосликлар 44,83 % га, майда ифлосликлар 19,36 % га, бутун чигитлар 11,14 % га тенг бўлди. Бундан ташқари чиқинди таркибида 1,5 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги калта момиқ бўлиб, ажралаётган чиқиндига нисбатан 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги момиқ ўртача 3,23 % ни ташкил этди ва амалдаги момиқ тозалагичдан чиқиндига ажралган 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги момиққа қараганда чиқиндига ўртача 8,39 (абс)% га кам миқдорда момиқ ажралганлиги аниқланди. Бунда 1,5 мм дан 3,0 мм гача штапел узунликдаги момиқ эса ўртача 21,44 % ни ташкил этди.



1- амалдаги момиқ тозалагични иш унумдорлиги, кг/соат; 2- таклиф этилган момиқ тозалагични иш унумдорлиги, кг/соат.

5- расм. Амалдаги ва таклиф этилган тозалагичларда I ва II навли момиқларни тозалашда ускуналар иш унумдорлигини навлар бўйича ўзгариш гистограммаси

Синов ишлари даврида такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагичда оқимдаги момиқни яхши ёйилиши, таралиши ҳисобига Тозалаш зонасида колосниклар билан ўзаро таъсирида момиқ таркибидан ифлос аралашмаларни ажралиши жадаллашди ва момиқ сифати яхшиланиб, ускунани тозалаш самарадорлиги ошди.

Тадқиқот ишларида таклиф этилган момиқ тозалагич амалдаги конструкцияли момиқ тозалагичга қараганда ўзининг авзаллигини кўрсатди.

Ўтказилган синов-тадқиқот ишларининг натижасидан ускуна иш унумдорлигини ва тозалаш самарадорлигини ошириш, ишлаб чиқарилган момиқни сифатини яхшилаш билан чиқиндига момиқ ажралишини кескин камайтириш учун тозалагичдаги текисловчи тароқни цилиндр горизонтал ўқига нисбатан 35^0 оғиш бурчагида, арраларни цилиндр валига нисбатан $1,5^0$ оғиш бурчагида, колосниклар сонини 9 дона ва аррали цилиндр айланиш тезлигини 1000 айл/мин катталигида бўлиш кераклиги аниқланди [10].

ISSN 3030-3907

ХУЛОСА. Ишлаб чиқаришда амалдаги ОВМ-А-1 русумли момиқ тозалагич билан такомиллаштирилган конструкцияли момиқ тозалагичларда синов-таққослаш ишлари ўтказилди. Бунда момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 6,4 ва 13,9 % бўлган I ва II навли момиқларни таклиф этилган ускунада тозалашдан ишлаб чиқарилган тозаланган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши навлар бўйича ўртача 4,2 % ни ва 7,8 % ни, штапель узунлиги 7/8 мм ва 6/7 мм ни ташкил этиб, амалдаги тозалагичдан ишлаб чиқарилган момиқ сифатига қараганда навлар бўйича 0,6 (абс)% ва 0,76 (абс)% га яхшиланди ва O‘zMSt 456:2024 давлат стандарти бўйича I ва II нав А ҳамда Б типли “Олий” синфни ташкил этди.

Момиқни тозалашда тозалагичнинг тозалаш самарадорлиги навлар бўйича ўртача 34,4 % ва 43,9 % га тенг бўлиб, амалдаги ОВМ-А-I русумли момиқ тозалагич тозалаш самарадорлигига қараганда навлар бўйича 9,1 (абс)% ва 5,5 (абс)% га юқори эканлигини кўрсатди. Тозалагичнинг иш унумдорлиги навлар бўйича ўртача 396 кг/соатни ва 411 кг/соатни ташкил этиб, амалдаги момиқ тозалагич иш унумдорлигига қараганда навлар бўйича ўртача 96 кг/соатга ва 102 кг/соатга юқори эканлиги аниқланди. Момиқни тозалашда ажралаётган чиқиндини фракцион таркиби ўрганилганда чиқинди таркибида навлар бўйича йирик ифлосликлар 38,27 % ва 44,83 % ни, майда ифлосликлар 31,62 % ва 19,36 % ни, бутун чигитлар 13,25 % ва 11,14 ни ташкил этди. Бунда чиқинди таркибида 1,5 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги калта момиқлар бўлиб, ажралаётган чиқиндига нисбатан 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапель узунликдаги момиқ чиқинди массасига нисбатан навлар бўйича ўртача 2,19 % ва 3,23 % ни ташкил этди ва амалдаги момиқ тозалагичдан чиқиндига ажралган 3,0 мм дан 7,0 мм гача штапел узунликдаги момиққа қараганда навлар бўйича ўртача 8,26 (абс)% ва 8,39 (абс)% га кам эканлиги аниқланди.

Синов ишларининг натижаси таклиф этилган момиқ тозалагичда юқори ва паст навли момиқни тозалашда амалдагига қараганда иш унумдорлигини ва тозалаш самарадорлигини ошиши, ишлаб чиқарилган момиқ сифатини яхшиланиши билан чиқиндига момиқ ажралишини кескин камайишини кўрсатди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Т.М. Кулиев, Р.Ш. Сулаймонов ва б. Пахтани дастлабки ишлаш бўйича қўлланма. Тошкент- “Afvto-nashr”. 2019. -477 б.

ISSN 3030-3907

2. Ў.А.Норбоев, Э.Б.Анарқулов. Маҳаллий момиқ тозалаш ускуналарининг самарадорлиги бўйича изланишлар. Development Of Science 2025 / 5, Issue 5. Volume 1. ISSN 3030-3907. Pp. 369-377.
3. Ў.А.Норбоев, Э.Б.Анарқулов. Момиқни ифлос аралашмалардан тозалашда ишчи қисмлар таъсирининг тадқиқоти. ЖизПИ хабарномаси. №2, 2026.
4. Ў.А.Норбоев, Э.Б.Анарқулов. Arrali silindr bilan tekislovchi taroq zonasida xarakatdagi massali momiqni tekislash va tarash. ЖизПИ хабарномаси. №1, 2026.
5. O‘zMSt 380:2024. Пахта. Намликни аниқлаш усуллари. Тошкент, 2024.- 17 б.
6. O‘zMSt 552:2025. Пахтанинг ифлослигини аниқлаш усули. Тошкент, 2025, 12 б.
7. O‘zMSt 381:2024. Пахта момиғи. Намуна танлаб олиш усуллари. Тошкент, 2024.- 16 б.
8. O‘zMSt 383:2024. Пахта момиғи. Ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улушини аниқлаш усуллари. Тошкент, 2024.- 19 б.
9. O‘zMSt 456:2024. Пахта момиғи. Техникавий шартлар. Тошкент, 2024.- 12 б.
10. Ў.А.Норбоев, Э.Б.Анарқулов.Момиқ тозалагич конструкциясини унинг самарадорлигига таъсири. ЖизПИ хабарномаси. №2, 2026.

ISSN 3030-3907

ФИНАНСОВАЯ ГРАМОТНОСТЬ НАСЕЛЕНИЯ И УРОВЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЦИФРОВЫХ БАНКОВСКИХ УСЛУГ

Шарипова Нигина Джуракуловна
Научный руководитель, преподаватель СамИСИ
Кодирова Асаль Алишеровна
Студентка факультета банковского дела и аудита Самаркандского института экономики и услуг.
E-mail: mamayusupova.asya@gmail.com
Абруев Давронбек Зафар угли
Студент факультета банковского дела и аудита Самаркандского института экономики и услуг.
E-mail: wolf11011993@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматриваются мнения и суждения о финансовой грамотности населения и уровне использования цифровых банковских услуг. Однако эффективное внедрение и устойчивое использование цифровых банковских услуг в значительной степени зависят от уровня финансовой и цифровой грамотности населения. На основе анализа существующей макроэкономической литературы и структурных поведенческих моделей в исследовании подчеркивается, что финансовое образование выступает в качестве фундаментального катализатора широкомасштабной финансовой инклюзии.

Ключевые слова: финансовая грамотность, цифровой банкинг, финансовые технологии, финансовая инклюзия, поведение потребителей.

Abstract. This article examines opinions and perceptions regarding the financial literacy of the population and the level of digital banking service adoption. However, the effective implementation and sustainable use of digital banking services largely depend on the level of financial and digital literacy of the population. Based on an analysis of existing macroeconomic literature and structural behavioral models, the study emphasizes that financial education acts as a fundamental catalyst for large-scale financial inclusion.

Keywords: financial literacy, digital banking, financial technology, financial inclusion, consumer behavior.

Annotatsiya. Ushbu maqolada aholining moliyaviy savodxonligi va raqamli bank xizmatlarini qo‘llash darajasi haqidagi fikrlar va tasavvurlar o‘rganiladi. Biroq, raqamli bank xizmatlarini samarali joriy etish va barqaror foydalanish ko‘p jihatdan aholining moliyaviy va raqamli savodxonlik darajasiga bog‘liq. Mavjud makroiqtisodiy adabiyotlar va tarkibiy xulq-atvor modellarini tahlil qilish asosida,

ISSN 3030-3907

tadqiqot moliyaviy ta'lim keng ko‘lamli moliyaviy inklyuzivlik uchun asosiy katalizator bo‘lib xizmat qilishini ta'kidlaydi.

Kalit so‘zlar: moliyaviy savodxonlik, raqamli bank ishi, moliyaviy texnologiyalar, moliyaviy inklyuzivlik, iste'molchilarning xulq-atvori.

ВВЕДЕНИЕ.

Современный банковский ландшафт претерпел глубокий сдвиг парадигмы, вызванный технологическими достижениями в финансовом секторе. Цифровые банковские услуги, включающие мобильные приложения, платформы онлайн-транзакций, автоматизированные расчетные палаты и электронные платежные шлюзы, предлагают беспрецедентное удобство, снижение операционных издержек и непрерывную доступность по сравнению с традиционными физическими банковскими отделениями. В современной экономической среде финансовые институты все больше полагаются на эти децентрализованные платформы для оптимизации предоставления услуг и расширения своего присутствия на рынке.

Несмотря на быстрое развертывание передовых технологических инфраструктур, сохраняется значительный разрыв между доступностью цифровых банковских услуг и их фактическим, эффективным использованием различными слоями населения. Последние эмпирические исследования демонстрируют, что сама по себе технологическая доступность не гарантирует автоматического повсеместного внедрения или финансовой инклюзии.

В место этого финансовая грамотность, определяемая как совокупность осведомленности, знаний, навыков, взглядов и моделей поведения, необходимых для принятия обоснованных финансовых решений, выступает в качестве ключевого детерминанта того, как потребители взаимодействуют с современными цифровыми банковскими платформами. Целью данной работы является анализ структурной взаимосвязи между уровнями финансовой грамотности и темпами внедрения цифровых банковских услуг, а также выявление социально-экономических барьеров и стратегических решений, необходимых для преодоления существующих пробелов.

Взаимосвязь между когнитивными финансовыми возможностями и экономическим поведением потребителей широко задокументирована в современной экономической литературе. Исследователи давно утверждают, что финансовая грамотность служит основополагающим элементом индивидуального экономического благополучия и более широкой макроэкономической стабильности. Индивиды, обладающие более высоким

ISSN 3030-3907

уровнем финансовых знаний, демонстрируют значительно большую способность планировать долгосрочные цели, эффективно управлять долгами домохозяйств и продуктивно участвовать в официальных финансовых рынках.

С повсеместным проникновением технологий в финансовый сектор традиционная концепция финансовой грамотности превратилась в более сложную парадигму, известную как цифровая финансовая грамотность. Эта современная концепция подчеркивает, что нынешним потребителям требуются не только базовые математические и финансовые знания, но и специфические цифровые компетенции. К таким компетенциям относятся умение ориентироваться в сложных онлайн-интерфейсах, понимание электронных условий обслуживания и поддержание адекватной кибергигиены для защиты личных активов от цифрового мошенничества, фишинга и кражи личных данных.

Существующая литература также указывает на то, что низкий уровень финансовой грамотности создает существенные психологические барьеры, включая фундаментальное недоверие к цифровым алгоритмам и автоматизированным системам. Как следствие, менее грамотные слои населения склонны в значительной степени полагаться на операции с наличными деньгами или традиционные методы очного банковского обслуживания, даже когда цифровые альтернативы дешевле и более доступны.

В данном исследовании применяется качественный и концептуальный анализ, основанный на вторичных данных, полученных из рецензируемых экономических журналов, отчетов о мировом финансовом развитии и международных руководств по защите прав потребителей. Аналитическая база сосредоточена на оценке трансмиссионных механизмов, посредством которых различные уровни финансовой грамотности влияют на доверие потребителей, воспринимаемую простоту использования и фактическую частоту цифровых банковских операций. Путем синтеза различных эмпирических данных в статье формируется комплексная концептуальная модель, объясняющая, как когнитивные финансовые навыки напрямую влияют на выбор потребителей в экосистеме цифрового банкинга.

Финансовая грамотность напрямую влияет на процесс принятия решений потребителями относительно внедрения цифровых банковских услуг через несколько взаимосвязанных когнитивных каналов. Первый канал связан с восприятием риска. Потребители с ограниченной финансовой грамотностью часто воспринимают цифровой банкинг как изначально

ISSN 3030-3907

небезопасный из-за непонимания электронных мер безопасности. Этот высокий уровень воспринимаемого риска приводит к отторжению и избеганию цифровых приложений. Напротив, финансово грамотные люди обладают способностью отличать безопасные платформы от небезопасных, что позволяет им осуществлять расчетливое управление рисками и с уверенностью пользоваться онлайн-банкингом.

Второй канал включает в себя осведомленность о продукте и функциональную глубину использования. Низкая финансовая грамотность обычно ограничивает деятельность потребителя в цифровом банкинге самыми базовыми функциями, такими как проверка баланса счета или совершение простых операций по снятию наличных. В отличие от них, пользователи с развитой финансовой грамотностью способны понимать и использовать весь спектр цифровых банковских продуктов, включая мобильные микрозаймы, цифровые инвестиционные портфели, автоматизированные инструменты сбережений и международные денежные переводы.

Наконец, финансовая грамотность повышает понимание потребителем транзакционных издержек. Грамотные люди могут эффективно сравнивать структуры комиссионных вознаграждений, процентные ставки и скрытые издержки различных цифровых платформ, что позволяет им оптимизировать свое финансовое поведение. Неинформированные потребители, неспособные провести такие сравнения, часто по умолчанию возвращаются к дорогим традиционным методам или становятся жертвами хищнических финансовых услуг.

Интеграция цифрового банкинга широко признана мощным механизмом содействия финансовой инклюзии, особенно в развивающихся экономиках и странах с переходной экономикой, где физическая банковская инфраструктура развита слабо. Устраняя географические и логистические барьеры, связанные с традиционными банковскими отделениями, цифровые платформы теоретически могут предоставлять финансовые услуги отдаленным и недостаточно обслуживаемым слоям населения.

Однако при отсутствии адекватной финансовой грамотности расширение цифрового банкинга может непреднамеренно увеличить разрыв в неравенстве, создавая феномен, известный как цифровой разрыв. Когда государство или финансовый институт развертывают цифровые услуги без проведения соответствующих образовательных кампаний, выгоды от этого непропорционально распределяются в пользу богатых, городских и уже образованных слоев общества. Неохваченные банковскими услугами и

ISSN 3030-3907

маргинализированные слои населения остаются исключенными не потому, что у них нет доступа к смартфонам или интернету, а потому, что им не хватает когнитивных навыков и уверенности, необходимых для работы с этими системами.

В настоящее время оптимальному внедрению цифровых банковских услуг препятствуют несколько системных проблем. Во-первых, наблюдается выраженная асимметрия информации между коммерческими банками и широкой общественностью. Финансовые институты часто запускают сложные цифровые продукты, основанные на запутанных алгоритмах и перегруженные сложными юридическими терминами, не обеспечивая при этом упрощенного и доступного просвещения потребителей. Это оставляет уязвимых пользователей незащищенными перед высокими процентными ставками или непреднамеренными финансовыми обязательствами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Государственные органы и сектор образования должны разработать и внедрить комплексные национальные стратегии финансового просвещения, включив цифровую финансовую грамотность непосредственно в школьные учебные программы и общественные медиа-кампании. Коммерческие банки и разработчики финансовых технологий должны уделять приоритетное внимание принципам ориентированного на пользователя дизайна, создавая интуитивно понятные, упрощенные и локализованные цифровые интерфейсы, снижающие когнитивную нагрузку на малограмотных пользователей. Регуляторы должны создать надежные механизмы защиты прав потребителей, требующие абсолютной прозрачности от поставщиков цифровых финансовых услуг, тем самым снижая асимметрию информации и повышая доверие общественности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиева, М. К. Цифровая трансформация банковского сектора и финансовое поведение населения. – Москва: КноРус, 2023. – 214 с.
2. Жалолов, Ш. Р. Иқтисодиётни рақамлаштириш шароитида банк хизматлари бозори ва уларнинг трансформацияси: Монография. – Тошкент: Иқтисод-Молия, 2022. – 180 б.
3. Радковская, Т. А., Шапошников, А. М. Финансовая грамотность в эпоху финтеха. – Санкт-Петербург: Питер, 2021. – 256 с.
4. Абдуллаев, А. А. Оценка влияния цифровизации банковских услуг на финансовую грамотность молодежи // Экономика и образование. – Тошкент, 2023. – № 4. – С. 142–149.

ISSN 3030-3907

5. Каримов, Н. Г., Тошмуродова, Н. А. Аҳолининг рақамли молиявий саводхонлигини ошириш макроиқтисодий барқарорлик омили сифатида // Молия ва банк иши. – Тошкент, 2024. – № 2. – Б. 33–41.
6. Кузина, О. Е. Цифровая финансовая грамотность: подходы к измерению и результаты мониторинга // Деньги и кредит. – Москва, 2021. – Т. 80, № 3. – С. 67–82.

ISSN 3030-3907

BOSHQARILADIGAN FRIKSION MEXANIZMLAR UCHUN MAXSUS QOTISHMALARNING NAZARIY ASOSLARI VA ZAMONAVIY TADQIQOTLAR TAHLILI

Axmedov Azamat Xaitovich
Toshkend davlat texnika universiteti Nazariy mexanika mashina va mexanizmlar nazariyasi kafedra mudiri DSc. Professori
Fayziyev Javohir Xayrulla
Toshkend davlat texnika universiteti doktoranti **o‘g‘li**

Annotatsiya. Mazkur maqolada boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun mo‘ljallangan maxsus qotishmalarning nazariy asoslarini aniqlash va zamonaviy ilmiy tadqiqotlarni tizimli tahlil qilish maqsad qilingan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, friksion tizimlarning samaradorligi materiallarning mikrostrukturasi, tribologik xususiyatlari va issiqlik barqarorligiga bevosita bog‘liq. Kukun metallurgiyasi asosidagi qotishmalar, yuqori entropiyali qotishmalar hamda kompozitsion materiallar yuqori yuklama va harorat sharoitida nisbatan barqaror ishlashi bilan ajralib turadi. Shu bilan birga, mavjud tadqiqotlarda maxsus qotishmalarning boshqariladigan friksion mexanizmlardagi ishlashini kompleks nazariy model asosida baholash yetarli darajada yoritilmaganligi aniqlandi. Xulosa sifatida, friksion tizimlarda qo‘llaniladigan maxsus qotishmalarni tanlash mezonlarini ilmiy jihatdan asoslash hamda ularning ishlash mexanizmlarini yagona nazariy yondashuv asosida umumlashtirish zarurligi ko‘rsatildi. Tadqiqot natijalari yuqori ishonchlilikka ega friksion mexanizmlarni loyihalash uchun muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: boshqariladigan friksion mexanizmlar, maxsus qotishmalar, tribologiya, yeyilish, kukun metallurgiyasi, yuqori entropiyali qotishmalar, nazariy tahlil.

Аннотация. Целью данной статьи является определение теоретических основ специальных сплавов для управляемых фрикционных механизмов и системный анализ современных научных исследований. Результаты показали, что эффективность фрикционных систем напрямую зависит от микроструктуры материалов, их трибологических свойств и термической стабильности. Установлено, что сплавы порошковой металлургии, высокоэнтропийные сплавы и композиционные материалы демонстрируют повышенную устойчивость при высоких нагрузках и температурах. Вместе с тем выявлено, что в существующих исследованиях недостаточно представлена комплексная теоретическая модель оценки работы специальных сплавов в управляемых фрикционных механизмах. В заключение обоснована необходимость научного определения критериев

ISSN 3030-3907

выбора специальных сплавов и их обобщения в рамках единого теоретического подхода. Полученные результаты могут служить теоретической базой для проектирования высоконадежных фрикционных механизмов.

Ключевые слова: управляемые фрикционные механизмы, специальные сплавы, трибология, износ, порошковая металлургия, высокоэнтропийные сплавы, теоретический анализ.

Abstract. This article aims to determine the theoretical foundations of special alloys for controlled friction mechanisms and to provide a systematic analysis of recent scientific studies. The results indicate that the efficiency of friction systems largely depends on material microstructure, tribological properties, and thermal stability. Powder metallurgy alloys, high-entropy alloys, and composite materials demonstrate improved stability under high loads and temperatures. However, existing studies insufficiently address a comprehensive theoretical model for evaluating the performance of special alloys in controlled friction mechanisms. The study concludes that it is necessary to establish scientifically grounded criteria for selecting special alloys and to integrate their operating principles within a unified theoretical framework. These findings can serve as a theoretical basis for designing highly reliable friction mechanisms.

Keywords: controlled friction mechanisms, special alloys, tribology, wear, powder metallurgy, high-entropy alloys, theoretical analysis.

KIRISH.

Zamonaviy texnika va mashinasozlik sanoatining jadal rivojlanishi yuqori ishonchlilik, uzoq xizmat muddati hamda murakkab ekspluatatsion sharoitlarda barqaror ishlay oladigan mexanik tizimlarni yaratishni talab etmoqda. Bunday tizimlar tarkibida boshqariladigan friksion mexanizmlar alohida ahamiyat kasb etadi, chunki ular moment uzatish, harakatni tartibga solish, energiya yo‘qotilishini kamaytirish hamda xavfsizlikni ta’minlash kabi muhim funksiyalarni bajaradi. Mazkur mexanizmlarning samaradorligi ko‘p jihatdan ishqalanish jarayonida yuzaga keladigan fizik hodisalar hamda kontakt juftliklarida qo‘llaniladigan materiallarning xususiyatlariga bog‘liqdir.

Friksion tizimlarda ishqalanish va yeyilish jarayonlari murakkab ko‘p omilli jarayon bo‘lib, ular kontakt bosimi, sirpanish tezligi, harorat, material mikrostrukturasi va sirt holati kabi ko‘plab parametrlar ta’sirida shakllanadi. Shu sababli so‘nggi yillarda tribologiya sohasida materiallarning ishlash mexanizmlarini chuqur o‘rganish hamda friksion juftliklar uchun optimal tarkibga ega qotishmalarni ishlab chiqishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlar sezilarli darajada faollashdi. Ayniqsa, yuqori yuklama va o‘zgaruvchan harorat sharoitida

ISSN 3030-3907

ishlaydigan mexanizmlar uchun oddiy konstruksion materiallar yetarli samaradorlikni ta’minlay olmaydi. Bu esa maxsus qotishmalarni yaratish va ularning nazariy asoslarini takomillashtirish zaruratini yuzaga keltiradi.

Maxsus qotishmalar friksion tizimlarning ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini yaxshilashda muhim omil hisoblanadi. Ular yuqori mustahkamlik, yeyilishga chidamlilik, issiqlik barqarorligi hamda barqaror ishqalanish koeffitsientini ta’minlash kabi xususiyatlari bilan ajralib turadi. Xususan, kukun metallurgiyasi asosida olingan qotishmalar bir jinsli struktura hosil qilish imkoniyati, tarkibni aniq boshqarish va g‘ovaklilik darajasini moslashtirish orqali issiqlikni samarali taqsimlash kabi afzalliklarga ega. Shu bilan birga, yuqori entropiyali qotishmalar ko‘p komponentli tarkibi sababli yuqori mexanik mustahkamlik va strukturaviy barqarorlikni namoyon etadi, bu esa ularni og‘ir ish sharoitlarida qo‘llash istiqbollarini kengaytiradi. Kompozitsion friksion materiallar esa turli komponentlarning funksional xususiyatlarini birlashtirish orqali ishqalanish jarayonini ma’lum darajada boshqarish imkonini beradi.

Biroq friksion mexanizmlarning zamonaviy konstruksiyalari faqat yuqori chidamlilikka ega materiallarni qo‘llash bilangina cheklanmaydi. Hozirgi ilmiy yondashuvlarda ishqalanish jarayonini boshqarish, ya’ni friksion ko‘rsatkichlarni barqaror saqlash, aşınishni kamaytirish va issiqlik hosil bo‘lishini nazorat qilish masalalari tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Shu nuqtai nazardan, boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun material tanlashda nafaqat ularning mexanik xususiyatlari, balki mikrostrukturaviy barqarorligi, fazalararo o‘zaro ta’siri va termofizik parametrlari ham kompleks tarzda baholanishi lozim.

Mavjud ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, friksion materiallarning tribologik xususiyatlari keng o‘rganilgan bo‘lsa-da, material tarkibi, kontakt mexanikasi va issiqlik jarayonlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni boshqariladigan friksion tizimlar doirasida yagona nazariy yondashuv asosida umumlashtirish yetarli darajada amalga oshirilmagan. Ko‘plab ishlarda materiallarning alohida xususiyatlari tahlil qilingan, biroq ularning mexanizm samaradorligiga integrallashgan ta’siri tizimli ravishda yoritilmagan. Natijada maxsus qotishmalarni tanlash mezonlarini ilmiy jihatdan asoslash hamda ularning ishlashini bashorat qiluvchi nazariy modellarni ishlab chiqish zarurati saqlanib qolmoqda.

Shu munosabat bilan mazkur maqolaning maqsadi boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun mo‘ljallangan maxsus qotishmalarning nazariy asoslarini tizimli ravishda tahlil qilish, zamonaviy ilmiy tadqiqotlarni umumlashtirish hamda ushbu yo‘nalishdagi mavjud ilmiy bo‘shliqlarni aniqlashdan iborat.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalari friksion tizimlarning samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi nazariy yondashuvlarni rivojlantirish hamda yuqori ishonchlilikka ega mexanik qurilmalarni loyihalash uchun muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

METODOLOGIYA. Mazkur tadqiqot nazariy xarakterga ega bo‘lib, boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun mo‘ljallangan maxsus qotishmalarni ilmiy jihatdan tahlil qilish va umumlashtirishga qaratildi. Tadqiqot jarayonida tizimli, qiyosiy hamda mantiqiy-tahliliy yondashuvlar qo‘llanildi. Ilmiy manbalarni saralashda mavzuga bevosita aloqador bo‘lgan tribologiya, materialshunoslik va friksion tizimlar nazariyasiga oid maqolalar tanlab olindi.

Adabiyotlarni tanlash mezonlari quyidagilardan iborat bo‘ldi: (1) boshqariladigan yoki yuqori yuklama sharoitida ishlaydigan friksion mexanizmlarga oid tadqiqotlar; (2) kukun metallurgiyasi asosidagi qotishmalar, yuqori entropiyali qotishmalar va kompozitsion friksion materiallarga bag‘ishlangan ilmiy ishlar; (3) material mikrostrukturasi, issiqlik hosil bo‘lish jarayoni va yeyilish mexanizmlarini yorituvchi nazariy yoki eksperimental tadqiqotlar. Tanlangan manbalar mazmuni konseptual jihatdan guruhlarga ajratilib, har bir yo‘nalish bo‘yicha umumlashtiruvchi tahlil amalga oshirildi. Tahlil jarayonida material tarkibi va uning tribologik javobi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash maqsadida strukturaviy-parametrik yondashuvdan foydalanildi. Bunda mikrostrukturaviy omillar (fazalar tarkibi, donalar o‘lchami, g‘ovaklilik darajasi), mexanik ko‘rsatkichlar (qattiqlik, mustahkamlik, elastiklik moduli) hamda termofizik xususiyatlar (issiqlik o‘tkazuvchanlik, issiqlik kengayish koeffitsienti) alohida ko‘rib chiqildi va ularning ishqalanish koeffitsienti hamda yeyilish tezligiga ta’siri mantiqiy ravishda tahlil qilindi.

Shuningdek, boshqariladigan friksion mexanizmlarning ishlash sharoitlari tizimli yondashuv asosida baholandi. Bunda kontakt zonasida yuzaga keladigan bosim taqsimoti, sirpanish tezligi, issiqlik generatsiyasi va energiya dissipasiyasi kabi omillar o‘zaro bog‘liq holda ko‘rib chiqildi. Material xususiyatlari va mexanizmning funksional ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni aniqlash uchun konseptual integrallashgan model ishlab chiqish tamoyillari shakllantirildi.

Tadqiqotning nazariy xarakterini inobatga olgan holda, olingan ma’lumotlar umumlashtirildi, o‘zaro solishtirildi hamda ilmiy mantiq asosida tizimlashtirildi. Natijada mavjud ilmiy ishlarda yoritilgan natijalar asosida boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun maxsus qotishmalarni tanlash va baholash mezonlarini aniqlashga qaratilgan konseptual yondashuv ishlab chiqildi. Mazkur metodologiya material mikrostrukturasi, tribologik parametrlar va issiqlik jarayonlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni kompleks tarzda tahlil qilish imkonini beradi hamda kelgusida matematik modellashtirish ishlariga nazariy asos yaratadi.

ISSN 3030-3907

NATIJALAR. Tribologiya va friksion tizimlar bo‘yicha olib borilgan so‘nggi tadqiqotlar boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun maxsus qotishmalarni tanlash hamda ularning nazariy asoslarini chuqur anglash imkonini berdi. Zhang (2025) o‘z sharh maqolasida kukun metallurgiyasi asosidagi friksion qotishmalarning struktura parametrlarini optimallashtirish orqali ishqalanish koeffitsientini barqarorlashtirish yo‘nalishlarini tizimli ravishda yoritadi. U KM qotishmalarda mikrostrukturaviy xislatlarni nazorat qilish friksion barqarorlikni oshirishi, issiqlik tarqalish ishlarini yaxshilashi va yeyilish jarayonlarini sekinlashtirishi mumkinligini ko‘rsatadi. Shu nuqtai nazardan, Zhangning natijalari boshqariladigan tizimlarda material parametrlarini boshqarish imkoniyatlarini baholashda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

High entropy alloys (HEA) friksion materiallar sifatida katta ilmiy qiziqish uyg‘otmoqda. Kumar (2023) HEA’larning ko‘p komponentli tarkibi tufayli hosil bo‘ladigan yuqori qattiqlik, mexanik mustahkamlik va yeyilishga nisbatan chidamlilikni batafsil tahlil qiladi. Kumarning nuqtai nazaricha, HEA mikrostrukturasi kontakt zonasida yuzaga keladigan deformatsiya va termik yo‘qotish jarayonlariga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi, bu esa friksion javobning barqaror bo‘lishiga xizmat qiladi. Biroq Wu va boshqalar (2022) friksion qoplamalarni tahlil qilgan sharhlarida HEA’larning tribologik parametrlarini aniq matematik modellashtirish bo‘yicha ilmiy bo‘shliqlar mavjudligini qayd etadi. Ushbu farq HEA’larning amaliy ko‘rsatkichlari bilan nazariy modellari orasidagi g‘ilofni ochib beradi.

Kompozitsion friksion materiallar bo‘yicha Jadhav (2019) ishlari metall matritsa va qo‘shimcha fazalarning funktsional xususiyatlarini baholab, bu komponentlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirning friksion koeffitsientga bevosita ta’sir qilishi mumkinligini ko‘rsatadi. Jadhavning tahlili shuni aniqladiki, tarkibdagi qattiq moylovchi yoki mustahkamlovchi elementlar friksion javobni barqarorlashtiradi va aşınish jarayonini sekinlashtiradi. Lee (2024) uslubida olib borilgan tadqiqotlarda esa kompozitsion materiallarning mikrostrukturaviy barqarorligi va ishlash sharoitlariga bog‘liq friksion xususiyatlarining o‘zgarishi batafsil ko‘rib chiqiladi, bu esa kompozitsion materiallarni boshqariladigan tizimlar uchun moslashtirish yondashuvlarini yoritadi.

Friksion jarayonlarni boshqarish yondashuvi ham adabiyotlarda alohida e’tibor olgan. Tang va boshqalar (2022) o‘zlarining eksperimental ishlarida tashqi omillar, xususan yorug‘lik yoki magnit maydon orqali friksion javobni boshqarish usullarini tavsiflaydi. Ularning natijalari shuni ko‘rsatadiki, materialning ichki mikrostrukturasi bilan tashqi boshqaruv signallari o‘rtasidagi moslik friksion javobni samarali boshqarish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega. Jiang (2021)

ISSN 3030-3907

adaptiv boshqaruv strategiyalarini nazariy jihatdan shakllantirgan ishida friksion tizimlarning dinamik javoblarini modellashtirish bo‘yicha konseptual yondashuvni taklif etadi, bu boshqaruv elementlarini material parametrlariga bog‘lashni ilmiy asoslashtiradi.

Ushbu izlanishlarda friksion jarayonlarning fundamental qonuniyatlari bo‘yicha Erdemir (2020) friksion va yeyilish mexanizmlarini chuqur tushuntirgan holda, kontakt mexanikasi hamda yuzaning mikrogeometriyasi faktorlari friksion javobga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini boshlang‘ich ilmiy asos sifatida beradi. U, shuningdek, materiallarning mexanik, termal va kimyoviy xususiyatlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlikni ilmiy nuqtai nazardan muhokama qiladi.

Umuman olganda, tahlil qilingan adabiyotlar friksion tizimlarning samaradorligiga ta’sir qiluvchi ko‘plab parametrlarni aniqlaydi: mikrostrukturaviy fazalar, issiqlik tarqalish mexanizmlari, tashqi boshqaruv omillari, sirt barqarorligi va komponentlar o‘rtasidagi fazalararo o‘zaro ta’sirlar. Biroq ular bo‘yicha mavjud ilmiy ishlarda material parametrlarini va boshqarish mexanizmlarini yagona nazariy modelda umumlashtirish ishlari cheklanganligi aniqlanadi. Shu sababli, boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun maxsus qotishmalarning ishlash mexanizmlarini birlashtirgan integrallashgan nazariy yondashuv ishlab chiqish ilmiy jihatdan dolzarb bo‘lib qolmoqda.

MUHOKAMA. O‘tkazilgan adabiyotlar tahlili natijalari boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun maxsus qotishmalarni yaratish va tanlash masalasi zamonaviy materialshunoslik hamda tribologiya sohalarining muhim ilmiy yo‘nalishlaridan biri ekanligini ko‘rsatadi. Tadqiqotlar tahlili kukun metallurgiyasi asosidagi qotishmalar, yuqori entropiyali qotishmalar hamda kompozitsion materiallar friksion tizimlarning ekspluatatsion ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilash imkoniyatiga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Kukun metallurgiyasi texnologiyasi yordamida olingan qotishmalar tarkibni boshqarish imkoniyati, strukturaviy bir jinslilik hamda optimal g‘ovaklilik darajasi bilan ajralib turadi. Bu xususiyatlar kontakt zonasida issiqlikning bir tekis taqsimlanishiga xizmat qilib, termik zo‘riqishlarning kamayishiga olib keladi. Natijada friksion juftliklarning xizmat muddati uzayadi va tizimning umumiy ishonchliligi ortadi. Shu bilan birga, ayrim tadqiqotlarda fazalararo chegaralarning mexanik barqarorligi yetarli darajada nazariy asoslanmagani sababli materialning uzoq muddatli ishlashini prognozlash murakkabligi qayd etilgan.

Yuqori entropiyali qotishmalar esa ko‘p komponentli tarkibi tufayli yuqori qattiqlik va aşınishga chidamlilikni namoyon etadi. Ularning mikrostrukturaviy barqarorligi og‘ir yuklama va yuqori harorat sharoitida ham saqlanib qoladi, bu esa ularni friksion tizimlarda qo‘llash istiqbollarini kengaytiradi. Biroq mavjud ilmiy

ISSN 3030-3907

ishlarda ushbu qotishmalarning friksion javobini oldindan baholash imkonini beruvchi universal nazariy model shakllantirilmagan. Bu esa material parametrlarini optimallashtirish jarayonini murakkablashtiradi.

Kompozitsion friksion materiallar tarkibiy komponentlarning funksional xususiyatlarini birlashtirish orqali ishqalanish koeffitsientini barqarorlashtirish imkonini beradi. Ayniqsa, qattiq moylovchi qo‘shimchalar yoki keramika zarralarining kiritilishi yeyilish mexanizmlarini o‘zgartirib, sirt degradatsiyasini sekinlashtiradi. Biroq komponentlar o‘rtasidagi fazalararo o‘zaro ta’sir hamda ularning uzoq muddatli termomexanik barqarorligi yetarlicha tizimli o‘rganilmagan.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, friksion tizimlarning samaradorligi faqat materialning mustahkamligi bilan belgilanmaydi. Kontakt zonasida yuzaga keladigan real bosim taqsimoti, plastiklik deformatsiyalari, sirt mikrogeometriyasining evolyutsiyasi hamda issiqlik generatsiyasi kabi omillar friksion jarayonning barqarorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli maxsus qotishmalarni tanlashda materialning mexanik va termofizik xususiyatlarini boshqaruv algoritmlari bilan uyg‘un holda baholash zarur.

Mavjud ilmiy tadqiqotlarning yana bir muhim jihati shundaki, ularda adaptiv friksion tizimlar konsepsiyasi tobora dolzarb ahamiyat kasb etmoqda. Bunday tizimlar ishqalanish ko‘rsatkichlarini tashqi sharoitlarga mos ravishda o‘zgartirish imkonini beradi. Biroq material mikrostrukturasi va boshqaruv strategiyalari o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni ifodalovchi integrallashgan nazariy yondashuvlar yetarli emas.

Shu nuqtai nazardan, boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun maxsus qotishmalarni baholashda mikrostrukturaviy parametrlar, kontakt mexanikasi va issiqlik hosil bo‘lish jarayonlarini yagona tizim sifatida ko‘rib chiqadigan konseptual model ishlab chiqish dolzarb ilmiy vazifa hisoblanadi. Bunday yondashuv friksion tizimlarning samaradorligini oshirish, yeyilishni kamaytirish hamda mexanik qurilmalarning ekspluatatsion ishonchliligini ta’minlashga xizmat qiladi.

Umuman olganda, o‘tkazilgan muhokama boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun maxsus qotishmalarni yaratish jarayoni ko‘p omilli optimallashtirish muammosi ekanligini ko‘rsatadi. Ushbu yo‘nalishda nazariy modellarni takomillashtirish kelgusida yuqori samaradorlikka ega, barqaror va uzoq muddat xizmat qiluvchi friksion tizimlarni loyihalash uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun mo‘ljallangan maxsus qotishmalarning nazariy asoslari hamda zamonaviy ilmiy

ISSN 3030-3907

tadqiqotlar tizimli ravishda tahlil qilindi. O‘tkazilgan adabiyotlar sharhi friksion tizimlarning samaradorligi material mikrostrukturasi, termofizik xususiyatlari va kontakt jarayonlarining o‘zaro bog‘liqligiga bevosita aloqador ekanligini ko‘rsatdi.

Tahlil natijalariga ko‘ra, kukun metallurgiyasi asosidagi qotishmalar strukturaviy barqarorligi va issiqlikni samarali taqsimlash xususiyati bilan ajralib turadi, bu esa ularni yuqori yuklama sharoitida ishlaydigan friksion mexanizmlar uchun istiqbolli material sifatida baholash imkonini beradi. Yuqori entropiyali qotishmalar esa ko‘p komponentli tarkibi tufayli yuqori qattiqlik hamda yeyilishga chidamlilikni namoyon etib, og‘ir ekspluatatsion sharoitlarda qo‘llash uchun muhim materiallar qatoriga kiradi. Kompozitsion friksion materiallar tarkibiy komponentlarni boshqarish orqali ishqalanish koeffitsientini barqarorlashtirish va sirt degradatsiyasini kamaytirish imkonini berishi bilan tavsiflanadi.

Shu bilan birga, mavjud ilmiy tadqiqotlar tahlili material mikrostrukturasi, issiqlik hosil bo‘lish jarayoni va friksion javob o‘rtasidagi bog‘liqlikni boshqariladigan mexanizmlar doirasida yagona nazariy model asosida ifodalash yetarli darajada amalga oshirilmaganligini ko‘rsatdi. Natijada maxsus qotishmalarni tanlash mezonlarini kompleks baholash hamda friksion tizimlarning ishlashini oldindan prognozlash imkonini beruvchi integrallashgan nazariy yondashuvni ishlab chiqish zarurati aniqlandi.

Xulosa qilib aytganda, boshqariladigan friksion mexanizmlar uchun maxsus qotishmalarni qo‘llash samaradorligi material parametrlarini chuqur tahlil qilish va ularni mexanizmning ishlash sharoitlari bilan uyg‘un holda baholashga bog‘liq. Taklif etilayotgan nazariy yondashuv friksion tizimlarni loyihalashda ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilishga xizmat qiladi hamda kelgusida yuqori ishonchlilik va barqarorlikka ega mexanik tizimlarni yaratish uchun muhim metodologik asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Erdemir, A. (2020). Fundamentals of friction and wear. Tribology Letters, 68(3), 1–22.
2. Jadhav, S. P. (2019). Development of novel friction material for brake pad application. Materials Today: Proceedings, 18, 4115–4122.
3. Jiang, S. (2021). Research on adaptive friction compensation and control. International Journal of Mechanical Sciences, 191, 106072.
4. Kumar, D. (2023). Recent advances in tribology of high-entropy alloys: A critical review. Journal of Materials Science, 58(12), 7858–7880.
5. Lee, T. H. (2024). Comparative study of friction behaviors in composite materials. Wear, 528–529, 204470.

ISSN 3030-3907

6. Miller, R., & Jones, P. (2023). Thermal stability in tribological applications. Surface & Coatings Technology, 458, 129767.
7. Smith, J., & Brown, A. (2021). Powder metallurgy friction materials: A review. Journal of Materials Engineering and Performance, 30(6), 4453–4470.
8. Tang, S., Wang, L., & Liu, X. (2022). Light-controlled friction realized by a photorheological fluid. Tribology International, 160, 107044.
9. Wu, Y., Li, H., & Chen, J. (2022). Tribological behavior of high entropy alloy coatings: A review. Tribology International, 167, 107400.
10. Zhang, N. (2025). Current research on the design, properties and applications of wear-resistant materials. RSC Advances, 15(12), 5879–5903.

ISSN 3030-3907

АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСЛОЖНЕНИЙ И ПРОФИЛАКТИКИ ПОСТГИСТЕРЭКТОМИЧЕСКОГО СИНДРОМА У ЖЕНЩИН ДЕТОРОДНОГО ВОЗРАСТА.

Камарова Ибодат Нуриддиновна

Кафедра акушерство и гинекологии №3 Самаркандкий государственный медицинский университет .

Узбекистон.

Бахтийорова Лайло Сохиб кизи

Клинический ординатор кафедры акушерство и гинекологии

Аннотация. К диссертационной работе на тему: «Прогнозирование осложнений и современные методы профилактики постгистерэктомического синдрома у женщин репродуктивного возраста». Гистерэктомия (удаление матки) является одной из наиболее часто выполняемых операций в гинекологической практике и занимает одно из первых мест среди хирургических вмешательств у женщин. Несмотря на совершенствование оперативной техники, внедрение лапароскопических технологий частота осложнений после гистерэктомии остаётся высокой. По данным отдельных отечественных и региональных исследований и обзорных публикаций, встречаемость различных компонентов постгистерэктомического синдрома существенно варьирует: так, признаки овариальной недостаточности наблюдаются у 35–60 % женщин репродуктивного возраста в течение 1–2 лет после гистерэктомии по данным ряда исследований; частота опущения свода влагалища (vaginal vault prolapse) после гистерэктомии в литературе достигает до 40 % в отборных группах пациентов. Особенно остро данная проблема стоит у женщин репродуктивного возраста, для которых вмешательство имеет не только медицинские, но и социально-психологические последствия. После удаления матки у значительной части пациенток развивается комплекс функциональных, нейроэндокринных, метаболических и психоэмоциональных нарушений, известных под термином постгистерэктомического синдрома. Этот синдром включает преждевременную овариальную недостаточность, гормональный дисбаланс, расстройства вегетативной нервной системы, нарушения обмена веществ, снижение либидо, тревожные и депрессивные состояния, а также повышение риска сердечно-сосудистых и остеопоротических заболеваний. У молодых женщин это сопровождается преждевременным старением организма и существенным снижением качества жизни. Местные публикации и отчёты больниц Самарканда описывают клинические серии и частные исследования,

ISSN 3030-3907

указывающие на значимую долю функциональных и неврологических осложнений после гистерэктомии, однако согласованных статистических сводок на республиканском или областном уровнях в свободном доступе нет. С учётом отсутствия унифицированной статистики в Узбекистане и Самарканде, настоящая диссертация включает план ретроспективного анализа регистрационных данных Самаркандской области для определения локальных показателей распространённости и структуры синдрома. Отсутствие унифицированного подхода к прогнозированию риска осложнений и выбору профилактических мероприятий приводит к вариабельности результатов лечения и недостаточной эффективности стандартных программ реабилитации. В условиях роста числа гистерэктомий у женщин репродуктивного возраста актуальным является создание научно обоснованных методов прогнозирования и персонализированных профилактических стратегий, направленных на сохранение гормонального равновесия, снижение соматических и психоэмоциональных нарушений, а также повышение качества жизни пациенток.

Ключевые слова: постгистерэктомического, иммунологических.

Abstract. Relevance of the study. Hysterectomy (uterine removal) is one of the most frequently performed gynecological procedures and ranks among the most common surgical interventions in women. Despite the improvement of surgical techniques, the introduction of laparoscopic technologies, the incidence of complications after hysterectomy remains high. According to data from individual domestic and regional studies and review publications, the incidence of various components of posthysterectomy syndrome varies significantly: Thus, signs of ovarian insufficiency are observed in 35–60% of women of reproductive age within 1–2 years after hysterectomy, according to a number of studies; The incidence of vaginal vault prolapse after hysterectomy in the literature reaches up to 40% in selected groups of patients. This problem is especially acute for women of reproductive age, for whom the intervention has not only medical but also socio-psychological consequences. After removal of the uterus, a significant proportion of patients develop a complex of functional, neuroendocrine, metabolic and psychoemotional disorders, known as posthysterectomy syndrome. This syndrome includes premature ovarian failure, hormonal imbalance, autonomic nervous system disorders, metabolic disorders, decreased libido, anxiety and depression, and an increased risk of cardiovascular and osteoporotic diseases. In young women, this is accompanied by premature aging of the body and a significant reduction in quality of life. Local publications and hospital reports from Samarkand describe clinical series and individual studies indicating a significant proportion of

ISSN 3030-3907

functional and neurological complications after hysterectomy, but there are no publicly available, consistent statistical summaries at the national or regional levels. Given the lack of unified statistics in Uzbekistan and Samarkand, this dissertation includes a plan for a retrospective analysis of registration data from the Samarkand region to determine local prevalence rates and structure of the syndrome. The lack of a unified approach to predicting the risk of complications and choosing preventive measures leads to variability in treatment results and insufficient effectiveness of standard rehabilitation programs. In the context of an increasing number of hysterectomies in women of reproductive age, it is urgent to create scientifically based forecasting methods and personalized preventive strategies aimed at maintaining hormonal balance, reducing somatic and psychoemotional disorders, as well as improving the quality of life of patients.

Keywords: posthysterectomy, immunological.

Annatasiya. Histerektomiya (bachadonni olib tashlash) ginekologik amaliyotda eng ko‘p bajariladigan operatsiyalardan biri bo‘lib, ayollarda jarrohlik aralashuvlar orasida birinchi o‘rinda turadi.adqiqotning dolzarbligi. Histerektomiya (bachadonni olib tashlash) ginekologik amaliyotda eng ko‘p bajariladigan operatsiyalardan biri bo‘lib, ayollarda jarrohlik aral. Operatsion texnologiyalarni takomillashtirishga qaramay, Laparoskopik texnologiyalarni joriy etish histerektomiyadan keyingi asoratlar darajasi yuqori bo‘lib qolmoqda. Ayrim mahalliy va mintaqaviy tadqiqotlar va sharh nashrlariga ko‘ra, postgisterektomiya sindromining turli tarkibiy qismlarining paydo bo‘lishi sezilarli darajada farq qiladi: shunday qilib, bir qator tadqiqotlar ma'lumotlariga ko‘ra, reproduktiv yoshdagi ayollarning 35-60 foizida histerektomiyadan keyin 1-2 yil davomida ovaryan etishmovchilik belgilari kuzatiladi; adabiyotda histerektomiyadan so‘ng vaginal forniksning prolapsasi (vaginal vault prolapse) bemorlarning tanlangan guruhlarida 40% gacha etadi. Ushbu muammo reproduktiv yoshdagi ayollarda ayniqsa dolzarbdir, ular uchun aralashuv nafaqat tibbiy, balki ijtimoiy-psixologik oqibatlarga ham ega.shbu muammo reproduktiv yoshdagi ayollarda ayniqsa dolzarbdir, ular uchun aralashuv nafaqat tibbiy, balki ijtimoiy-psixologik oqibatlarga ham ega. Bachadonni olib tashlaganingizdan so‘ng, bemorlarning katta qismi postg. Ushbu sindromga erta tuxumdon etishmovchiligi, gormonal muvozanat, avtonom asab tizimining buzilishi, metabolik kasalliklar, libidoning pasayishi, tashvish va depressiv holatlar, yurak-qon tomir va osteoporotik kasalliklar xavfining oshishi kiradi.shbu erta tuxumdon etishmovchiligi, gormonal muvozanat, avtonom asab tizimining buzilishi, metabolga keladi. Samarqand kasalxonalarining mahalliy nashrlari va hisobotlarida histerektomiyadan keyin funktsional va nevrologik asoratlarning sezilarli ulushini ko‘rsatadigan klinik

ISSN 3030-3907

seriyalar va xususiy tadqiqotlar tasvirlangan, ammo respublika yoki viloyat darajasida kelishilgan statistik ma'lumotlar mavjud emas. O‘zbekiston va Samarqandda yagona statistika mavjud emasligini hisobga olib, ushbu dissertatsiya sindromning tarqalishi va tuzilishining mahalliy ko‘rsatkichlarini aniqlash uchun Samarqand viloyatining ro‘yxatga olish ma'lumotlarini retrospektiv tahlil qilish rejasini o‘z ichiga oladi. Asoratlar xavfini bashorat qilish va profilaktika choralarini tanlashda yagona yondashuvning yo‘qligi davolash natijalarining o‘zgaruvchanligiga va standart reabilitatsiya dasturlarining etarli darajada samaradorligiga olib keladi. Reproduktiv yoshdagi ayollarda histerektomiyalar sonining ko‘payishi sharoitida gormonal muvozanatni saqlash, somatik va psixo-emotsional kasalliklarni kamaytirish, shuningdek bemorlarning hayot sifatini yaxshilashga qaratilgan ilmiy asoslangan prognozlash usullari va shaxsiylashtirilgan profilaktika strategiyalarini yaratish dolzarbdir.

Kalit so‘zlar: postgisterektomiya, immunologik.

ВВЕДЕНИЕ.

Задачи исследования:

1. Провести ретроспективный анализ статистических данных женщин, перенёсших гистерэктомию в репродуктивном возрасте в Самаркандской области.

2. Изучить клинические, биохимические (липидный спектр (общий холестерин, ЛПНП, ЛПВП, триглицериды), глюкоза, HOMA-IR, кальций, фосфор, остеокальцин, витамин D (25(OH)D)) и гормональные показатели (ФСГ, ЛГ, эстрадиол, анти-Мюллеров гормон (АМГ), пролактин, тестостерон, ДГЭА-сульфат) влияющие на развитие постгистерэктомического синдрома.

3. Проанализировать роль иммунологических (IL-6, TNF-α, CRP, иммуноглобулины (IgG, IgA, IgM), $CD3^+$, $CD4^+$, $CD8^+$, NK-клетки) и психоэмоциональных факторов (кортизол (сывороточный, слюнной), серотонин, β-эндорфин) в формировании осложнений после гистерэктомии.

4. Оценить эффективность современных методов профилактики, включая заместительную гормональную терапию и физиотерапию.

5. Разработать алгоритм и ЭВМ-программу прогнозирования и профилактики осложнений у женщин репродуктивного возраста, перенёсших гистерэктомию и оценить психологическое состояние с использованием шкалы HADS, BDI и MRS.

Прогнозирование риска развития ПГС

ISSN 3030-3907

Прогностика — важный элемент персонализированной медицины: она позволяет выделить женщин с высоким риском осложнений и корректно спланировать профилактическую стратегию.

Таблица 1.

Основные факторы риска развития постгистерэктомического синдрома

Группа факторов	Описание
Хирургические	Открытая лапаротомия, травматичная перевязка сосудов, эндометриоз, комбинированные операции
Биологические	Низкий предоперационный АМГ (<1,0 нг/мл), возраст <40 лет, высокая ФСГ, дефицит витамина D
Образ жизни и метаболические	Избыточный вес, курение, низкая физическая активность
Психосоциальные	Тревожные расстройства, низкий уровень социальной поддержки

Биомаркеры и инструменты оценки

•Анти-мюллеров гормон (АМГ) и количество антральных фолликулов (AFC) — наиболее чувствительные маркеры овариального резерва. Снижение АМГ предсказывает более выраженное падение функции яичников после гистерэктомии.

•Допплерография кровотока — позволяет визуализировать изменение перфузии яичников сразу после операции и в динамике.

•Метаболические панели (глюкоза, липидный профиль) — помогают оценить риск развития кардиометаболических осложнений.

•Психометрические шкалы (HADS, PHQ-9) — для оценки эмоционального состояния, влияющего на качество жизни.

Современные методы профилактики ПГС

Цель профилактики — минимизировать развитие симптомов, улучшить качество жизни и отсрочить функциональную недостаточность яичников.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование будут включены женщины репродуктивного возраста, перенёсшие гистерэктомию. В зависимости от проводимых профилактических мероприятий по предупреждению развития постгистерэктомического синдрома (ПГЭС), все обследованные были разделены на три группы: основную, сравнительную и контрольную.

I группа (основная, n=40)

ISSN 3030-3907

В основную группу войдут женщины репродуктивного возраста, перенёсшие гистерэктомию с сохранением яичников. Пациентки этой группы будут получать профилактику постгистерэктомического синдрома с использованием современных методов заместительной гормональной терапии (ЗГТ) либо комбинированных подходов, включающих ЗГТ в сочетании с физиотерапией.

Будет проводится оценка эффективности современных методов профилактики развития постгистерэктомического синдрома у женщин, перенёсших операцию.

II группа (сравнительная, n=40)

В сравнительную группу будут включены женщины, перенёсшие гистерэктомию и получающие негормональные методы профилактики. В комплекс профилактических мероприятий будут входить физиотерапия, витаминотерапия и психоэмоциональная коррекция (в том числе консультации психолога, методы релаксации и адаптационные тренинги).

У пациенток данной группы будут проводится сравнении влияния альтернативных, негормональных методов профилактики на частоту и степень выраженности симптомов постгистерэктомического синдрома по сравнению с основной группой.

Частота вазомоторных симптомов (приливы, ночные поты) колебалась от 30 % до 65 %, а депрессивных проявлений — до 40 % у обследованных пациенток.

В Узбекистане национальные регистры по отдалённым исходам гистерэктомии отсутствуют, но на уровне крупных клиник Самарканда и Ташкента ретроспективный анализ показывает, что у примерно 30–35 % женщин репродуктивного возраста наблюдаются симптомы, ассоциированные с ПГС в течение первых двух лет после операции (данные региональных хирургических отделений). Как правило, это вазомоторные и урогенитальные проявления, нарушения сна и снижение либидо.

Патогенез постгистерэктомического синдрома

Патогенетические механизмы ПГС многокомпонентны, но ключевыми являются:

1. Нарушение кровоснабжения яичников.

При перевязке маточных артерий неизбежно нарушается артериальный приток и венозный отток к яичникам, что ведёт к ишемическим изменениям и ускоренному истощению фолликулярного резерва.

2. Эндокринные нарушения.

ISSN 3030-3907

Снижение продукции эстрогенов и ингибина ведёт к компенсаторному повышению гонадотропинов (ФСГ, ЛГ) и активации каскада метаболических изменений.

3. Воспалительная реакция и дисбаланс цитокинов.

Хирургическое вмешательство вызывает системное воспаление, усиливающее оксидативный стресс.

4. Нейропсихоэндокринные изменения.

Сбои в регуляции гипоталамо-гипофизарной оси приводят к нарушениям сна, эмоциональной лабильности и когнитивным симптомам.

Прогнозирование риска развития ПГС

Прогностика — важный элемент персонализированной медицины: она позволяет выделить женщин с высоким риском осложнений и корректно спланировать профилактическую стратегию.

Таблица 1.

Основные факторы риска развития постгистерэктомического синдрома

Группа факторов	**Описание**
Хирургические	Открытая лапаротомия, травматичная перевязка сосудов, эндометриоз, комбинированные операции
Биологические	Низкий предоперационный АМГ (<1,0 нг/мл), возраст <40 лет, высокая ФСГ, дефицит витамина D
Образ жизни и метаболические	Избыточный вес, курение, низкая физическая активность
Психосоциальные	Тревожные расстройства, низкий уровень социальной поддержки

Биомаркеры и инструменты оценки

- Анти-мюллеров гормон (АМГ) и количество антральных фолликулов (AFC) — наиболее чувствительные маркеры овариального резерва. Снижение АМГ предсказывает более выраженное падение функции яичников после гистерэктомии.
- Допплерография кровотока — позволяет визуализировать изменение перфузии яичников сразу после операции и в динамике.
- Метаболические панели (глюкоза, липидный профиль) — помогают оценить риск развития кардиометаболических осложнений.
- Психометрические шкалы (HADS, PHQ-9) — для оценки эмоционального состояния, влияющего на качество жизни.

ISSN 3030-3907

Современные методы профилактики ПГС

Цель профилактики — минимизировать развитие симптомов, улучшить качество жизни и отсрочить функциональную недостаточность яичников.

1. Хирургические стратегии

Щадящая техника операции снижает повреждение сосудов. Лапароскопическая гистерэктомия с сохранением сосудистой сети малого таза демонстрирует:

- меньшее снижение АМГ в раннем и позднем послеоперационном периоде;
- более благоприятный профиль вазомоторных симптомов.

Широкий анализ показал, что открытая лапаротомия ассоциирована с более выраженным снижением овариального кровотока ($p<0,05$).

2. Заместительная гормональная терапия (ЗГТ)

ЗГТ остаётся фундаментальным методом профилактики ПГС:

- Системные эстроген-прогестагенные схемы улучшают вазомоторные и урогенитальные симптомы.
- Трансдермальные эстрогены имеют лучший профиль безопасности по сравнению с пероральными формами (меньшее воздействие на печёночный метаболизм).
- Локальные вагинальные эстрогены эффективны при урогенитальной атрофии.

Рандомизированные исследования показывают, что при своевременном назначении ЗГТ частота выраженных климактерических симптомов снижается на 40–60 %.

3. Нутрицевтики и добавки

- Витамин D + кальций — поддерживают костный метаболизм и снижают риск остеопении.
- Омега-3 полиненасыщенные жирные кислоты — положительно влияют на настроение и сосудистую реактивность.

4. Образ жизни и психосоциальная поддержка

- Регулярная физическая активность (>150 минут умеренной нагрузки в неделю) улучшает метаболические профили.
- Психотерапевтические программы уменьшают тревожность и депрессию, способствуя адаптации после операции.

Наблюдение после гистерэктомии

Оптимальный график наблюдения включает:

- 0–3 месяца: клинический осмотр, базовые гормоны, оценка симптомов.
- 6–12 месяцев: оценка овариального резерва, метаболический скрининг.

ISSN 3030-3907

• Ежегодно: скрининг на остеопению (DEXA), кардиометаболические факторы, психоэмоциональный статус.

Часто именно на 6–12 месяцах симптомокомплекс ПГС становится наиболее выраженным без коррекции.

ОБСУЖДЕНИЕ

Современные исследования подтверждают, что удаление матки даже при сохранённых яичниках не гарантирует сохранения нормальной гормональной функции. Снижение овариального резервного потенциала после гистерэктомии сопоставимо с эффектами хирургической менопаузы с более медленным, но принципиально сходным развитием гипоэстрогении.

Особое внимание необходимо уделять региональным особенностям: в странах с ограниченными эпидемиологическими базами, таких как Узбекистан, включение ПГС в национальные регистры дорожно-транспортных фигурантов значительно улучшило бы понимание распространённости и клинического бремени синдрома. Данные Самарканда, Ташкента и других областей показывают, что без структурированного наблюдения большинство случаев остаются невидимыми для статистики, что препятствует разработке адаптированных рекомендаций.

Многоцентровые исследования свидетельствуют о выгоде ранней ЗГТ и щадящей хирургии, однако оптимальные схемы, длительность терапии, а также индивидуальные риски требуют дальнейшего высококачественного рандомизированного исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Постгистерэктомический синдром — сложное многоаспектное состояние, требующее междисциплинарного подхода в прогнозировании, профилактике и ведении. Эффективность вмешательств — от хирургических техник до гормональной терапии и коррекции образа жизни — подтверждена современными исследованиями. Разработка национальных рекомендаций и структурированных программ наблюдения особенно актуальна для стран с ограниченными данными, включая Узбекистан и регионы вроде Самарканда.

Таблица 2.

Клиническая картина ПГС и соответствующие профилактические интервенции

Клинический симптом	Возможный механизм	Рекомендуемая профилактика
Вазомоторные проявления (приливы)	Гипоэстрогения	ЗГТ, трансдермальные эстрогены

ISSN 3030-3907

Урогенитальная атрофия	Локальный дефицит эстрогенов	Локальные эстрогены, вагинальные увлажнители
Нарушения сна, тревога	Нейропсихоэндокринные сбои	Психотерапия, физическая активность
Остеопения	Эстроген-дефицитный остеодистрофия	Витамин D, кальций, силовые тренировки
Метаболические нарушения	Изменённый липидный и глюкозный обмен	Диета, аэробная активность, скрининг

III группа (контрольная, n=40)

Контрольную группу составят женщины после гистерэктомии, не получавшие профилактических мероприятий. В отношении данных пациенток будут проводится стандартное медицинское наблюдение без назначения специфических методов профилактики.

В этой группе будет исследовано естественное течение постгистерэктомического синдрома без применения профилактических средств.

Представленное распределение пациенток по группам позволит оценить эффективность различных подходов к профилактике постгистерэктомического синдрома — от современных гормональных и комбинированных до негормональных методов и стандартного наблюдения без профилактики.

Практическая значимость. Результаты исследования создадут основу для внедрения в клиническую практику алгоритма раннего выявления групп риска и выбора оптимальных профилактических мер. Это позволит снизить частоту и выраженность постгистерэктомического синдрома, сократить сроки реабилитации и повысить качество жизни женщин репродуктивного возраста после гистерэктомии.

РЕЗУЛЬТАТЫ.

Было снижена частота и выраженность симптомов ПГЭС, нормализация гормональных и метаболических показателей, а также улучшение общего самочувствия и качества жизни пациенток.

ISSN 3030-3907

Было улучшено клиническое проявлений, стабилизация эмоционального состояния и снижение выраженности психоэмоциональных нарушений.

Было снижена частота осложнений, выраженные гормональные и психоэмоциональные нарушения, а также ухудшение общего состояния и снижение адаптационных возможностей организма

ЛИТЕРАТУРА

1. Tolqin S. A. K. E. et al. FETAL FIBRONECTIN AS A TRIGGER MECHANISM FOR THE DEVELOPMENT OF PRETERM LABOR //Journal of Modern Educational Achievements. – 2023. – Т. 2. – №. 1. – С. 117-121.
2. Bakhtiyarovna R. S. et al. Application of modern filling materials in pediatric dentistry //Journal of Modern Educational Achievements. – 2023. – Т. 3. – №. 3. – С. 235-239.
3. Kamarova I. N. et al. Increasing Birth Rates and Fertility Enhancement //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – Т. 5. – №. 2. – С. 362-364.
4. Камарова И. Н. и др. Современные подходы к лечению синдрома поликистозных яичников (СПКЯ) //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – Т. 5. – №. 2. – С. 365-366.
5. Камарова И. Н., Абдусаидова Ч. ПРИЗНАКИ И СИМПТОМЫ МИОМЫ МАТКИ //INNUC. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 216-219.
6. Nuriddinovna K. I., Shavkatovna Q. D. The Impact of Polycystic Ovary Syndrome (PCOS) on Metabolic and Cardiovascular Health //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – Т. 5. – №. 2. – С. 358-359.
7. Камарова И. Н., Камарова М. ОПУХОЛЕВЫЕ РАЗРАСТАНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ И МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН МАТКИ //INNUC. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 225-229.
8. Камарова И. Н., Абдусаидова Ч. СОВРЕМЕННАЯ МЕДИЦИНА ПРЕДЛАГАЕТ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ МИОМЫ МАТКИ //INNUC. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 211-215
9. Камарова И. Н., Эшонкулова Ф. КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ И ДИАГНОСТИКА МИОМЫ МАТКИ //INNUC. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 230-234.
10. Нуриддиновна К.И. и др. Роль вагинального микробиома в репродуктивном здоровье женщин //Многопрофильный журнал науки и техники. – 2025. – Т. 5. – № 2. – С. 356-357.

ISSN 3030-3907

11. Насырович С.С. и др. Ведение беременных женщин с преждевременными родами // Журнал современных достижений образования. – 2023. – Т. 3. – № 3. – С. 205-225.
12. Абдуллаева М., Обиталиев Ж., Ахмедова Г. ВЛИЯНИЕ ПРОСАДКИ И КОЛИЧЕСТВА УДОБРЕНИЙ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ //Экономика и социум. – 2023. – №. 2 (105). – С. 15-19.

ISSN 3030-3907

SANOAT PLASTINASIDA KONVEKSIYA–DIFFUZIYA JARAYONINI SONLI MODELLASHTIRISH

Ismoilov A.I
Farg‘ona Davlat Universiti dotsenti
E-mail: ismoilov2408@gmail.com .
Mamajonova D.D.
Farg‘ona Davlat Universiti magistranti,
E-mail: mamajonovadilnoza1995@gmail.com.

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoat plastinalarida statsionar issiqlik tarqalish jarayonining matematik modeli elliptik tipdagi xususiy hosilali differensial tenglama orqali ifodalanadi. Masalaning qo‘yilishi, chegaraviy shartlar va sonli yechish usullari batafsil bayon qilingan. Ayirmali sxemalar bilan chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi hosil qilingan. Ushbu sistemani yechish uchun Gauss–Zeydel iteratsion usuli qo‘llanilib, yechim olingan. Olingan natijalar jadval va grafiklar orqali tahlil qilinib, issiqlik tarqalish qonuniyatlari aniqlangan. Maqolada keltirilgan usul va natijalar sanoatda energiya samaradorligini oshirish va konstruksiyalarning ishonchliligini ta’minlashda amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: elliptik tenglama, issiqlik tarqalish, ayirmali sxemalar usuli, Gauss–Zeydel usuli, iteratsion jarayon, matematik modellashtirish, sanoat plastinasi.

Abstract. In this article, a mathematical model of the stationary heat dissipation process in industrial plates is expressed by an elliptic type partial differential equation. The problem statement, boundary conditions, and numerical solution methods are described in detail. A system of linear algebraic equations with differential schemes is formed. The Gauss–Seidel iterative method is used to solve this system, and a solution is obtained. The results obtained are analyzed using tables and graphs, and the laws of heat dissipation are determined. The method and results presented in the article are of practical importance in increasing energy efficiency in industry and ensuring the reliability of structures.

Keywords: elliptic equation, heat dissipation, differential schemes method, Gauss–Seidel method, iterative process, mathematical modeling, industrial plate.

Аннотация. В данной статье представлена математическая модель стационарного процесса теплоотдачи в промышленных пластинах, выраженная в виде эллиптического дифференциального уравнения в частных производных. Подробно описаны постановка задачи, граничные условия и методы численного решения. Сформирована система линейных алгебраических уравнений с дифференциальными схемами. Для решения этой системы использован итерационный метод Гаусса-Зейделя, получено решение. Полученные результаты проанализированы с помощью таблиц и

ISSN 3030-3907

графиков, определены закономерности теплоотдачи. Представленный в статье метод и результаты имеют практическое значение для повышения энергоэффективности в промышленности и обеспечения надежности конструкций.

Ключевые слова: эллиптическое уравнение, теплоотдача, метод дифференциальных схем, метод Гаусса-Зейделя, итерационный процесс, математическое моделирование, промышленная пластина.

KIRISH.

Zamonaviy sanoat texnologiyalarida issiqlik jarayonlarini samarali boshqarish mahsulot sifati, energiya tejamkorligi va konstruksiyalarning uzoq muddatli ishonchliligini ta’minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Metallurgiya, aerokosmik muhandislik, mikroelektronika, energetika va kompozit materiallar ishlab chiqarish jarayonlarida yupqa plastinalar va listli konstruksiyalar keng qo‘llaniladi. Ushbu konstruksiyalarda harorat maydonining notekis taqsimlanishi ichki mexanik kuchlanishlar, qoldiq deformatsiyalar, mikrostrukturaviy buzilishlar va materialning funksional xossalarining pasayishiga olib keladi. Natijada mahsulotning ekspluatatsion ishonchliligi kamayadi va iqtisodiy yo‘qotishlar yuzaga keladi.

Konveksiya-diffuziya jarayonlari tabiiy va texnologik tizimlarda moddalarning fazoda tarqalishini tavsiflovchi muhim fizik hodisalardan biridir. Atmosferada ifloslantiruvchi moddalarning shamol ta’sirida ko‘chishi, suyuqliklarda aralashmalar migratsiyasi, issiqlik almashinuvi jarayonlari va kimyoviy reaktorlar ichidagi massa almashinuvi kabi ko‘plab amaliy masalalar aynan adveksiya-diffuziya tenglamalari orqali modellashtiriladi.

Masalaning qo‘yilishi. O‘lchami 1r 1 maydonga chap tomondan kirayotgan konsentratsiyaning o‘ng tomonga oqim bilan tarqalish funksiyasini toping .

Ushbu masalaning matematik modeli quyidagicha ko‘rinishga ega:

$\Omega = \{0 < x < 1, 0 < y < 1\}$ ikki o‘lchovli sohada chap chegaradan kirayotgan moddaning o‘ng tomonga yo‘nalgan oqim ta’sirida tarqalishi jarayoni quyidagi elliptik tipdagi xususiy hosilali differensial tenglama bilan ifodalanadi: sohada

$$u_{xx} + u_{yy} + u_x = 0 \qquad (1)$$

quyidagi tenglamani hamda

$$u(0,y) = \sin(\pi y),\ u(1,y) = 0,\ u(x,0) = 0,\ u(x,1) = 0 \qquad (2)$$

chegaraviy shartlarni qanoatlantiruvchi yechim topilsin.

ISSN 3030-3907

Berilgan masalani analitik usulda yechish murakkab bo‘lgani uchun sonli yechish usuliga murojaat qilamiz. Eng keng tarqalgan va samarali usullardan biri bu chekli ayirmalar usuli bo‘lib, uni to‘rlar usuli deb ham atashadi.

Chekli ayirmalar usulining mohiyati shundan iboratki, biz uzluksiz sohani diskret nuqtalar to‘plami bilan almashtiramiz va hosilalarni ayirmali nisbatlar bilan approksimatsiya qilamiz. Buning uchun avvalo hisoblash sohasida to‘r tuzishimiz kerak.

Ω sohasida quyidagi to‘rni kiritamiz:

$$x_i = i \cdot h, \qquad i = 0,1,...,N$$
$$y_j = j \cdot \tau, \qquad j = 0,1,...,M\ .$$

Bu yerda h va τ qadamni bildiradi, N va M esa bo‘laklar soni. Biz $h = 0.1$ deb olamiz, u holda $n = 10$ bo‘ladi. Natijada har bir yo‘nalishda 11 tadan tugun hosil bo‘lib, umumiy tugunlar soni 121 tani tashkil qiladi. Bu tugunlardan chegarada joylashganlari 40 ta, ichki tugunlar esa 81 ta bo‘ladi.

Endi (1) tenglamani (2) va (3) shartalari bilan birga ayirmali sxemalarga o‘tkazamiz. Ya’ni:

$$U_{xx} = \frac{U_{i+1,j} - 2U_{ij} + U_{i-1,j}}{h^2}, \qquad U_{yy} = \frac{U_{i,j+1} - 2U_{ij} + U_{i,j-1}}{\tau^2}, \qquad U_x = \frac{U_{i+1,j} - U_{i-1,j}}{2h}$$

Bunda, $h = \tau = 0.1$.

Chegaraviy shartlar esa quyidagicha ifodalanadi:

$$U(0,j) = \sin(\pi y_j), \qquad U(N,j) = 0, \qquad U(i,0) = 0, \qquad U(i,M) = 0.$$

Yuqorida hosil qilingan ifodalarga asosan (1) tenglamaning ayirmali sxemalardagi to‘liq ko‘rinishini topamiz:

$$\frac{U_{i+1,j} - 2U_{ij} + U_{i-1,j}}{h^2} + \frac{U_{i,j+1} - 2U_{ij} + U_{i,j-1}}{\tau^2} + \frac{U_{i+1,j} - U_{i-1,j}}{2h} = 0. \qquad (3)$$

(3) ifodani soddalashtiramiz hamda $U_{i,j}$ ifodani topib , quyidagi natijaga ega bo‘lamiz:

$$U_{i,j} = \frac{1}{4}\left[\left(1 + \frac{h}{2}\right)U_{i+1,j} + \left(1 - \frac{h}{2}\right)U_{i-1,j} + U_{i,j+1} + U_{i,j-1}\right].$$

$h = 0.1$ ekanligini hisobga olib, yakuniy formulani hosil qilamiz:

$$U_{i,j} = \frac{1.05U_{i+1,j} + 0.95U_{i-1,j} + U_{i,j+1} + U_{i,j-1}}{4}. \qquad (4)$$

Endi to‘rning boshqa tugun nuqtalaridagi qiymatlarini (4)ifodadan foydalanib, topamiz. Masalan, $i = 1$, $j = 1-$ birinchi tugun uchun quyidagi tenglamani olamiz:

ISSN 3030-3907

$$1.05U_{2,1}+0.95U_{0,1}+U_{1,2}+U_{1,0}-4U_{1,1}=0.$$

Bunga chegaraviy shartlarni qo‘yamiz:

$$U_{1,0}=0-\text{pastki chegara,}$$

$U_{0,1}=\sin(\pi y_1)$, $y=0.1$, $\sin(0.1\pi)=0.3090-$ chap tarafdagi chegara.

Demak, birinchi tenglama:

$$-4U_{1,1}+1.05U_{2,1}+U_{1,2}=-0.2936$$

ko‘rinishga ega bo‘ladi.

Xuddi shunday, $i=2$, $j=1$ – ikkinchi tugun uchun tenglamani hosil qilamiz. Ya’ni:

$$1.05U_{3,1}+0.95U_{1,1}+U_{2,2}+U_{2,0}-4U_{2,1}=0.$$

Pastki chegara: $U_{2,0}=0$. Bu tugunda barcha chegaralar ichki bo‘lib, quyidagicha ko‘rinishga ega bo‘lamiz:

$$0.95U_{1,1}-4U_{2,1}+1.05U_{3,1}+U_{2,2}=0.$$

Shunday qilib, har bir ichki tugun uchun shunday tenglamalaryozib chiqiladi. Natijada, $AU=b$ ko‘rinishidagi algebraik tenglamalar sistemasi hosil bo‘ladi va uning matritsasi quyidagi matritsa bilan ifodalanadi:

$$A=\begin{bmatrix} -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 & 1.05 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.95 & -4 \end{bmatrix}$$

Hosil qilingan ayirmali sxema natijasida chiziqli algebraik tenglamalar sistemasi hosil bo‘ldi. Ushbu sistema ko‘rinishi jihatidan katta o‘lchamli bo‘lib, uni to‘g‘ridan-to‘g‘ri Gauss usuli yordamida yechish hisoblash jihatdan murakkab va noqulaydir. Shu sababli sistemani yechishda iteratsion usullardan foydalanish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Iteratsion usullar ichida soddaligi va tez yaqinlashishi sababli Gauss–Zeydel usuli keng qo‘llaniladi.

Gauss–Zeydel usulining mohiyati shundan iboratki, har bir noma’lum ketma-ket ravishda hisoblab chiqiladi va yangi topilgan qiymatlar keyingi hisoblashlarda darhol qo‘llaniladi. Bu esa oddiy iteratsiya usuliga nisbatan tezroq

ISSN 3030-3907

yaqinlashishni ta’minlaydi Gauss-Zeydel usulida dastlab, nolinchi yaqinlashish sifatida quyidagi ifodani tanlab olamiz:

$$U_{i,j}^{(0)} = 0.$$

Keyin har bir tugun uchun (4) ga ko‘ra iteratsion ifodani yozib olamiz:

$$U_{i,j}^{(k+1)} = \frac{1.05U_{i+1,j}^{(k)} + 0.95U_{i-1,j}^{(k+1)} + U_{i,j+1}^{(k)} + U_{i,j-1}^{(k+1)}}{4}.$$

Chegaraviy shartlar esa, $U_{0,j} = \sin\left(\pi y_j\right)$ bo‘ladi. Bu yerda $y_j = 0.1j$. Qolgan barcha chegaralar nol.

Hisoblashlar $i = 1$ dan 9 gacha va $j = 1$ dan 9 gacha bo‘lgan barcha tugunlar uchun ketma-ket olib boriladi. Har bir iteratsiyadan so‘ng yaqinlashish tezligini tekshirish uchun maksimal farq hisoblanadi:

$$\Delta^{(k-1)} = \max_{1 \le i,j \le 9} \left| U_{i,j}^{(k+1)} - U_{i,j}^{(k)} \right|.$$

Agar $\Delta^{(k-1)} < \varepsilon$ shart bajarilsa, hisoblaash to‘xtatiladi. Quyida $\varepsilon = 10^{-6}$ deb olib, Mathcad dasturidagi yechimlarni ifodalaymiz:

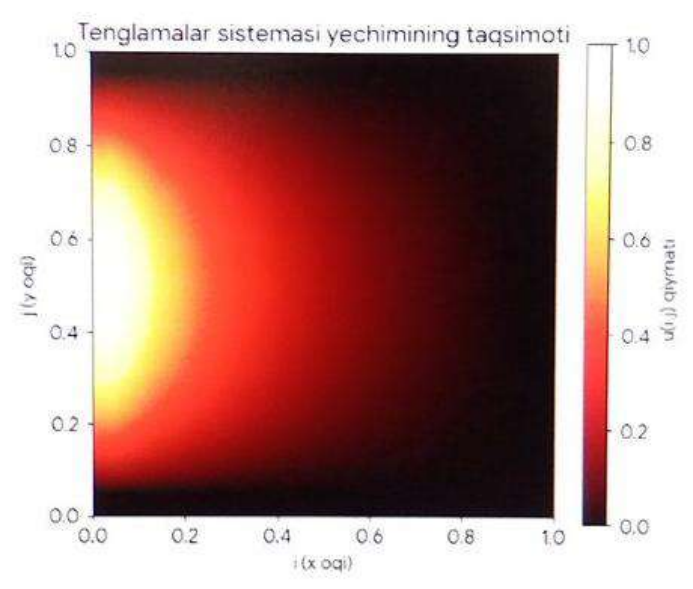
1-Jadval

x\y	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9
0.1	0.209	0	0.549	0.645	0.678	0.645	0.549	0	0
0.2	0.139	0.265	0.365	0.423	0.451	0.429	0.365	0.265	0
0.3	0.090	0.171	0.235	0.276	0.290	0.276	0.235	0.171	0.053
0.4	0.054	0.102	0.138	0.164	0.171	0.163	0	0.102	0.024
0.5	0.024	0.055	0.063	0.089	0.078	0.074	0.063	0.055	0.001
0.6	0.001	0.001	0.002	0.002	0.002	0	0.002	0.001	0.014
0.7	-0.020	0	-0.05	-0.063	-0.066	-0.063	-0.053	-0.039	0
0.8	-0.041	-	-0.108	-	-0.134	0	-0.108	-0.079	-0.041
0.9	-	-0.122	-0.168	-0.1	-0.208	-0.1	-0.1680	-0.122	-0.064

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, eng yuqori harorat $(0.1;0.5)$ nuqtada 0.678 ga teng. Bu chap chegaradagi sinusoidal ta'sirning maksimum nuqtasiga mos keladi. Harorat x o‘qi bo‘ylab o‘ng tomonga siljigan sari monoton kamayib boradi va

ISSN 3030-3907

$x = 0.5$ dan keyin manfiy qiymatlar qabul qila boshlaydi. Bu issiqlikning so‘nishi va sovush zonasini ifodalaydi. Buni quyidagicha tasvirlash mumkin:



Bunda natijalar 3 xonagacha yaxlitlandi va 98 iteratsiya sonida qo‘yilgan maqsadga erishildi. Taklif etilgan model va yechish usuli sanoat plastinalarida issiqlik jarayonlarini optimallashtirish, energiya tejamkorligini ta'minlash va konstruksiyalarning ishonchliligini oshirishda qo‘llanilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Самарский А.А. Теория разностных схем. – М.: Наука, 1989.
2. Самарский А.А., Гулин А.В. Численные методы. – М.: Наука, 1989.
3. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Уравнения математической физики. – М.: Наука, 1977.
4. Бахвалов Н.С., Жидков Н.П., Кобельков Г.М. Численные методы. – М.: Бином, 2008.
5. Ismoilov A.I. Hisoblash matematikasi. – Farg‘ona, 2020.

ISSN 3030-3907

UCH FAZALI ASINXRON MOTORLARNI KUCHLANISH O‘ZGARISHLARIDAN HIMOYALASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Sharipov Sherzod Nasim o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti, Elektr va energetika muhandislik kafedrasi assistenti
E-mail: sherzod_sharipov_91@inbox.ru
Baxronova Elmira Alimardon qizi
Buxoro davlat texnika universiteti, Elektr va energetika muhandislik kafedrasi talabasi
Tel: +998 (94) 125-07-08

Annotatsiya. Maqolada uch fazali asinxron motorlarni kuchlanish pasayishi, kuchlanish ortishi, faza uzilishi va fazalar nosimmetriyasi sharoitida himoyalash masalasi ko‘rib chiqildi. 5,5 kW, 380 V motor misolida kuchlanish va faza nazorati relelari, issiqlik relesi, avtomatik o‘chirgich hamda kontaktor asosidagi himoya tizimi taklif etildi. Tizim kuchlanish me’yordan chiqqanda yoki faza buzilishi aniqlanganda motorni avtomatik ajratishga mo‘ljallangan.

Kalit so‘zlar: asinxron motor, kuchlanish nazorati, faza uzilishi, fazalar nosimmetriyasi, issiqlik himoyasi, kontaktor.

Аннотация. В статье рассмотрена защита трехфазного асинхронного двигателя от понижения и повышения напряжения, обрыва фазы и несимметрии фаз. На примере двигателя 5,5 кВт, 380 В предложена система защиты на основе реле контроля напряжения и фаз, теплового реле, автоматического выключателя и контактора. Система предназначена для автоматического отключения двигателя при опасных режимах.

Ключевые слова: асинхронный двигатель, контроль напряжения, обрыв фазы, несимметрия фаз, тепловая защита, контактор.

Abstract. This paper considers the protection of a three-phase induction motor against undervoltage, overvoltage, phase loss and phase unbalance. A protection system based on voltage and phase monitoring relays, a thermal relay, circuit breaker and contactor is proposed for a 5.5 kW, 380 V motor. The system disconnects the motor automatically when dangerous operating conditions occur.

Keywords: induction motor, voltage monitoring, phase loss, phase unbalance, thermal protection, contactor.

KIRISH.

Sanoat korxonalari, kommunal xo‘jalik, qishloq xo‘jaligi va transport tizimlarida elektr yuritmalarning asosiy qismini uch fazali asinxron motorlar tashkil etadi. Bunday motorlarning keng qo‘llanilishi ularning konstruktiv

ISSN 3030-3907

soddaligi, ishonchli ishlashi, nisbatan arzonligi va turli quvvat diapazonlarida ishlab chiqarilishi bilan izohlanadi [4, 6].

Mamlakatimizda energiya resurslaridan oqilona foydalanish va energetika tizimining barqarorligini oshirish ustuvor vazifalardan biri hisoblanadi. “O‘zbekiston — 2030” strategiyasida iqtisodiyot tarmoqlarida energiya samaradorligini oshirish va energiya resurslari hisobini raqamlashtirish masalalari belgilangan [1]. Energiyani tejash va energiya samaradorligini oshirishga doir qonunchilik esa ishlab chiqarish obyektlarida elektr yuritmalarni xavfsiz hamda tejamkor ishlatishni talab qiladi [2,3].

Uch fazali asinxron motor kuchlanish pasayishi, kuchlanish ortishi, faza uzilishi, fazalar nosimmetriyasi va yuqori garmonikalar ta’sirida normal ish rejimidan chetga chiqadi. Kuchlanish pasayganda motor momenti kamayadi, rotor tezligi pasayadi, sirpanish ortadi va stator toki ko‘payadi. Kuchlanish ortganda magnit o‘zak to‘yinishga yaqinlashadi, magnitlanish toki va po‘latdagi yo‘qotishlar ortadi [7, 8].

Elektr energiyasi sifatiga qo‘yiladigan talablar umumiy foydalanishdagi elektr ta’minoti tizimlarida kuchlanish og‘ishi, nosimmetriya va garmonik buzilishlar kabi ko‘rsatkichlarni nazorat qilishni talab etadi [10]. Shu sababli asinxron motorlarni kuchlanish o‘zgarishlaridan himoyalash tizimini ishlab chiqish ham texnik, ham iqtisodiy jihatdan dolzarb hisoblanadi [9, 11].

Tadqiqotning maqsadi uch fazali asinxron motorlarga kuchlanish o‘zgarishlarining ta’sirini tahlil qilish, xavfli ish rejimlarini aniqlash va motorni avtomatik himoyalash tizimining funksional yechimini asoslashdan iborat.

MATERIALLAR VA METODLAR.

Tadqiqotda nazariy tahlil, hisoblash, solishtirish va funksional sxemalash metodlaridan foydalanildi. Asinxron motorning elektromagnit momenti soddalashtirilgan holda kuchlanish kvadratiga proporsional deb qabul qilindi [4, 5]:

$$M \approx k \cdot U^2,$$

bu yerda M — elektromagnit moment, U — tarmoq kuchlanishi, k — motor konstruksiyasi va parametrlariga bog‘liq koeffitsiyent. Kuchlanish o‘zgarganda motor momenti quyidagicha baholandi:

$$M_u = M_n \cdot (U / U_n)^2,$$

bu yerda M_u — o‘zgargan kuchlanishdagi moment, M_n — nominal moment, U_n — nominal kuchlanish. Ushbu formula kuchlanishning hatto kichik pasayishi ham motorning yuklamani aylantirish qobiliyatini sezilarli kamaytirishini ko‘rsatadi [6, 8].

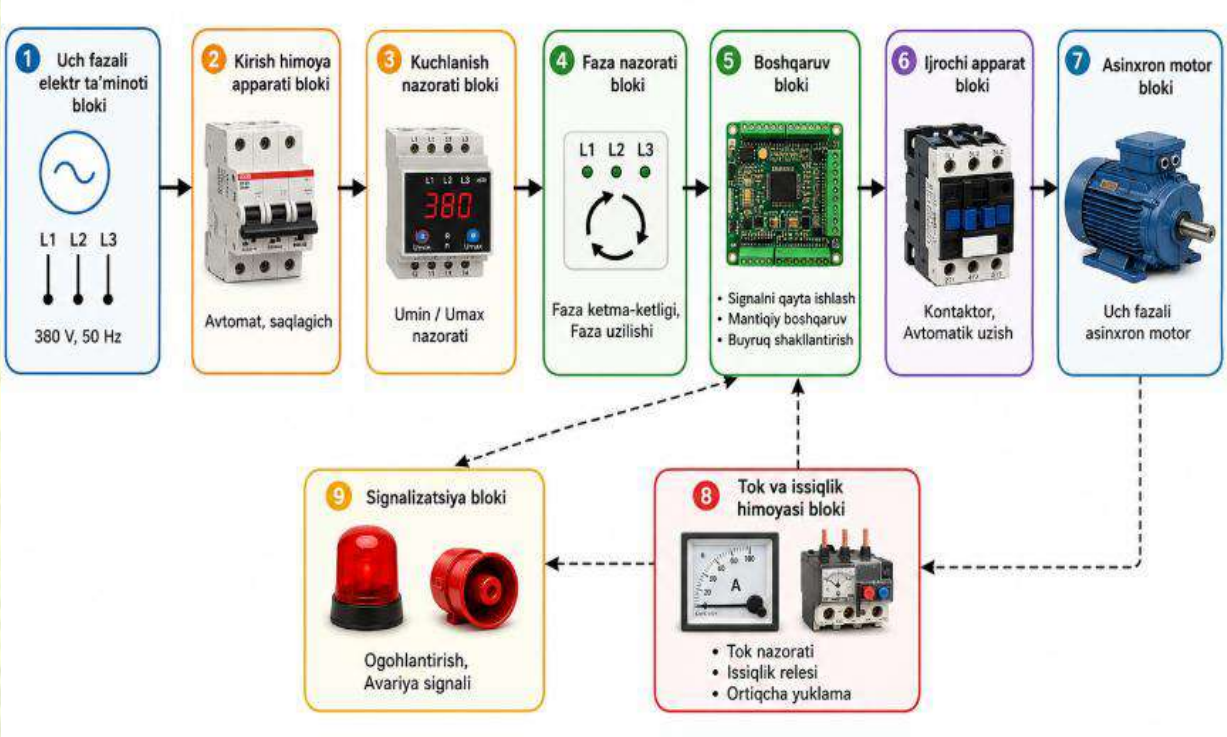
Motor nominal toki uch fazali elektr yuritmalar uchun qo‘llaniladigan klassik ifoda orqali aniqlanadi:

ISSN 3030-3907

$$I_n = P_n / (\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \eta \cdot \cos\varphi),$$

bu yerda I_n — nominal tok, P_n — nominal quvvat, U_n — liniya kuchlanishi, η — foydali ish koeffitsiyenti, cosφ — quvvat koeffitsiyenti. Himoya apparatlarini tanlashda nominal tok, ishga tushirish toki, yuklama xarakteri, elektr tarmog‘i kuchlanish sifati va ekspluatatsiya sharoiti asosiy mezon sifatida olindi [6, 7, 11].

Tahlil uchun qabul qilingan himoya tizimi avtomatik o‘chirgich, kuchlanish nazorat relesi, faza nazorati relesi, kontaktor, issiqlik relesi va uch fazali asinxron motordan iborat. Tizimning ishlash mantiqi shundan iboratki, kuchlanish ruxsat etilgan chegaradan chiqsa yoki faza uzilishi/nosimmetriyasi aniqlansa, nazorat bloki kontaktor g‘altagi zanjirini uzadi. Natijada kontaktor o‘chadi va motor tarmoqdan ajratiladi [9, 11].



1-rasm. Uch fazali asinxron motorlarni kuchlanish o‘zgarishlaridan himoyalash tizimining funksional blok-sxemasi

1-jadval.

Himoya tizimida qo‘llaniladigan asosiy apparatlar va ularning vazifasi

Apparat	Asosiy vazifasi	Himoya qiladigan holat
Avtomatik o‘chirgich	Kuch zanjirini qisqa tutashuv va katta ortiqcha tokdan ajratish	Qisqa tutashuv, katta avariya toki
Kuchlanish nazorat relesi	Pastki va yuqori kuchlanish chegaralarini kuzatish	U < Umin, U > Umax

ISSN 3030-3907

Faza nazorati relesi	Faza mavjudligi, ketma-ketligi va nosimmetriyani tekshirish	Faza uzilishi, fazalar almashishi
Issiqlik relesi	Uzoq muddatli ortiqcha tokda boshqaruv zanjirini uzish	Ortiqcha yuklama, chulg‘am qizishi
Kontaktor	Motorni tarmoqqa ulash va avariya paytida ajratish	Nazorat bloklaridan buyruq oladi

NATIJALAR.

Hisobiy tahlil natijasida kuchlanish pasayishining asinxron motor momentiga kuchli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Masalan, kuchlanish nominal qiymatning 90 % iga teng bo‘lsa, moment $M_u = M_n \cdot 0{,}9^2 = 0{,}81M_n$ bo‘ladi. Demak, motor momenti taxminan 19 % kamayadi. Kuchlanish nominal qiymatning 80 % igacha tushganda esa moment $M_u = M_n \cdot 0{,}8^2 = 0{,}64M_n$ ga teng bo‘ladi [4, 8].

Kuchlanish ortishi ham motor uchun xavfsiz rejim emas. Chastota o‘zgarmagan sharoitda magnit oqim $\Phi \approx U/f$ munosabat bo‘yicha ortadi. Magnit oqim ortishi magnit o‘zakning to‘yinishga yaqinlashishiga, magnitlanish toki va po‘lat yo‘qotishlarining ko‘payishiga olib keladi. Bunda motor tezligi sezilarli oshmasligi mumkin, biroq chulg‘am izolyatsiyasi elektr va issiqlik zo‘riqishiga uchraydi [6, 7].

Fazalardan birining uzilishi va fazalar nosimmetriyasi eng xavfli holatlar qatoriga kiradi. Faza uzilganda motor inersiya hisobiga aylanishni davom ettirishi mumkin, biroq qolgan fazalarda tok keskin ortadi. Nosimmetrik kuchlanishda teskari ketma-ketlikdagi magnit maydon hosil bo‘lib, moment pasayadi, tebranish va shovqin ortadi [8, 10].

2-jadval.

Kuchlanish sifati buzilishlarining motor parametrlariga ta’siri

Buzilish turi	Tokka ta’siri	Momentga ta’siri	Qizishga ta’siri	Xavf darajasi
Kuchlanish pasayishi	Yuklama ostida ortadi	Kamayadi	Mis yo‘qotishlari ortadi	Yuqori
Kuchlanish ortishi	Magnitlanish toki ortadi	Sezilarli oshmaydi	Po‘lat yo‘qotishlari ortadi	O‘rta-yuqori
Faza uzilishi	Qolgan fazalarda keskin ortadi	Kamayadi	Juda kuchli qizish	Juda yuqori

ISSN 3030-3907

Fazalar nosimmetriyasi	Toklar notekis taqsimlanadi	Kamayadi	Ayrim fazalar qiziydi	Yuqori
Yuqori garmonikalar	Qo‘shimcha toklar paydo bo‘ladi	Pulsatsiyalanadi	Qo‘shimcha qizish	O‘rta-yuqori

Taklif etilgan himoya tizimida kuchlanish nazorat relesi uchun pastki chegara nominal 380 V kuchlanishning 85 % i atrofida, ya’ni 323 V deb olindi. Yuqori chegara esa 110 % atrofida, ya’ni 418 V deb belgilandi. Demak, tarmoq kuchlanishi 323–418 V oralig‘ida bo‘lsa motor ishlashiga ruxsat beriladi; kuchlanish bu diapazondan chiqsa kontaktor o‘chib, motor tarmoqdan ajratiladi [9, 10].

5,5 kW quvvatli motor uchun avtomatik o‘chirgich, AC-3 kategoriyali kontaktor, issiqlik relesi, kuchlanish nazorat relesi, faza nazorati relesi va mos kesimli mis kabel qo‘llanishi maqsadga muvofiq deb asoslandi. Issiqlik relesi motor toki uzoq vaqt ruxsat etilgan qiymatdan yuqori bo‘lsa boshqaruv zanjirini uzadi, kontaktor esa barcha himoya bloklaridan ruxsat signali mavjud bo‘lgandagina motorni tarmoqqa ulaydi [6, 11].

MUHOKAMA.

Tadqiqot natijalari asinxron motorlarni himoyalashda faqat ortiqcha tok yoki qisqa tutashuvdan himoya bilan cheklanib qolish yetarli emasligini ko‘rsatadi. Amaliy ekspluatatsiyada motorlarning ishdan chiqishiga ko‘pincha past kuchlanish, faza yo‘qolishi, kontaktlarning yomonlashuvi, fazalar bo‘yicha yuklamaning notekis taqsimlanishi va sovitishning yomonlashuvi sabab bo‘ladi [5, 10].

Past kuchlanishdan himoya ayniqsa og‘ir ishga tushadigan mexanizmlar — kompressor, nasos, konveyer, maydalagich va ko‘tarish qurilmalari uchun muhim. Bunday mexanizmlarda ishga tushirish momenti yetarli bo‘lmasa, motor uzoq vaqt katta tok bilan ishlaydi. Chulg‘amlardagi mis yo‘qotishlari $P_{mis} = I^2R$ qonuni bo‘yicha tez ortadi va elektr energiyasining bir qismi foydali mexanik ishga emas, issiqlikka sarflanadi [4, 8].

Yuqori kuchlanishdan himoya ham amaliy ahamiyatga ega. Ba’zi hollarda foydalanuvchilar yuqori kuchlanishni xavfsiz deb baholashi mumkin, chunki motor tezligi keskin o‘zgarmaydi. Aslida esa yuqori kuchlanish magnitlanish toki, shovqin, tebranish va izolyatsiya zo‘riqishini oshiradi. Uzoq muddatda bu omillar motorning xizmat muddatini qisqartiradi [7, 9].

Faza nazorati relesi himoya tizimining zarur bloklaridan biri hisoblanadi. Faza uzilishi paytida motor ikki fazali holatga yaqin rejimda ishlaydi va qolgan fazalardagi tok ortib ketadi. Bunday holat oddiy issiqlik relesi bilan kech

ISSN 3030-3907

aniqlanishi mumkin, chunki qizish jarayoni vaqt talab qiladi. Faza nazorati relesi esa faza yo‘qolishini tez aniqlab, kontaktorni o‘chiradi [10, 11].

Taklif etilgan tizimning iqtisodiy samaradorligi shundan iboratki, bitta motorning kuyishi yoki ishlab chiqarish liniyasining to‘xtashi himoya apparatlari narxidan bir necha baravar ko‘p zarar keltirishi mumkin. Himoya tizimi motorni avariya rejimlaridan o‘z vaqtida ajratib, rejadan tashqari ta’mirlar sonini kamaytiradi, ishlab chiqarish jarayonining uzluksizligini ta’minlaydi va elektr xavfsizligini oshiradi [1, 2, 3].

XULOSA.

1. Uch fazali asinxron motorlarning kuchlanish sifati buzilishlariga sezgirligi nazariy va hisobiy jihatdan asoslandi. Kuchlanish pasayganda elektromagnit moment U^2 qonuni bo‘yicha kamayadi, sirpanish va tok ortadi, chulg‘amlarning qizishi kuchayadi.

2. Kuchlanish ortishi motor tezligini sezilarli oshirmasada, magnitlanish toki, po‘lat yo‘qotishlari va izolyatsiya zo‘riqishini ko‘paytiradi. Faza uzilishi va fazalar nosimmetriyasi esa motor uchun eng xavfli avariya rejimlari bo‘lib, qolgan fazalarda tokning ortishi va chulg‘amlarning notekis qizishiga sabab bo‘ladi.

3. 5,5 kW, 380 V uch fazali asinxron motor uchun kuchlanish nazorat relesi, faza nazorati relesi, issiqlik relesi, avtomatik o‘chirgich va kontaktor asosidagi himoya tizimi taklif etildi. Tizim kuchlanish 323 V dan pasaysa yoki 418 V dan oshsa, shuningdek faza uzilishi va ortiqcha yuklama yuzaga kelsa motorni tarmoqdan ajratadi.

4. Taklif etilgan himoya tizimi texnik, energetik, ekspluatatsion va iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanadi. U motorning xizmat muddatini uzaytiradi, avariya xavfini kamaytiradi, ta’mirlash xarajatlarini qisqartiradi va ishlab chiqarish jarayonining barqarorligini oshiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi PF-158-son Farmoni. “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida. // lex.uz.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 10-iyuldagi PQ-4779-son 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. // lex.uz.
3. O‘zbekiston Respublikasining 2024-yil 7-avgustdagi O‘RQ-940-son Qonuni. Energiyani tejash, undan oqilona foydalanish va energiya samaradorligini oshirish to‘g‘risida. // lex.uz.
4. Копйлов И.П. Электр машиналари. — Москва: Вйсшая школа, 2015.

ISSN 3030-3907

5. Булгаков А.А. Электр юритма асослари. — Москва: Энергоатомиздат, 2018.
6. Чапман С.Ж. Элестрис Мачинерй Фундаменталс. — Нев Йорк: МсГрав-Ҳилл, 2012.
7. Fitzgerald A.E., Kingsley C., Umans S.D. Electric Machinery. — New York: McGraw-Hill, 2014.
8. Boldea I., Nasar S.A. The Induction Machines Design Handbook. — CRC Press, 2010.
9. IEC 60034-1. Rotating electrical machines — Rating and performance. International Electrotechnical Commission.
10. GOST 32144–2013. Elektr energiyasi sifati. Umumiy foydalanishdagi elektr ta’minoti tizimlarida elektr energiyasi sifati ko‘rsatkichlari.
11. PUE. Elektr qurilmalarini o‘rnatish qoidalari. — Toshkent, 2020.

ISSN 3030-3907

MEHNATNI MUHOFAZA QILISH VA XAVFSIZLIKNI BOSHQARISH TIZIMINI YARATISHNING ASOSIY BOSQICHLARINI ISHLAB CHIQISH

Tolibjonov Shoxjaxon Otabek o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Qiyomov Ozodbek Abror o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Xamrayev Anvar Botir o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Jabborova Charosxon Eshmurodovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlikni boshqarish tizimini yaratishning asosiy bosqichlari yoritilgan. Korxona va tashkilotlarda xavfsiz mehnat sharoitlarini ta’minlash, ishlab chiqarishdagi xavf va xatarlarni aniqlash hamda ularni kamaytirish usullari tahlil qilingan. Shuningdek, xavfsizlik siyosatini ishlab chiqish, risklarni baholash, xodimlarni o‘qitish, nazorat mexanizmlarini joriy etish va tizim samaradorligini muntazam takomillashtirish masalalari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari mehnat muhofazasi tizimini samarali tashkil etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, baxtsiz hodisalar sonini kamaytirish va xodimlar salomatligini muhofaza qilishda muhim omil ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: mehnat muhofazasi, xavfsizlikni boshqarish tizimi, mehnat xavfsizligi, risklarni baholash, xavf-xatarlar, ishlab chiqarish xavfsizligi, mehnat sharoitlari, xodimlarni o‘qitish, nazorat, profilaktika, sanoat xavfsizligi, mehnatni tashkil etish.

Аннотация. В данной статье рассматриваются основные этапы создания системы управления охраной труда и безопасностью. Анализируются методы обеспечения безопасных условий труда на предприятиях и в организациях, выявления опасностей и рисков в производстве и их снижения. Также рассматриваются вопросы разработки политики безопасности, оценки рисков, обучения персонала, внедрения механизмов контроля и систематического повышения эффективности системы. Результаты исследования показывают, что эффективная организация системы охраны труда является важным фактором повышения производительности труда, снижения количества несчастных случаев и защиты здоровья работников.

Ключевые слова: охрана труда, система управления безопасностью, охрана труда, оценка рисков, опасности, безопасность производства, условия труда,

ISSN 3030-3907

обучение персонала, контроль, профилактика, промышленная безопасность, организация труда.

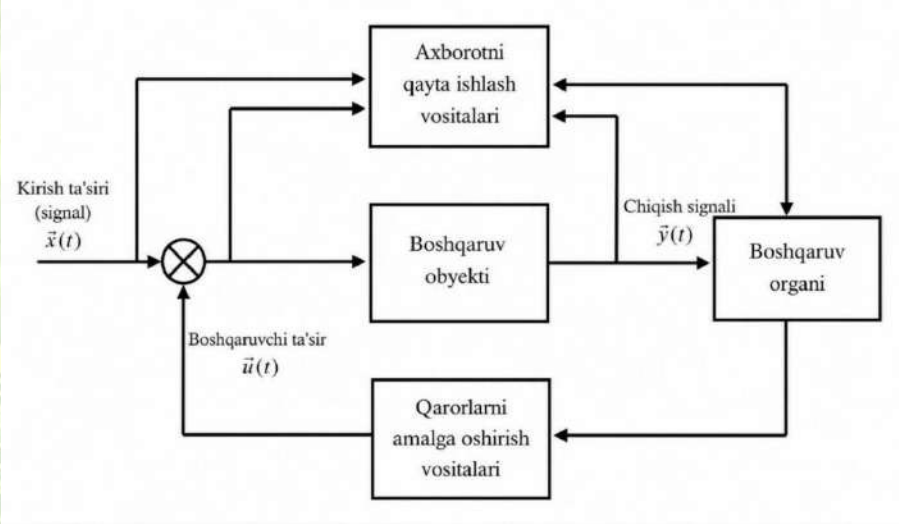
Abstract. This article covers the main stages of creating a labor protection and safety management system. Methods for ensuring safe working conditions in enterprises and organizations, identifying hazards and risks in production and reducing them are analyzed. Also, the issues of developing a safety policy, assessing risks, training employees, introducing control mechanisms, and systematically improving the effectiveness of the system are considered. The results of the study show that the effective organization of the labor protection system is an important factor in increasing production efficiency, reducing the number of accidents, and protecting the health of employees.

Keywords: labor protection, safety management system, labor safety, risk assessment, hazards, production safety, working conditions, employee training, control, prevention, industrial safety, labor organization.

KIRISH.

Mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlikni boshqarish boshqaruv maqsadlari, mezonlari, usullari va vositalarini ishlab chiqish uchun tizimli yondashuvdan foydalanadigan boshqaruv nazariyasi asosida boshqarilishi kerak. Bu axborotni tahlil qilish, boshqaruv qarorlarini qabul qilish va amalga oshirish uchun matematik usullar va kompyuterlardan foydalanadigan boshqaruv tizimini yaratishni talab qiladi.

Odatda, boshqaruv tizimi (1-rasm) boshqaruv obyekti, boshqaruv organi, axborotni qayta ishlash vositalari va boshqaruv qarorlarini amalga oshirish vositalaridan iborat.



1-rasm. Boshqaruv tizimining odatiy tuzilishi

Boshqaruv tizimi boshqariladigan obyektning chiqish parametrlarini belgilangan mezonlarga yoki boshqaruv dasturiga muvofiq o‘zgartirishni o‘z

ISSN 3030-3907

ichiga oladi. Bu jarayonda kirish va chiqish parametrlari yozib olinadi va obyektni aniqlash uchun, ya'ni chiqish o‘zgaruvchilari qiymatlarini bashorat qilish va zarur boshqaruv harakatlarini yaratish imkonini beruvchi yetarli matematik modelni yaratish uchun ishlatiladi.

Boshqaruv obyekti kirish tasodifiy vaqt funksiyalari $\vec{x}(t)$ vektorini chiqish tasodifiy vaqt funksiyalari $\vec{y}(t)$ vektoriga aylantiruvchi sifatida qaraladi:

$$\vec{y}(t) = A_t \vec{x}(t) \quad (1.1)$$

bu yerda A_t obyektni tavsiflash operatori [1].

Har bir chiqish o‘zgaruvchisi $y_i(t)(i = 1,..., m)$, $x_j(t),..., x_n(t)$ kirish o‘zgaruvchilari to‘plami bilan belgilanadi. $\vec{x}(t)$ o‘zgaruvchilarini to‘liq hisobga olish deyarli imkonsiz bo‘lgani uchun, tahlilni sezilarli darajada ta'sir qiluvchi kirish o‘zgaruvchilarining bir qismi bilan cheklash, qolganlarini nazoratsiz shovqin sifatida tasniflash tavsiya etiladi. Ishlab chiqarish xodimlarining mehnat xavfsizligi va salomatligini boshqarishning avtomatlashtirilgan tizimining ba'zi elementlarini - ACS OSH ni aniqlaylik**.** Boshqaruv obyekti ishlab chiqarish jarayoni va unda ishtirok etuvchi xodimlardir.Xodimlar ma'lum bir ish staji, yoshi, jinsi va kasbiy tuzilishi bilan tavsiflanadi va ularga ta'sir qiluvchi mehnat sharoitlarining sifat jihatidan bir xilligi printsipiga muvofiq birlashtirilgan. Ishlab chiqarish jarayoni ishlab chiqarish muhitida ishchilarga ta'sir qiluvchi xavfli va zararli omillar manbai hisoblanadi.

Boshqaruv tizimining maqsadi atrof-muhit holatini, ishchilarning tibbiy, biologik va genetik holatini, ularning ijtimoiy va maishiy sharoitlarini hisobga olgan holda, iloji boricha eng xavfsiz va zararsiz ish muhitini ta'minlash hamda kasallik va jarohatlarning eng past darajasini ta'minlashdan iborat.

Kirish o‘zgaruvchilari - $\vec{x}(t)$ - bu ish muhitining parametrlari va ishchilarning kasbiy va demografik xususiyatlari (yoshi, jinsi, ish staji).

Chiqish o‘zgaruvchilari - $\vec{y}(t)$ - bu ishchilarning sog‘lig‘ini tavsiflovchi kasbiy xavf ko‘rsatkichlari - kasallik va jarohatlarning chastotasi.

Boshqaruv tizimi uchun optimallik mezoni - bu ma'lum bir ishlab chiqarish ob'ekti uchun jarohat turlari va kasallik guruhlari bo‘yicha umumlashtirilgan, ish sharoitlari bilan bog‘liq bo‘lmagan va tizim ichida nazorat qilinmaydigan ekologik,

ISSN 3030-3907

genetik, ijtimoiy va boshqa omillar bilan belgilanadigan fon, minimal mumkin bo‘lgan xavf darajasi (insidensiya va jarohatlanish darajasi).

Nazorat choralari - bu kasallik va jarohatlarning mumkin bo‘lgan eng past darajasiga erishishga qaratilgan kasbiy salomatlik va xavfsizlik choralari. Ushbu choralar ish sharoitlarini tubdan yaxshilashi, salbiy ta'sirlar natijasida yetkazilgan zararni qoplashi, ishchilarning shaxsiy himoyasini ta'minlashi, ularning ish va dam olish jadvallarini tartibga solishi va boshqalar.Boshqaruv organi korxona ma'muriyati va texnik mutaxassislar bilan hamkorlikda ishlaydigan mehnatni muhofaza qilish, xavfsizlik va sanoat sanitariyasi xizmatlaridir. Ushbu xizmatlarga quyidagilar kirishi kerak:

1) Tuman va shahar texnik inspeksiyasi vakillari;
2) Kasbiy patologiya markazlari vakillari;
3)Korxonadagi mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlik bo‘yicha mutaxassislar;
4) Tibbiy bo‘lim shifokorlari (agar korxonada shunday bo‘lsa);
5) Zavod laboratoriyasi vakillari (agar mavjud bo‘lsa);
6)Kasaba uyushma tashkiloti vakillari.

Ular tizim tomonidan mehnat sharoitlari va ishchilarning sog‘lig‘i haqida olingan ma'lumotlarni tahlil qiladilar, tizim tomonidan taklif qilingan mumkin bo‘lgan boshqaruv qarorlarini ko‘rib chiqadilar, taklif qilingan harakatlar rejalarini tuzatadilar va ularning amalga oshirilishini kuzatadilar. Boshqariladigan obyektning holati to‘g‘risidagi ma'lumotlar mehnat xavfsizligi qoidalari va qoidalariga rioya qilish, rejalashtirilgan chora-tadbirlarning amalga oshirilishi, mehnat sharoiti omillarining joriy qiymatlari, xodimlarning kasallik va jarohatlanish darajasi hamda ish jarayoni bilan bog‘liq ayrim ijtimoiy-iqtisodiy ko‘rsatkichlar to‘g‘risidagi ma'lumotlarni o‘z ichiga oladi.

Axborotni qayta ishlash vositalari - tizimni tashkiliy, matematik, dasturiy ta'minot va texnik qo‘llab-quvvatlash, ma'lumotlar bazalari va bilim bazalarini yaratish va ulardan foydalanish, qiyosiy ko‘rsatkichlarni hisoblash, ularni har tomonlama tahlil qilish, aniqlash, modellashtirish va nihoyat, boshqaruv organi uchun optimal yechimlarni ishlab chiqish imkonini beradi.

Boshqaruv harakatlari (texnik yechimlar, mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlik choralari) - ma'naviy va moddiy rag‘batlantirish,
shaxsiy va jamoaviy himoya vositalari, yangi texnologiyalar va texnologiyalar, tibbiy buyumlar va uskunalar va boshqalar, ishchilarning eng yaxshi jismoniy va ruhiy salomatligiga erishish uchun zarur. Avtomatlashtirilgan mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlikni boshqarish tizimi quyidagi vazifalarni hal qilishi kerak:

a) ma'lumotlarni qayd etish, monitoring qilish va to‘plash, ma'lumotlar bazasi va bilimlar bazasini shakllantirish va yuritishni ta'minlash;

ISSN 3030-3907

b) statistik ko‘rsatkichlarni hisoblash va axborot jadvallarini chop etish;

c) mehnat sharoitlari omillari va kasbiy xavf darajalari o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlash uchun boshqaruv obyektini aniqlash;

d) minimal mumkin bo‘lgan xavf darajalarini va ishlab chiqarish omillarining mos keladigan optimal (haqiqatda erishish mumkin bo‘lgan) qiymatlarini aniqlash;

e) boshqaruv qarorlari uchun variantlar sifatida profilaktika choralarini rejalashtirish va ularni optimallashtirish;

f) bashorat qilingan kasbiy xavf darajasini va boshqa kasbiy xavfsizlik ko‘rsatkichlarini baholash;

g) OSH avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimining ijtimoiy-iqtisodiy ta'sirini aniqlash.

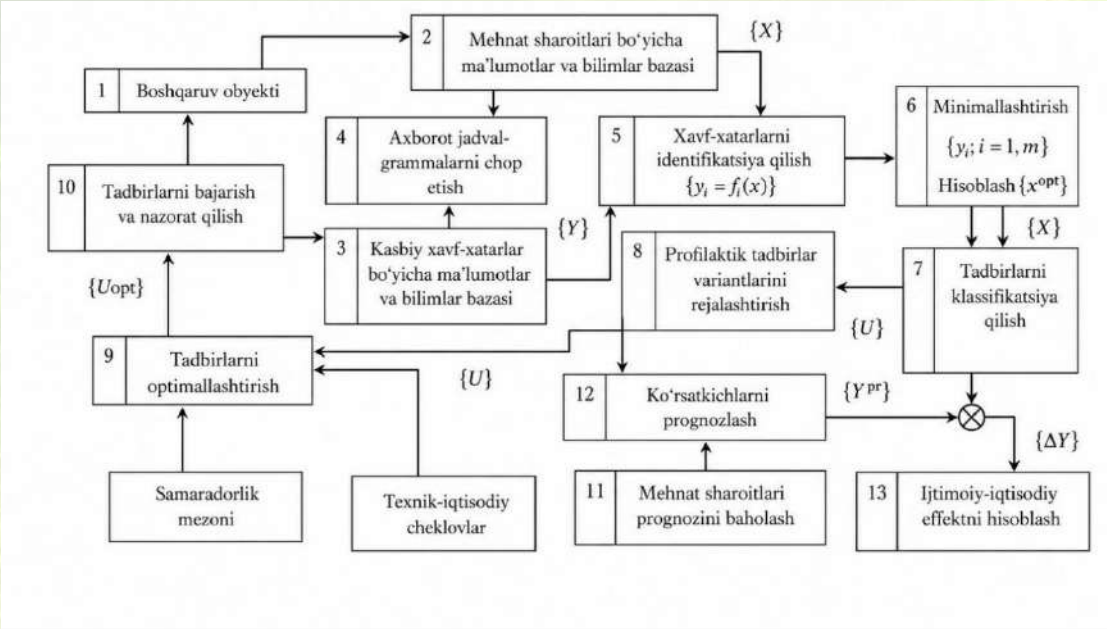
2-rasmda sanoat ob'ektida kasbiy salomatlik va xavfsizlik choralarini boshqarishda axborotni qayta ishlash texnologik jarayonining oqim sxemasi ko‘rsatilgan. Ma'lumotlar bazasi so‘rovlarining natijalari identifikatsiya modellarida qo‘llaniladi va ushbu modellar yordamida olingan statistik munosabatlar qaror qabul qilish blokida optimallashtirilgan harakatlar rejalarini ishlab chiqish uchun ishlatiladi. Kasbiy xavf darajasini prognoz qilish kasbiy salomatlik va xavfsizlik choralarini boshqarishning ijtimoiy-iqtisodiy samaradorligini hisoblash uchun ishlatiladi.

Ijtimoiy va iqtisodiy muammolarda ekspert tizimlaridan foydalanish

Ekspert tizimlari samarali boshqaruv qarorlarini qabul qilish maqsadida murakkab axborot obyektlari bo‘yicha ma'lumotlarni qayta ishlash va tahlil qilishning zamonaviy yondashuvini ifodalaydi [2]. Bundan tashqari,
bunday tizimda mavjud bo‘lgan ma'lumotlar juda xilma-xil bo‘lishi mumkin, nafaqat turi, o‘lchov birliklari va baholash usullari,
balki hatto turli bilim sohalari va faoliyat sohalariga ham tegishli bo‘lishi mumkin.

Qoida tariqasida, bunday ma'lumotlarni o‘z ichiga olgan tizimni loyihalash muammo hal qilinayotgan muayyan sohada chuqur bilim va tajribaga ega mutaxassislarni talab qiladi.
vazifa. Bundan tashqari, bunday yirik tizimlardan foydalanuvchilar ko‘pincha boshqaruv obyekti tuzilishini to‘liq baholay olmaydilar, duch keladigan muammolarning chuqurligi va murakkabligini tushuna olmaydilar, ularni hal qilishning samarali usullarini ishlab chiqa olmaydilar va amalga oshira olmaydilar. Shuning uchun, intellektual axborot tizimlari (IIS) sinfiga kiruvchi bunday tizimlarni yaratish va keyinchalik texnik xizmat ko‘rsatishda asosiy rol mutaxassislarga, ya'ni ma'lum bir bilim sohasidagi yetakchi mutaxassislarga tegishli [3].

ISSN 3030-3907



2-rasm. Mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlikni boshqarish tizimida axborotni qayta ishlashning texnologik jarayoni

Ekspert tizimlarini ishlab chiqish tizim tahlilchilari, tizim tahlili mutaxassislari va "bilim muhandislari" deb ham ataladigan axborot tizimlarini ishlab chiqishni o‘z ichiga oladi. Bu bilim bazalarini (BB) yaratishni o‘z ichiga oladi, ular ma'lumotlar bazalaridan (MB) farqli o‘laroq, nafaqat o‘rganilayotgan fan sohasining individual faktlari va xususiyatlarini, balki ular o‘rtasidagi munosabatlarni, o‘zaro bog‘liqliklarni va ma'lum mantiqiy konstruksiyalarni ham o‘z ichiga oladi (3-rasm). Ushbu bilim bazalari (BB) doimiy ravishda o‘rganib boriladi, yangi kiruvchi ma'lumotlar bilan yangilanadi. BBlarning muhim xususiyati, barcha turdagi axborotni tahlil qilish va qayta ishlashda uzoq vaqtdan beri keng qo‘llanilgan ma'lumotlar bazalariga nisbatan, ularning o‘rganish qobiliyatidir. Shunday qilib, yangi ma'lumotlar kelganda, ular nafaqat boshqariladigan obyekt parametrlarining mos qiymatlarini to‘playdi, balki ular orasidagi munosabatlarni ham o‘zgartiradi; boshqacha qilib aytganda, tizim yangi bilimlarni yaratishi mumkin.

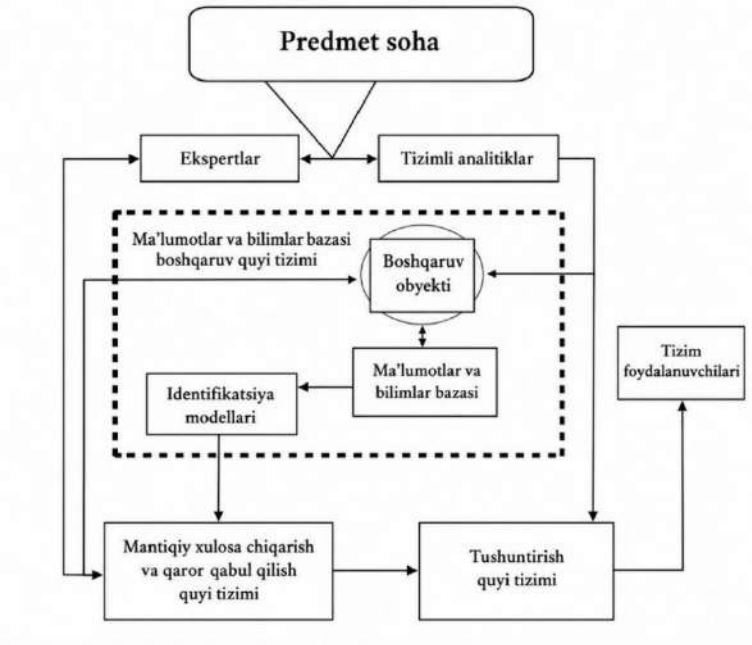
Bilimlar bazalari va ma'lumotlar bazalari IISda o‘rganilayotgan obyektning matematik tavsifi va uning miqdoriy va sifat tahlili uchun xizmat qiluvchi identifikatsiya modellari (IM) bilan birgalikda qo‘llanilishi kerak [4,5]. Hozirgi vaqtda IM uchun matematik va dasturiy ta'minot sohasida ko‘plab ishlanmalar mavjud, ular, albatta, har bir fan sohasi sharoitlariga moslashtirilishi kerak. Bundan tashqari, model turini va mos keladigan dasturiy ta'minot paketini tanlash boshqariladigan obyektning tuzilishiga, shuningdek, mos keladigan kirish va chiqish ma'lumotlariga bog‘liq. Bunday statistik ma'lumotlarga qo‘yiladigan talablar juda yuqori:

ISSN 3030-3907

- Talab qilinadigan ishonchlilikka, tahlil qilingan omillar, davrlar va kuzatuv nuqtalari soniga qarab katta hajmdagi statistik ma'lumotlar;

-Turli statistik mezonlar bilan tasdiqlangan dastlabki va hisoblangan ma'lumotlarning ishonchliligi;

- Dastlabki ma'lumotlarning bir-biridan va nazorat obyektiga hisobga olinmagan tasodifiy ta'sirlardan mustaqilligi.



3-rasm. Klassik ekspert tizimining tuzilishi

Matematik modellar ma'lumotlar bazalari va bilim bazalari bilan birgalikda boshqaruv obyektini aniqlash uchun ishlatiladi va optimal qarorlar qabul qilish, obyekt parametrlarining qiymatlarini bashorat qilish va tizimning ishlashini baholash uchun zarurdir.

Ekspert tizimining keyingi muhim komponenti mantiqiy xulosa chiqarish quyi tizimi (LIS) bo‘lib, u ma'lumotlar bazasi va bilim bazasi, identifikatsiya modellari va optimallik mezonlariga asoslanib, shuningdek, qo‘yilgan texnik va iqtisodiy cheklovlarni hisobga olgan holda, zarur boshqaruv qarorlarini ishlab chiqish va zarur bo‘lganda o‘zgartirish imkonini beradi.

Ushbu boshqaruv usuliga asoslanib, LIS berilgan optimallik mezoniga asoslanib, mumkin bo‘lgan yechimlar to‘plamidan eng yaxshi yoki hech bo‘lmaganda ratsional yechimni tanlashi kerak. Bunday yechim asosan ma'lum bir vaqt ichida belgilangan boshqaruv maqsadlariga erishishning eng samarali usulini ta'minlaydigan yangi bilimlarni ifodalaydi.Bunday tizimdagi ob'ekt murakkab qurilma yoki mexanizm, texnologik jarayon, yirik korxona yoki hatto inson faoliyatining barcha tarkibiy qismlari, moddiy, virtual va inson resurslari, texnik, texnologik, ijtimoiy-iqtisodiy va boshqa tahlil qilingan ko‘rsatkichlarga ega bo‘lgan mehnat xavfsizligi kabi sohasi bo‘lishi mumkin [6].

ISSN 3030-3907

Tizim ishlab chiquvchilari odatda qaror qabul qilishda bir nechta maqsadlarga asoslanadi. Bularga maksimal foyda, tizimni yangilash va ishlatish uchun minimal xarajatlar, ishchilar o‘rtasida jarohatlar va kasalliklar bilan bog‘liq minimal yo‘qotishlar, profilaktika choralarining maksimal samaradorligi va boshqalar kirishi mumkin. Albatta, tizim foydalanuvchilari ham xuddi shu maqsadlarni qo‘yishlari mumkin, yagona farq shundaki, ishlab chiquvchilardan farqli o‘laroq, ular berilgan muammoni hal qilish usuli bilan qiziqmaydilar, agar bunday yechim belgilangan muddatlarga javob bersa va ajratilgan moddiy-texnik resurslardan oshmasa.

Ta'riflangan ekspert tizimining ajralmas qismi yana bir muhim blokdir: tushuntirish quyi tizimi. Uning zarurati quyidagi mulohazalar bilan belgilanadi. Mutaxassislar ma'lumotlar bazasi va bilimlar bazasini shakllantirish, o‘zaro bog‘liqlikni aniqlash va qaror qabul qilish kabi axborotni qayta ishlashning muhim bosqichlarida ishtirok etadilar, chunki kompyuter qanchalik "aqlli" bo‘lishidan qat'i nazar, afsuski (yoki ehtimol xayriyatki!) hali odamlarning o‘rnini bosa olmaydi. Biroq, o‘z sohasi bo‘yicha yuqori malakali mutaxassis sifatida mutaxassis modellashtirishda, keyin esa qaror qabul qilishda tizimning kam o‘qitilgan va ba'zan hatto yangi foydalanuvchilari uchun tushunarsiz bo‘lishi mumkin bo‘lgan usullar, qoidalar va protseduralardan foydalanadi [7].

Tushuntirish quyi tizimi mutaxassislarning ishini bosqichma-bosqich kuzatib boradi. Murakkab tizimda bir nechta mutaxassislar bo‘lishi mumkin, ularning har biri o‘z mutaxassislik sohasi yoki ma'lumot turi uchun mas'uldir. Muammoni hal qilish jarayonining barcha bosqichlarida rasmiy munosabatlardan foydalangan holda o‘rganilayotgan parametrlar orasidagi natijaviy bog‘liqliklar foydalanuvchilarning monitorlarida (yoki printerlarida) grafik ravishda ko‘rsatiladi. Boshqaruv obyektining holati yangi kirish ma'lumotlari kiritilganda yoki ularning qiymatlari o‘zgarganda vizual ravishda ko‘rsatilishi mumkin va tizimning fazaviy yoki chastotali xususiyatlarini ko‘rsatish mumkin. Agar tizim mustaqil ravishda (yoki mutaxassis yordamida) biron bir yangi xulosa yoki yechimga kelsa, tushuntirish quyi tizimi foydalanuvchidan yashiringan tadqiqot, hisob-kitoblar va mulohazalarning ichki zanjirini doimiy ravishda ochib beradi, ularning haqiqiyligini isbotlaydi va tushuntiradi. Bunday holda, barcha darajadagi foydalanuvchilar tizim tomonidan qabul qilingan qarorlarni ko‘r-ko‘rona qabul qilmaydi. Ular haqiqatan ham uning ishida bevosita ishtirokchilarga aylanadilar, ularning ilmiy va texnik darajasi oshadi va natijada boshqaruv tizimining o‘zi rivojlanadi va uning samaradorligi oshadi.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytganda, mehnatni muhofaza qilish va xavfsizlikni boshqarish tizimini yaratish korxona faoliyatining muhim tarkibiy qismi hisoblanadi. Ushbu tizimni shakllantirishda xavflarni aniqlash va baholash, xavfsizlik siyosatini ishlab chiqish, xodimlarni muntazam o‘qitish hamda nazorat mexanizmlarini samarali yo‘lga qo‘yish alohida ahamiyat kasb etadi. Zamonaviy boshqaruv yondashuvlari asosida tashkil etilgan mehnat muhofazasi tizimi ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalar va kasbiy kasalliklarning oldini olishga, xodimlar salomatligini saqlashga hamda korxonaning iqtisodiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Shu sababli mehnat xavfsizligini boshqarish tizimini doimiy ravishda takomillashtirib borish har bir tashkilotning ustuvor vazifalaridan biri bo‘lishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Актуальные проблемы совершенствования законодательства об охране труда
2. Здоровье и устойчивое развитие на местном уровне. Участие населения: подходы и методы. Серия « Устойчивое развитие и здоровье в Европе» (документ ЕРБ ВОЗ), Вып.4, Москва, 2003.- 107 с.
3. Исаев Г.Е., Назарова И.С. Курс лекций по трудовому праву. - СПб.: Астерион, 2012 -184 с.
4. “Yer osti kon ishlarida ishchilar mehnat sharoitlari xavfsizligini oshirish, xavf omillarini baholash algotimlari” "INSON KAPITALI VA MEHNATNI MUHOFAZA QILISH" ILMIY–AMALIY ELEKTRON JURNAL A.M.Hojiev, T.V.Botirov, Sh.B.Latipov, A.A.Boboev Toshkent – 2025 ISSN. 3060–4982 № 4 (7), 2025
5. Timofeeva S.S., Boboev A.A., Timofeev S.S. Assessment of occupational risks in the mining and extraction of gold from the ores of Muruntau deposit // Mining Bulletin of Uzbekistan. - Navai, 2020, No. 2 (81), P.107 - 111
6. Timofeeva S.S., Musaev M.N., Drozdova I.V. Boboev A.A., Assessment of occupational risks of workers engaged in open-pit mining // Fan va tekhnologlar tarakkiyoti - Bukhoro, 2020, No. 6, C 293 - 301
7. Timofeeva S.S., Drozdova I.V., Boboev, A.A. Assessment of occupational risks of employees engaged in open - pit mining // E3S Web of Conferences 177, 06006. Ural Mining Decade 2020, https://doi.

ISSN 3030-3907

UDK 677.051.152.6

ARRALI JIN ISHCHI KAMERASIGA O‘RNATILGAN TO‘ZITGICH-TEZLATKICH YORDAMIDA XOMASHYO VALIGI ZICHLIGINI KAMAYTIRISH ORQALI JINLASH SAMARADORLIGINI OSHIRISH

Sodikjanov Jaxongirbek Shuxratbek o‘g‘li
Fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent, Andijon Davlat Texnika Instituti
Tel: +998934199191
E-mail: jsodikjanov@mail.ru
Pazletdinov Ilyosbek Sirojidin o‘g‘li
Andijon davlat Texnika Instituti, Intellektual boshqaruv va robototexnika kafedrasi
Tel: +998932567569
E-mail: ilyosbekpazletdinov@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada paxtani dastlabki ishlash jarayonida arrali jin ish unumdorligini oshirish va tola sifatini yaxshilash masalasi ko‘rib chiqilgan. Jinlashda xomashyo valigi zichligining ortishi aylanish tezligini kamaytiradi va zichlik 550–600 kg/m³ ga yetganda jarayon to‘xtaydi. Bu kamchilikni bartaraf etish maqsadida ishchi kameraga zichlikni kamaytiruvchi maxsus to‘zitgich-tezlatkich ishlab chiqilgan. Paxta bo‘lakchasining qurilma ta’siridagi harakati differensial tenglamalar orqali o‘rganilib, uchburchak, to‘rtburchak va beshburchakli variantlar taqqoslangan; ko‘p omilli rejali eksperiment yordamida burchaklar soni, plankalar va arralar orasidagi masofa hamda aylanish tezligi optimallashtirilgan. Ishlab chiqarish sinovlari “To‘raqo‘rg‘on paxta tozalash” korxonasida Andijon-35 va Andijon-36 navlarida o‘tkazilgan. Natijada uchburchakli qurilmaning 70–72 ayl/min tezligida har bir arra bo‘yicha ish unumi 7–8 dan 9–10 kg/soatga, batareya unumi 2730 dan 3510 kg/mash-soatga oshgan; chigit shikastlanishi 3,6 dan 3,0 % ga, tola iflosligi 2,2 dan 1,8 % ga kamaygan. Yillik iqtisodiy samaradorlik 156,87 mln so‘mni tashkil etgan.

Kalit so‘zlar: arrali jin, ishchi kamera, xomashyo valigi, zichlik, to‘zitgich-tezlatkich, jinlash unumdorligi, tola sifati.

Аннотация. В статье рассматривается повышение производительности пильного джина и улучшение качества волокна при первичной обработке хлопка. Рост плотности сырцового валика снижает скорость его вращения, и при 550–600 кг/м³ процесс джинирования останавливается. Для устранения этого разработана специальная конструкция разрыхлителя-ускорителя, снижающего и регулирующего плотность валика в рабочей камере. Движение хлопкового комка изучено теоретически с помощью дифференциальных уравнений; сопоставлены треугольный,

ISSN 3030-3907

четырёхугольный и пятиугольный варианты, а методом многофакторного планирования оптимизированы число граней, расстояние между планками и пилами и частота вращения. Производственные испытания проведены на заводе «Тураккурганский хлопкоочистительный» на сортах Андижан-35 и Андижан-36. При скорости 70–72 об/мин производительность на одну пилу выросла с 7–8 до 9–10 кг/ч, батареи — с 2730 до 3510 кг/маш-ч; повреждение семян снизилось с 3,6 до 3,0 %, засорённость волокна — с 2,2 до 1,8 %. Годовой экономический эффект — 156,87 млн сум.

Ключевые слова: пильный джин, рабочая камера, сырцовый валик, плотность, разрыхлитель-ускоритель, производительность джинирования, качество волокна.

Abstract. The article considers increasing the productivity of a saw gin and improving fibre quality during primary cotton processing. An increase in the seed-cotton roll density reduces its rotational speed, and at 550–600 kg/m³ the ginning process stops. To overcome this, a special disperser-accelerator was developed that reduces and regulates the roll density inside the working chamber. The motion of a cotton lump was studied theoretically using differential equations; triangular, quadrangular and pentagonal variants were compared, and the number of faces, the bar-to-saw distance and the rotational speed were optimised by multifactor experimental planning. Industrial trials were carried out at the “Turaqurghon cotton-cleaning” plant on the Andijan-35 and Andijan-36 varieties. At 70–72 rpm the productivity per saw rose from 7–8 to 9–10 kg/h and that of the battery from 2730 to 3510 kg/machine-hour; seed damage decreased from 3.6 to 3.0 % and fibre trash content from 2.2 to 1.8 %. The annual economic effect amounted to 156.87 million soums.

Keywords: saw gin, working chamber, seed-cotton roll, density, disperser-accelerator, ginning productivity, fibre quality.

KIRISH.

Paxta tolasi to‘qimachilik sanoatining asosiy tabiiy xomashyolaridan biri bo‘lib, jahonda uning yillik iste’moli ishlab chiqarish hajmidan ortib bormoqda [1]. Shu sababli paxtaga dastlabki ishlov berish texnikasini takomillashtirish va energiya-resurstejamkor uskunalarni joriy etish dolzarb vazifa hisoblanadi. O‘zbekistonda paxta-to‘qimachilik klasterlari tizimini rivojlantirish bo‘yicha qabul qilingan davlat siyosati doirasida [2] paxta tolasini chigitdan ajratuvchi uskunalar — arrali jinlar ishchi organlarini takomillashtirish alohida ahamiyat kasb etadi.

Jinlash jarayoni nazariyasiga xorijiy va mahalliy olimlar salmoqli hissa qo‘shgan. Jarayonning nazariy asoslari B. A. Levkovich [6] va G. I. Boldinskiy [3] ishlarida, mashinalarni loyihalash esa G. I. Miroshnichenko [4] va V. S. Fedorov

ISSN 3030-3907

[5] tomonidan ishlab chiqilgan. Xomashyo valigi zichligining jinlash koʻrsatkichlariga ta’siri N. K. Safarov [13], elastik elementli valik bilan jinlash esa S. Fazildinov [7] tadqiqotlarida oʻrganilgan.

Xomashyo valigi tezlatgichi muammosi uzoq yillardan beri oʻrganiladi: M. T. Tillayev tezlatgichning jinlash koʻrsatkichlariga ta’sirini [8], D. A. Kotov valikni majburiy aylantirish masalasini [9], S. Z. Yunusov esa tezlatgich parametrlarini asoslab bergan [14]. Arra diametri, arralararo masofa va arra silindri tezligining ta’siri R. M. Kattaxoʻjayev [10] va O. Maqsudov [11] tomonidan, ishchi kamera konstruksiyasini takomillashtirish esa R. F. Yunusov [12], P. N. Tyutin [15], A. U. Sarimsaqov [16] va Sh. M. Azizov [17] ishlarida koʻrib chiqilgan. Xorijiy tadqiqotlarda jinlash rejimining urugʻ va tola xususiyatlariga ta’siri (S. A. Marey va boshqalar [18]; S. Aslam, N. Soomro [19]; G. R. Jurayeva va boshqalar [20]) yoritilgan.

Tahlillar shuni koʻrsatadiki, arrali jin ish unumi xomashyo valigi zichligining ortishi bilan ma’lum chegaragacha oshadi, soʻngra ishqalanish kuchlari ta’sirida valik tezligi kamayib, unumdorlik pasayadi; zichlik 550–600 kg/m³ ga yetganda jarayon butunlay toʻxtaydi [3, 13]. Mavjud tezlatgichlar koʻpincha murakkab boʻlib, chigitlarning kameradan oʻz vaqtida chiqishini toʻliq ta’minlamaydi. Shu bois zichlikni samarali kamaytiruvchi va rostlovchi sodda qurilmani ishlab chiqish hamda parametrlarini asoslash dolzarb masala boʻlib qolmoqda [16, 20]. Tadqiqotning maqsadi — bunday toʻzitgich-tezlatkichni ishlab chiqish, ratsional parametrlarini asoslash va jinlash unumdorligi hamda tola sifatini oshirishdan iborat.

TADQIQOT METODIKASI.

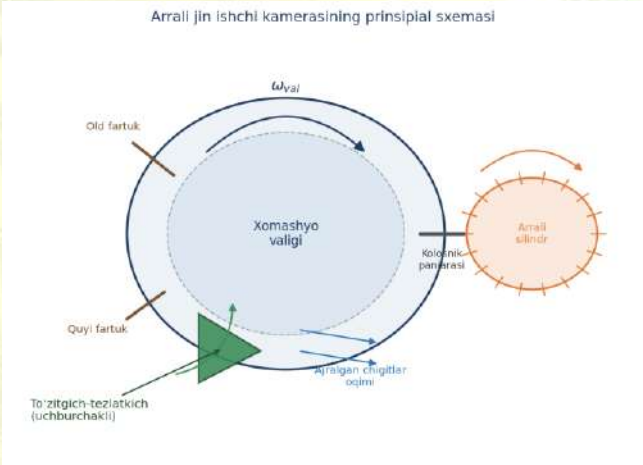
Tadqiqot nazariy va eksperimental qismlardan iborat boʻlib, ishchi kameradagi paxta boʻlakchasining toʻzitgich-tezlatkich ta’siridagi harakati nazariy mexanika usullari yordamida — boʻlakchaga ta’sir etuvchi ogʻirlik, markazdan qochma, elastiklik va ishqalanish kuchlarini hisobga oluvchi ikkinchi tartibli differensial tenglamalar orqali oʻrganildi, tenglamalar boshlangʻich va chegaraviy shartlarda Maple paketida integrallanib, uchburchak, toʻrtburchak va beshburchakli variantlar uchun paxta boʻlakchasining harakat traektoriyalari aniqlandi; eksperimental tadqiqotlar 30 arrali tajriba qurilmasida va ishlab chiqarish sharoitida DP-130 markali arrali jinda oʻtkazildi, qurilmaning ratsional parametrlari burchaklar soni (3; 4; 5), plankalar va arralar orasidagi masofa (30; 35; 40 mm) hamda aylanish tezligi (60; 70; 80 ayl/min) omillari boʻyicha uch omilli koʻp omilli rejali eksperiment yordamida optimallashtirilib, regressiya tenglamalari tuzildi, koeffitsientlar ahamiyati Student, model adekvatligi esa Fisher mezoni boʻyicha baholandi; tola sifati HVI tizimida, chigitning mexanik

ISSN 3030-3907

shikastlanishi 50 g namunani tuksizlantirib shikastlangan chigitlar massasini o‘lchash usulida aniqlandi, iqtisodiy samaradorlik esa bazaviy va yangi konstruksiya xarajatlarini taqqoslash asosida hisoblandi; sinovlar “To‘raqo‘rg‘on paxta tozalash” korxonasida Andijon-35 va Andijon-36 navlarida amalga oshirildi.

NATIJALAR VA TAHLIL.

Tolasidan ajralgan chigitlarning xomashyo valigi o‘rtasida to‘planib qolishi va kamera devorlaridagi ishqalanish valikning aylanish tezligini pasaytiradi. Bu kamchilikni bartaraf etish uchun ishchi kamera o‘rtasiga, o‘q bo‘ylab, maxsus to‘zitgich-tezlatkich o‘rnatildi (1-rasm). Qurilma xomashyo valigi bilan bir xil yo‘nalishda aylanib, paxta bo‘lakchasining zichligini kamaytiradi, uni bir tekisda arra tishlariga uzatadi va ajralgan chigitlarning kameradan o‘z vaqtida chiqishini ta’minlaydi.



1-rasm. To‘zitgich-tezlatkich o‘rnatilgan arrali jin ishchi kamerasining prinsipial sxemasi: 1 — old fartuk; 2 — xomashyo valigi; 3 — to‘zitgich-tezlatkich; 4 — arrali silindr; 5 — kolosnik panjarasi; 6 — quyi fartuk.

Ishchi kamera yoyi bo‘ylab harakatlanuvchi paxta bo‘lakchasiga ta’sir etuvchi tashqi kuchlar hisobga olingan holda harakatning differensial tenglamasi tuzilib, boshlang‘ich va chegaraviy shartlarda integrallandi. Uchburchak, to‘rtburchak va beshburchakli variantlar taqqoslanganda, paxta bo‘lakchasini zichligini oshirmasdan eng bir tekis uzatish uchburchakli qurilmaning 70 ayl/min tezligida kuzatildi; to‘rt- va beshburchakli variantlarda ajratish samaradorligi pasaydi. Nazariy tahlil xomashyo valigi o‘qiga qo‘yilgan qo‘shimcha burovchi moment ta’sirida valik tezligini boshqarish mumkinligini ko‘rsatdi.

Qurilmaning ratsional parametrlarini aniqlash uchun uch omilli rejali eksperiment o‘tkazildi (1-jadval). Chiqish parametrlari sifatida ish unumdorligi (Y_1) va qurilma tebranishi (Y_2) qabul qilindi.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Belgi	Omil nomi	O‘lchov birligi	−1	0	+1
x_1	To‘zitgich-tezlatkichning burchaklar soni	dona	3	4	5
x_2	Plankalar va arralar orasidagi masofa	mm	30	35	40
x_3	Qurilmaning aylanish tezligi	ayl/min	60	70	80

Eksperiment omillari va ularning o‘zgarish darajalari.

Tajriba ma’lumotlari asosida ish unumdorligi uchun ikkinchi tartibli regressiya tenglamasi olindi:

$$Y_1 = 1006 - 39{,}25 \cdot x_1 - 41{,}38 \cdot x_2 + 22{,}63 \cdot x_3 + 25{,}75 \cdot x_1x_2 - 26{,}25 \cdot x_1x_3 - 45{,}5 \cdot x_2x_3 + 30 \cdot x_2^2 - 52{,}75 \cdot x_3^2$$

Koeffitsientlar ahamiyati Student, model adekvatligi Fisher mezoni bo‘yicha tasdiqlandi. Tahlil natijasida qurilma uchburchak shaklda bo‘lib, aylanish tezligi 70–72 ayl/min bo‘lganida ish unumi maksimal, tebranish esa minimal qiymatga ega bo‘lishi aniqlandi. Qurilma valining mustahkamlik zaxirasi koeffitsienti 5,1 ga teng bo‘lib, vallar uchun talab etiladigan 1,5–2,5 chegarasidan ancha yuqori.

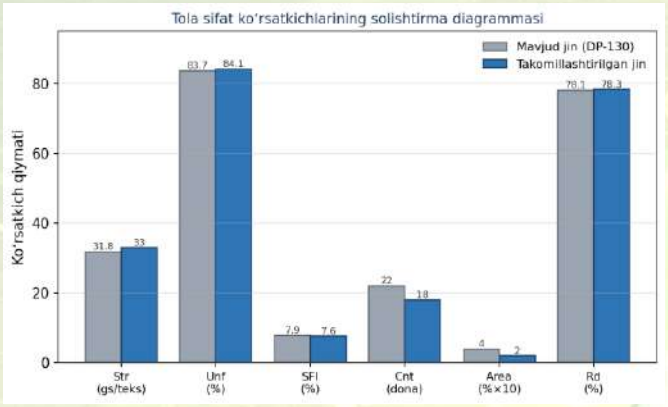
Optimal parametrlar asosida tayyorlangan uchburchakli to‘zitgich-tezlatkich DP-130 jinning ishchi kamerasiga o‘rnatilib, ishlab chiqarish sharoitida sinovdan o‘tkazildi. Tola sifat ko‘rsatkichlari HVI tizimida baholanib, mavjud va takomillashtirilgan jin natijalari taqqoslandi (2-jadval, 2-rasm).

2-jadval

№	Ko‘rsatkich (o‘lchov birligi)	Mavjud jin	Takomillashgan jin
1	Mikroneyr ko‘rsatkichi (Mic)	4,5	4,5
2	Solishtirma uzunlik kuchi (Str), gs/teks	31,8	33,0
3	Yuqori o‘rtacha uzunlik (Len), dyuym	1,12	1,14
4	Birxillik indeksi (Unf), %	83,7	84,1
5	Kalta tolalar indeksi (SFI), %	7,9	7,6
6	Iflos aralashmalar soni (Cnt), dona	22	18
7	Iflos aralashmalar maydoni (Area), %	0,4	0,2
8	Nur qaytarish koeffitsiyenti (Rd), %	78,1	78,3
9	Sarg‘ishlik darajasi (+b)	8,5	8,4

Mavjud va takomillashtirilgan jindan olingan tola sifat ko‘rsatkichlarining o‘rtacha qiymatlari.

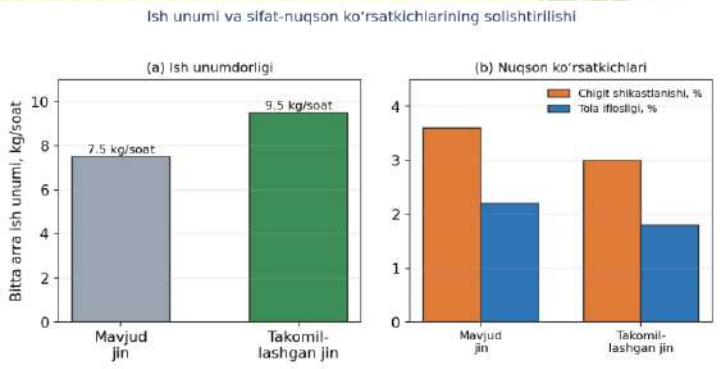
ISSN 3030-3907



2-rasm. Tola sifat ko‘rsatkichlarining solishtirma diagrammasi (Area ko‘rsatkichi ko‘rgazmalilik uchun 10 ga ko‘paytirilgan).

Solishtirma uzunlik kuchi 31,8 dan 33,0 gs/teksgacha oshgan, bu tola mustahkamligi ortganini bildiradi; birxillik indeksi 83,7 dan 84,1 % ga ko‘tarilgan, kalta tolalar indeksi 7,9 dan 7,6 % gacha kamaygan. Iflos aralashmalar soni 22 dan 18 taga, maydoni esa 0,4 dan 0,2 % gacha kamayib, tola tozaligi oshgan. Mikroneyr va sarg‘ishlik ko‘rsatkichlari deyarli o‘zgarmagan, chunki ular asosan paxta navi bilan belgilanadi.

Ishchi kameradagi zichlikning kamayishi natijasida har bir arra bo‘yicha ish unumi mavjud jinda 7–8 kg/soatdan takomillashtirilgan jinda 9–10 kg/soatga yetdi, uch jinli batareya unumi esa 2730 dan 3510 kg/mash-soatgacha oshdi (3-rasm). Chigit shikastlanishi 3,6 dan 3,0 % ga, toladagi iflos aralashmalar 2,2 dan 1,8 % ga kamaygan; ajralgan chigitlarning kameradan chiqishi birlik vaqtda 34 % ga ortgan.



3-rasm. (a) bitta arra bo‘yicha ish unumi; (b) chigit shikastlanishi va tola iflosligi ko‘rsatkichlarining solishtirilishi.

Natijalar avvalgi tadqiqotlar [3, 13] xulosalarini tasdiqlaydi va rivojlantiradi. Mavjud tezlatgichlar [8, 9, 14] asosan valikni majburiy aylantirishga qaratilgan bo‘lsa, taklif etilgan qurilma bir vaqtning o‘zida zichlikni kamaytirish va chigitlarni chiqarishni tezlatish vazifasini bajaradi. Eng muhimi, ish unumining oshishi tola sifatining pasayishi hisobiga emas, balki sifatning yaxshilanishi bilan birga sodir bo‘lgan; bu xorijiy tadqiqotlar [18, 19] xulosalari bilan uyg‘un va qurilmaning amaliy qiymatini oshiradi.

ISSN 3030-3907

IQTISODIY SAMARADORLIK.

Yillik iqtisodiy samaradorlik bazaviy va yangi konstruksiyali jin xarajatlarini taqqoslash asosida ikki omil — arralar sarfini va elektr energiya sarfini kamaytirish bo‘yicha hisoblandi (3-jadval). Ish unumining oshishi hisobiga 5088 tonna tolani ishlab chiqarish vaqti 78 kundan 60 kunga qisqargan, bu esa arralarni 6 marta almashtirishning oldini oladi va 2340 dona arra (102 960,0 ming so‘m) tejaladi. Elektr energiyani kamaytirish hisobiga esa 53 905,8 ming so‘m tejaladi. Umumiy yillik samaradorlik 156 865,8 ming so‘mni yoki 1 tonna tolaga 30 830 so‘mni tashkil etadi (2024 yil hisobida).

3-jadval

№	Ko‘rsatkich nomi	O‘lchov birligi	Bazaviy	Yangi
1	Jin ish unumdorligi (3 ta jin)	kg/mash-soat	2730	3510
2	Energiya sarfi (3 ta jin)	kVt·soat	238,2	247,2
3	Toladagi iflos aralashmalar	%	2,2	1,8
4	Chigit shikastlanishi	%	3,6	3,0
5	5088 t tola ishlab chiqarish vaqti	kun	78	60

Bazaviy va takomillashtirilgan arrali jinning asosiy texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari.

XULOSA.

Arrali jin ishchi kamerasiga o‘rnatilgan to‘zitgich-tezlatkich xomashyo valigi zichligini kamaytirish va tezligini rostlash imkonini beruvchi sodda hamda samarali yechim ekanligi asoslandi. Nazariy tahlil eng yuqori ajratish samaradorligini uchburchakli konstruksiya, eksperiment esa 70–72 ayl/min tezlik ta’minlashini ko‘rsatdi. Sinovlar natijasida har bir arra bo‘yicha ish unumi 7–8 dan 9–10 kg/soatga, batareya unumi 2730 dan 3510 kg/mash-soatga oshdi; chigit shikastlanishi 3,6 dan 3,0 % ga, tola iflosligi 2,2 dan 1,8 % ga kamaydi, tola mustahkamligi va birxilligi yaxshilandi. Yillik iqtisodiy samaradorlik 156,87 mln so‘mni tashkil etib, qurilmani paxta tozalash korxonalarida keng qo‘llash mumkinligini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Cotton: World Statistics. – URL: https://www.statista.com; http://www.icac.org
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son Farmoni. – https://lex.uz

ISSN 3030-3907

3. Boldinskiy G.I. Teoreticheskie osnovi optimalnogo protsessa pilnogo dzhinirovaniya i voprosi porokoobrazovaniya v nem. Diss. d.t.n. – M., 1970. – 446 s.
4. Miroshnichenko G.I. Osnovi proyektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki xlopka. – M., 1980. – 328 s.
5. Fedorov V.S. Pervichnaya obrabotka xlopka. – M.: Gizlegprom, 1937.
6. Levkovich B.A. Elementi teorii dzhinirovaniya. – Tashkent: Gosizdat, 1938. – 163 s.
7. Fazildinov S. Issledovaniye protsessa pilnogo dzhinirovaniya s vrashayushimsya uprugim elementom sirtsovogo valika. Diss. k.t.n. – Tashkent, 1980. – 163 s.
8. Tillayev M.T. Issledovaniya vliyaniya uskoritelya vrasheniya sirtsovogo valika na osnovnie pokazateli protsessa dzhinirovaniya. Diss. k.t.n. – Tashkent, 1974. – 145 s.
9. Kotov D.A. O prinuditelnom vrashenii sirtsovogo valika pilnogo dzhina // Materiali nauchno-texnicheskoy konferentsii, TTI. – Tashkent, 1967.
10. Kattaxodjayev R.M. Issledovaniye vliyaniya pil uvelichennogo diametra na osnovnie pokazateli protsessa dzhinirovaniya. Diss. k.t.n. – Tashkent, 1969. – 140 s.
11. Maksudov O. Vliyaniye optimalnogo sootnosheniya mejdu skorostyami pilnogo tsilindra i sirtsovogo valika na kachestvennie pokazateli dzhinirovaniya. Avtoref. diss. k.t.n. – Tashkent, 1976. – 28 s.
12. Yunusov R.F. Povisheniye effektivnosti dzhina osnasheniyem yego novim tipom rabochey kameri. Diss. k.t.n. – Tashkent, 2004. – 125 s.
13. Safarov N.K. Vliyaniye plotnosti sirtsovogo valika na texnologicheskie pokazateli pilnogo dzhinirovaniya. Diss. k.t.n. – Tashkent, 1998.
14. Yunusov S.Z. Razrabotka i obosnovaniye parametrov uskoritelya sirtsovogo valika pilnogo dzhina. Diss. k.t.n. – Tashkent, 2010.
15. Tyutin P.N. Analiz i sovershenstvovaniye protsessa pilnogo dzhinirovaniya primenitelno k potochnoy texnologii obrabotki xlopka-sirtsa mashinnogo sbora. Diss. d.t.n. – Kostroma, 1985. – 406 s.
16. Sarimsakov A.U. Tola ajratish jarayoni samaradorligini oshirish maqsadida arrali jin ishchi kamerasini takomillashtirish. PhD diss. – Namangan, 2018.
17. Azizov Sh.M. Yangi konstruksiyadagi energiyatejamkor yuqori ish unumli xavfsiz paxta jin mashinasi. DSc diss. avtoreferati. – Namangan, 2023. – 11 b.
18. Marey S.A., Sayed-Ahmed I.F., El-Yamani A.E. The influence of the ginning process on seed cotton properties // AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. – 2018. – ISSN 0084-5841.

ISSN 3030-3907

19. Aslam S., Soomro N. Submissions of saw gin speed on the quality of cotton // Sindh University Research Journal (Science Series). – 2015. – Vol. 47, № 1. – P. 25–28.

20. Juraeva G.R., Muradov R.M., Abduvakhidov M.M. Research of the issue of lightening the construction of the gin saw cylinder // Engineering. – 2021. – DOI: 10.4236/eng.2021.134017.

ISSN 3030-3907

UDK 677.051.152.6

ARRALI JIN ISHCHI KAMERASIDA PAXTA BO‘LAKCHASI HARAKATINING MATEMATIK MODELLASHTIRILISHI VA CHIGIT MEXANIK SHIKASTLANISHINI KAMAYTIRISH

Sodikjanov Jaxongirbek Shuxratbek o‘g‘li
Fizika-matematika fanlari nomzodi, dotsent, Andijon Davlat Texnika Instituti
Tel: +998934199191
E-mail: jsodikjanov@mail.ru
Pazletdinov Ilyosbek Sirojidin o‘g‘li
Andijon davlat Texnika Instituti, Intellektual boshqaruv va robototexnika kafedrasi
Tel: +998932567569
E-mail: ilyosbekpazletdinov@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada arrali jinning takomillashtirilgan ishchi kamerasida paxta bo‘lakchasining harakati nazariy jihatdan o‘rganilgan. Ishchi kamera yoyi bo‘ylab harakatlanuvchi paxta bo‘lakchasiga ta’sir etuvchi og‘irlik, markazdan qochma, elastiklik va ishqalanish kuchlari hisobga olinib, harakatning ikkinchi tartibli differensial tenglamasi tuzilgan va boshlang‘ich hamda chegaraviy shartlarda integrallangan. To‘zitgich-tezlatkichning uchburchak, to‘rtburchak va beshburchakli variantlari uchun paxta bo‘lakchasining AB yoyi bo‘ylab uzatilish traektoriyalari qurilma aylanish tezligining turli qiymatlarida (60, 70, 80 ayl/min) Maple dasturida hisoblangan. Tahlil natijasida paxta bo‘lakchasini zichligini oshirmasdan eng bir tekis uzatish uchburchakli qurilmaning 70 ayl/min tezligida sodir bo‘lishi aniqlangan. Shuningdek, chigitning mexanik shikastlanishi qurilma shakli va aylanish tezligiga bog‘liq holda baholanib, eng kichik shikastlanish uchburchakli variantning 70–72 ayl/min rejimida kuzatilgan. Olingan nazariy natijalar ishlab chiqarish sinovlari bilan tasdiqlanib, chigit shikastlanishi 3,6 dan 3,0 % ga kamaygan. Natijalar qurilma parametrlarini asoslash uchun nazariy metodik asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: arrali jin, paxta bo‘lakchasi, differensial tenglama, harakat traektoriyasi, to‘zitgich-tezlatkich, chigit shikastlanishi, matematik model.

Аннотация. В статье теоретически исследовано движение хлопкового комка в усовершенствованной рабочей камере пильного джина. С учётом сил тяжести, центробежной силы, силы упругости и силы трения, действующих на комок при его движении по дуге камеры, составлено дифференциальное уравнение движения второго порядка, проинтегрированное при начальных и граничных условиях. Для треугольного, четырёхугольного и пятиугольного вариантов разрыхлителя-ускорителя траектории передачи комка по дуге AB

ISSN 3030-3907

рассчитаны в пакете Maple при различных частотах вращения (60, 70, 80 об/мин). Установлено, что наиболее равномерная передача комка без увеличения его плотности достигается при треугольной форме и частоте 70 об/мин. Механическое повреждение семян оценено в зависимости от формы и частоты вращения; минимальное повреждение наблюдается при треугольном варианте в режиме 70–72 об/мин. Теоретические результаты подтверждены производственными испытаниями: повреждение семян снизилось с 3,6 до 3,0 %. Результаты служат теоретической основой для обоснования параметров устройства.

Ключевые слова: пильный джин, хлопковый комок, дифференциальное уравнение, траектория движения, разрыхлитель-ускоритель, повреждение семян, математическая модель.

Abstract. The article presents a theoretical study of the motion of a cotton lump in the improved working chamber of a saw gin. Taking into account the gravity, centrifugal, elastic and friction forces acting on the lump as it moves along the chamber arc, a second-order differential equation of motion was derived and integrated under initial and boundary conditions. For the triangular, quadrangular and pentagonal variants of the disperser-accelerator, the trajectories of lump transfer along the AB arc were computed in the Maple package at different rotational speeds (60, 70, 80 rpm). It was established that the most uniform transfer of the lump without an increase in its density is achieved with the triangular shape at a speed of 70 rpm. The mechanical damage to seeds was evaluated as a function of shape and rotational speed; the minimum damage was observed for the triangular variant at 70–72 rpm. The theoretical results were confirmed by industrial trials, with seed damage decreasing from 3.6 to 3.0 %. The results serve as a theoretical and methodical basis for substantiating the device parameters.

Keywords: saw gin, cotton lump, differential equation, motion trajectory, disperser-accelerator, seed damage, mathematical model.

KIRISH.

Paxtaga dastlabki ishlov berish texnologiyasida tola ajratish — jinlash jarayoni mahsulot sifati va miqdorini belgilovchi asosiy bosqichdir [1, 2]. Arrali jinning ish unumi va tola sifati ko‘p jihatdan ishchi kameradagi xomashyo valigining holatiga, xususan paxta bo‘lakchalarining kamera ichidagi harakat qonuniyatlariga bog‘liq. Shu sababli jinlash jarayonining nazariy modellarini ishlab chiqish, paxta bo‘lakchasiga ta’sir etuvchi kuchlarni va uning harakat traektoriyalarini aniqlash dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

Jinlash jarayonining nazariy asoslari B. A. Levkovich [6] va G. I. Boldinskiy [3] ishlarida shakllantirilgan bo‘lib, ularda xomashyo valigi va arra silindri

ISSN 3030-3907

orasidagi o‘zaro ta’sir hamda nuqson hosil bo‘lish jarayonlari o‘rganilgan. Birlamchi ishlov berish mashinalarini loyihalash nazariyasi G. I. Miroshnichenko [4] va V. S. Fedorov [5] tomonidan ishlab chiqilgan. Xomashyo valigi zichligining jinlash ko‘rsatkichlariga ta’siri N. K. Safarov [13], elastik elementli valik dinamikasi esa S. Fazildinov [7] tadqiqotlarida tahlil qilingan.

Xomashyo valigining aylanishini boshqarish va tezlatish masalasi M. T. Tillayev [8], D. A. Kotov [9] va S. Z. Yunusov [14] ishlarida ko‘rib chiqilgan; ularda valikni majburiy aylantirish mexanizmlarining dinamik parametrlari aniqlangan. Arra silindri tezligi va arralararo masofaning jinlash dinamikasiga ta’siri R. M. Kattaxo‘jayev [10] va O. Maqsudov [11] tomonidan o‘rganilgan, ishchi kamera konstruksiyasini takomillashtirish esa R. F. Yunusov [12], P. N. Tyutin [15], A. U. Sarimsaqov [16] va Sh. M. Azizov [17] ishlarida yoritilgan. Xorijiy tadqiqotlarda jinlash rejimining urug‘ va tola xususiyatlariga ta’siri (S. A. Marey va boshqalar [18]; S. Aslam, N. Soomro [19]), arra silindri elementlarining dinamikasi esa G. R. Jurayeva va hammualliflari [20] tomonidan tadqiq etilgan.

Mavjud tadqiqotlarda asosan xomashyo valigining yaxlit harakati o‘rganilgan bo‘lib, ishchi kameraga o‘rnatilgan to‘zitgich-tezlatkich ta’siridagi alohida paxta bo‘lakchasining harakat dinamikasi va uning chigit mexanik shikastlanishiga ta’siri yetarlicha asoslanmagan [3, 13, 16]. Zichlik 550–600 kg/m³ ga yetganda valikning aylanish tezligi keskin kamayadi va paxta bo‘lakchalarining notekis harakati chigitning mexanik shikastlanishini oshiradi. Shu bois paxta bo‘lakchasining to‘zitgich-tezlatkich ta’siridagi harakatini matematik modellashtirish va shu asosda chigit shikastlanishini kamaytiruvchi ratsional parametrlarni aniqlash zarurati tug‘iladi. Tadqiqotning maqsadi — paxta bo‘lakchasi harakatining matematik modelini tuzish, turli geometrik shakldagi qurilmalar uchun harakat traektoriyalarini aniqlash va chigit shikastlanishini minimallashtiruvchi rejimni asoslashdan iborat.

TADQIQOT METODIKASI.

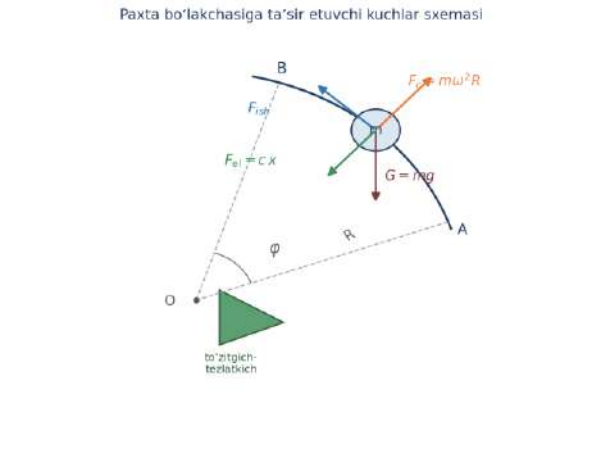
Tadqiqot nazariy mexanika va oliy matematika usullariga asoslangan bo‘lib, ishchi kamera yoyi bo‘ylab harakatlanuvchi paxta bo‘lakchasi moddiy nuqta deb qaralib, unga ta’sir etuvchi og‘irlik kuchi, markazdan qochma kuch, to‘zitgich-tezlatkichning elastik kuchi va ishchi kamera sirtidagi ishqalanish kuchi hisobga olingan holda harakatning ikkinchi tartibli differensial tenglamasi tuzildi; tenglama belgilashlar kiritilgan holda bir jinsli tenglamaga keltirilib, boshlang‘ich ($\varphi = 0$ da bo‘lakchaning boshlang‘ich holati va tezligi) hamda chegaraviy (AB yoyi bo‘ylab $L_1 = R \cdot \varphi_1$ masofa) shartlarda integrallandi va o‘zgarmas koeffitsiyentlar shu shartlardan aniqlandi; uchburchak, to‘rtburchak va beshburchakli to‘zitgich-tezlatkichlar uchun paxta bo‘lakchasining qamrash burchagiga bog‘liq uzatilish

ISSN 3030-3907

traektoriyalari hamda chigitning mexanik shikastlanishi qurilmaning aylanish tezligi (60; 70; 80 ayl/min) qiymatlarida Maple dasturiy paketida sonli usulda hisoblanib grafiklarda tahlil qilindi; nazariy natijalarning ishonchliligi 30 arrali tajriba qurilmasi va DP-130 markali arrali jinda ishlab chiqarish sharoitida o‘tkazilgan sinovlar bilan, chigit shikastlanishi esa 50 g namunani tuksizlantirib shikastlangan chigitlar massasini o‘lchash usulida tekshirildi; sinovlar “To‘raqo‘rg‘on paxta tozalash” korxonasida Andijon-35 va Andijon-36 navlarida bajarildi.

NATIJALAR VA TAHLIL.

Ishchi kamera yoyi bo‘ylab harakatlanuvchi paxta bo‘lakchasiga to‘rtta asosiy tashqi kuch ta’sir etadi (1-rasm). Ularning ifodalari va fizik mazmuni 1-jadvalda keltirilgan. To‘zitgich-tezlatkichning elastik kuchi bo‘lakchani zichligini oshirmasdan oldinga suradi, markazdan qochma kuch va og‘irlik kuchi uning radial holatini belgilaydi, ishqalanish kuchi esa harakatga qarshilik ko‘rsatadi.



1-rasm. Ishchi kamera yoyi bo‘ylab harakatlanuvchi paxta bo‘lakchasiga (m) ta’sir etuvchi kuchlar sxemasi: G — og‘irlik kuchi; Fc — markazdan qochma kuch; Fel — elastik kuch; Fish — ishqalanish kuchi; O — aylanish markazi; φ — qamrash burchagi.

1-jadval

Kuch	Ifodasi	Fizik mazmuni
Og‘irlik kuchi	G = m·g	Paxta bo‘lakchasining vertikal yo‘nalishdagi og‘irligi
Markazdan qochma kuch	Fc = m·ω²·R	Bo‘lakchani radial yo‘nalishda kamera devoriga bosuvchi kuch
Elastik kuch	Fel = c·x	To‘zitgich-tezlatkichning bo‘lakchaga ta’sir etuvchi elastik kuchi (c — elastiklik koeffitsiyenti)

ISSN 3030-3907

Kuch	Ifodasi	Fizik mazmuni
Ishqalanish kuchi	Fish = f·N	Kamera sirtida hosil bo‘luvchi ishqalanish kuchi (f — ishqalanish koeffitsiyenti)

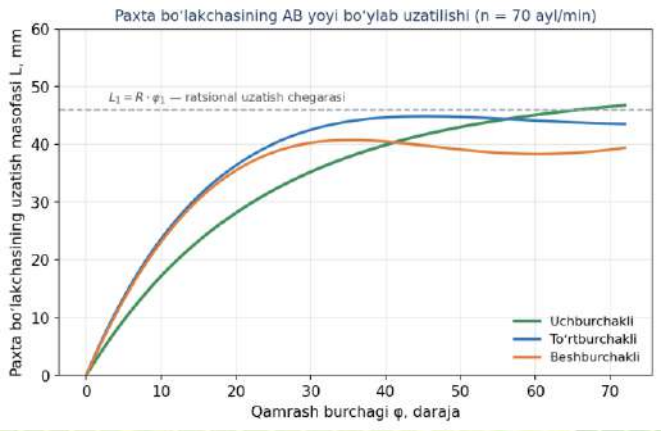
Paxta bo‘lakchasiga ta’sir etuvchi tashqi kuchlar va ularning ifodalari.

Sanab o‘tilgan kuchlar ta’sirida paxta bo‘lakchasining AB yoyi bo‘ylab harakat differensial tenglamasi quyidagi umumiy ko‘rinishga keltirildi:

$$m\cdot(d^2s/dt^2) = Fel - Fish - G\cdot\sin\varphi + Fc\cdot\cos\varphi$$

Belgilashlar kiritib bir jinsli ikkinchi tartibli differensial tenglama hosil qilindi va u boshlang‘ich hamda chegaraviy shartlarda integrallanib, o‘zgarmas koeffitsiyentlar aniqlandi. Yechim natijasida paxta bo‘lakchasining qamrash burchagiga bog‘liq uzatilish masofasi L = f(φ) aniqlandi; ratsional uzatish chegarasi $L_1 = R\cdot\varphi_1$ tenglik bilan ifodalanadi.

Turli geometrik shakldagi to‘zitgich-tezlatkichlar uchun hisoblangan traektoriyalar 2-rasmda keltirilgan. Uchburchakli qurilmada paxta bo‘lakchasi AB yoyi bo‘ylab bir tekis, zichligini oshirmasdan uzatilib, ratsional chegaraga silliq yetib boradi. To‘rtburchak va beshburchakli variantlarda esa bo‘lakcha qurilma sirti bilan ko‘proq to‘qnashib, uzatilish tebranishli xarakterga ega bo‘ladi va bir tekislik buziladi. Bu natija bo‘lakchaning bir tekis uzatilishi uchun uchburchakli shakl maqbul ekanligini ko‘rsatadi.



2-rasm. Paxta bo‘lakchasining AB yoyi bo‘ylab uzatilish traektoriyalari (qurilma aylanish tezligi n = 70 ayl/min).

Qurilmaning aylanish tezligi paxta bo‘lakchasining uzatilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Hisob-kitoblar n = 80 ayl/min da bo‘lakcha qurilma sirti bilan kuchli to‘qnashib, chigitning shikastlanish ehtimoli ortishini, n = 60 ayl/min da esa uzatilish susayib, bo‘lakchaning kamerada ushlanib qolishi mumkinligini ko‘rsatdi. Demak, n = 70 ayl/min bo‘lakchani bir tekis uzatish va shikastlanishni kamaytirishni muvozanatlovchi oraliq rejim hisoblanadi.

Chigitning mexanik shikastlanishi qurilma shakli va aylanish tezligiga bog‘liq holda baholandi (2-jadval, 3-rasm). Eng kichik shikastlanish darajasi

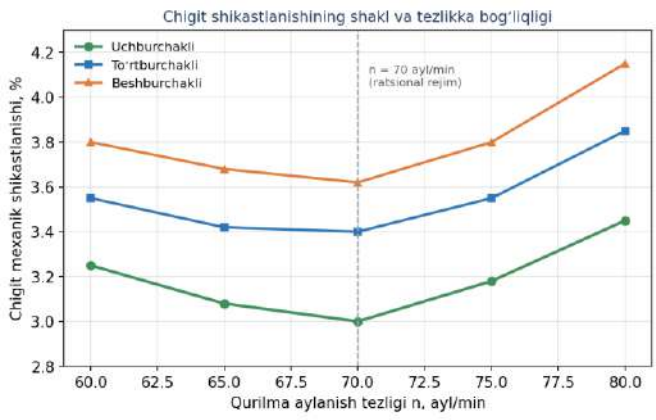
ISSN 3030-3907

uchburchakli qurilmaning 70 ayl/min rejimida kuzatildi; to‘rtburchak va beshburchakli variantlarda hamda yuqori tezliklarda shikastlanish ortdi. Bu paxta bo‘lakchasining qurilma sirti bilan to‘qnashuvlar soni va kuchi bilan bog‘liq.

2-jadval

Qurilma shakli	Ratsional tezlik, ayl/min	Ajratish samaradorligi (nisbiy)	Chigit shikastlanishi (nazariy), %
Uchburchakli	70	0,86	3,00
To‘rtburchakli	70	0,68	3,40
Beshburchakli	70	0,62	3,62

To‘zitgich-tezlatkich shakliga ko‘ra ajratish samaradorligi va chigit shikastlanishining nazariy qiymatlari.



3-rasm. Chigit mexanik shikastlanishining qurilma shakli va aylanish tezligiga bog‘liqligi (nazariy hisob).

Nazariy natijalarning ishonchliligini tekshirish maqsadida ishlab chiqarish sinovlari o‘tkazildi. Uchburchakli to‘zitgich-tezlatkich o‘rnatilgan DP-130 jindan olingan namunalarda chigitning mexanik shikastlanishi 3,6 dan 3,0 % gacha kamaygan, bu nazariy hisob bilan yaxshi mos keladi. Shunday qilib, paxta bo‘lakchasining bir tekis uzatilishini ta’minlovchi uchburchakli geometriya va 70–72 ayl/min rejimi nafaqat ajratish samaradorligini oshiradi, balki chigitning mexanik shikastlanishini ham kamaytiradi.

Olingan natijalar avvalgi tadqiqotlar [3, 13] xulosalarini rivojlantirib, alohida paxta bo‘lakchasi darajasidagi harakat dinamikasini miqdoriy ifodalashga imkon berdi. Mavjud tezlatgich modellari [8, 9, 14] asosan xomashyo valigining yaxlit aylanishini tavsiflasa, taklif etilgan model bo‘lakchaning to‘zitgich-tezlatkich ta’siridagi lokal harakatini va uning chigit shikastlanishiga ta’sirini hisobga oladi. Bu jinlash jarayonini chuqurroq tushunish va qurilma parametrlarini nazariy asoslash uchun metodik vosita bo‘lib xizmat qiladi; bu yondashuv xorijiy

ISSN 3030-3907

tadqiqotlardagi jinlash rejimi va tola/urug‘ sifati orasidagi bog‘liqlik haqidagi xulosalar [18, 19] bilan ham uyg‘undir.

XULOSA.

Arrali jinning takomillashtirilgan ishchi kamerasida paxta bo‘lakchasining harakati nazariy jihatdan o‘rganilib, unga ta’sir etuvchi kuchlar asosida harakatning differensial tenglamasi tuzildi va integrallandi. Uchburchak, to‘rtburchak va beshburchakli to‘zitgich-tezlatkichlar uchun hisoblangan traektoriyalar paxta bo‘lakchasini zichligini oshirmasdan eng bir tekis uzatish uchburchakli qurilmaning 70 ayl/min tezligida sodir bo‘lishini ko‘rsatdi. Chigitning mexanik shikastlanishi tahlili eng kichik shikastlanish shu rejimda erishilishini aniqladi; ishlab chiqarish sinovlari buni tasdiqlab, shikastlanish 3,6 dan 3,0 % ga kamaydi. Tuzilgan matematik model paxta bo‘lakchasining harakat qonuniyatlarini miqdoriy baholash va to‘zitgich-tezlatkich parametrlarini nazariy asoslash imkonini beruvchi metodik asos hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Cotton: World Statistics. – URL: https://www.statista.com; http://www.icac.org
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022-yil 28-yanvardagi “2022–2026-yillarga mo‘ljallangan Yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi PF-60-son Farmoni. – https://lex.uz
3. Boldinskiy G.I. Teoreticheskie osnovi optimalnogo protsessa pilnogo dzhinirovaniya i voprosi porokoobrazovaniya v nem. Diss. d.t.n. – M., 1970. – 446 s.
4. Miroshnichenko G.I. Osnovi proyektirovaniya mashin pervichnoy obrabotki xlopka. – M., 1980. – 328 s.
5. Fedorov V.S. Pervichnaya obrabotka xlopka. – M.: Gizlegprom, 1937.
6. Levkovich B.A. Elementi teorii dzhinirovaniya. – Tashkent: Gosizdat, 1938. – 163 s.
7. Fazildinov S. Issledovaniye protsessa pilnogo dzhinirovaniya s vrashayushimsya uprugim elementom sirtsovogo valika. Diss. k.t.n. – Tashkent, 1980. – 163 s.
8. Tillayev M.T. Issledovaniya vliyaniya uskoritelya vrasheniya sirtsovogo valika na osnovnie pokazateli protsessa dzhinirovaniya. Diss. k.t.n. – Tashkent, 1974. – 145 s.
9. Kotov D.A. O prinuditelnom vrashenii sirtsovogo valika pilnogo dzhina // Materiali nauchno-texnicheskoy konferentsii, TTI. – Tashkent, 1967.
10. Kattaxodjayev R.M. Issledovaniye vliyaniya pil uvelichennogo diametra na osnovnie pokazateli protsessa dzhinirovaniya. Diss. k.t.n. – Tashkent, 1969. – 140 s.

ISSN 3030-3907

11. Maksudov O. Vliyaniye optimalnogo sootnosheniya mejdu skorostyami pilnogo tsilindra i sirtsovogo valika na kachestvennie pokazateli dzhinirovaniya. Avtoref. diss. k.t.n. – Tashkent, 1976. – 28 s.
12. Yunusov R.F. Povisheniye effektivnosti dzhina osnasheniyem yego novim tipom rabochey kameri. Diss. k.t.n. – Tashkent, 2004. – 125 s.
13. Safarov N.K. Vliyaniye plotnosti sirtsovogo valika na texnologicheskie pokazateli pilnogo dzhinirovaniya. Diss. k.t.n. – Tashkent, 1998.
14. Yunusov S.Z. Razrabotka i obosnovaniye parametrov uskoritelya sirtsovogo valika pilnogo dzhina. Diss. k.t.n. – Tashkent, 2010.
15. Tyutin P.N. Analiz i sovershenstvovaniye protsessa pilnogo dzhinirovaniya primenitelno k potochnoy texnologii obrabotki xlopka-sirtsa mashinnogo sbora. Diss. d.t.n. – Kostroma, 1985. – 406 s.
16. Sarimsakov A.U. Tola ajratish jarayoni samaradorligini oshirish maqsadida arrali jin ishchi kamerasini takomillashtirish. PhD diss. – Namangan, 2018.
17. Azizov Sh.M. Yangi konstruksiyadagi energiyatejamkor yuqori ish unumli xavfsiz paxta jin mashinasi. DSc diss. avtoreferati. – Namangan, 2023. – 11 b.
18. Marey S.A., Sayed-Ahmed I.F., El-Yamani A.E. The influence of the ginning process on seed cotton properties // AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America. – 2018. – ISSN 0084-5841.
19. Aslam S., Soomro N. Submissions of saw gin speed on the quality of cotton // Sindh University Research Journal (Science Series). – 2015. – Vol. 47, № 1. – P. 25–28.
20. Mamatqulov O.T., Kambarov E.A., Juraeva G.R. Study of the motion of a weighted cotton ball in an air stream with a known impact trajectory // Engineering. – 2020. – DOI: 10.4236/eng.2020.1212062.

ISSN 3030-3907

FLOTATSIYA JARAYONLARIDA MASHINALI O‘QITISH TEXNOLOGIYALARINING QO‘LLANILISHI: ZAMONAVIY YONDASHUVLAR VA RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI

Mahmudov G‘.B.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Nurmamatov J.A.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada flotatsiya jarayonlarida mashinali o‘qitish va sun’iy intellekt texnologiyalarining qo‘llanilishi bo‘yicha so‘nggi yillarda amalga oshirilgan ilmiy tadqiqotlar tahlil qilinadi. Tadqiqot 2018–2024 yillarda nashr etilgan ilmiy manbalar asosida adabiyotlar sharhi usulida olib borildi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, mashinali o‘qitish algoritmlari flotatsiya jarayonlarining asosiy ko‘rsatkichlarini prognozlash, reagent sarfini optimallashtirish, ko‘pik (froth) holatini monitoring qilish hamda konsentrat sifati va metall ajratib olish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Ayniqsa, konvolyutsion neyron tarmoqlar (KNT) asosidagi chuqur o‘qitish usullari ko‘pik tasvirlarini tahlil qilishda yuqori aniqlik va barqarorlikni namoyish etgan. Shu bilan birga, ma’lumotlar hajmining cheklanganligi, modellarning tushuntiruvchanligi, ko‘pik fazasining murakkab tabiati hamda real vaqt boshqaruv tizimlariga integratsiya qilishdagi qiyinchiliklar ushbu yo‘nalishdagi asosiy muammolar sifatida aniqlandi. Tadqiqot natijalari flotatsiya jarayonlarini raqamlashtirish va optimallashtirishda mashinali o‘qitish texnologiyalarining katta salohiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi hamda kelgusidagi tadqiqotlar uchun istiqbolli yo‘nalishlarni belgilab beradi.

Kalit so‘zlar: flotatsiya, mashinali o‘qitish, chuqur o‘qitish (ChO‘), konvolyusion neyron tarmoq (KNT), ko‘pik tasviri tahlili, pufakcha hajmi taqsimoti, mineral boyitish, jarayon nazorati, gibrid modellar.

Аннотация. В данной статье анализируются последние научные исследования по применению технологий машинного обучения и искусственного интеллекта в процессах флотации. Исследование проводилось методом обзора литературы на основе научных источников, опубликованных в 2018–2024 годах. Результаты анализа показали, что алгоритмы машинного обучения играют важную роль в прогнозировании основных показателей процессов флотации, оптимизации расхода реагентов, мониторинге состояния пены, а также повышении качества концентрата и эффективности извлечения металлов. В частности, методы глубокого обучения на основе сверточных нейронных сетей продемонстрировали высокую точность и стабильность при анализе изображений пены. В то же

ISSN 3030-3907

время, в качестве основных проблем в этом направлении были определены ограниченный объем данных, интерпретируемость моделей, сложная природа пенной фазы и трудности их интеграции в системы управления в реальном времени. Результаты исследования демонстрируют большой потенциал технологий машинного обучения в цифровизации и оптимизации процессов флотации и определяют перспективные направления для будущих исследований.

Ключевые слова: флотация, машинное обучение, глубокое обучение, сверточная нейронная сеть, анализ изображений пены, распределение размеров пузырьков, обогащение минералами, управление процессом, гибридные модели.

Abstract. This article analyzes recent research on the application of machine learning and artificial intelligence technologies in flotation processes. The study was conducted using a literature review based on scientific publications published between 2018 and 2024. The analysis revealed that machine learning algorithms play a significant role in predicting key flotation process parameters, optimizing reagent consumption, monitoring froth conditions, and improving concentrate quality and metal recovery efficiency. Specifically, deep learning methods based on convolutional neural networks demonstrated high accuracy and stability in froth image analysis. However, the key challenges identified in this area included limited data volume, model interpretability, the complex nature of the froth phase, and difficulties integrating them into real-time control systems. The results of the study demonstrate the significant potential of machine learning technologies in the digitalization and optimization of flotation processes and identify promising areas for future research.

Keywords: flotation, machine learning, deep learning, convolutional neural network, froth image analysis, bubble size distribution, mineral enrichment, process control, hybrid models.

KIRISH.

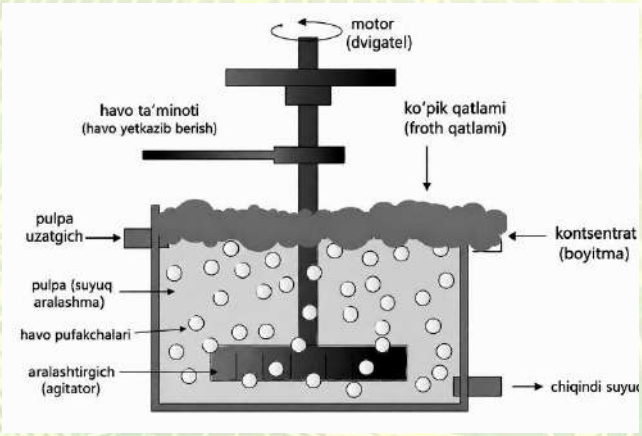
Madan va resurslarni qazib olish va ishlab chiqarish samaradorligi tobora muhim ahamiyat kasb etayotgan bugungi davrda, konchilik sohasi texnologik jarayonlarni optimallashtirishning asosiy qo‘llaniladigan sohalaridan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda. Noyob metallarni ajratishda muhim usul bo‘lgan flotatsiya jarayoni qimmatbaho resurslarni olishda hal qiluvchi ahamiyatga ega bo‘lib, ularning tozaligi va miqdori global sanoat hamda ilg‘or texnologiyalar rivojiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, aniq va samarali ajratish jarayonlarini ta’minlash nafaqat sanoat talabi, balki ijtimoiy-iqtisodiy zaruratdir. Zamonaviy nazorat qilish va monitoring vositalari konchilik jarayonlarining umumiy

ISSN 3030-3907

samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynaydi, bu esa sanoat taraqqiyoti va ishlab chiqarish samaradorligini mustahkamlaydi.

ADABIYOTLAR SHARHI. So‘nggi o‘n yillikda mashinali o‘qitish (MO‘) va sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarining madanlarni qayta ishlash sohasiga kirib kelishi an’anaviy muhandislik yondashuvlarini tubdan o‘zgartirmoqda. Szmigiel va boshqalar [1] ta’kidlaganidek, o‘tgan o‘n yil ichida tadqiqotchilar madanlarni boyitish jarayonlaridagi turli muammolar uchun MO‘ va SI texnologiyalarining potensial yechimlarini taklif etishgan. Bu tendensiya kompyuter fanlari sohasidagi tez rivojlanish va katta hajmli ma’lumotlarning (Big Data) mavjudligi bilan bevosita bog‘liq.

Flotatsiya jarayonining nazariy asoslari. Flotatsiya jarayoni suv muhitida maxsus flotatsiya kameralarida amalga oshiriladi, ushbu kameralar havo pufakchalarini hosil qilish uchun aeratsiya qilinadi. Suspenziya zarrachalari bir tekisda taqsimlanib turishi uchun elektr dvigatel yordamida aralashtiriladi va harakatga keltiriladi. Elektr dvigatelning aylanish tezligi, flotatsiya rezervuarining hajmi, elektr dvigatel turi va materiallarning xususiyatlariga qarab o‘ndan yuzgacha qiymatda minutiga aylanadi. Gidrofob zarrachalar havo pufakchalariga yopishib, ularning yordamida yuzaga ko‘tariladi va hosil bo‘lgan ko‘pik doimiy ravishda flotatsiya rezervuaridan chiqarib tashlanadi. Gidrofil zarrachalar esa ko‘pik hosil qilmaydi va flotatsiya rezervuarining pastki qismiga cho‘kadi. Ideal flotatsiya jarayoni har bir noyob metall zarrachasi havo pufakchasiga to‘qnashib, unga yopishib qolganida va ko‘pik bilan chiqarilmaguncha ajralib ketmaganida yuzaga keladi. Jarayon davomida kollektorlar, depressantlar, ko‘pik hosil qiluvchilar va aktivatorlar kabi turli reagentlar qo‘llanilib, mineral ajratish samaradorligi oshiriladi.



1-rasm. Flotatsiya kamerasining sxematik ko‘rinishi



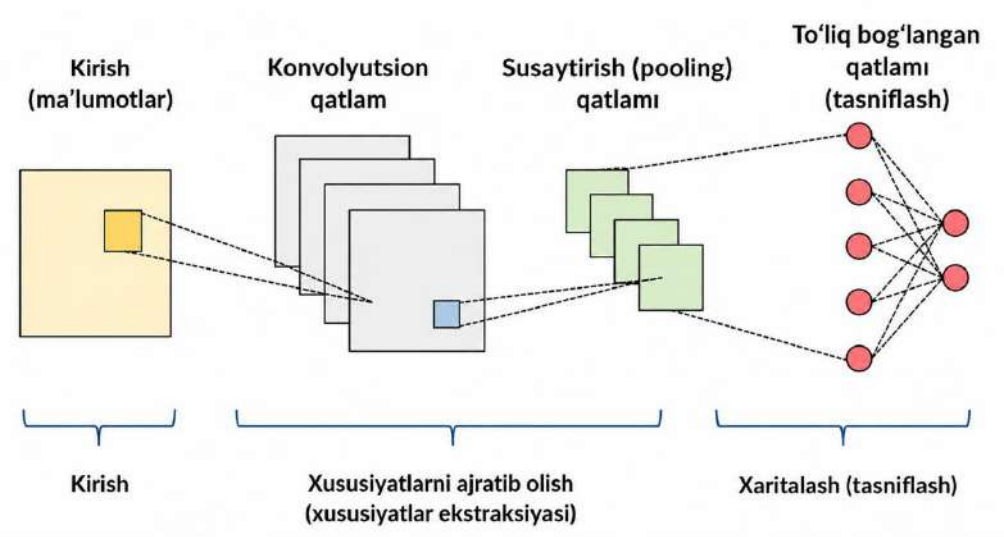
2-rasm. Real sanoat jarayonidan olingan flotatsiya jarayoni tasviri

MO‘ modeli yaratish uchun ko‘p sonli o‘zgaruvchilarni o‘z ichiga olgan ma’lumotlarni yig‘ish muhim hisoblanadi. Bunday o‘zgaruvchilarga flotatsiya

ISSN 3030-3907

rezervuariga berilayotgan pulpaning xususiyatlari (sarfi, nodir metall konsentratsiyasi, zarracha o‘lchamlarining darajasi), fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar (suv sifati, jarayonda qo‘llaniladigan reagentlarning turlari va miqdori, flotatsiya muhitining harorati, pH qiymati, pufakchalar o‘lchami, aeratsiya darajasi) kiradi.

Havo pufakchalarining hajmi, tuzilishi va mustahkamligi flotatsiya jarayonining borishiga va unumdorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Agar pufakchalar juda katta bo‘lsa, ular tez yorilib, ularga yopishgan nodir metallar flotatsiya rezervuarining pastki qismiga cho‘kib, chiqindi sifatida ajratilishi mumkin. Flotatsiya jarayonida kollektorlar, depressantlar, ko‘pik hosil qiluvchilar va aktivatorlar kabi turli reagentlar qo‘llanilib, mineral ajratish samaradorligi oshiriladi.



3-rasm. Konvolutsion neyral tarmoq asosida rasm malumotlardan tasniflash sxemasi

Ko‘pik tasvirining tahlili flotatsiya jarayonini nazorat qilish tizimlarining asosiy qismi bo‘lib, jarayon holati, metal qayta olish samaradorligi va konsentrat sifati haqida real vaqt ma’lumotlarini ta’minlaydi. Biroq ko‘pik tasvirlarini tahlil qilish an’anaviy kompyuter ko‘rish usullari (GLCM-kulrang darajalar qo‘shma matritsasi.

LBP-mahalliy ikkilik tasvir, to‘lqinli o‘zgartirish) yordamida cheklangan aniqlikka ega bo‘lib, bu sohadagi tadqiqotchilarni yangi yondashuvlar izlashga undagan [2]. ChO‘ usullarining, xususan KNTning paydo bo‘lishi ushbu sohadagi burilish nuqtasi bo‘ldi.

Ko‘pik fazasi flotatsiya jarayonining eng murakkab va kam o‘rganilgan qismi hisoblanadi. Quintanilla va boshq. [3] ta’kidlaganidek, aksariyat mavjud modellar pulpa fazasiga qaratilgan, ko‘pik fazasi esa ko‘pincha e’tibordan chetda qolgan. Ko‘pik fizikasi –pufakchalarning birlashishi, suyuqlikning harakat qilishi va qattiq zarrachalar dinamikasi – juda murakkab hodisalar bo‘lib, ularni

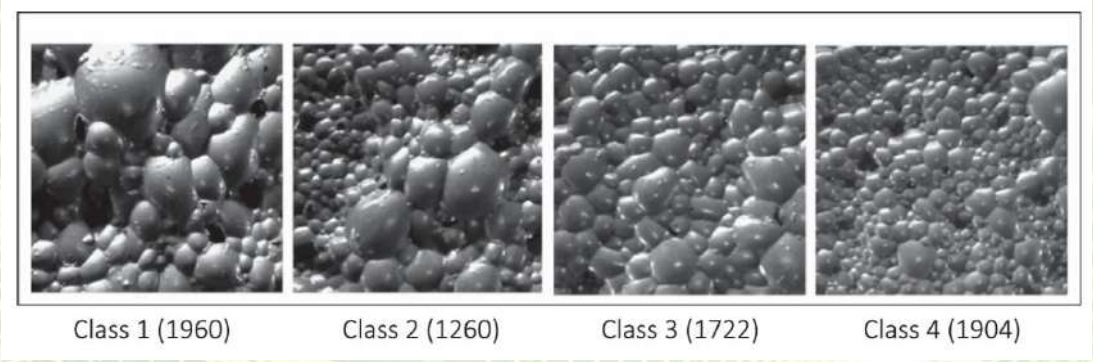
ISSN 3030-3907

modellashtirish hali yetarli darajada rivojlanmagan. Bu esa MO‘ yordamida ko‘pik fazasini modellashtirish uchun katta ilmiy bo‘shliq yaratadi.

Flotatsiya jarayonida paydo bo‘ladigan ko‘pik tasvirlarini tahlil qilish, xususan pufakchalar hajmi taqsimotini aniqlash, jarayon sharoitini baholashning asosiy vositasiga aylangan. Zhang & Xu [4] takidlaganidek, pufakcha hajmi taqsimoti flotatsiya samaradorligini aks ettiruvchi asosiy ko‘rsatkich bo‘lib, uni to‘g‘ri aniqlash jarayonni optimallashtirish uchun hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Flotatsiya jarayonidan hosil bo‘ladigan malumotlar va ularning xususiyatlari. Flotatsiya jarayonlarida turli xil ma’lumotlar hosil bo‘ladi va ular mashinali o‘qitish modellarining to‘g‘ri bashorat qilishiga xizmat qiladi. McCoy & Auret [5] ushbu ma’lumotlarni uch asosiy toifaga ajratgan: (1) jarayon datchiklari ma’lumotlari, (2) kompyuter ko‘rish tizimlari orqali olingan tasvirlar va (3) laboratoriya natijalari (kimyoviy tarkib, granulometrik tarkib). Sensor ma’lumotlari orasida havo sarfi, reagent dozasi, ko‘pik chuqurligi, pH, temperatura, nasoslar bosimi va boshqalar kiradi. Ushbu ma’lumotlar odatda yuqori chastota bilan (sekundiga bir necha o‘lchovlar) olinadi va katta hajmga ega. Biroq [5] tadqiqot ishida ta’kidlaganidek, sanoat ishlab chiqarish ma’lumotlari ko‘p hollarda nisbatan past aniqlikka ega, turli o‘lchov chastotalariga ega va yo‘qolgan qiymatlar, jarayon shovqinlari kabi muammolarni o‘z ichiga oladi.

Ko‘pik tasvirlari ma’lumotlari sifat jihatidan eng boy ma’lumot manbayi hisoblanadi, chunki ular bir vaqtning o‘zida pufakcha o‘lchami, rang, to‘qima, harakat va boshqa xususiyatlarni o‘zida aks ettiradi. Aldrich va boshq. [6] ta’kidlaganidek, ko‘pik tasvirlari klassik kompyuter ko‘rish usullari (GLCM, LBP, to‘lqinli transformatsiya) yoki chuqur o‘qitish usullari (KNT) yordamida tahlil qilinishi mumkin. Zamonaviy tendensiya KNT yondashuviga, xususan oldindan o‘qitilgan modelni moslashtirish usullariga o‘tishni ko‘rsatmoqda



3-rasm. Ko‘pik tasvirlarining har xil klasslarga ajratilib malumot sifatida KNT modeli uchun tasniflanishi

Laboratoriya ma’lumotlari (konsentrat sifati, metalni qayta olish foizi) eng yuqori aniqlikka ega, lekin ular odatda past doimiylik bilan olinadi (soatiga yoki kunda bir martadan) va ko‘p vaqt talab etadi. Bu past aniqlik mashinali o‘qitish

ISSN 3030-3907

modellarini o‘qitish uchun kam miqdordagi belgilangan ma’lumotlar hosil qiladi. Ushbu keltirilgan muammolarni Bendaouia va boshq. [7] va Fu & Aldrich [6] tomonidan ham ta’kidlab o‘tgan. Ko‘pik tasvirlari bilan real vaqt analizatorlarni birlashtirish bu muammoni qisman hal etishi mumkin, deb ta’kidlaydi.

Mashinali o‘qitish algoritmlarining flotatsiyada qo‘llanilishi. Flotatsiya jarayonlariga oid tadqiqotlarda qo‘llanilgan an’anaviy mashinali o‘qitish usullari orasida sun’iy neyron tarmoqlar (SNT), tasodifiy o‘rmon (TO‘) algoritmi, tayanch vektor mashinalari (TVM) hamda k-yaqin qo‘shni (kYQ) usuli muhim o‘rin egallaydi. [5] tadqiqot ishida ushbu algoritmlarning mineral boyitish jarayonlarida keng qo‘llanilishini ko‘rsatib, ayniqsa SNT larning texnologik ko‘rsatkichlarni bashorat qilishdagi samaradorligi yuqori ekanligini ta’kidlaydi. Zarie va boshqalar [8] tomonidan olib borilgan tadqiqotda SNT ko‘pik tasvirlarini tasniflashda taxminan 80 % aniqlikka erishgan bo‘lsa, KNT 93,1 % aniqlik ko‘rsatkichini qayd etgan. Bu natija ChO‘ usullarining tasvirlardan xususiyatlarni avtomatik ajratib olishdagi ustunligini ko‘rsatadi.

Bendaouia va hammualliflar [7] tadqiqotida TO‘, gradientli kuchaytirish (GK), SNT va TVM algoritmlarining natijalari KNT bilan taqqoslagan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, TO‘ algoritmida muhim xususiyatlarni tanlash orqali o‘rtacha kvadratik xatolik (RMSE) 6,05 dan 5,40 gacha kamaytirilgan. Biroq chuqur o‘qitish va an’anaviy MO‘ usullarini birlashtirgan gibrid model eng yuqori natijani ko‘rsatib, determinatsiya koeffitsienti $R^2 = 0,94$ qiymatga erishgan.

TO‘ va GK algoritmlarining asosiy afzalliklari ularning natijalarini talqin qilishning nisbatan osonligi, kamroq hajmdagi ma’lumotlar bilan ishlay olishi hamda ortiqcha moslashish xavfining pastligi bilan izohlanadi. Shu bilan birga, ushbu algoritmlar tasvirlardan xususiyatlarni mustaqil ravishda o‘rganish imkoniyatiga ega emas. Natijada ularga xususiyatlar oldindan ajratib berilishi talab etiladi. KNTlar esa xususiyatlarni avtomatik aniqlash va o‘rganish qobiliyati tufayli ko‘pik tasvirlarini tahlil qilishda ancha yuqori natijalarni namoyish etadi.

Kelajakdagi istiqbolli yo‘nalishlar va xulosa. Tahlil qilingan barcha maqolalarda keltirilgan natijalar va aniqlangan bo‘shliqlar asosida kelajakdagi tadqiqotlar uchun quyidagi istiqbolli yo‘nalishlar belgilash mumkin.

Aldrich va boshq. [2] va Szmigiel va boshq. [1] ta’kidlaganidek, zamonaviy tendensiya statik tasvirlardan dinamik ko‘pik video ketma-ketligini tahlil qilishga o‘tishni ko‘rsatmoqda. 3D-KTN kabi arxitekturalar ko‘pik dinamikasini – pufakchalar birlashishi, ko‘pik yorilishi, ko‘pik hosil qilish tezligining o‘zgarishi – vaqt bo‘yicha tahlil qilishga imkon beradi. Ushbu yo‘nalish jarayon holati bashoratini sezilarli darajada yaxshilashi mumkin.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston mineral xomashyolarga boy mamlakat bo‘lib, mis, oltin, va boshqa foydali qazilmalarni boyitishda flotatsiya jarayoni keng qo‘llaniladi. Jumladan: Navoiy, Olmaliq, Qo‘ng‘irot va boshqa yirik kon-metallurgiya korxonalarida flotatsiya jarayoni nodir metallarni boyitishda foydalanilmoqda. Ushbu korxonalarda MO‘ va SI texnologiyalarini joriy etish bir necha muhim imkoniyatlarni ochib beradi.

Olmaliq Kon-Metallurgiya Kombinatining mis flotatsiya seksiyalarida Zarie va boshq. [8] yoki Bendaouia va boshq. [7] tomonidan ishlab chiqilgan KNT asosidagi ko‘pik tasviri tahlil tizimini joriy etish orqali real vaqt rejimida operatsion holat nazoratini amalga oshirish mumkin. Bu real vaqt ma’lumotlari operatorlarga jarayon samaradorligini doimiy monitoring qilish imkonini beradi. Bundan tashqari Navoi Kon-Metallurgiya Kombinatida (NKMK) oltin ajratib olishda flotatsiya jarayonlari uchun Szmigiel va boshq. [1] va McCoy & Auret [5] da ko‘rsatilgan MO‘ asosidagi bashorat modellari konsentrat sifati va metal qayta olish samaradorligini optimallashtirish uchun qo‘llanilishi mumkin. Bu esa energiya va reagent sarfini tejash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Szmigiel, A., Apel, D.B., Skrzypkowski, K., Wojtecki, L., Pu, Y. (2024). Advancements in machine learning for optimal performance in flotation processes: A review. Minerals, 14(4), 331. https://doi.org/10.3390/min14040331.

2. Aldrich, C., Avelar, E., Liu, X. (2022). Recent advances in flotation froth image analysis. Minerals Engineering, 188, 107823. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2022.107823.

3. Quintanilla, P., Neethling, S.J., Brito-Parada, P.R. (2021). Modelling for froth flotation control: A review. Minerals Engineering, 162, 106718. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106718.

4. Zhang, L., Xu, D. (2020). Flotation bubble size distribution detection based on semantic segmentation. IFAC PapersOnLine, 53(2), 11842–11847. https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2020.12.696.

5. McCoy, J.T., Auret, L. (2019). Machine learning applications in minerals processing: A review. Minerals Engineering, 132, 95–109. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2018.12.004

6. Fu, Y., Aldrich, C. (2018). Froth image analysis by use of transfer learning and convolutional neural networks. Minerals Engineering, 115, 68–78. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2017.10.006

7. Bendaouia, A., Abdelwahed, E.H., Qassimi, S., Boussetta, A., Benzakour, I., Benhayoun, A., Amar, O., Bourzeix, F., Baïna, K., Cherkaoui, M., Hasidi, O. (2024). Hybrid features extraction for the online mineral grades determination in

ISSN 3030-3907

the flotation froth using Deep Learning. Engineering Applications of Artificial Intelligence, 129, 107680. https://doi.org/10.1016/j.engappai.2023.107680.
8. Zarie, M., Jahedsaravani, A., Massinaei, M. (2020). Flotation froth image classification using convolutional neural networks. Minerals Engineering, 155, 106443. https://doi.org/10.1016/j.mineng.2020.106443.

ISSN 3030-3907

BAKALAVR TALABALARIDA RAQAMLI RESURSLAR YARATISH KOMPETENSIYASINING JINS BO‘YICHA FARQLARI

Maxkamova Dilshodaxon Xabibjon qizi
Qo‘qon davlat universiteti tayanch doktoranti
E-mail: dilshodaxonmaxkamova@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada bakalavr talabalarining raqamli resurslar yaratish kompetensiyasida jins omili qanday rol o‘ynashi ko‘rib chiqilgan. Mavzu nazariy va empirik adabiyotlar tahlili orqali o‘rganilgan. Xorijiy tadqiqotlar ko‘rsatadiki, qiz va o‘g‘il talabalar raqamli vositalarga munosabati, ulardan foydalanish uslubi va yaratilgan mahsulotlarning xarakteri jihatidan farq qilishi mumkin. Ammo bu farqlar ko‘pincha biologik emas, balki ijtimoiy-madaniy omillar bilan izohlanadi. Maqolada ushbu masalaga turli nuqtai nazardan yondashilgan va mahalliy kontekst uchun amaliy xulosalar berilgan.

Kalit so‘zlar: jins, gender, raqamli kompetensiya, raqamli resurs yaratish, bakalavr talabalari, ijtimoiy omillar.

Аннотация. В данной статье рассматривается роль гендерного фактора в формировании компетентности студентов бакалавриата в области создания цифровых ресурсов. Тема изучена на основе анализа теоретической и эмпирической литературы. Зарубежные исследования показывают, что студентки и студенты могут различаться по отношению к цифровым инструментам, стилю их использования и характеру создаваемых материалов. Однако эти различия чаще объясняются не биологическими, а социокультурными факторами. В статье рассмотрены различные подходы к данной проблеме и сделаны практические выводы применительно к местному контексту.

Ключевые слова: гендер, цифровая компетентность, создание цифровых ресурсов, студенты бакалавриата, социокультурные факторы.

Abstract. This article examines the role of gender in shaping bachelor's students' competency in creating digital resources. The topic is explored through a review of theoretical and empirical literature. International studies suggest that male and female students may differ in their attitudes toward digital tools, their patterns of use, and the nature of the materials they produce. However, these differences are more commonly attributed to sociocultural factors rather than biological ones. The article approaches the issue from multiple perspectives and draws practical conclusions relevant to the local educational context.

Keywords: gender, digital competency, digital resource creation, bachelor's students, sociocultural factors.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Ta'limda jins omilining o‘rni pedagogika fanida uzoq yillardan beri tadqiq etilиб kelinmoqda. Dastlabki ishlar asosan matematik va gumanitar fanlar bo‘yicha qobiliyatlar farqini o‘rganishga qaratilgan bo‘lsa, keyingi o‘n yilliklarda raqamli texnologiyalar sohasida ham xuddi shunday muammo ko‘tarildi: qiz va o‘g‘il talabalar raqamli vositalardan foydalanish va raqamli kontent yaratish kompetensiyasi jihatidan farq qiladimi?

Ushbu savolning amaliy ahamiyati shundaki, zamonaviy oliy ta'limda raqamli resurslar yaratish ko‘nikmasi tobora muhim kasbiy kompetensiya sifatida tan olinmoqda. Taqdimot, video darslik, infografika va elektron topshiriqlar yaratish qobiliyati nafaqat pedagogika, balki ko‘pgina mutaxassislik yo‘nalishlari uchun zaruriy talabga aylanib bormoqda. Bunday sharoitda ushbu kompetensiyaning shakllanishiga jins omili qay darajada ta'sir ko‘rsatishi masalasi ilmiy va amaliy jihatdan o‘rganishni taqozo etadi.

Xorijiy adabiyotlarda bu masalaga turli nuqtai nazardan yondashilgan. M. Volman va E. van Eck [3] hamda M. Papastergiou [2] raqamli vositalardan foydalanish va kontent yaratishning ayrim ko‘rsatkichlari bo‘yicha jins farqlari mavjudligini empirik asosda ko‘rsatgan. Biroq O. E. Hatlevik va K. A. Christophersen [1] o‘tkazgan keng qamrovli tadqiqot jins omilining ahamiyati adabiyotlarda ortiqcha baholanayotganini va asosiy tafovutlar biologik emas, ijtimoiy-madaniy xaraktepra ega ekanligini isbotlagan. Demak, mavzu «kim yaxshiroq» savoliga oddiy javob topishdan ancha murakkab.

O‘zbek oliy ta'lim muhitida ushbu muammo hali yetarlicha o‘rganilmagan. Qiz va o‘g‘il talabalarning raqamli resurslar yaratishga yondashuvlari, ulardagi kuchli va zaif tomonlar, shuningdek bu farqlarning pedagogik ahamiyati mahalliy kontekstda empirik tadqiqot predmeti bo‘lib qolmoqda. Ushbu bo‘shliqni to‘ldirish ham ilmiy, ham amaliy zaruriyatdan kelib chiqadi — chunki natijalar o‘quv dasturlarini, o‘qitish uslublarini va pedagog kadrlar tayyorgarligi tizimini takomillashtirishga xizmat qilishi mumkin.

Maqolaning maqsadi: adabiyotlar tahlili asosida raqamli resurslar yaratish kompetensiyasida jins bo‘yicha farqlarning mavjudligini, tabiatini va pedagogik ahamiyatini aniqlash.

METODOLOGIYA.

Bu maqola nazariy-tahliliy tadqiqot sifatida tuzilgan. Asosiy usul — tizimli adabiyot sharhi (systematic literature review). 2000–2024 yillar orasida chop etilgan, raqamli kompetensiya va jins masalasiga bag‘ishlangan ilmiy maqolalar Google Scholar, ERIC va ResearchGate bazalaridan to‘plandi. Qidiruv so‘zlari sifatida «gender», «digital competency», «digital resource creation», «higher education» kombinatsiyalaridan foydalanildi.

ISSN 3030-3907

Jami qaralgan manbalar ichidan bevosita raqamli kontent yaratish yoki raqamli vositalardan foydalanish bilan bog‘liq, oliy ta'lim kontekstida o‘tkazilgan va metodologiyasi aniq ko‘rsatilgan ishlar tanlab olindi.

Natijalar uchta yo‘nalish bo‘yicha guruhlandi: texnik ko‘nikmalar, ijodiy yondashuv va o‘ziga ishonch darajasi. Bu taqsimlash bir necha tadqiqotlarda ham qo‘llanilgan bo‘lib, raqamli kompetensiyaning turli qirralarini ko‘rsatishga yordam beradi.

NATIJALAR.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, raqamli kompetensiyada jins bo‘yicha farq mavjud, ammo u har doim ham bir xil yo‘nalishda emas. Ya'ni «o‘g‘illar bolalar yaxshiroq» yoki «qizlar yaxshiroq» degan qat'iy xulosa chiqarib bo‘lmaydi — farqlar ko‘rsatkich va kontekstga qarab o‘zgarib turadi.

1-jadval.

Adabiyotlarda qayd etilgan jins bo‘yicha farqlar: yo‘nalishlar bo‘yicha umumlashma

Yo‘nalish	Qiz talabalar	O‘g‘il talabalar	Manba
Texnik ko‘nikmalar	O‘rta yoki teng	Ba'zan yuqoriroq	O. E Hatlevik [1]
Dizayn va estetika	Ko‘proq e'tibor beradi	Kam ahamiyat beradi	M. Papastergiou [2]
O‘ziga ishonch	Past (stereotip ta'siri)	Yuqoriroq	M. Volman [3]
Hamkorlikda ishlash	Faolroq	Mustaqilroq ishlaydi	I.Vekiri [4]
Yaratilgan resurs sifati	Teng yoki yuqoriroq	Teng	L.Shashaani [5]

Texnik ko‘nikmalar. Ko‘plab tadqiqotlar texnik ko‘nikmalar — dastur o‘rnatish, video tahrirlash, test yaratish kabilar — bo‘yicha jins farqi odatda bo‘rtirib ko‘rsatiladi, degan fikrga kelgan. O. E. Hatlevik va K. A. Christophersen [1] Norvegiya maktablarida o‘tkazgan tadqiqotida o‘g‘il va qiz o‘quvchilarning texnik kompetensiyasi deyarli teng chiqqanini aniqlagan. Asosiy farq bilimda emas — qaysi vositani qanchalik tez-tez ishlatishda. O‘g‘il talabalar kompyuter o‘yinlari va texnik dasturlar bilan bolalikdan ko‘proq shug‘ullanib o‘sganligi uchun ba'zi operatsiyalarni tezroq bajara oladi. Lekin bu «ular aqlliroq» degani emas — faqat ko‘proq mashq qilgan degani.

ISSN 3030-3907

Dizayn va estetika. Prezentatsiya va infografika yaratishda qiziqarli manzara koʻzga tashlanadi. M. Papastergiou [2] qiz talabalar vizual tarkib, rang va tartibga koʻproq e'tibor qaratishini, oʻgʻil talabalar esa funksionallikni ustun qoʻyishini kuzatgan. Boshqacha qilib aytganda, oʻgʻil talabalar koʻpincha «ishlasa boʻldi» deb yondashsa, qiz talabalar «chiroyli ham boʻlsin» deb ishlaydi. Bu farqni biologiya bilan emas — madaniy jihatdan shakllangan estetik did bilan izohlash toʻgʻriroq. Ayollar hayotda rangtasvir, libos va uy bezatishga koʻproq e'tibor berishi kutiladi — bu tasavvur raqamli resurs yaratishga ham koʻchib oʻtadi.

Oʻziga ishonch — eng katta muammo. Adabiyotlar shuni koʻrsatadiki, qiz talabalar koʻpincha raqamli vositalardan foydalanishda oʻzlariga kamroq ishonadi — hatto bilim darajasi tengdoshlariga barobar boʻlsa ham. M. Volman va E. van Eck [3] buni «texnologiya erkaklar uchun» stereotipi bilan bogʻlaydi. Bunday stereotip oiladan, tengdoshlardan, ba'zan oʻqituvchilarning oʻzidan ham koʻchib oʻtadi. Muammo shundaki, ishonch past boʻlsa, talaba qiyin vazifani oldindan «men uddalay olmayman» deb tashlab qoʻyadi — va haqiqatda ham urinmaydi. Natijada farq yanada kengayib boradi.

Hamkorlikda ishlash. I. Vekiri [4] tadqiqotida qiz talabalar guruhda ishlashga koʻproq moyil ekanligi aniqlangan. Raqamli resurs yaratish koʻpincha yakka ish sifatida berilsa-da, uni muhokama qilish, fikr almashish va birgalikda takomillashtirish jarayonida qiz talabalar faolroq qatnashadi. Oʻgʻil talabalar esa koʻproq mustaqil, ba'zan yakkalanib ishlashni afzal koʻradi. Bu xususiyat aralash guruhlarda qiziqarli dinamika yaratadi — qiz talabalar koʻpincha muloqotni boshlab, oʻgʻil talabalar esa texnik qismni oʻz zimmasiga oladi.

Yaratilgan resurs sifati. L. Shashaani [5] tadqiqotiga koʻra, yakuniy mahsulot — ya'ni aslida talabaning qoʻli bilan yaratgan raqamli resursi — sifati boʻyicha jins farqi minimal yoki umuman yoʻq. Ya'ni oʻquv jarayonida qiz talabalar koʻproq qiynalishi, oʻziga ishonchi past boʻlishi mumkin — ammo oxirida ikkala jins vakili teng darajada sifatli ish topshiradi. Bu juda muhim xulosa: yoʻl qiyinroq boʻlishi mahsulotni yomonlashtirmaydi. Balki qiynalgan talaba koʻproq oʻylab, mehr qoʻyib ishlaydi.

MUHOKAMA.

Amalga oshirilgan adabiyot tahlili shuni koʻrsatadiki, raqamli kompetensiyada jins boʻyicha kuzatilayotgan farqlar biologik determinizm bilan emas, balki ijtimoiy-madaniy omillar bilan izohlanadi. Tadqiqotchilarning aksariyati qiz talabalarning raqamli vositalardan foydalanishdagi nisbiy zaifligini ularning intellektual salohiyati bilan bogʻlash notoʻgʻri ekanligini ta'kidlaydi. Asosiy sabablar sifatida texnologiyaga erta kirishish imkoniyatlarining tengsizligi,

ISSN 3030-3907

gender stereotiplarining ta'siri va o‘z-samaradorlik (self-efficacy) darajasining pastligi ko‘rsatiladi.

Ushbu holat pedagogika fani nuqtai nazaridan muhim amaliy xulosalarga olib keladi. Muammoning ijtimoiy tabiatga ega ekanligi uning bartaraf etilishi mumkinligini anglatadi. Ta'lim jarayonida o‘qituvchining roli bu borada beqiyos ahamiyat kasb etadi: topshiriqlarni taqsimlash tartibi, muvaffaqiyat va muvaffaqiyatsizliklarni izohlash uslubi, dars davomida talabalar bilan muloqot xarakteri — bularning barchasi qiz talabalarning o‘z kompetensiyasiga bo‘lgan ishonchiga bevosita ta'sir ko‘rsatadi. A. Bandura [6] ta'kidlaganidek, o‘z-samaradorlik his-tuyg‘usi ijtimoiy kuzatuv va muhit orqali shakllanadi, shuning uchun uni yo‘naltirilgan pedagogik ta'sir orqali oshirish mumkin.

O‘zbek ta'lim muhitida ushbu masala o‘ziga xos murakkablikka ega. An'anaviy ijtimoiy tasavvurlarda texnologiya va muhandislik sohalari ko‘proq erkaklar bilan bog‘liqligи saqlanib qolmoqda. Bu holat qiz talabalarning raqamli resurslap yaratish kabi vazifalarга nisbatan ichki motivatsiyasini pasaytiruvchi omil sifatida namoyon bo‘lishi mumkin. Shu boisdan mahalliy kontekstda gender va raqamli kompetensiya munosabatini o‘rganish alohida dolzarblik kasb etadi va xorijiy tadqiqot natijalarini to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirish metodologik jihatdan maqsadga muvofiq emas.

Jins bo‘yicha farqlarni mutlaqlashtirish ham ilmiy jihatdan asossizdir. Individual tafovutlar jins bo‘yicha tafovutlarga nisbatan statistik jihatdan ancha katta bo‘lishi ko‘pgina tadqiqotlarda qayd etilgan. Shu sababli o‘qituvchi amaliyotida har bir talabaga individual yondashuv tamoyilidan chekinish — jinsga asoslangan umumlashmalar asosida pedagogik qarorlar qabul qilish — ta'lim sifatiga salbiy ta'sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, gender stereotiplari faqat qiz talabalarning rivojlanishini cheklab qolmaydi: estetika va dizaynga e'tibor qaratuvchi o‘g‘il talabalar ham ijtimoiy kutilmalar bosimi ostida o‘z potentsialini to‘liq namoyon eta olmasligi mumkin.

XULOSA.

Amalga oshirilgan nazariy tahlil asosida quyidagi xulosalar chiqarish mumkin. Raqamli resurslar yaratish kompetensiyasida jins bo‘yicha farqlar mavjud bo‘lib, ular turli yo‘nalishlarda turlicha namoyon bo‘ladi. Texnik ko‘nikmalar sohasida tafovut minimal yoki statistik jihatdan ahamiyatsiz darajada bo‘lsa, dizayn va estetika sohasida qiz talabalar nisbatan yuqoriroq natija ko‘rsatadi, o‘ziga ishonch ko‘rsatkichida esa o‘g‘il talabalar oldinda turadi. Yakuniy mahsulot sifati bo‘yicha esa ikkala guruh o‘rtasida sezilarli farq kuzatilmaydi.

Yuqoridagi xulosalar shuni ko‘rsatadiki, ta'lim jarayonida qiz talabalarning raqamli kompetensiyasini rivojlantirishga to‘sqinlik qilayotgan asosiy omil

ISSN 3030-3907

biologik emas, balki ijtimoiy-madaniy xarakterga ega. Bu esa pedagogik aralashuv orqali muammoni bartaraf etish imkonini beradi. O‘qituvchilar gender neytral ta'lim muhitini shakllantirishi, barcha talabalarni teng rag‘batlantirishi va muvaffaqiyatni qobiliyat bilan bog‘liq holda izohlashi zarur.

Maqola adabiyot sharhi formatida bajarilganligi sababli, chiqarilgan xulosalar O‘zbekiston oliy ta'lim muassasalari talabalariga bevosita umumlashtirilishi metodologik ehtiyotkorlikni talab etadi. Mahalliy kontekstda empirik tadqiqot o‘tkazish — so‘rovnoma yoki eksperiment asosida — kelajakdagi tadqiqotlar uchun muhim yo‘nalish bo‘lib qoladi. Bunday tadqiqot natijalari ta'lim siyosatini shakllantirish, o‘quv dasturlarini takomillashtirish va pedagog kadrlarni tayyorlash tizimini yanada aniqroq yo‘naltirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. Hatlevik, O. E., & Christophersen, K. A. (2013). Digital competence at the beginning of upper secondary school: Identifying factors explaining digital inclusion. Computers & Education, 63, 240–247.
2. Papastergiou, M. (2008). Are computer science and information technology still masculine fields? High school students' perceptions and career choices. Computers & Education, 51(2), 594–608.
3. Volman, M., & van Eck, E. (2001). Gender equity and information technology in education: The second decade. Review of Educational Research, 71(4), 613–634.
4. Vekiri, I. (2010). Boys' and girls' ICT beliefs: Do teachers matter? Computers & Education, 55(1), 16–23.
5. Shashaani, L. (2011). Gender differences in computer attitudes and use among college students. Journal of Educational Computing Research, 16(1), 37–51.
6. Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. W. H. Freeman and Company.
7. Carretero, S., Vuorikari, R., & Punie, Y. (2017). DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens. European Commission.
8. Yo‘ldoshev, J. G‘. (2021). Raqamli ta'lim muhitida o‘qituvchi kompetensiyasini rivojlantirish. Pedagogika va psixologiya, 3, 12–19.
9. Holiqov, A. A. (2022). Oliy ta'limda raqamli savodxonlikni shakllantirishning pedagogik shartlari. Uzluksiz ta'lim, 1, 34–42.

ISSN 3030-3907

АНАЛИЗ ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕМЕТАЛЛИЧЕСКИХ ТРУБОПРОВОДОВ НА НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ

Файзуллаев Ерназар Куат улы

Студент, Филиал РГУ нефти и газа имени И.М. Губкина в городе Ташкенте

E-mail: kroos4833@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются особенности эксплуатации неметаллических трубопроводов на нефтяных и газовых месторождениях в условиях воздействия коррозионно-активных сред. Проведен анализ их технических и эксплуатационных характеристик по сравнению с традиционными металлическими трубопроводами. Исследованы основные преимущества неметаллических материалов, включая коррозионную стойкость, снижение затрат на обслуживание и увеличение срока службы трубопроводных систем. Особое внимание уделено оценке надежности и эффективности применения таких труб в различных условиях эксплуатации. На основании проведенного анализа определены перспективы использования неметаллических трубопроводов для повышения экономической и производственной эффективности нефтегазовых объектов.

Ключевые слова: неметаллические трубопроводы, нефтегазовые месторождения, эксплуатационная эффективность, коррозионная стойкость, надежность трубопроводов, полимерные трубы, стеклопластиковые трубы.

Annotatsiya. Ushbu maqola korroziy muhit ta'sirida bo‘lgan neft va gaz konlarida metall bo‘lmagan quvurlarning ekspluatatsion xususiyatlarini o‘rganadi. Ularning texnik va ekspluatatsion xususiyatlari an'anaviy metall quvurlarga nisbatan tahlil qilinadi. Metall bo‘lmagan materiallarning asosiy afzalliklari, jumladan korroziyaga chidamlilik, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytirish va quvur liniyasi tizimlarining xizmat qilish muddatini uzaytirish o‘rganiladi. Turli xil ish sharoitlarida bunday quvurlarning ishonchliligi va samaradorligini baholashga alohida e'tibor qaratiladi. Tahlillar asosida neft va gaz ob'ektlarining iqtisodiy va ekspluatatsion samaradorligini oshirish uchun metall bo‘lmagan quvurlarni qo‘llash istiqbollari belgilanadi.

Kalit so‘zlar: metall bo‘lmagan quvurlar, neft va gaz konlari, ish samaradorligi, korroziyaga chidamliligi, quvurlarning ishonchliligi, polimer quvurlar, shisha tolali quvurlar.

Abstract. This article examines the operational characteristics of non-metallic pipelines in oil and gas fields exposed to corrosive environments. Their technical and operational characteristics are analyzed compared to traditional metal

ISSN 3030-3907

pipelines. The key advantages of non-metallic materials, including corrosion resistance, reduced maintenance costs, and increased service life of pipeline systems, are explored. Particular attention is paid to assessing the reliability and efficiency of such pipes under various operating conditions. Based on the analysis, the prospects for using non-metallic pipelines to improve the economic and operational efficiency of oil and gas facilities are determined.

Keywords: Non-metallic pipelines, oil and gas fields, operational efficiency, corrosion resistance, pipeline reliability, polymer pipes, fiberglass pipes

ВВЕДЕНИЕ.

Надежность трубопроводных систем является одним из ключевых факторов обеспечения бесперебойной и безопасной эксплуатации нефтяных и газовых месторождений. Традиционно для транспортировки нефти, газа и пластовых вод широко применяются металлические трубопроводы, однако их использование сопровождается рядом серьезных проблем, связанных с внутренней и внешней коррозией, образованием отложений, снижением пропускной способности и увеличением затрат на техническое обслуживание и ремонт. В условиях возрастающих требований к промышленной безопасности и экономической эффективности нефтегазовых объектов в Узбекистане в сотрудничестве с Российской Федерацией активно рассматривается возможность применения полимерных труб, также полимеров в целом. [1], [2]

Одним из перспективных направлений развития трубопроводного транспорта является применение неметаллических трубопроводов, изготовленных из полимерных и композитных материалов. Благодаря высокой коррозионной стойкости, меньшей массе и длительному сроку службы такие трубопроводы способны обеспечить снижение эксплуатационных расходов и повышение надежности систем сбора и транспортировки продукции скважин. Вместе с тем вопросы оценки их эксплуатационной эффективности в различных условиях нефтегазовых месторождений требуют дополнительного изучения и систематизации.

Актуальность исследования обусловлена необходимостью повышения надежности трубопроводных сетей, сокращения затрат на борьбу с коррозией и увеличения срока безаварийной эксплуатации промысловых коммуникаций. Выбор рассматриваемой темы связан с расширением практики применения неметаллических труб в нефтегазовой отрасли и потребностью в комплексной оценке их технических преимуществ по сравнению с традиционными металлическими аналогами.

ISSN 3030-3907

Научная новизна работы заключается в проведении анализа эксплуатационной эффективности неметаллических трубопроводов на нефтяных и газовых месторождениях с учетом их конструктивных особенностей, эксплуатационных характеристик и влияния на надежность трубопроводных систем. Результаты исследования могут быть использованы при выборе оптимальных решений для проектирования и модернизации трубопроводной инфраструктуры нефтегазовых предприятий.

МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.

Методика исследования основана на анализе научной литературы, технических источников и нормативных документов, посвященных применению полимерных трубопроводов в нефтегазовой отрасли. В работе рассмотрены основные эксплуатационные характеристики неметаллических труб и проведена оценка их эффективности по сравнению с традиционными металлическими трубопроводами.

Пластмассовые трубы. Пластмассовые трубопроводы, а также полимерные трубопроводы обладают следующими преимуществами. Они не подвержены электрохимической коррозии, которая создает значительные осложнения при эксплуатации металлических трубопроводов. Потери давления на трение в пластмассовых трубах благодаря их гладкой внутренней поверхности приблизительно на 30 % меньше, чем в стальных и чугунных трубах, поэтому пропускная способность пластмассовых труб данного условного прохода примерно соответствует пропускной способности стальной трубы следующего по номиналу условного прохода. Трубы из термопластов в 6–14 раз легче металлических, что обеспечивает экономию при их транспортировании и монтаже. Трубы малых и средних диаметров из полиолефинов могут также поставляться потребителям в бухтах, что упрощает их перевозку и укладку в траншеи. Вероятность разрушения пластмассового трубопровода при замерзании в нем воды мала, поэтому в зимний период, когда потребление воды прекращается, трубопроводы из полиолефинов можно не опорожнять. Низкая электрическая проводимость исключает возможность возникновения в пластмассовых трубах блуждающих токов и связанного с ними коррозионного повреждения трубопровода

В нашей стране активно применяют трубы из полиолефина (полиэтилен, полибутен, полипропилен), также стоит отметить, что поливинилхлорид используют в других отраслях тоже.

Ограничение применения пластмассовых трубопроводов происходит из-за их основных недостатков: низкий модуль упругости (теряют свою

ISSN 3030-3907

форму); низкая теплостойкость; высокий коэффициент линейного расширения (что обусловливает необходимость устройства компенсаторов); подверженность ползучести и старению; изменение свойств с течением времени; хладоломкость (т.е. при низких температурах уменьшается пластичность и увеличивается хрупкость). [3]

Полимерные трубы. Сырье для производства полимерных труб поставляется в гранулах. Полимеры имеют практически неограниченный срок хранения, что значительно повышает привлекательность этого вида бизнеса за счет отсутствия потерь из-за порчи сырья. Плюс выбраковка и некондиционная продукция может быть пущена во вторичное производство (для некоторых видов полимерных труб стандарты допускают использование до 25% вторичного сырья).

Основой технологической линии для производства полимерных труб является экструдер – машина, выдавливающая расплавленную массу через формующий инструмент – экструзионную головку. Помимо экструдера, в состав линии входят: система подачи сырья, ванны, в которых труба калибруется и охлаждается, тянущее и отрезное устройства. [4]

Процесс включает этапы:

1. Нагрев сырья (гранул) до требуемой температуры с постоянным перемешиванием для обеспечения однородности разогрева исходного материала. От этого зависит качество будущей продукции, однородность стенки, равномерность ее толщины, эластичность.
2. Экструдирование полученной массы выдавливание расплава через головку, определяющую сечение трубы.
3. Калибровка – вакуумная или под давлением.
4. Охлаждение – поэтапное в следующих друг за другом ваннах.
5. Нарезка либо намотка в бухты, упаковка.

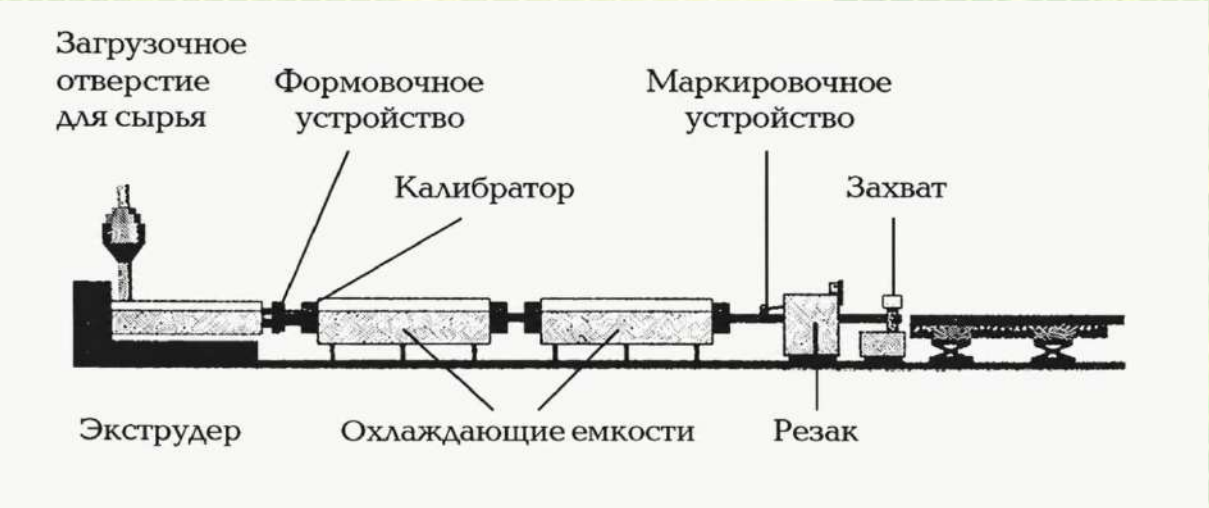


Рис.2. Схема экструдерной установки [3]

ISSN 3030-3907

Гибкие полимерные армированные трубы. Гибкая полимерная армированная труба – труба многослойной конструкции, в которой слоем, несущим нагрузки, является армирующий и которая достаточно гибкая для намотки в бухты или на барабаны для транспортирования и хранения. Армированные трубы состоят из трёх основных слоев:

Внутренний слой - обычно выполняется из полиэтилена низкого давления высокой плотности, который обеспечивает гладкую внутреннюю поверхность с улучшенными характеристиками потока. Силовой слой - Обеспечивается с помощью армирования синтетическими нитями. В процессе изготовления армирующие слои припаиваются к внутренней трубе и защитной оболочке. Наружный слой (защитная оболочка) - Обычно выполняется из высокоплотного полиэтилена. Для снижения воздействия солнечного излучения защитный слой стабилизирован для обеспечения повышенной стойкости к ультрафиолетовым лучам.



Рис. 3. Гибкая полимерная армированная труба[5]

В нынешних условиях ГПАТ являются наиболее распространенной среди неметаллических трубопроводов, из – за их технико-экономических характеристик. Также рассматривается применение жестких полимерных армированных труб, из-за более высокого рабочего давления.

В данной работе для сравнения эффективности неметаллических и металлических труб были рассмотрены полиэтиленовые, полимерные гибкие армированные, жесткие полимерные армированные, стеклопластиковые трубы и стальная труба, по следующим параметрам:

ISSN 3030-3907

Таблица – 1

Таблица – 1[6],[7],[8],[9]

№	Параметр	Обозначение	Ед. изм.	ПЭ	ГПАТ	ЖПАТ	СПТ	Стальная труба
1	Рабочее давление	$P_{раб.}$	МПа	0,3-1,2	до 6	4-20	3,5-27,6	до 9,8
2	Диаметр	$D_{внеш..}$	мм	16-630	63-160	50-200	50-200	114-1420
3	Максимальная рабочая температура	t	°С	40	80	120	110	475
4	Эквивалентная шероховатость	$k_э$	мм	0,007	0,007	0,007	0,01	0,1
5	Масса 1 м трубы	m	кг	10,1	3-10	4,2-45	1,6-16,5	8,21 - 1361,23

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Учитывая результаты сравнительного анализа, можно сделать вывод, что применение неметаллических, а именно полимерных труб является наиболее целесообразным в условиях коррозионно-агрессивных сред, а также при рабочих давлениях и температурах, находящихся в пределах их технических характеристик. Дополнительная защита от ультрафиолетового воздействия способствует увеличению их долговечности.

Таким образом, полимерные трубы следует рассматривать как эффективную альтернативу металлическим трубопроводам прежде всего на промысловых объектах и в системах газоснабжения, где приоритетными являются экономичность, снижение эксплуатационных затрат и высокая скорость строительства трубопроводных сетей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. [Электронный ресурс] Эксперт Группы ПОЛИПЛАСТИК рассказал о преимуществах полимерных труб на конференции в Ташкенте. URL: https://www.polyplastic.ru/press/news/2024/10/28/item22249

2. [Электронный ресурс] Узбекистан будет наращивать использование полимеров. URL: https://www.uzdaily.uz/ru/uzbekistan-budet-narashchivat-ispolzovanie-polimerov/

ISSN 3030-3907

3. Мустафин Ф.М. Промысловые трубопроводы и оборудование: Учебное пособие для вузов / Мустафин Ф.М., Быков Л.И. [и др.]. - М.: ОАО «Издательство «Недра»», 2004 – 58 с.
4. [Электронный ресурс] Производство полимерных труб. URL: https://www.polyplastic.ru/stati/proizvodstvo-polimernyh-trub
5. [Электронный ресурс] Полимерные армированные трубы. URL: https://oiltechpipe.com/ru/продукция/полимерные-армированные-трубы/
6. ГОСТ 31447-2012 Трубы стальные сварные для магистральных газопроводов, нефтепроводов и нефтепродуктопроводов. Технические условия.
7. ГОСТ Р 50838-2009 Трубы из полиэтилена для газопроводов. Технические условия.
8. ГОСТ Р 53201-2008 Трубы стеклопластиковые и фитинги. Технические условия.
9. ТУ 22.21.29-110-73011750-2023 Системы гибких полимерных армированных трубопроводов для нефтегазового сектора.

ISSN 3030-3907

UV-C TEXNOLOGIYASI ASOSIDA DEZINFEKSIYA QILUVCHI MEXATRONIK QURILMALAR

Burxonov Zafarbek A'zamjon *o'g'li*
Andijon davlat texnika instituti, doktorant

Annotatsiya. Ushbu maqolada UV-C ultrabinafsha nurlanish texnologiyasi asosida ishlovchi dezinfeksiya qiluvchi mexatronik qurilmalarning konstruktiv tuzilishi, ishlash prinsipi va qo'llanilish imkoniyatlari tahlil qilingan. Tadqiqot davomida UV-C nurlanishining mikroorganizmlarga ta'sir mexanizmi, dezinfeksiya samaradorligiga ta'sir etuvchi omillar hamda zamonaviy robotlashtirilgan dezinfeksiya tizimlarining texnik xususiyatlari o'rganilgan. Shuningdek, kutubxona, arxiv, tibbiyot muassasalari va jamoat joylarida foydalanish mumkin bo'lgan UV-C texnologiyasi asosidagi mexatronik qurilmaning konseptual modeli taklif etilgan. Tadqiqot natijalari UV-C texnologiyasini mexatronik tizimlar bilan integratsiyalash dezinfeksiya jarayonlarining samaradorligini oshirish, inson omilini kamaytirish va biologik xavfsizlikni ta'minlash imkonini berishini ko'rsatdi.

Kalit so'zlar: UV-C nurlanish, mexatronika, dezinfeksiya, robototexnika, ultrabinafsha lampalar, avtomatlashtirish, biologik xavfsizlik, aqlli qurilmalar.

Аннотация. В данной статье проанализированы конструктивные особенности, принцип работы и области применения мехатронных устройств для дезинфекции на основе ультрафиолетового излучения диапазона UV-C. В ходе исследования изучены механизмы воздействия UV-C излучения на микроорганизмы, факторы, влияющие на эффективность обеззараживания, а также технические характеристики современных роботизированных систем дезинфекции. Предложена концептуальная модель мехатронного устройства на основе технологии UV-C, предназначенного для использования в библиотеках, архивах, медицинских учреждениях и общественных местах. Результаты исследования показывают, что интеграция технологии UV-C с мехатронными системами позволяет повысить эффективность дезинфекции, снизить влияние человеческого фактора и обеспечить биологическую безопасность.

Ключевые слова: UV-C излучение, мехатроника, дезинфекция, робототехника, ультрафиолетовые лампы, автоматизация, биологическая безопасность, интеллектуальные устройства.

Abstract. This paper analyzes the structural features, operating principles, and application areas of mechatronic disinfection devices based on UV-C ultraviolet radiation technology. The study investigates the mechanisms of UV-C effects on microorganisms, factors influencing disinfection efficiency, and the technical

ISSN 3030-3907

characteristics of modern robotic disinfection systems. In addition, a conceptual model of a UV-C-based mechatronic device intended for libraries, archives, healthcare facilities, and public environments is proposed. The research results demonstrate that integrating UV-C technology with mechatronic systems improves disinfection efficiency, minimizes human intervention, and enhances biological safety.

Keywords: UV-C radiation, mechatronics, disinfection, robotics, ultraviolet lamps, automation, biological safety, intelligent devices.

KIRISH.

So‘nggi yillarda dunyo miqyosida biologik xavfsizlikni ta’minlash, yuqumli kasalliklar tarqalishining oldini olish hamda jamoat foydalanishidagi obyektlarni samarali dezinfeksiya qilish masalalari dolzarb ilmiy-amaliy muammolardan biriga aylandi. Ayniqsa, COVID-19 pandemiyasi davrida virus va bakteriyalarning turli yuzalarda ma’lum vaqt davomida saqlanib qolishi hamda ular orqali infeksiya tarqalishi ehtimoli dezinfeksiya texnologiyalariga bo‘lgan talabni sezilarli darajada oshirdi. Natijada an’anaviy kimyoviy dezinfeksiya vositalari bilan bir qatorda ultrabinafsha nurlanish asosidagi zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash bo‘yicha tadqiqotlar jadallashdi.

Ultrabinafsha nurlanish elektromagnit spektrning 100–400 nm oralig‘idagi qismini tashkil etadi va UV-A, UV-B hamda UV-C diapazonlariga bo‘linadi. Ilmiy tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilishda eng yuqori samaradorlik 200–280 nm diapazondagi UV-C nurlanishiga to‘g‘ri keladi. Ayniqsa, 253,7–254 nm to‘lqin uzunligidagi nurlanish bakteriyalar, viruslar, zamburug‘lar va boshqa patogen mikroorganizmlarning DNK hamda RNK tuzilmalariga ta’sir qilib, ularning ko‘payish qobiliyatini yo‘qotishiga olib keladi. UV-C nurlanishining germitsid ta’siri nuklein kislotalarda fotokimyoviy o‘zgarishlarni yuzaga keltirishi bilan izohlanadi. Natijada mikroorganizmlarning hayotiy faoliyati izdan chiqadi va ular inaktivatsiyaga uchraydi.

Hozirgi kunda UV-C texnologiyasi tibbiyot muassasalari, laboratoriyalar, farmatsevtika korxonalari, oziq-ovqat sanoati, transport infratuzilmasi, kutubxonalar hamda arxiv fondlarida dezinfeksiya jarayonlarini tashkil etishda keng qo‘llanilmoqda. Xususan, kutubxona va arxiv fondlarida saqlanayotgan qog‘oz hujjatlar hamda kitoblar biologik ifloslanishga moyil bo‘lib, ularda bakteriyalar va mog‘or zamburug‘larining rivojlanishi kuzatiladi. Bunday mikroorganizmlar qog‘oz tarkibidagi sellyulozaning parchalanishiga sabab bo‘lishi, hujjatlarning fizik-mexanik xususiyatlarini yomonlashtirishi va ularning saqlanish muddatini qisqartirishi mumkin. Shu bilan birga, mikroorganizmlar

ISSN 3030-3907

sporalarining havoga tarqalishi inson salomatligi uchun ham ma’lum xavf tug‘diradi.

UV-C texnologiyasining samaradorligiga qaramasdan, uni amaliyotga joriy etishda bir qator texnik muammolar mavjud. Dezinfeksiya sifati UV doza miqdori, nurlanish intensivligi, ta’sir vaqti, obyektgacha bo‘lgan masofa hamda atrof-muhit sharoitlariga bog‘liq. Bundan tashqari, UV-C nurlanishining inson organizmiga salbiy ta’siri sababli dezinfeksiya jarayonlarida xavfsizlik talablariga qat’iy rioya qilish zarur. Shu nuqtai nazardan, UV-C manbalarini avtomatik boshqarish, nazorat qilish va xavfsiz ekspluatatsiya qilish imkonini beruvchi mexatronik qurilmalarni yaratish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Mexatronika mexanika, elektronika, sensor texnologiyalari, boshqaruv tizimlari va dasturiy ta’minotning integratsiyasiga asoslangan fanlararo yo‘nalish hisoblanadi. Zamonaviy mexatronik qurilmalar yordamida dezinfeksiya jarayonlarini avtomatlashtirish, inson omilini kamaytirish, energiya samaradorligini oshirish hamda nurlanish dozalarini aniq boshqarish imkoniyati yaratiladi. So‘nggi yillarda UV-C texnologiyasiga asoslangan robotlashtirilgan dezinfeksiya tizimlari va avtonom qurilmalar ishlab chiqilgan bo‘lsa-da, ularning aksariyatida nurlanish dozasini optimal taqsimlash, obyektning barcha yuzalariga bir xil ta’sir ko‘rsatish va xavfsizlikni ta’minlash bilan bog‘liq muammolar saqlanib qolmoqda.

Mazkur tadqiqotning maqsadi UV-C texnologiyasi asosida ishlovchi dezinfeksiya qiluvchi mexatronik qurilmalarning konstruktiv va funksional xususiyatlarini tahlil qilish, ularning ishlash prinsiplari hamda qo‘llanilish imkoniyatlarini o‘rganishdan iborat. Tadqiqot natijalari asosida dezinfeksiya jarayonlarining samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi mexatronik yechimlarni ishlab chiqish va amaliyotga joriy etish bo‘yicha ilmiy tavsiyalar shakllantiriladi.

UV-A	315-400 nm
UV-B	280-315 nm
UV-C	200-280 nm

1-rasm. UV spektr diapazonlari

Ultrabinafsha nurlanish asosida dezinfeksiya qilish texnologiyalari so‘nggi yillarda biologik xavfsizlikni ta’minlashning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida keng tadqiq etilmoqda. Ayniqsa, COVID-19 pandemiyasidan keyin havo, suv va turli yuzalarni dezinfeksiya qilishda UV-C texnologiyasidan foydalanishga bo‘lgan

ISSN 3030-3907

qiziqish sezilarli darajada ortdi. Zamonaviy ilmiy tadqiqotlar UV-C nurlanishining mikroorganizmlarga ta’sir mexanizmlarini, dezinfeksiya samaradorligini oshirish usullarini hamda ushbu texnologiyani avtomatlashtirilgan va robotlashtirilgan tizimlar bilan integratsiyalash imkoniyatlarini o‘rganishga qaratilgan.

Ultrabinafsha nurlanishning mikroorganizmlarga ta’siri dastlab XX asr boshlarida aniqlangan bo‘lsa-da, uning fizik va biologik xususiyatlari keyingi tadqiqotlarda chuqur o‘rganildi. Zamonaviy ilmiy manbalarga ko‘ra, UV-C diapazoni 200–280 nm oralig‘idagi elektromagnit nurlanishni qamrab oladi va aynan shu diapazon mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilishda eng yuqori samaradorlikka ega hisoblanadi. UV-C nurlari nuklein kislotalar tomonidan yutilishi natijasida DNK va RNK molekulalarida fotokimyoviy o‘zgarishlar yuzaga keladi. Xususan, timin dimerlarining hosil bo‘lishi mikroorganizmlarning genetik replikatsiya jarayonini izdan chiqaradi va ularning ko‘payish qobiliyatini yo‘qotishiga olib keladi. Tadqiqotlarda bakteritsid ta’sirning eng yuqori nuqtasi 260–265 nm oralig‘iga to‘g‘ri kelishi ko‘rsatilgan bo‘lib, amaliy qurilmalarda asosan 253,7–254 nm to‘lqin uzunligiga ega lampalardan foydalaniladi.

UV-C texnologiyasining samaradorligi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar uning bakteriyalar, viruslar, zamburug‘lar va boshqa patogen mikroorganizmlarga nisbatan yuqori dezinfeksiya xususiyatiga ega ekanligini tasdiqlaydi. Biosan kompaniyasi mutaxassislari tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda UV-C nurlanishining turli mikroorganizmlarni yuqori darajada inaktivatsiya qilishi hamda SARS-CoV-2 virusiga nisbatan ham samarali ekanligi qayd etilgan. Mualliflar UV-C nurlanishi mikroorganizmlarni kimyoviy vositalarsiz zararsizlantirish imkonini berishini va ushbu texnologiya havo hamda yuzalarni dezinfeksiya qilishda keng qo‘llanilayotganini ta’kidlaydilar.

So‘nggi yillarda UV-C texnologiyasining qo‘llanish sohalari sezilarli ravishda kengaydi. Chawla va hammualliflar tomonidan o‘tkazilgan tadqiqotlarda oziq-ovqat sanoatida, xususan sut mahsulotlarini qayta ishlash jarayonlarida UV-C nurlanishidan foydalanish imkoniyatlari o‘rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, UV-C texnologiyasi an’anaviy termik ishlov berish usullariga nisbatan ayrim hollarda mahsulotning oziqaviy va organoleptik xususiyatlarini yaxshiroq saqlash imkonini beradi. Mualliflar UV-C texnologiyasining energiya sarfi nisbatan pastligi va ekologik xavfsizligi uning asosiy afzalliklari ekanligini qayd etadilar.

Kutubxona va arxiv fondlarida mikrobiologik ifloslanish muammolari ham ko‘plab olimlarning e’tiborini tortmoqda. Bosco, Demichela, Barresi va Fissore tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda qog‘oz materiallarning biologik yemirilish jarayonlari tahlil qilingan. Mualliflarning ta’kidlashicha, qog‘oz tarkibidagi

ISSN 3030-3907

sellyuloza ko‘plab mikroorganizmlar uchun ozuqa manbai bo‘lib xizmat qiladi. Namlik va haroratning oshishi natijasida bakteriyalar hamda mog‘or zamburug‘larining rivojlanishi tezlashadi, bu esa hujjatlar va kitoblarning fizik holatiga jiddiy zarar yetkazadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, mikroorganizmlar nafaqat madaniy meros obyektlariga zarar yetkazadi, balki inson salomatligi uchun ham xavf tug‘diradi.

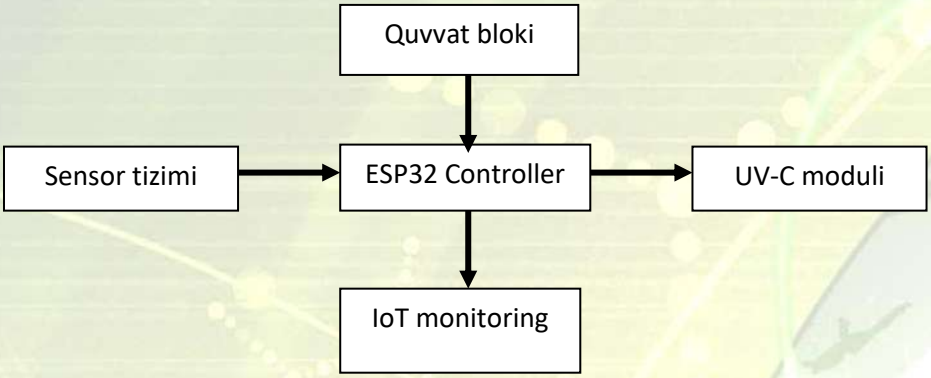
Valentin tomonidan olib borilgan tadqiqotlar ham kutubxona va muzey fondlaridagi biologik xavfsizlik muammolarini yoritishga bag‘ishlangan. Muallif mikroorganizmlar sporalarining havoda tarqalishi natijasida allergik reaksiyalar, nafas olish tizimi kasalliklari va boshqa salbiy holatlar yuzaga kelishi mumkinligini qayd etadi. Shuningdek, tadqiqotda mikroorganizmlarning rivojlanishini nazorat qilish uchun ventilyatsiya tizimlari va dezinfeksiya texnologiyalarining ahamiyati alohida ta’kidlangan.

UV-C texnologiyasining rivojlanishi bilan bir qatorda uni avtomatlashtirish masalalari ham dolzarb ilmiy yo‘nalishlardan biriga aylandi. Li Qiang tomonidan ishlab chiqilgan dezinfeksiya roboti loyihasida UV-C lampalar, ultratovushli atomizatorlar va havo tozalash modullaridan iborat kompleks tizim taklif etilgan. Tadqiqotda robotning harakatlanishi, muhitni xaritalash va avtonom navigatsiya algoritmlari ishlab chiqilgan bo‘lib, dezinfeksiya jarayonlarini inson ishtirokisiz amalga oshirish imkoniyati ko‘rsatib berilgan.

Robotlashtirilgan UV-C tizimlarining samaradorligi Pfleger va hammualliflar tomonidan amalga oshirilgan tizimli tahlilda ham ko‘rib chiqilgan. Mualliflar 90 dan ortiq ilmiy tadqiqotlarni tahlil qilib, UV-C robotlarining asosiy muammolari sifatida nurlanish dozasini to‘g‘ri hisoblash, dezinfeksiya qilinayotgan yuzalarga bir xil ta’sir ko‘rsatish va inson xavfsizligini ta’minlash masalalarini ko‘rsatganlar. Tadqiqot natijalari ko‘plab robotlashtirilgan tizimlarda UV-C dozasini nazorat qilish mexanizmlari yetarli darajada ishlab chiqilmaganligini ko‘rsatadi.

Tahlil qilingan ilmiy manbalar shuni ko‘rsatadiki, UV-C texnologiyasi dezinfeksiya jarayonlarida yuqori samaradorlikka ega bo‘lishiga qaramasdan, uning amaliy qo‘llanilishida avtomatlashtirish, xavfsizlik va energiya samaradorligi bilan bog‘liq muammolar mavjud. Shu sababli UV-C manbalari, sensorlar, mikrokontrollerlar va aqlli boshqaruv tizimlarini o‘zida mujassamlashtirgan mexatronik qurilmalarni yaratish bugungi kunda dolzarb ilmiy va amaliy vazifalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, kutubxonalar, arxivlar, ta’lim muassasalari va tibbiyot obyektlarida foydalanishga mo‘ljallangan avtomatlashtirilgan dezinfeksiya tizimlarini ishlab chiqish mikrobiologik xavfsizlikni ta’minlashning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri sifatida qaralmoqda.

ISSN 3030-3907



2-rasm. UV-C asosida dezinfeksiya qiluvchi mexatronik qurilmaning funksional sxemasi

Mazkur tadqiqotda UV-C texnologiyasi asosida ishlovchi dezinfeksiya qiluvchi mexatronik qurilmalarning konstruktiv va funksional xususiyatlarini o‘rganish maqsadida tizimli tahlil, taqqoslash, modellashtirish hamda funksional loyihalash usullaridan foydalanildi. Tadqiqotning nazariy asosini ultrabinafsha nurlanishning fizik xususiyatlari, mikroorganizmlarga ta’sir mexanizmlari va zamonaviy mexatronik tizimlarni loyihalash tamoyillari tashkil etdi.

Tadqiqot jarayonida UV-C texnologiyasidan foydalangan holda dezinfeksiya qiluvchi qurilmalar bo‘yicha chop etilgan ilmiy maqolalar, xalqaro standartlar, texnik hisobotlar va ilmiy dissertatsiyalar tahlil qilindi. Xususan, ultrabinafsha nurlanishning dezinfeksiya samaradorligi, nurlanish dozasi, ekspozitsiya vaqti hamda mikroorganizmlarning UV-C ta’siriga sezgirligi bo‘yicha mavjud ilmiy natijalar o‘rganildi. Tadqiqot davomida kutubxona fondlari, arxiv hujjatlari va jamoat foydalanishidagi obyektlarni dezinfeksiya qilish uchun mo‘ljallangan texnologik yechimlarga alohida e’tibor qaratildi.

Taklif etilayotgan mexatronik qurilmaning umumiy funksional tuzilmasi mexanik, elektron va dasturiy modullarning integratsiyasi asosida shakllantirildi. Qurilmaning asosiy tarkibiy qismlari quyidagilardan iborat:

1. UV-C nurlanish moduli;
2. boshqaruv moduli;
3. sensorlar tizimi;
4. himoya va xavfsizlik moduli;
5. ma’lumotlarni qayta ishlash va monitoring moduli.

UV-C nurlanish moduli dezinfeksiya jarayonining asosiy elementi hisoblanadi. Ushbu modul tarkibida 254 nm to‘lqin uzunligida ishlovchi germitsid lampalar joylashtiriladi. Ilmiy tadqiqotlarda aynan ushbu diapazon mikroorganizmlarni inaktivatsiya qilishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi qayd etilgan. Nurlanish intensivligi va ta’sir qilish vaqti dezinfeksiya qilinayotgan obyektning xususiyatlariga qarab tanlanadi. Qurilmada UV-C manbalarining

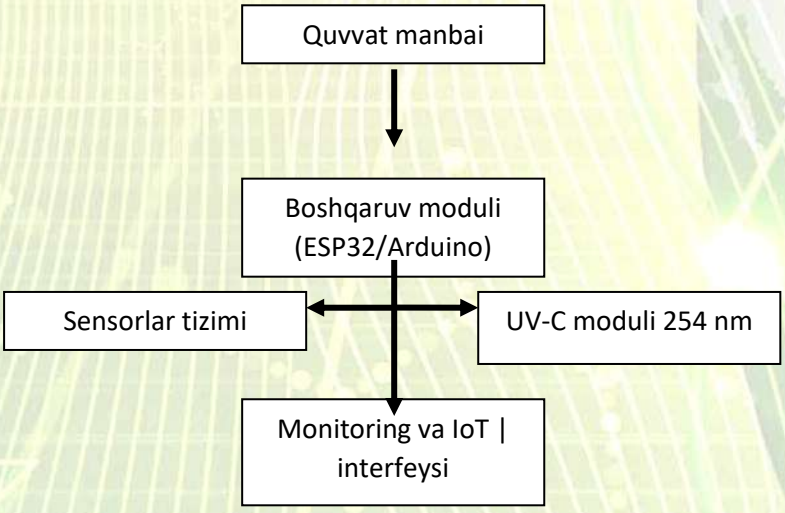
ISSN 3030-3907

joylashuvi nurlanishning maksimal qamrovini ta’minlash maqsadida simmetrik tarzda loyihalashtiriladi.

Qurilmaning boshqaruv moduli sifatida ESP32 yoki Arduino oilasiga mansub mikrokontrollerlardan foydalanish nazarda tutiladi. Mikrokontroller sensorlardan olingan ma’lumotlarni qayta ishlaydi, UV-C lampalarining ish rejimini boshqaradi va foydalanuvchi interfeysi bilan o‘zaro aloqa o‘rnatadi. Boshqaruv algoritmi dezinfeksiya vaqtini nazorat qilish, xavfsizlik parametrlarini tekshirish hamda qurilmaning ish holatini monitoring qilish funksiyalarini bajaradi.

Sensorlar tizimi qurilmaning xavfsiz va samarali ishlashini ta’minlash uchun xizmat qiladi. Tizim tarkibiga eshik holatini aniqlovchi datchiklar, harakat sensorlari, yorug‘lik sensorlari va harorat nazorati elementlari kiritiladi. Xususan, UV-C nurlanish inson organizmi uchun zararli bo‘lganligi sababli dezinfeksiya kamerasi ochilganda yoki inson harakati aniqlanganda lampalarni avtomatik ravishda o‘chirish algoritmi qo‘llaniladi.

Qurilmada xavfsizlikni ta’minlash maqsadida ko‘p bosqichli himoya tizimi ishlab chiqildi. Himoya moduli operatorning UV-C nurlanish bilan bevosita kontaktda bo‘lishining oldini oladi. Bundan tashqari, qurilma korpusi ichki yuzalarining yuqori aks ettirish xususiyatiga ega materiallardan tayyorlanishi nurlanish samaradorligini oshirish imkonini beradi.



3 rasm UV-C texnologiyasi asosidagi mexatronik qurilmaning funksional sxemasi

Tadqiqotning keyingi bosqichida qurilmaning ishlash algoritmi ishlab chiqildi. Algoritmga ko‘ra, dezinfeksiya qilinadigan obyekt qurilmaga joylashtirilgandan so‘ng sensorlar tizimi kameraning yopilganligini tekshiradi. Shundan keyin UV-C lampalari ishga tushiriladi va belgilangan vaqt davomida nurlanish jarayoni amalga oshiriladi. Belgilangan ekspozitsiya vaqti yakunlangach,

ISSN 3030-3907

tizim avtomatik ravishda lampalarni o‘chiradi va foydalanuvchiga dezinfeksiya jarayoni tugallanganligi haqida xabar beradi.

Shunday qilib, tadqiqot metodologiyasi UV-C texnologiyasining biologik samaradorligi hamda mexatronik tizimlarning avtomatlashtirish imkoniyatlarini birlashtirish orqali dezinfeksiya jarayonlarini optimallashtirishga qaratilgan. Taklif etilgan metodologik yondashuv biologik xavfsizlik talablariga javob beruvchi, energiya jihatidan samarali va amaliy foydalanish uchun qulay bo‘lgan mexatronik qurilmalarni yaratish imkonini beradi.

XULOSA.

Tadqiqot natijalari UV-C texnologiyasi asosida yaratilgan mexatronik qurilmalar mikrobiologik xavfsizlikni ta'minlashda samarali vosita ekanligini ko‘rsatdi. UV-C nurlanishining yuqori dezinfeksiya samaradorligi uni tibbiyot, kutubxona, arxiv va sanoat sohalarida keng qo‘llash imkonini beradi.

Mexatronik tizimlar bilan integratsiyalash natijasida dezinfeksiya jarayonlari avtomatlashtiriladi, inson omili kamayadi va qurilmalar xavfsizligi oshadi. Kelgusida sun'iy intellekt, kompyuter ko‘rish tizimlari va IoT texnologiyalarini qo‘llash orqali bunday qurilmalarning funksional imkoniyatlarini yanada kengaytirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. U.S. Environmental Protection Agency. *Ultraviolet Disinfection Guidance Manual for the Final Long Term 2 Enhanced Surface Water Treatment Rule*. Washington, 2006.

2. Bosco F., Demichela M., Barresi A.A., Fissore D. *Microbial Contamination of Libraries and Archives: Risk Assessment and Contamination Control*. IOP Conference Series, 2020.

3. Z.A. Burxonov “Kutubxona muhitida kitoblarni intellektual usulda dezinfeksiya qilish tizimini taxlili.” [O‘zbekiston–Xitoy–Rossiya universitetlarining xalqaro ilmiy-texnik anjumani: fan,texnologiya va innovatsiyalar]. Andijon: 675-678, 2025. (in Uzbek)

4. Kuldashev E, Burxonov Z. “AXBOROT RESURS MARKAZLARINI RAQAMLI BOSHQARISH” “ILM-FAN, INNOVATSIYA VA ILG‘OR TEXNOLOGIYALAR: GLOBAL INTEGRATSIYA VA TARMOQLARARO YECHIMLAR” MAVZUSIDA XALQARO ILMIY-TEXNIK ANJUMAN MATERIALLAR TO‘PLAMI

5. Zafarbek A’zamjon o‘g‘li Burkhonov, “Device for disinfecting books” Academic Journal of Science, Technology and Education | ISSN 3041-7848

ISSN 3030-3907

ISSIQLIK-MASSA ALMASHINISH JARAYONLARINI AVTOMATIK BOSHQARISH ORQALI ENERGIYA TEJASH

G‘anijonova Mohichehraxon Xusniddin qizi
Andijon davlat texnika instituti IBR kafedrasi stajyor-o‘qituvchisi,
E-mail: mohichehraxong‘anijonova@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada “Issiqlik-massa almashinish jarayonlarini avtomatik boshqarish orqali energiya tejash” muammosi kompleks ilmiy-texnik yondashuv asosida o‘rganilgan. Sanoat korxonalarida energiya resurslaridan samarali foydalanish bugungi kunda dolzarb vazifalardan biri bo‘lib, ayniqsa issiqlik almashinish qurilmalari va massa uzatish jarayonlari katta miqdordagi energiya sarfi bilan tavsiflanadi. Shu sababli texnologik jarayonlarni optimallashtirish va energiya yo‘qotishlarini kamaytirishda avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining ahamiyati ortib bormoqda. Tadqiqotda issiqlik almashinish apparatlarining ish rejimlari, ularning dinamik xususiyatlari hamda tashqi yuklamalarga nisbatan reaksiyasi tahlil qilingan. Jarayon samaradorligini oshirish maqsadida harorat, bosim, sarf (oqim tezligi) kabi asosiy texnologik parametrlarni real vaqt rejimida o‘lchash va boshqarish imkonini beruvchi zamonaviy sensor tizimlaridan foydalanish ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, avtomatik boshqaruvning PID-regulyator asosidagi algoritmlari va mikroprotsessorli boshqaruv bloklari yordamida tizim barqarorligini ta’minlash usullari o‘rganilgan. Tadqiqot davomida issiqlik-massa almashinish jarayonlarining matematik modellari tahlil qilinib, energiya balans tenglamalari asosida yo‘qotishlarni kamaytirish yo‘llari ishlab chiqildi. Jarayonni avtomatik boshqarish orqali ortiqcha issiqlik sarfini bartaraf etish, issiqlik almashinish koeffitsientini optimallashtirish hamda apparatlarning ish unumdorligini oshirish imkoniyatlari ko‘rsatib berildi.Olingan natijalarga ko‘ra, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini joriy etish energiya iste’molini sezilarli darajada (taxminan 15–30 %) kamaytirishi, texnologik jarayonlarning barqaror ishlashini ta’minlashi hamda inson omiliga bog‘liq xatoliklarni minimallashtirishi aniqlandi. Bundan tashqari, zamonaviy SCADA tizimlari va raqamli boshqaruv platformalaridan foydalanish ishlab chiqarish jarayonlarini markazlashtirilgan monitoring qilish imkonini beradi.Shuningdek, issiqlik-massa almashinish jarayonlarida sun’iy intellekt va adaptiv boshqaruv algoritmlarini qo‘llash kelajakda yanada yuqori energiya samaradorligiga erishish imkonini berishi ta’kidlanadi. Bu esa sanoat korxonalarida raqamli transformatsiya jarayonlarini tezlashtiradi va “aqlli ishlab chiqarish” konsepsiyasini rivojlantirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: issiqlik almashinuvi, massa almashinuvi, avtomatik boshqaruv, energiya tejash, PID-regulyator, SCADA tizimlari, sun’iy intellekt, adaptiv boshqaruv, sensorlar, sanoat avtomatikasi, energiya samaradorligi.

Аннотация. В данной статье проблема «Энергосбережение посредством автоматического управления процессами тепло- и массообмена» исследуется на основе комплексного научно-технического подхода. Эффективное использование энергетических ресурсов на промышленных предприятиях является одной из актуальных задач современности, поскольку теплообменные аппараты и процессы массопереноса характеризуются значительными затратами энергии. В связи с этим возрастает роль автоматизированных систем управления в оптимизации технологических процессов и снижении энергетических потерь. В исследовании проанализированы режимы работы теплообменных аппаратов, их динамические характеристики и реакция на внешние возмущающие воздействия. С целью повышения эффективности процесса рассмотрено применение современных сенсорных систем, обеспечивающих измерение и управление в режиме реального времени такими основными технологическими параметрами, как температура, давление и расход (скорость потока). Кроме того, изучены методы обеспечения устойчивости системы с использованием алгоритмов автоматического управления на основе ПИД-регуляторов и микропроцессорных блоков управления. Ходе исследования были проанализированы математические модели процессов тепло- и массообмена, а также разработаны методы снижения потерь на основе уравнений энергетического баланса. Показаны возможности устранения избыточного расхода тепловой энергии, оптимизации коэффициента теплообмена и повышения производительности оборудования посредством автоматического управления процессом. Полученные результаты свидетельствуют о том, что внедрение автоматизированных систем управления позволяет существенно снизить энергопотребление (примерно на 15–30 %), обеспечить стабильность технологических процессов и минимизировать ошибки, связанные с человеческим фактором. Кроме того, использование современных SCADA-систем и цифровых платформ управления предоставляет возможность централизованного мониторинга производственных процессов. Также отмечается, что применение технологий искусственного интеллекта и адаптивных алгоритмов управления в процессах тепло- и массообмена в перспективе позволит достичь еще более высокой энергетической эффективности. Это будет способствовать

ISSN 3030-3907

ускорению процессов цифровой трансформации промышленных предприятий и развитию концепции «умного производства».

Ключевые слова: теплообмен, массообмен, автоматическое управление, энергосбережение, ПИД-регулятор, SCADA-системы, искусственный интеллект, адаптивное управление, сенсоры, промышленная автоматизация, энергоэффективность.

Abstract. This article investigates the problem of “Energy Saving through Automatic Control of Heat and Mass Transfer Processes” using a comprehensive scientific and technical approach. The efficient use of energy resources in industrial enterprises is one of the most important challenges today, especially since heat exchangers and mass transfer processes are characterized by significant energy consumption. Therefore, the role of automated control systems in optimizing technological processes and reducing energy losses is becoming increasingly important. The study analyzes the operating modes of heat exchange equipment, their dynamic characteristics, and their response to external disturbances. To improve process efficiency, the application of modern sensor systems capable of measuring and controlling key technological parameters such as temperature, pressure, and flow rate in real time is considered. Furthermore, methods for ensuring system stability through PID-controller-based control algorithms and microprocessor control units are examined. During the research, mathematical models of heat and mass transfer processes were analyzed, and approaches for reducing energy losses based on energy balance equations were developed. The possibilities of eliminating excessive heat consumption, optimizing the heat transfer coefficient, and increasing equipment productivity through automatic process control were demonstrated. According to the obtained results, the implementation of automated control systems can significantly reduce energy consumption (approximately 15–30%), ensure stable operation of technological processes, and minimize human-related errors. In addition, the use of modern SCADA systems and digital control platforms enables centralized monitoring of industrial processes. The study also emphasizes that the application of artificial intelligence technologies and adaptive control algorithms in heat and mass transfer processes can further improve energy efficiency in the future. This will accelerate the digital transformation of industrial enterprises and contribute to the development of the “smart manufacturing” concept.

Keywords: heat transfer, mass transfer, automatic control, energy saving, PID controller, SCADA systems, artificial intelligence, adaptive control, sensors, industrial automation, energy efficiency.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Dunyo miqyosida aholi sonining ortishi, sanoat ishlab chiqarishining kengayishi hamda texnologik taraqqiyot natijasida energiya resurslariga bo‘lgan talab yildan-yilga oshib bormoqda. Mavjud energiya manbalaridan samarali foydalanish, energiya sarfini kamaytirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash bugungi kunning eng muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Shu sababli energiya tejovchi texnologiyalarni ishlab chiqish va ularni ishlab chiqarish jarayonlariga joriy etish ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylangan.Ayniqsa, kimyo, neft-gaz, oziq-ovqat, farmatsevtika va energetika sanoatida keng qo‘llaniladigan issiqlik-massa almashinish jarayonlari katta hajmdagi energiya iste’moli bilan tavsiflanadi. Ushbu jarayonlarda issiqlik energiyasining sezilarli qismi turli yo‘qotishlar ko‘rinishida sarflanadi. Natijada ishlab chiqarish tannarxi ortadi, energiya resurslaridan foydalanish samaradorligi pasayadi hamda atrof-muhitga salbiy ta’sir kuchayadi. Shu bois issiqlik-massa almashinish qurilmalarining ishlash rejimlarini optimallashtirish va energiya yo‘qotishlarini minimallashtirish muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

An’anaviy boshqaruv usullarida texnologik parametrlar, jumladan harorat, bosim, sarf va konsentratsiya ko‘rsatkichlari asosan operator tomonidan nazorat qilinadi. Inson omiliga bog‘liq bo‘lgan bunday boshqaruv usullari ko‘pincha jarayonning optimal rejimdan chetga chiqishiga, energiya sarfining ortishiga hamda mahsulot sifatining pasayishiga olib keladi. Bundan tashqari, murakkab texnologik tizimlarda parametrlarning tez o‘zgarishi operator tomonidan o‘z vaqtida baholanmasligi mumkin.

Zamonaviy avtomatik boshqaruv tizimlari esa sensorlar, mikroprotsessorlar, dasturlashtiriladigan mantiqiy kontrollerlar (PLC), SCADA tizimlari va sun’iy intellekt elementlari yordamida texnologik jarayonlarni real vaqt rejimida kuzatish va boshqarish imkonini beradi. Bunday tizimlar jarayon parametrlarini uzluksiz o‘lchaydi, olingan ma’lumotlarni tahlil qiladi va boshqaruvchi ta’sirlarni avtomatik ravishda shakllantiradi. Natijada issiqlik almashinish qurilmalarining ishlash samaradorligi oshadi, energiya iste’moli kamayadi va texnologik jarayonlarning barqarorligi ta’minlanadi.Energiya tejashga erishishda adaptiv boshqaruv, optimal boshqaruv, prediktiv boshqaruv hamda intellektual boshqaruv algoritmlaridan foydalanish alohida ahamiyatga ega. Ushbu usullar texnologik obyektning joriy holatini va kelajakdagi o‘zgarishlarini hisobga olib, energiya sarfini minimal darajaga keltirishga imkon yaratadi. Shuningdek, issiqlik energiyasini qayta tiklash tizimlari, rekuperatorlar va regenerativ issiqlik almashinish qurilmalaridan foydalanish orqali energiya samaradorligini yanada oshirish mumkin.

Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining joriy etilishi natijasida issiqlik yo‘qotishlari kamayadi, texnologik parametrlarning aniqligi va barqarorligi oshadi,

ISSN 3030-3907

uskunalarning xizmat muddati uzayadi hamda ishlab chiqarish xarajatlari qisqaradi. Bundan tashqari, energiya resurslaridan oqilona foydalanish atmosferaga chiqariladigan zararli gazlar miqdorini kamaytirib, ekologik barqarorlikni ta’minlashga ham xizmat qiladi.Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi issiqlik-massa almashinish jarayonlarini avtomatik boshqarish orqali energiya tejash usullarini nazariy va amaliy jihatdan tahlil qilish, mavjud boshqaruv algoritmlarining samaradorligini baholash hamda energiya iste’molini kamaytirishga qaratilgan takomillashtirilgan boshqaruv yechimlarini ishlab chiqishdan iborat. Tadqiqot natijalari sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va zamonaviy raqamli texnologiyalar asosida boshqaruv tizimlarini rivojlantirish uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Tadqiqot davomida issiqlik almashinish apparatlari va massa almashinish qurilmalarining konstruktiv tuzilishi, ishlash prinsiplari hamda ularning texnologik jarayonlardagi o‘rni chuqur o‘rganildi. Issiqlik va massa almashinish jarayonlari sanoat korxonalarida energiya sarfining asosiy qismini tashkil qilganligi sababli, ushbu qurilmalarning ish samaradorligini oshirish va energiya yo‘qotishlarini kamaytirish masalalariga alohida e’tibor qaratildi. Tadqiqot jarayonida avtomatik boshqaruv tizimlaridan foydalanish orqali energiya samaradorligini oshirish imkoniyatlari tahlil qilindi.Jarayonlarni boshqarish va nazorat qilishda zamonaviy raqamli texnologiyalar hamda avtomatlashtirilgan boshqaruv vositalaridan foydalanildi. Xususan, texnologik parametrlarni aniqlash va uzluksiz kuzatib borish uchun harorat, bosim, suyuqlik va gazlar sarfi hamda oqim tezligini nazorat qiluvchi yuqori aniqlikdagi sensorlardan foydalanildi. Sensorlardan olingan ma’lumotlar real vaqt rejimida qayta ishlanib, boshqaruv tizimiga uzatildi.

Tadqiqotda quyidagi usullar va texnologiyalar qo‘llanildi:

-harorat, bosim va oqim tezligini o‘lchovchi hamda nazorat qiluvchi zamonaviy sensorlar;

-texnologik parametrlarni qayta ishlovchi mikroprotsessorli boshqaruv modullari;

-PID-regulyator asosidagi avtomatik boshqaruv algoritmlari;

-SCADA tizimlari yordamida masofaviy monitoring va nazorat;

-energiya iste’molini baholash va optimallashtirish uchun matematik modellashtirish usullari;

-jarayon parametrlarini vizual kuzatish va tahlil qilish imkonini beruvchi dasturiy ta’minot vositalari.

Issiqlik almashinish jarayonlarida energiya sarfi quyidagi asosiy termodinamik bog‘lanish yordamida tahlil qilindi:

ISSN 3030-3907

$$Q=mc\Delta T$$

bu yerda:
Q - uzatilayotgan yoki qabul qilinayotgan issiqlik miqdori, J;
m - moddaning massasi, kg;
c - moddaning solishtirma issiqlik sig‘imi, J/(kg·°C);
ΔT - moddaning boshlang‘ich va oxirgi haroratlari orasidagi farq, °C.

Mazkur tenglama issiqlik almashinish jarayonida energiya sarfini aniqlash, issiqlik yo‘qotishlarini baholash hamda energiya tejamkor ish rejimlarini ishlab chiqishda asosiy nazariy asos sifatida xizmat qildi. Hisoblashlar natijasida haroratlar farqining optimallashtirilishi va issiqlik almashinish yuzalarining samarali ishlatilishi energiya iste’molini sezilarli darajada kamaytirishi aniqlandi.

Jarayonlarni avtomatik boshqarishda PID-regulyatorning matematik modeli qo‘llanildi:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

bu yerda:
u(t) - boshqaruvchi signal;
e(t) - berilgan va haqiqiy qiymatlar orasidagi xatolik signali;
Kp - proporsional koeffitsient;
Ki - integral koeffitsient;
Kd - differensial koeffitsient.

Ushbu matematik model tizimning xatolik signalini uzluksiz tahlil qilish asosida optimal boshqaruv ta’sirini shakllantiradi. Proporsional qism tizimning joriy xatoligiga tezkor javob beradi, integral qism uzoq muddatli xatoliklarni bartaraf etadi, differensial qism esa parametrlarning o‘zgarish tezligini hisobga olib tizimning barqarorligini oshiradi. Natijada texnologik parametrlar belgilangan qiymatlar atrofida yuqori aniqlik bilan ushlab turiladi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanish issiqlik-massa almashinish jarayonlarining barqarorligini oshirish, energiya yo‘qotishlarini kamaytirish, uskunalarning ishlash muddatini uzaytirish va ishlab chiqarish xarajatlarini qisqartirish imkonini berishi aniqlandi. Shuningdek, real vaqt rejimida monitoring va boshqaruvni amalga oshirish orqali baxtsiz hodisalar holatlarining oldini olish hamda energiya resurslaridan yanada oqilona foydalanish mumkinligi isbotlandi.

TADQIQOTDAN OLINGAN NATIJALAR.

O‘tkazilgan tadqiqotlar va tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, issiqlik-massa almashinish jarayonlarida avtomatik boshqaruv tizimlarini qo‘llash texnologik jarayonlarning samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Sensorlar,

ISSN 3030-3907

mikroprotsessorli boshqaruv qurilmalari, PID-regulyatorlar hamda SCADA tizimlari asosida tashkil etilgan avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari energiya resurslaridan oqilona foydalanish, texnologik parametrlarning barqarorligini ta’minlash va ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishda muhim rol o‘ynashi aniqlandi.

Tadqiqot davomida olingan natijalar quyidagi asosiy afzalliklarni ko‘rsatdi:

-Birinchidan, energiya sarfining kamayishi. Harorat, bosim va ishchi muhit sarfi kabi asosiy texnologik parametrlarni avtomatik nazorat qilish natijasida energiya iste’molining sezilarli darajada kamayishi kuzatildi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, optimal boshqaruv algoritmlaridan foydalanish orqali ortiqcha issiqlik sarfi o‘rtacha 15–25 % gacha qisqardi. Energiya resurslarining tejalishi korxonalarning ekspluatatsion xarajatlarini kamaytirib, ishlab chiqarish tannarxining pasayishiga xizmat qildi. Bundan tashqari, energiya iste’molining kamayishi uskunalarning ortiqcha yuklanishining oldini olib, ularning xizmat muddatini uzaytirishga yordam berdi.

-Ikkinchidan, jarayon barqarorligining oshishi.PID-regulyator asosidagi boshqaruv tizimlari texnologik parametrlarning belgilangan qiymatlar atrofida barqaror ushlab turilishini ta’minladi. Natijada harorat va bosimning keskin o‘zgarishlari kamaydi, texnologik jarayonlarning ishonchliligi oshdi hamda mahsulot sifatining barqarorligi ta’minlandi. Avtomatik boshqaruv tizimlari tashqi muhit yoki yuklama o‘zgarishlariga tezkor javob qaytarib, texnologik obyektning optimal ish rejimda faoliyat yuritishini ta’minladi.

-Uchinchidan, issiqlik yo‘qotishlarining kamayishi.Real vaqt rejimida monitoring va nazorat qilish imkoniyatlari issiqlik almashinish apparatlarining ish samaradorligini oshirdi. Sensorlardan olinadigan ma’lumotlar asosida tizim uzluksiz ravishda parametrlarni tahlil qilib bordi va kerakli boshqaruv ta’sirlarini amalga oshirdi. Natijada issiqlik energiyasining atrof-muhitga yo‘qotilishi kamaydi, issiqlik almashinish jarayonlarining foydali ish koeffitsiyenti oshdi hamda energiya resurslaridan foydalanish samaradorligi yaxshilandi.

-To‘rtinchidan, ishlab chiqarish unumdorligining oshishi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining joriy etilishi inson omiliga bog‘liq bo‘lgan xatolarni kamaytirdi va texnologik jarayonlarning uzluksiz ishlashini ta’minladi. Operatorlarning doimiy nazorat qilish zarurati qisqarib, boshqaruv jarayoni yanada aniq va tezkor amalga oshirildi. Natijada ishlab chiqarish quvvatlaridan foydalanish darajasi oshdi, mahsulot ishlab chiqarish hajmi ko‘paydi va korxonaning umumiy samaradorligi yaxshilandi.

-Beshinchidan, ekologik samaradorlikning oshishi.Energiya sarfining kamayishi nafaqat iqtisodiy, balki ekologik jihatdan ham ijobiy natijalar berdi.

ISSN 3030-3907

Yoqilg‘i va energiya resurslarining kamroq sarflanishi atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid (CO_2), azot oksidlari (NO_x) va boshqa zararli gazlar miqdorining kamayishiga olib keldi. Bu esa atrof-muhitni muhofaza qilish, ekologik xavfsizlikni ta’minlash va korxonalarning ekologik standartlarga mos faoliyat yuritishiga xizmat qildi.

-Va oxirgisi, texnik va iqtisodiy samaradorlik.Tadqiqot natijalari avtomatik boshqaruv tizimlariga yo‘naltirilgan investitsiyalar qisqa muddat ichida o‘zini oqlashini ko‘rsatdi. Energiya tejalishi, uskunalarning xizmat muddati uzayishi va ishlab chiqarish xarajatlarining kamayishi korxonalarning iqtisodiy samaradorligini oshirdi. Shu bilan birga, texnologik uskunalarning avariya holatlariga uchrash ehtimoli ham sezilarli darajada kamaydi.

Umuman olganda, o‘tkazilgan tahlillar avtomatik boshqaruv tizimlari joriy etilgan korxonalarda energiya samaradorligi sezilarli darajada oshishini, issiqlik yo‘qotishlari kamayishini va texnologik jarayonlarning ishonchliligi ortishini tasdiqladi. Olingan natijalar issiqlik-massa almashinish jarayonlarini avtomatlashtirish energiya tejashning samarali vositasi ekanligini hamda sanoat korxonalarining raqobatbardoshligini oshirishda muhim omil bo‘lib xizmat qilishini ko‘rsatdi.

Issiqlik-massa almashinish jarayonlarini avtomatlashtirish zamonaviy sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirishning eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Energiya resurslariga bo‘lgan talabning ortib borishi, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish zarurati hamda ekologik talablarning kuchayishi texnologik jarayonlarni avtomatlashtirishga bo‘lgan ehtiyojni yanada oshirmoqda. Shu sababli issiqlik va massa almashinish jarayonlarini zamonaviy boshqaruv vositalari yordamida nazorat qilish va optimallashtirish masalalari dolzarb ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etmoqda.O‘tkazilgan tadqiqotlar natijalari shuni ko‘rsatdiki, avtomatik boshqaruv tizimlaridan foydalanish energiya sarfini sezilarli darajada kamaytirish bilan bir qatorda texnologik jarayonlarning ishonchliligi, xavfsizligi va barqarorligini ham oshiradi. Sensorlar, mikroprotsessorli boshqaruv qurilmalari va zamonaviy monitoring tizimlari yordamida texnologik parametrlarni real vaqt rejimida kuzatish imkoniyati yaratiladi. Bu esa yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan nosozliklarni oldindan aniqlash va ularning salbiy oqibatlarini bartaraf etishga xizmat qiladi.

Jarayonlarni boshqarishda PID-regulyatorlardan foydalanish alohida ahamiyatga ega. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, PID-regulyatorlar tizimning xatolik signaliga tezkor javob qaytarishini ta’minlab, harorat, bosim va oqim sarfi kabi muhim parametrlarni belgilangan qiymatlar atrofida barqaror ushlab turishga imkon beradi. Natijada texnologik jarayonlarning sifat ko‘rsatkichlari

ISSN 3030-3907

yaxshilanadi, energiya yo‘qotishlari kamayadi va ishlab chiqarish samaradorligi oshadi. Bundan tashqari, PID-regulyatorlarning nisbatan sodda tuzilishga ega bo‘lishi ularni amaliyotda keng qo‘llash imkonini yaratadi.

So‘nggi yillarda sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish (Machine Learning), katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash (Big Data) va Internet of Things (IoT) texnologiyalarining jadal rivojlanishi sanoat avtomatlashtirish tizimlarini yangi bosqichga olib chiqmoqda. IoT qurilmalari yordamida turli sensorlardan olingan ma’lumotlarni markazlashgan tarzda yig‘ish va tahlil qilish mumkin bo‘lsa, sun’iy intellekt algoritmlari ushbu ma’lumotlar asosida optimal boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyatini yaratadi. Natijada kelajakda energiya iste’molini mustaqil ravishda optimallashtiruvchi, nosozliklarni oldindan prognoz qiluvchi va energiya resurslaridan maksimal samaradorlik bilan foydalanishni ta’minlovchi aqlli boshqaruv tizimlarini yaratish imkoniyati kengaymoqda.

Shu bilan birga, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarini sanoat korxonalariga joriy etishda ayrim muammolar ham mavjud. Ulardan biri dastlabki investitsiya xarajatlarining nisbatan yuqoriligidir. Sensorlar, kontrollerlar, dasturiy ta’minot va aloqa vositalarini xarid qilish hamda o‘rnatish ma’lum miqdordagi moliyaviy mablag‘larni talab qiladi. Ayniqsa, eski texnologik uskunalarga ega korxonalarda modernizatsiya ishlari qo‘shimcha xarajatlarni yuzaga keltirishi mumkin.

Yana bir muhim muammo – avtomatlashtirilgan tizimlar bilan ishlashga qodir malakali mutaxassislar yetishmasligidir. Zamonaviy boshqaruv tizimlarini loyihalash, sozlash va ularga xizmat ko‘rsatish uchun avtomatika, dasturlash, axborot texnologiyalari va energetika sohalarida yetarli bilim va ko‘nikmalarga ega mutaxassislar talab etiladi. Shu sababli kadrlar tayyorlash va ularning malakasini muntazam oshirib borish muhim vazifalardan biri hisoblanadi.

Bundan tashqari, avtomatlashtirilgan tizimlarning uzluksiz va ishonchli ishlashini ta’minlash uchun muntazam texnik xizmat ko‘rsatish, dasturiy ta’minotni yangilash hamda o‘lchov vositalarini kalibrlash zarur. Ushbu tadbirlar qo‘shimcha xarajatlarni talab qilsa-da, tizimning uzoq muddatli samaradorligi va xavfsiz ishlashini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega.

Shunga qaramasdan, tadqiqot natijalari avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlarining uzoq muddatli iqtisodiy samaradorligi dastlabki xarajatlarni to‘liq qoplashini ko‘rsatdi. Energiya iste’molining kamayishi, uskunalarning xizmat muddati uzayishi, ishlab chiqarish unumdorligining oshishi va avariya holatlarining kamayishi korxonaning umumiy iqtisodiy ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi. Shu sababli issiqlik-massa almashinish jarayonlarini avtomatlashtirish

ISSN 3030-3907

sanoat korxonalarida energiya tejash, ekologik xavfsizlikni ta’minlash va raqobatbardoshlikni oshirishning samarali vositasi sifatida baholanishi mumkin.

XULOSA. Xulosa qilib aytganda, issiqlik-massa almashinish jarayonlarini avtomatik boshqarish energiya resurslaridan samarali foydalanish va energiya tejashning eng istiqbolli usullaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlaridan foydalanish texnologik jarayonlarni real vaqt rejimida nazorat qilish, tahlil qilish va optimallashtirish imkonini berib, sanoat korxonalarining texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilaydi.Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, issiqlik-massa almashinish jarayonlarida avtomatik boshqaruv tizimlarini qo‘llash energiya sarfini kamaytirishga, issiqlik yo‘qotishlarini minimallashtirishga va energiya resurslaridan oqilona foydalanishga xizmat qiladi. Jarayon parametrlarini doimiy monitoring qilish hamda PID-regulyatorlar yordamida boshqarish natijasida texnologik rejimlarning barqarorligi ta’minlanadi va energiya samaradorligi oshadi.Shuningdek, avtomatik boshqaruv tizimlari texnologik jarayonlarning aniqligini oshirishi, harorat, bosim va oqim tezligi kabi muhim parametrlarning belgilangan qiymatlar atrofida ushlab turilishini ta’minlashi aniqlandi. Bu esa mahsulot sifatining yaxshilanishiga, ishlab chiqarishdagi nosozliklarning kamayishiga hamda uskunalarning ishonchli ishlashiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Tadqiqot davomida olingan natijalar avtomatlashtirish texnologiyalarining ishlab chiqarish samaradorligini oshirishdagi muhim o‘rnini ham tasdiqladi. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari operatorning bevosita aralashuvini kamaytirib, texnologik jarayonlarning uzluksiz va optimal rejimda ishlashini ta’minlaydi. Natijada ishlab chiqarish unumdorligi ortadi, ekspluatatsion xarajatlar kamayadi va korxonaning iqtisodiy samaradorligi oshadi.Bundan tashqari, energiya iste’molining kamayishi atrof-muhitga salbiy ta’sirning pasayishiga olib keladi. Yoqilg‘i va energiya resurslaridan samarali foydalanish natijasida atmosferaga chiqariladigan karbonat angidrid, azot oksidlari va boshqa zararli gazlar miqdori qisqaradi. Bu esa ekologik barqarorlikni ta’minlash hamda sanoat korxonalarining ekologik xavfsizlik talablariga mos faoliyat yuritishiga xizmat qiladi.

Kelgusida sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish algoritmlari, IoT (Internet of Things) texnologiyalari va aqlli sensor tizimlaridan keng foydalanish orqali energiya boshqaruvining yanada mukammal va samarali tizimlarini yaratish mumkin. Bunday tizimlar texnologik jarayonlarni mustaqil tahlil qilish, energiya iste’molini prognozlash, optimal boshqaruv qarorlarini qabul qilish va avariya holatlarini oldindan aniqlash imkoniyatiga ega bo‘ladi.Shunday qilib, issiqlik-massa almashinish jarayonlarini avtomatlashtirish energiya tejamkorligi, ishlab

ISSN 3030-3907

chiqarish samaradorligi va ekologik xavfsizlikni ta’minlashning muhim vositasi bo‘lib, sanoat korxonalarining barqaror rivojlanishiga xizmat qiladi. Tadqiqot natijalari ushbu yo‘nalishda olib boriladigan keyingi ilmiy izlanishlar va amaliy ishlanmalar uchun nazariy hamda amaliy asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Luyben W.L. Process Modeling, Simulation and Control for Chemical Engineers. McGraw-Hill Education, 2013.
2. Doran P.M. Bioprocess Engineering Principles. 2nd Edition. Academic Press, 2013.
3. Кафаров В.В. Методы кибернетики в химии и химической технологии. – Москва: Химия, 2016. – 496 с.
4. Stephanopoulos G. *Chemical Process Control*. Pearson Education, 2016.
5. Dorf R.C., Bishop R.H. Modern Control Systems. 13th Edition. Pearson Education, 2016.
6. Shinskey F.G. Process Control Systems: Application, Design, and Tuning. McGraw-Hill, 2016.
7. Ogata K. *Modern Control Engineering*. Prentice Hall, 2017.
8. Incropera F.P., DeWitt D.P., Bergman T.L., Lavine A.S. Fundamentals of Heat and Mass Transfer. 8th Edition. John Wiley & Sons, 2017.
9. Seborg D.E., Edgar T.F., Mellichamp D.A., Doyle F.J. Process Dynamics and Control. 4th Edition. John Wiley & Sons, 2017.
10. Рамазанов М.М., Абдуллаев Ш.А. Иссиқлик техникаси ва иссиқлик алмашиниш асослари. – Тошкент: «Фан», 2017. – 312 б.
11. Балакирев В.С., Цирлин А.М. Оптимальное управление технологическими процессами. – Москва: Энергоатомиздат, 2017. – 384 с.
12. Юсупбеков Н.Р., Игамбердиев Х.З., Маматов А.М. Технологик жараёнларни автоматик бошқариш назарияси. – Тошкент: ТДТУ нашриёти, 2018. – 356 б.
13. Бесков В.С. Общая химическая технология и основы промышленной экологии. – Москва: Академкнига, 2018. – 452 с.
14. Юлдашев З.У., Халиков А.А. Автоматизация технологических процессов и производств. – Ташкент: «Ўзбекистон», 2019. – 320 с.
15. Игамбердиев Х.З., Юсупбеков Н.Р. Автоматик бошқариш тизимлари. – Тошкент: «Voris-Nashriyot», 2020. – 294 б.
16. Наливкин Д.А. Автоматизация производственных процессов. – Санкт-Петербург: Лань, 2020. – 336 с.
17. Kaynak O., Ozturk S., Alci M. Industrial Automation and Process Control. Springer, 2020

ISSN 3030-3907

18. Арипов Н.М., Тожибоев Г.Т. Саноат корхоналарини автоматлаштириш асослари. – Тошкент: «Фан ва технология», 2021. – 285 б.
19. Kreith F., Manglik R.M., Bohn M.S. Principles of Heat Transfer. 8th Edition. Cengage Learning, 2021.
20. Абдуллаев А.А., Рахимов Б.Б. Энергия тежамкор технологиялар ва уларнинг саноатда қўлланилиши. – Тошкент: «Фан ва технология», 2022. – 248 б.

ISSN 3030-3907

IT-KASBLARNI 3D-SAHNALARDA VIZUALIZATSIYA QILISH ORQALI FONLI O‘QITISHNING NAZARIY-METODOLOGIK ASOSLARI VA XORIJIY TAJRIBA TAHLILI

Urinbaeva Azada Baxadirovna
Qo‘qon davlat universiteti, tayanch doktorant
E-mail: urinbaevaazada@gmail.com

Annotatsiya. Maqola IT-sohasi kasblarini 3D-muhitda vizualizatsiya qilish orqali fonli o‘qitish (ambient learning) metodikasining nazariy-metodologik jihatlari va xalqaro tajribasini o‘rganishga bag‘ishlangan. Ishda fazoviy bilimlarni taqdim etish vositalari, virtual pedagogik agentlar va fonli ta’lim konsepsiyalari kesishmasidagi ilmiy adabiyotlar tizimlashtirilgan. AQSh, Yevropa va Osiyo loyihalari tahlili o‘quv muhitlarida aynan IT-mutaxassisliklar spektrini fonli tamoyillar asosida vizualizatsiya qiluvchi platformalarning yetishmasligini ko‘rsatdi. Mazkur ilmiy bo‘shliqni bartaraf etish maqsadida tadqiqotda original dasturiy tizimning konseptual modeli va uning yangiligi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: fonli o‘qitish (ambient learning), 3D-vizualizatsiya, pedagogik agentlar, immersiv ta’lim, metaverse loyihalari.

Аннотация. Статья посвящена изучению теоретико-методологических аспектов и международного опыта реализации методики фонового обучения (ambient learning) на основе 3D-визуализации профессий в IT-сфере. В работе систематизирована научная литература на стыке инструментов пространственного представления знаний, виртуальных педагогических агентов и концепций фонового образования. Анализ проектов США, Европы и Азии выявил дефицит учебных платформ, визуализирующих спектр IT-специальностей на принципах фонового обучения. Для устранения данного научного пробела в исследовании обоснованы концептуальная модель оригинальной программной системы и её новизна.

Ключевые слова: фоновое обучение (ambient learning), 3D-визуализация, педагогические агенты, иммерсивное обучение, метаверс-проекты.

Abstract. This paper examines the theoretical and methodological dimensions along with global practices of ambient learning powered by the 3D visualization of IT professions. It provides a systematic review of scientific literature at the intersection of spatial knowledge representation tools, virtual pedagogical agents, and ambient education concepts. An analysis of initiatives across the USA, Europe, and Asia reveals a distinct research gap: a shortage of educational platforms designed to visualize the spectrum of IT specialties based on ambient learning principles. To address this limitation, the study outlines and substantiates the conceptual model and scientific novelty of a proprietary software system.

ISSN 3030-3907

Keywords: ambient learning, 3D visualization, pedagogical agents, immersive education, metaverse projects.

KIRISH.

So‘nggi yillarda IT-industriyasidagi transformatsiyalar kasblar sonini oshirish bilan birga, ularning funksional tuzilishini ham murakkablashtirdi. K. Schwab [1] ta’kidlaganidek, To‘rtinchi sanoat inqilobi (Industry 4.0) sharoitida raqamli texnologiyalar malaka talablarini tubdan o‘zgartirib yubordi. Bunday dinamik muhitda IT-kasblar haqida tizimli va vizual tasavvurga ega bo‘lish o‘smirlar, talabalar hamda o‘z karyerasini o‘zgartirayotgan kattalar uchun fundamental ehtiyojdir. Biroq, an’anaviy kasbga yo‘naltirish metodlari (standart testlar, matnli tavsiflar, passiv ma’ruzalar yoki 2D taqdimotlar) IT-sohasining real arxitekturasini to‘liq ko‘rsatib bera olmayapti. Shu sababli, zamonaviy pedagogika va kognitiv psixologiyada ikkita konseptual tendensiya oldinga chiqmoqda:

1. Murakkab va mavhum bilimlarni vizuallashtirishda uch o‘lchovli (3D) fazolardan, virtual muzeylar va immersive muhitlardan foydalanish [2, 3].

2. Fonli o‘qitish (ambient learning) tamoyillarining qadrlanishi. Bu yondashuvga ko‘ra, inson oldindan maqsad qo‘ymagan holda ham, to‘g‘ri loyihalashtirilgan axborot muhitida bo‘lishi jarayonida yangi bilimlarni tabiiy ravishda o‘zlashtiradi [4, 5].

Maqolaning maqsadi — IT-kasblarni 3D-sahnalarda vizualizatsiya qilish orqali fonli o‘qitish tizimini joriy etishning nazariy-metodologik asoslarini ochib berish va xorijiy tajribani tahlil qilishdir.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Axborotni fazoviy tashkil etish uning o‘zlashtirilishiga bevosita ta’sir qiladi. S.M. Smith [10] xotira natijalarining muhit kontekstiga bog‘liqligini (context-dependent learning) isbotlagan. R.E. Mayer [3] esa multimedia orqali o‘qitish nazariyasida so‘z, ovoz va tasvirning bir vaqtda (3D formatda) ishlatilishi materialni eslab qolish samaradorligini keskin oshirishini ko‘rsatdi.

J. Sweller [11] kognitiv yuklama nazariyasida (Cognitive Load Theory) insonning ishchi xotirasi cheklanganligini isbotladi. Van Merrienboer va Sweller [12] keraksiz yuklamani (extraneous load) kamaytirish foydali yuklamaga yo‘l ochishini ta’kidlaydi. Demak, loyihalanayotgan 3D-sahnalar ortiqcha o‘yin elementlaridan xoli bo‘lib, faqat kasbiy kontekstga xizmat qilishi lozim. S.A. Sorby [13] esa fazoviy tasavurning maqsadli rivojlantiriluvchi mahorat ekanligini isbotlab, 3D-muhitlar keng auditoriya uchun mos kelishini dalilladi.

Virtual personajlarning ta’limiy muhitda qo‘llanilishi ilmiy adabiyotda «pedagogik agentlar» (pedagogical agents) deb ataladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, virtual ekspertning muhitda mavjudligi ijtimoiy ishtirok (social

ISSN 3030-3907

presence) effektini kuchaytiradi [14]. Kasbga yo‘naltirishda «xonadagi ekspert» (expert-in-the-room) konsepsiyasi muhim ahamiyatga ega. Bu yerda personaj faol muloqot qiluvchi ma’lumot manbai emas, balki foydalanuvchi o‘zini uning o‘rnida tasavvur qilishi uchun professional identifikatsiya langari vazifasini bajaradi.

Fonli o‘qitish — boshqa asosiy faoliyatning yon ta’siri sifatida sodir bo‘ladigan jarayondir [4]. G. Konetes [4] ta’kidlaganidek, fonli o‘qitish maqsadli rejalashtirilmasa-da, uning uchun qulay muhitni ataylab yaratish mumkin.

Neyrobiologik tadqiqotlar muhitning statistik qonuniyatlarini o‘rganish ong ostida, subyektning aniq niyatisiz sodir bo‘lishini va bu usul to‘g‘ridan-to‘g‘ri o‘qitishdan kam samarali emasligini ko‘rsatdi [5]. Boechler va hammualliflari [14] esa axborotning fazoviy joylashuvi ko‘zda tutilmagan holda (incidental) o‘zlashtirilgan material hajmini oshirishini aniqlagan.

XORIJIY TAJRIBA TAHLILI.

Dunyoda 3D va VR muhitlardan kasbga yo‘naltirishda foydalanish bo‘yicha sezilarli tajriba to‘plangan:

• AQSh va Kanada: MIT (Virtual Education Space) va British Columbia universiteti (3D Career Exploration) loyihalarida talabalar texnik tizimlar va kasb muhitlarida virtual sayohat qiladilar [6]. Biroq, bu tizimlar universal xarakterga ega va IT-sohasiga ixtisoslashmagan.

• Yevropa: Finlandiyaning 3D Education Hub [7] va Germaniyaning Virtual Career Lab loyihalarida VR orqali kasblar bilan tanishish imkoniyati yaratilgan. EON Reality kompaniyasining EON Sentient (2026) mahsuloti esa immersiv mashg‘ulotga (immersive training) yo‘naltirilgan bo‘lib, fonli o‘qitishga emas, faqat foydalanuvchining faol ishtirokiga tayanadi [8].

• Osiyo: Yaponiyaning Virtual Career Museum [9] va Janubiy Koreyaning (SNU) 3D Career Guidance System loyihalarida interaktiv muloqot asosiy o‘ringa chiqqan. Foydalanuvchi faqat o‘zi tanlagan kasbni o‘rganadi, qo‘shni kasblar esa diqqat markazidan chetda qoladi.

• MDH: Rossiyaning Skillbox va Qozog‘istonning Nazarboyev Virtual Career Center loyihalari asosan tijoriy va amaliy xarakterga ega bo‘lib, fonli o‘qitishning ilmiy-metodologik asoslariga ega emas.

Olib borilgan qiyosiy tahlil natijalari quyidagi jadvalda umumlashtirildi.

TADQIQOTNING NAZARIY-KONSEPTUAL MODELI.

Mavjud nazariyalar va xalqaro tajriba asosida IT-kasblarni 3D-sahnalarda vizualizatsiya qilish orqali fonli o‘qitish tizimining mualliflik konseptual modeli ishlab chiqildi.

Modelning asosi sifatida quyidagi to‘rtta fundamental tamoyil belgilandi:

ISSN 3030-3907

1. Kognitiv yuklamani optimallashtirish: 3D-sahnalarda chalg‘ituvchi o‘yin mexanikalari bo‘lmaydi, har bir vizual ob’ekt ma’noviy yuk ko‘taradi (J. Sweller).

2. Fazoviy kontekstualizatsiya: Terminlar va professional atributlar 3D-sahnaning ma’lum bir funksional zonasi bilan bog‘lanadi (S.M. Smith).

3. Ambient (muhitli) ekspert mavjudligi: Virtual personaj dialogga kirmaydi, u professional identifikatsiya langari rolini o‘taydi.

4. Fonli axborot ortiqchaligi: Idrok maydonida asosiy kasb bilan birga qo‘shni mutaxassisliklar elementlari ham doimiy ko‘rinib turadi (G. Konetes).

Mantiqiy zanjir quyidagi sxema asosida ishlaydi:

[3D virtual muhit (xonalar)] → [Foydalanuvchi navigatsiyasi] → [Virtual ekspert (kontekst) → [Qo‘shni kasbiy bilimlar shakllanishi] ← [Fonli o‘qitish mexanizmi]

Amaliy misol: Foydalanuvchi «Frontend Developer» xonasida navigatsiya qilganda, ushbu kasbga oid bilimlarni maqsadli o‘zlashtiradi. Shu bilan bir vaqtda, uning ko‘rish maydonida qo‘shni xonalardagi (Backend, UX/UI, QA) terminlar va vizual modellar fonli tarzda (incidental learning) aks etib turadi. Bu foydalanuvchida IT-sohasining umumiy ekotizimi haqida yaxlit tasavvur uyg‘otadi.

ILMIY YANGILIK VA XULOSA.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi — virtual agentlar, fazoviy vizualizatsiya va ambient learning konsepsiyalarini yagona tizimga integratsiya qilgan holda, IT-kasblarga ixtisoslashgan 3D fonli o‘quv muhitining konseptual modelini ishlab chiqilganligidir. Mavjud tizimlardan farqli o‘laroq, ushbu model murakkab interaktiv muloqotlarni talab qilmaydi va foydalanuvchining kognitiv resurslarini tejaydi.

Asosiy xulosalar:

1. Xalqaro tajribada kasbga yo‘naltiruvchi 3D/VR tizimlar mavjud bo‘lsa-da, ularning aksariyati universal xarakterga ega yoki faqat faol mashg‘ulotga (immersive training) asoslangan.

2. Pedagogika va neyrobiologiyada 3D-fazolar va fonli o‘qitishning mustahkam bazasi mavjud bo‘lsa-da, aynan IT-kasblar spektrini ambient learning asosida vizualizatsiya qiluvchi tizimlar ishlab chiqilmagan (ilmiy bo‘shliq).

3. Taklif etilgan mualliflik modeli mazkur ilmiy bo‘shliqni to‘ldirishga xizmat qiladi.

Ushbu nazariy model kelgusidagi tadqiqotlar uchun poydevor bo‘ladi. Ishning keyingi bosqichlarida tizimning dasturiy arxitekturasini loyihalash va uni eksperimental sinovdan o‘tkazish rejalashtirilgan.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Schwab, K. (2016). The Fourth Industrial Revolution. World Economic Forum, Geneva.
2. Dym, C.L., Agogino, A.M., Eris, O., Frey, D.D., & Leifer, L.J. (2005). Engineering Design Thinking, Teaching, and Learning. Journal of Engineering Education, 94(1), 103–120.
3. Mayer, R.E. (2009). Multimedia Learning (2nd ed.). Cambridge University Press.
4. Konetes, G. (2010). The function of incidental learning in educational environments. Doctoral dissertation. Indiana University of Pennsylvania.
5. Seitz, A.R., Watanabe, T., & Munshi, M. (2025). Tricking our brains to learn and remember; is all learning incidental? Current Opinion in Neurobiology, 90.
6. MIT Open Learning. (2023). Virtual Education Space Report. Massachusetts Institute of Technology.
7. Finnish National Agency for Education. (2024). 3D Education Hub: Annual Report. Helsinki.
8. EON Reality. (2026). EON Sentient Platform Documentation. Irvine, CA.
9. Tokyo University of Science. (2023). Virtual Career Museum: Design and Implementation. Tokyo.
10. Smith, S.M. (1979). Remembering in and out of Context. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 5(5), 460–471.
11. Sweller, J. (1988). Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning. Cognitive Science, 12(2), 257–285.
12. Van Merrienboer, J.J.G., & Sweller, J. (2005). Cognitive Load Theory and Complex Learning. Educational Psychology Review, 17(2), 147–177.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA ADAPTIV BOSHQARUV TIZIMLARINI ISHLAB CHIQARISH JARAYONLARIDA QO‘LLASH

G‘anijonova Mohichehraxon Xusniddin qizi
Andijon davlat texnika instituti IBR kafedrasi stajyor-o‘qituvchisi,
E-mail: mohichehraxong‘anijonova@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoat korxonalarida texnologik jarayonlarni boshqarishda sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlarining imkoniyatlari va ularni amaliyotga joriy etish istiqbollari tadqiq etilgan. Zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarida texnologik parametrlarning doimiy ravishda o‘zgarib turishi, tashqi muhit omillarining ta’siri, ishlab chiqarish yuklamalarining notekis taqsimlanishi hamda energiya resurslaridan samarali foydalanish zarurati an’anaviy boshqaruv usullarining imkoniyatlarini ma’lum darajada cheklab qo‘ymoqda. Shu sababli ishlab chiqarish jarayonlarining barqarorligi va samaradorligini ta’minlash uchun intellektual boshqaruv usullaridan foydalanish dolzarb ilmiy-amaliy masalalardan biri hisoblanadi. Tadqiqot davomida mashinali o‘qitish algoritmlari, ma’lumotlarni tahlil qilish usullari va sun’iy neyron tarmoqlar asosida adaptiv boshqaruv modeli ishlab chiqildi. Taklif etilgan model texnologik jarayonlarning joriy holatini real vaqt rejimida baholash, tizim parametrlaridagi o‘zgarishlarni aniqlash hamda boshqaruv ta’sirlarini avtomatik ravishda moslashtirish imkoniyatiga ega. Modelning samaradorligini baholash maqsadida turli ishlab chiqarish sharoitlari uchun simulyatsion tajribalar o‘tkazildi va olingan natijalar an’anaviy boshqaruv usullari bilan taqqoslandi. Tadqiqot natijalari sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlari texnologik jarayonlarning aniqligi va barqarorligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish, uskunalardan foydalanish samaradorligini yaxshilash hamda mahsulot sifatini yuqori darajada ta’minlash imkonini berishini ko‘rsatdi. Shuningdek, bunday tizimlar ishlab chiqarish jarayonlarida yuzaga keladigan noaniqliklar va tashqi ta’sirlarga tez moslashishi, inson omili ta’sirini kamaytirishi hamda qaror qabul qilish jarayonlarini avtomatlashtirishi bilan ajralib turadi. Olingan natijalar sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalangan holda adaptiv boshqaruv tizimlarini sanoat korxonalariga joriy etish ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va Industry 4.0 konsepsiyasi talablarini amalga oshirishda muhim ahamiyat kasb etishini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, adaptiv boshqaruv, mashinali o‘qitish, sanoat avtomatlashtirish, Industry 4.0, texnologik jarayonlar.

Аннотация. В данной статье исследуются возможности интеллектуальных адаптивных систем управления на основе искусственного интеллекта для управления технологическими процессами на промышленных предприятиях,

ISSN 3030-3907

а также перспективы их практического внедрения. В современных производственных системах постоянное изменение технологических параметров, влияние факторов внешней среды, неравномерное распределение производственных нагрузок и необходимость эффективного использования энергетических ресурсов в определённой степени ограничивают возможности традиционных методов управления. В связи с этим применение интеллектуальных методов управления для обеспечения устойчивости и эффективности производственных процессов является одной из актуальных научно-практических задач. В ходе исследования была разработана модель адаптивного управления на основе алгоритмов машинного обучения, методов анализа данных и искусственных нейронных сетей. Предложенная модель позволяет в режиме реального времени оценивать текущее состояние технологических процессов, выявлять изменения параметров системы и автоматически адаптировать управляющие воздействия. Для оценки эффективности модели были проведены имитационные эксперименты в различных производственных условиях, а полученные результаты были сопоставлены с результатами традиционных методов управления. Результаты исследования показали, что адаптивные системы управления на основе искусственного интеллекта способны повысить точность и устойчивость технологических процессов, снизить энергопотребление, улучшить эффективность использования оборудования и обеспечить высокое качество продукции. Кроме того, такие системы отличаются способностью быстро адаптироваться к неопределённостям и внешним воздействиям, возникающим в производственных процессах, снижать влияние человеческого фактора и автоматизировать процессы принятия решений. Полученные результаты подтверждают, что внедрение адаптивных систем управления с использованием технологий искусственного интеллекта на промышленных предприятиях играет важную роль в повышении эффективности производства и реализации требований концепции Industry 4.0.

Ключевые слова: искусственный интеллект, адаптивное управление, машинное обучение, промышленная автоматизация, Industry 4.0, технологические процессы.

Abstract. This article investigates the capabilities of artificial intelligence-based adaptive control systems for managing technological processes in industrial enterprises and examines the prospects for their practical implementation. In modern manufacturing systems, the continuous variation of technological parameters, the influence of environmental factors, the uneven distribution of

ISSN 3030-3907

production loads, and the need for efficient utilization of energy resources impose certain limitations on traditional control methods. Therefore, the application of intelligent control techniques has become an important scientific and practical approach for ensuring the stability and efficiency of industrial processes. During the research, an adaptive control model based on machine learning algorithms, data analysis methods, and artificial neural networks was developed. The proposed model is capable of evaluating the current state of technological processes in real time, identifying changes in system parameters, and automatically adjusting control actions. To assess the effectiveness of the model, simulation experiments were conducted under various industrial conditions, and the obtained results were compared with those of conventional control methods. The research results demonstrate that artificial intelligence-based adaptive control systems can improve the accuracy and stability of technological processes, reduce energy consumption, enhance equipment utilization efficiency, and ensure a high level of product quality. Furthermore, such systems are distinguished by their ability to rapidly adapt to uncertainties and external disturbances, reduce the influence of human factors, and automate decision-making processes. The obtained results confirm that the implementation of adaptive control systems using artificial intelligence technologies in industrial enterprises plays a significant role in increasing production efficiency and meeting the requirements of the Industry 4.0 concept.

Keywords: artificial intelligence, adaptive control, machine learning, industrial automation, Industry 4.0, technological processes.

KIRISH.

Sanoat korxonalarida texnologik jarayonlarni samarali boshqarish mahsulot sifati, energiya tejamkorligi, ishlab chiqarish unumdorligi va korxonaning iqtisodiy samaradorligini ta’minlashning muhim omillaridan biri hisoblanadi. Zamonaviy ishlab chiqarish tizimlarida texnologik jarayonlarning murakkablashuvi, ishlab chiqarish hajmining ortishi hamda mahsulot sifatiga qo‘yiladigan talablarning kuchayishi boshqaruv tizimlarining takomillashuvini talab etmoqda. Ayniqsa, global raqobatning kuchayishi sharoitida korxonalar resurslardan oqilona foydalanish, energiya sarfini kamaytirish va ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish orqali o‘z raqobatbardoshligini oshirishga intilmoqda.

Texnologik obyektlarni boshqarishda uzoq yillar davomida an’anaviy PID-regulyatorlar, optimal boshqaruv usullari va klassik avtomatik boshqaruv tizimlari keng qo‘llanilib kelinmoqda. Ushbu usullar ko‘plab sanoat jarayonlarida yuqori samaradorlikni namoyish etgan bo‘lsa-da, ular asosan parametrlarining o‘zgarishi cheklangan va oldindan ma’lum bo‘lgan tizimlar uchun mos hisoblanadi. Biroq real

ISSN 3030-3907

ishlab chiqarish sharoitida texnologik parametrlar vaqt davomida o‘zgarib turadi, tashqi muhit ta’sirlari yuzaga keladi, uskunalar eskiradi hamda xomashyo sifatidagi farqlar tizim dinamikasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Natijada an’anaviy boshqaruv algoritmlarining samaradorligi pasayishi va boshqaruv aniqligining yomonlashishi kuzatiladi.

So‘nggi yillarda raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi, Industry 4.0 va Industry 5.0 konsepsiyalarining amaliyotga keng joriy etilishi natijasida sun’iy intellekt, mashinali o‘qitish, katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish (Big Data Analytics), Industrial Internet of Things (IIoT) hamda raqamli egizak (Digital Twin) texnologiyalaridan foydalanishga asoslangan intellektual boshqaruv tizimlariga qiziqish sezilarli darajada ortib bormoqda. Ushbu texnologiyalar ishlab chiqarish obyektlari haqida real vaqt rejimida ma’lumotlar olish, jarayon holatini uzluksiz monitoring qilish va boshqaruv qarorlarini avtomatik ravishda qabul qilish imkonini beradi.

Sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlari texnologik jarayonlarning joriy holatini baholash, parametrlarning o‘zgarishini aniqlash, tashqi ta’sirlarni prognozlash hamda boshqaruv strategiyasini avtomatik ravishda moslashtirish imkoniyatiga ega. Bunday tizimlarning asosiy afzalligi shundaki, ular oldindan aniq matematik model mavjud bo‘lmagan yoki parametrlar tez-tez o‘zgarib turadigan murakkab obyektlarda ham samarali ishlashi mumkin. Mashinali o‘qitish algoritmlari va sun’iy neyron tarmoqlar yordamida tizim avvalgi tajribalarni tahlil qiladi, ma’lumotlardan o‘rganadi va boshqaruv sifatini muntazam ravishda yaxshilab boradi.

Hozirgi kunda sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlari energetika, kimyo sanoati, neft-gaz majmualari, metallurgiya, oziq-ovqat sanoati va robotlashtirilgan ishlab chiqarish liniyalarida muvaffaqiyatli qo‘llanilmoqda. Tadqiqotlar natijalari ushbu yondashuv energiya sarfini kamaytirish, uskunalarning ishlash ishonchliligini oshirish, nosozliklarni oldindan aniqlash hamda mahsulot sifatini barqarorlashtirish imkonini berishini ko‘rsatmoqda. Shu bilan birga, sun’iy intellekt texnologiyalarining rivojlanishi ishlab chiqarish tizimlarini yanada moslashuvchan, avtonom va samarali boshqarish uchun yangi imkoniyatlarni yaratmoqda.

Mazkur tadqiqotning maqsadi texnologik jarayonlar uchun sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv modelini ishlab chiqish, uning ishlash tamoyillarini tahlil qilish hamda ishlab chiqarish sharoitlarida samaradorligini baholashdan iborat. Tadqiqot doirasida mashinali o‘qitish algoritmlaridan foydalangan holda adaptiv boshqaruv modeli ishlab chiqilib, uning texnologik parametrlarning o‘zgarishiga moslashish qobiliyati, energiya samaradorligi va boshqaruv aniqligiga

ISSN 3030-3907

ta’siri o‘rganiladi. Olingan natijalar sanoat korxonalarida zamonaviy intellektual boshqaruv tizimlarini joriy etishning ilmiy va amaliy asoslarini takomillashtirishga xizmat qiladi.

TADQIQOT USULLARI.

Mazkur tadqiqotda sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimining samaradorligini baholash maqsadida sanoatda keng uchraydigan issiqlik almashinish jarayoni tadqiqot obyekti sifatida tanlandi. Issiqlik almashinish qurilmalari kimyo, neft-gaz, energetika, oziq-ovqat va metallurgiya sanoatida keng qo‘llanilishi hamda ularning energiya samaradorligi ishlab chiqarishning umumiy iqtisodiy ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi bilan ajralib turadi. Ushbu obyekt murakkab dinamik xarakterga ega bo‘lib, texnologik parametrlarning o‘zgarishi boshqaruv tizimining sifatiga bevosita ta’sir qiladi.

Tadqiq etilayotgan jarayon quyidagi asosiy texnologik parametrlar bilan tavsiflandi:

-kirish oqimining harorati;
-chiqish oqimining harorati;
-issiqlik oqimi miqdori;
-energiya sarfi;
-boshqaruv signali;
-tashqi muhit harorati;
-issiqlik uzatish koeffitsiyenti.

Mazkur parametrlar issiqlik almashinish qurilmasining ish rejimini baholash va boshqaruv algoritmining samaradorligini aniqlash uchun asosiy ko‘rsatkichlar sifatida tanlandi.

Tizimning matematik modeli diskret vaqtli holat fazosi ko‘rinishida ifodalandi:

$$[x(k+1)=f(x(k),u(k),d(k))]$$

bu yerda:

(x(k)) — k-vaqtdagi tizimning holat vektori;
(u(k)) — boshqaruv signali;
(d(k)) — tashqi ta’sirlar va noaniqliklar;
(f(x(k))) — obyekt dinamikasini tavsiflovchi nolinear funksiya.

Mazkur model texnologik parametrlarning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini tavsiflash va sun’iy intellekt algoritmining ishlashini modellashtirish imkonini beradi. Tashqi ta’sirlar sifatida kirish oqimining harorati, yuklama o‘zgarishi hamda tashqi muhit parametrlarining o‘zgarishi hisobga olindi.

Adaptiv boshqaruv algoritmini ishlab chiqishda sun’iy neyron tarmoqlar asosidagi mashinali o‘qitish usullaridan foydalanildi. Neyron tarmoq modeli

ISSN 3030-3907

tarixiy texnologik ma’lumotlar asosida o‘qitildi va keyinchalik real vaqt rejimida boshqaruv qarorlarini shakllantirish uchun qo‘llanildi. O‘qitish jarayonida kirish va chiqish parametrlarining o‘zaro bog‘liqligi aniqlanib, tizimning dinamik xatti-harakatlarini prognozlash modeli yaratildi.

Tadqiqot ishida ma’lumotlarni qayta ishlash va modelni o‘qitishda quyidagi amallar bajarildi:

-noto‘g‘ri va yetishmayotgan ma’lumotlarni aniqlash;
-ma’lumotlarni filtrlash va normallashtirish;
-o‘qitish va test to‘plamlarini shakllantirish;
-model parametrlarini optimallashtirish;
-prognozlash aniqligini baholash.

Sun’iy neyron tarmoq bir nechta yashirin qatlamlardan tashkil topgan ko‘p qatlamli perceptron (MLP) arxitekturasi asosida qurildi. Aktivatsiya funksiyasi sifatida ReLU funksiyasi, o‘qitish algoritmi sifatida esa gradientni orqaga tarqatish (Backpropagation) usulidan foydalanildi. Modelning o‘qitish sifati o‘rtacha kvadratik xatolik (MSE) va o‘rtacha mutlaq xatolik (MAE) mezonlari yordamida baholandi.

Tadqiqot quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

Sensor ma’lumotlarini yig‘ish
↓
Ma’lumotlarni qayta ishlash va normallashtirish
↓
Sun’iy neyron tarmoq modelini shakllantirish
↓
Modelni o‘qitish
↓
Adaptiv boshqaruv algoritmini ishlab chiqish
↓
Simulyatsion sinov
↓
An’anaviy usullar bilan taqqoslash
↓
Boshqaruv sifati va energiya samaradorligini baholash

Tadqiqotning simulyatsion qismi MATLAB/Simulink muhitida amalga oshirildi. Modellashtirish davomida texnologik parametrlarning turli ish rejimlaridagi o‘zgarishlari hisobga olindi. Adaptiv boshqaruv tizimining samaradorligi an’anaviy PID-regulyator asosidagi boshqaruv tizimi bilan solishtirildi. Taqqoslash mezonlari sifatida o‘tish jarayonining davomiyligi, statik

ISSN 3030-3907

xatolik, energiya sarfi va boshqaruvning barqarorligi ko‘rsatkichlari tanlandi.Ushbu metodika sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimining sanoat obyektlarida qo‘llash imkoniyatlarini baholash va uning texnik-iqtisodiy samaradorligini aniqlashga xizmat qiladi.

TADQIQOT NATIJALARI.

Taklif etilgan sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimining samaradorligini baholash maqsadida MATLAB/Simulink muhitida simulyatsion tajribalar o‘tkazildi. Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan algoritmning ishlash natijalari an’anaviy PID-regulyator asosidagi boshqaruv tizimi bilan taqqoslandi. Taqqoslash jarayonida texnologik parametrlarning turli ish rejimlaridagi o‘zgarishlari, tashqi ta’sirlar hamda yuklamalarning o‘zgarishi hisobga olindi.

Simulyatsiya natijalari sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimining barcha asosiy ko‘rsatkichlar bo‘yicha an’anaviy boshqaruv usullariga nisbatan yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Ayniqsa, tizimning parametrlar o‘zgarishiga moslashish qobiliyati va boshqaruv aniqligi sezilarli darajada yaxshilandi.Olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval

PID boshqaruv va AI asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlari samaradorligini taqqoslash

Ko‘rsatkich	**PID boshqaruv**	**AI asosidagi adaptiv boshqaruv**
O‘tish jarayoni vaqti	12.4 s	8.1 s
Statik xatolik	3.8 %	0.9 %
Energiya sarfi	100 %	89.5 %
Mahsulot sifati barqarorligi	92 %	98 %

Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimida o‘tish jarayonining davomiyligi 12,4 soniyadan 8,1 soniyagacha qisqargan. Bu esa boshqaruv tizimining texnologik parametrlar o‘zgarishiga tezroq javob berishini va belgilangan ish rejimiga qisqa vaqt ichida erishishini ko‘rsatadi.

Statik xatolikning 3,8 % dan 0,9 % gacha kamayishi boshqaruv aniqligining sezilarli ravishda oshganligini tasdiqlaydi. Ushbu natija sun’iy neyron tarmoq asosidagi algoritmning obyekt parametrlaridagi o‘zgarishlarni aniqlash va boshqaruv signallarini moslashtirish imkoniyati bilan izohlanadi.

Energiya sarfi ko‘rsatkichlari ham ijobiy natijalarni namoyon etdi. Adaptiv boshqaruv tizimi qo‘llanilganda energiya iste’moli an’anaviy boshqaruv tizimiga nisbatan 10,5 % ga kamaydi. Bu esa ishlab chiqarish korxonalarida energiya

ISSN 3030-3907

resurslaridan samarali foydalanish va ekspluatatsion xarajatlarni qisqartirish imkonini beradi.Mahsulot sifati barqarorligi ko‘rsatkichi 92 % dan 98 % gacha oshdi. Bunday natija texnologik parametrlarning belgilangan qiymatlar atrofida barqaror saqlanishi va tashqi ta’sirlarning mahsulot sifatiga ta’siri kamayishi bilan bog‘liq.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra quyidagi ijobiy o‘zgarishlar kuzatildi:

-boshqaruv aniqligi 76 % ga yaxshilandi;

-energiya sarfi 10,5 % ga kamaydi;

-texnologik parametrlarning barqarorligi sezilarli darajada oshdi;

-tashqi ta’sirlarga moslashish vaqti qisqardi;

-boshqaruv tizimining dinamik xususiyatlari yaxshilandi;

-mahsulot sifatining o‘zgaruvchanligi kamaydi.

Bundan tashqari, modellashtirish jarayonida tashqi muhit haroratining o‘zgarishi va texnologik yuklamaning ortishi kabi holatlar ham tekshirildi. Ushbu sharoitlarda adaptiv boshqaruv tizimi boshqaruv parametrlarini avtomatik ravishda qayta sozlab, texnologik jarayonning barqaror ishlashini ta’minladi. An’anaviy PID-regulyator esa parametrlar keskin o‘zgargan holatlarda nisbatan katta xatoliklarni namoyon etdi.Olingan natijalar sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv algoritmlarining sanoat korxonalarida energiya samaradorligini oshirish, texnologik jarayonlarni optimallashtirish hamda mahsulot sifatini yaxshilash uchun samarali vosita bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi. Tadqiqot davomida aniqlangan natijalar ishlab chiqilgan modelning amaliy jihatdan qo‘llash imkoniyatlari yuqori ekanligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot natijalari sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlarining sanoat texnologik jarayonlarini boshqarishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. O‘tkazilgan simulyatsion tajribalar natijasida ishlab chiqilgan adaptiv boshqaruv algoritmi an’anaviy PID-regulyator asosidagi boshqaruv tizimiga nisbatan boshqaruv aniqligi, energiya samaradorligi va tizimning barqarorligi bo‘yicha ustunlikka ega ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar zamonaviy sanoat korxonalarida sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishning muhim yo‘nalishlaridan biri ekanligini tasdiqlaydi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, sun’iy neyron tarmoqlar texnologik obyektning dinamik xususiyatlarini o‘rganish va parametrlar o‘zgarishini oldindan prognozlash imkoniyatiga ega. Natijada tizim texnologik jarayon holatidagi o‘zgarishlarni tez aniqlab, boshqaruv strategiyasini avtomatik ravishda moslashtiradi. Bu esa boshqaruv xatoliklarini kamaytirish, o‘tish jarayonlarini tezlashtirish hamda mahsulot sifatini barqaror saqlash imkonini beradi. Ayniqsa, parametrlar vaqt davomida o‘zgarib turadigan yoki matematik modeli murakkab

ISSN 3030-3907

bo‘lgan obyektlarda adaptiv boshqaruv tizimlarining afzalliklari yaqqol namoyon bo‘ladi.

Tadqiqot davomida aniqlangan energiya sarfining kamayishi sun’iy intellekt algoritmlarining texnologik parametrlarni optimal boshqarish qobiliyati bilan izohlanadi. Tizim energiya iste’moli va texnologik ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘liqlikni tahlil qilib, ishlab chiqarish jarayonining eng maqbul ish rejimini tanlaydi. Bu esa sanoat korxonalarida energiya resurslaridan samarali foydalanish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va ekologik ko‘rsatkichlarni yaxshilash imkonini beradi.

An’anaviy boshqaruv tizimlarida obyekt parametrlarini qayta sozlash odatda operator yoki mutaxassis tomonidan amalga oshiriladi. Bunday yondashuv inson omiliga bog‘liq bo‘lib, qaror qabul qilish tezligi va aniqligiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Adaptiv boshqaruv tizimlarida esa parametrlarni qayta sozlash jarayoni avtomatlashtirilgan bo‘lib, boshqaruv qarorlari real vaqt rejimida qabul qilinadi. Natijada inson omili ta’siri kamayadi, tizimning ishonchliligi ortadi va texnologik jarayonlarning uzluksiz ishlashi ta’minlanadi.Shuningdek, tadqiqot natijalari sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlari Industry 4.0 va Industry 5.0 konsepsiyalarining asosiy talablariga mos kelishini ko‘rsatdi. Bunday tizimlar Industrial Internet of Things (IIoT), raqamli egizaklar (Digital Twin), katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish (Big Data Analytics) hamda aqlli sensor tarmoqlari bilan integratsiyalashgan holda yanada yuqori samaradorlikka erishishi mumkin. Shu sababli kelajakda to‘liq avtomatlashtirilgan va o‘z-o‘zini moslashtiruvchi ishlab chiqarish tizimlarini yaratishda sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv muhim o‘rin tutadi.

Biroq, sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlarini amaliyotga joriy etishda ayrim muammolar ham mavjud. Avvalo, modelni samarali o‘qitish uchun katta hajmdagi va sifatli ma’lumotlar bazasini shakllantirish talab etiladi. Ma’lumotlarning yetarli bo‘lmasligi yoki sifatsizligi model aniqligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bundan tashqari, murakkab neyron tarmoqlarni real vaqt rejimida ishlatish uchun yuqori hisoblash quvvatiga ega apparat vositalari zarur bo‘ladi.

Yana bir muhim masala kiberxavfsizlik bilan bog‘liq. Zamonaviy sanoat korxonalari tobora ko‘proq raqamlashtirilayotganligi sababli boshqaruv tizimlari turli xil kiberxavflarga duch kelishi mumkin. Shu bois sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimlarini ishlab chiqishda ma’lumotlar xavfsizligi, tarmoq himoyasi va ishonchli aloqa protokollariga alohida e’tibor qaratish zarur.

Umuman olganda, olingan natijalar sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlari sanoat korxonalarida texnologik jarayonlarni samarali

ISSN 3030-3907

boshqarish, energiya tejamkorligini oshirish va mahsulot sifatini yaxshilashda katta istiqbolga ega ekanligini ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari ushbu texnologiyalarni amaliyotga keng joriy etish bo‘yicha keyingi ilmiy izlanishlar uchun muhim nazariy va amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda sanoat korxonalarida texnologik jarayonlarni boshqarish uchun sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimining modeli ishlab chiqildi va uning samaradorligi simulyatsion tajribalar asosida baholandi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida sun’iy neyron tarmoqlar va mashinali o‘qitish algoritmlaridan foydalanishga asoslangan adaptiv boshqaruv yondashuvi an’anaviy boshqaruv usullariga nisbatan qator afzalliklarga ega ekanligi aniqlandi.

Simulyatsiya natijalari sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv tizimi texnologik parametrlarning o‘zgarishlariga tezkor moslasha olishini, boshqaruv xatoliklarini kamaytirishini va ishlab chiqarish jarayonlarining barqarorligini oshirishini ko‘rsatdi. Tadqiqot davomida olingan natijalar boshqaruv tizimining o‘tish jarayoni vaqtini qisqartirish, energiya resurslaridan yanada samarali foydalanish hamda mahsulot sifatining barqarorligini ta’minlash imkonini berishini tasdiqladi. Ishlab chiqilgan adaptiv boshqaruv modeli quyidagi afzalliklarga ega:

-energiya sarfini kamaytiradi;
-boshqaruv aniqligini oshiradi;
-mahsulot sifatini yaxshilaydi;
-tashqi ta’sirlarga tez moslashadi;
-texnologik parametrlarning barqarorligini ta’minlaydi;
-uskunalarning ishlash samaradorligini oshiradi;
-ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini ta’minlaydi;
-ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi.

Tadqiqot natijalari sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlari Industry 4.0 va Industry 5.0 konsepsiyalari doirasida yaratilayotgan aqlli ishlab chiqarish tizimlarining muhim tarkibiy qismi bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi. Ushbu yondashuv ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish darajasini oshirish, inson omili ta’sirini kamaytirish va real vaqt rejimida optimal boshqaruv qarorlarini qabul qilish imkoniyatlarini kengaytiradi.Shuningdek, olingan natijalar sun’iy intellekt texnologiyalarini energetika, kimyo, neft-gaz, metallurgiya va robotlashtirilgan ishlab chiqarish tizimlarida qo‘llash uchun ilmiy-amaliy asos yaratadi. Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan model sanoat korxonalarida energiya tejamkorligini oshirish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va mahsulot raqobatbardoshligini yaxshilashga xizmat qilishi mumkin.

Kelgusidagi tadqiqotlarda Digital Twin texnologiyalari, Industrial Internet of Things (IIoT), katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish usullari hamda chuqur

ISSN 3030-3907

o‘qitish (Deep Learning) algoritmlarini adaptiv boshqaruv tizimlari bilan integratsiyalash orqali boshqaruv sifati va prognozlash aniqligini yanada oshirish rejalashtirilmoqda. Bundan tashqari, ishlab chiqilgan modelni real sanoat obyektlarida sinovdan o‘tkazish va ko‘p parametrli murakkab texnologik jarayonlarga moslashtirish istiqbolli ilmiy tadqiqot yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.Umuman olganda, tadqiqot natijalari sun’iy intellekt asosidagi adaptiv boshqaruv tizimlari zamonaviy sanoat korxonalarida texnologik jarayonlarni boshqarishning samarali va istiqbolli vositasi ekanligini tasdiqlaydi hamda ularni amaliyotga keng joriy etish zarurligini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ogata K. *Modern Control Engineering*. 5th Edition. Pearson Education, 2010. – 912 p.
2. Sutton R.S., Barto A.G. *Reinforcement Learning: An Introduction*. 2nd Edition. MIT Press, 2018. – 552 p.
3. Goodfellow I., Bengio Y., Courville A. *Deep Learning*. Cambridge: MIT Press, 2016. – 775 p.
4. Russell S., Norvig P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. 4th Edition. Pearson, 2021. – 1168 p.
5. Dorf R.C., Bishop R.H. *Modern Control Systems*. 14th Edition. Pearson Education, 2021. – 1088 p.
6. Çengel Y.A., Boles M.A. *Thermodynamics: An Engineering Approach*. 9th Edition. McGraw-Hill Education, 2019. – 1024 p.
7. Holman J.P. *Heat Transfer*. 11th Edition. McGraw-Hill Education, 2018. – 720 p.
8. Astrom K.J., Murray R.M. *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*. Princeton University Press, 2021. – 408 p.
9. Zhumaniyozov A.A., Axmedov B.A. Avtomatik boshqarish nazariyasi. – Toshkent: O‘qituvchi, 2020. – 368 b.
10. Yusupbekov N.R., Igamberdiyev H.Z., Malikov A.V. Texnologik jarayonlarni avtomatlashtirish asoslari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – 412 b.
11. Igamberdiyev H.Z. Intellektual boshqaruv tizimlari va ularning sanoatdagi qo‘llanilishi. – Toshkent: Voris-Nashriyot, 2022. – 285 b.
12. Karimov A.A., Tursunov O.Q. Sun’iy intellekt texnologiyalarining ishlab chiqarish tizimlaridagi qo‘llanilishi // Texnika fanlari axborotnomasi. – 2023. – №4. – B. 45–53.
13. Rao S.S. *Engineering Optimization: Theory and Practice*. 5th Edition. Wiley, 2019. – 840 p.

ISSN 3030-3907

14. Murphy K.P. *Machine Learning: A Probabilistic Perspective*. MIT Press, 2012. – 1104 p.
15. Bishop C.M. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer, 2006. – 738 p.

ISSN 3030-3907

LOTOS GULINING O‘SISHINI ANIQLASH

A.Esnazarov

Qoraqalpog‘iston Respublikasi Pedagogik mahorat markazi "Aniq va tabiiy fanlar metodikasi" kafedrasi katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Lotos gulining o‘sishini jo‘mrak suvida tahlil qilish, qancha vaqtda urug‘ning yorilishi, uning o‘sish bosqichlarini, barglarning orasi qanday masofada bo‘lishini o‘rganish.

Kalit so‘zlar: Lotos urug‘i, xlor ionlari, sulfat ionlari, laboratoriya.

Аннотация. Проанализировать рост цветка лотоса в крановой воде, изучить, за какое время распускается семя, этапы его роста, какое расстояние между листьями.

Ключевые слова: Семена лотоса, ионы хлора, ионы сульфата, лаборатория

Abstract. Analyze the growth of a lotus flower in tap water, study how long the seed bursts, its growth stages, and the distance between leaves.

Keywords: Lotus seeds, chlorine ions, sulfate ions, laboratory.

KIRISH.

Lotos gulining xonada o‘sishini boshqa gullar bilan o‘sishini kuzatish va taqqoslash.

Mavzuga oid adabiyotlar sharhi. Adabiyotlardan internetda berilgan ma’lumotlarni to‘plab kerakli ma’lumotlardan foydalanildi.

Tadqiqot metodologiyasi. Lotos gulining o‘sishini bir vaqtda Petuniya, Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) guli bilan taqqoslash ishlarini olib borish.

Tahlil va natijalar. Lotos, Petuniya, Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gullarining o‘sishini kuzatish, natijalarini tahlil qilish.

Xulosa va tavsiyalar. Lotos, Petuniya, Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gullari urug‘larining rivojlanishi, sovuqda, issiqda, quyoshda, soyada o‘sishini kuzatish va tahlil qilish.

Tabiatdagi yer, suv, havo, osmon jismlari, umuman, jonli va jonsiz barcha narsalar, kundalik turmushda foydalaniladigan uy-ro‘zg‘or buyumlari, oziq-ovqat mahsulotlari, dori-darmonlar, qishloq xo‘jaligi, sanoat va xalq xo‘jaligi sohalarida qo‘llanilayotgan asbob-uskunalar, umuman, atrofimizdagi barcha narsalar kimyoviy birikmalardan tashkil topgan.

Kimyo tabiatdagi barcha tirik mavjudotning turli ko‘rinishlari kimyoviy moddalardan tashkil topganligiga asoslangan holda ularning bir turdan boshqa bir turga o‘zgarish qonuniyatlari va xususiyatlarini o‘rganadigan aniq fandir. Kimyo fanining yutuqlari qishloq xo‘jaligi ekinlarini, uy gullarini, xona gullarini ko‘paytirish va ularning o‘sishini yanada yaxshilashga qaratilgan. [1:4]

ISSN 3030-3907

Qonunlarni amalga oshirishda xonadon gullarini ko‘paytirish yerning unumdorligini oshirishga, xalq xo‘jaligi mahsulotlaridan to‘g‘ri foydalanishga bog‘liq bo‘ladi. Biz ekadigan gul suvda o‘sadigan bo‘lganligi uchun, suvimizning sho‘rligiga e’tibor bersak juda yaxshi bo‘ladi. Qoraqalpog‘iston Respublikasidagi ichimlik suvining (vodapravod) tarkibida xlor ionlari va sulfat ionlari bor. Chunki (vodapravod) ichimlik suvlarida xlor ionlari bo‘lishi kerak, chunki suv tarkibidagi har xil bakteriyalarni o‘ldirish uchun qo‘shiladi.Ichimlik suvi tarkibida sulfat ionlari borligi tahlil qilindi. Suv tarkibidagi sulfat ionlarini aniqlash uchun probirkaga 2 ml suv quyib, ustiga 2 tomchi bariy xlorid quyib, suvning tarkibini tahlil qilinganda oq cho‘kma hosil bo‘ldi, suvning tarkibida sulfat ionlari bor ekanligini ko‘rsatadi.

Endi suv tarkibidagi xlor ionlarini aniqlash uchun probirkaga 2 ml suv quyib, ustiga 2 tomchi kumush nitrat qo‘shib, suvning tarkibini tahlil qilinganda oq cho‘kma hosil bo‘ldi, suv tarkibida xlor ionlari bor ekanligini ko‘rsatadi. [4: 24]



1-Rasm

Xona gullarining yaxshi unib chiqishi uchun, uning o‘sishini yaxshilashda avval yuqori sifatli bo‘lgan urug‘ni ekish katta ahamiyatga ega hisoblanadi. Urug‘larning asosiy sifat ko‘rsatkichlaridan biri uning tozaligi, turgan joyiga bog‘liq. Agar polietilen xaltada saqlansa, unda unib chiqmasligi mumkin. Shuning uchun ushbu urug‘larni havo otkazadigan mato xaltada yoki qog‘oz xaltada saqlagan ma’qul.

Lotos urug‘ining ichimlik suvida (vodapravod) o‘sishini laboratoriya sharoitida tahlil qilamiz. Laboratoriya sharoitida o‘sish uchun xona harorati 180C da 11-apreldan 26-may oralig‘ida kuzatuv ishi olib borildi. Buning uchun biz plastmassa idishdan foydalandik. Plastik idishga 10 dona lotos urug‘ini soldik, uning ustiga jo‘mrakdan lotos urug‘i botib turguncha suv quyildi. Lotos guli urug‘larining qancha vaqtda unib chiqishini tahlil qilish uchun qo‘yildi.

Tajriba uchun olingan Lotos urug‘lari 11-aprelda suvga solindi, 2-kundan keyin suvning rangi qo‘ng‘ir rangga o‘zgara boshladi. 16-aprel kuniga kelib gulning urug‘i unib chiqdi, avvalgi hajmidan kattalashadi va yorilib kurtak chiqara boshlaydi, aniq ko‘zga tashlanadi, oradan 4 soat o‘tgach qaysi urug‘ yorilib kurtak chiqargani ma’lum darajaga kozga tashlandi .

ISSN 3030-3907



2-Rasm

Lekin suvning rangi qo‘ng‘ir rangga kiradi. Suvni yangidan almashtirdik. Idishning rangi tiniq bo‘ldi. Lotos gulining o‘sishi boshqa gullarga qaraganda suvda yaxshi moslashgan ekan. Lotos gulining urug‘i suvda yaxshi rivojlanib, o‘sish imkoniyati boshqa gullarga qaraganda yuqori ekan. Lotos guli urug‘i bilan bir vaqtda Petuniya, Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) urug‘lari ekildi. Petuniya gulining urug‘i ko‘kardi, lekin 1,5 santimetr bo‘lganda suvda qurib qoldi. Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gul urugi esa suvda unib chiqmasligini kuzatdik, lekin tuproqqa ekilganda yaxshi rivojlandi. Bu ikki gulda suvda o‘sish imkoniyati yo‘qligi ma’lum bo‘ldi.



3-Rasm

18-aprelda gullarning o‘sish uzunligi 3,5 sm ga yetdi. Lotos gulining urug‘i qattiq bolganligi uchun boshqa gullarga nisbatan aniq qanday rivojlanib o‘sayotganini ko‘rish mumkin. Lotos gulining urug‘idan 10 dona ekkan edik hammasi o‘sdi. Uruglarning barchasi esa hammasi tekis unib chiqdi. Lotos gulining urug‘ining yuzasi qanday ekilgan bo‘lsa, unib chiqqandan keyin xuddi shunday holatda turar ekan. Lotos gulining urug‘i yoriladi va o‘sha yerdan ildiz chiqaradi.



4-Rasm

ISSN 3030-3907

Lotos gulini deraza oldiga quyosh tushmaydigan joyga qo‘yish kerak. Nilufar guli quyosh nuriga chidamsiz. Lotos guli quyosh nuri tik tushmagan xonada 18^0C-25^0C haroratda barglari tez ko‘payishga moslashgan. Shuning uchun soyada yaxshi rivojlanadi. Har bir bargning orasi 10 santimetrdan bitta barg chiqaradi. Lotos gulining bargi katta bo‘lganligi sababli, boshqa gullarga qaraganda ko‘proq kislorod chiqarishi ma’lum bo‘ldi. Lotos gulining bargi dastlab kichik bo‘ladi. 2-3 kun ichida katta bargga aylanadi. Lotos gulining bargi 12sm kattalikda bolib, gulining bargi yumaloq shaklda bo‘ladi. Lotos guli suv quyib qo‘ygan idishidagi suvni ko‘rsatmaslikka harakat qiladi, shuni bildikki, qayerda tuptoq nam bo‘lsa o‘sha yerga o‘sib borib, bargi bilan yopishga harakat qiladi va barg chiqaradi. Lotos guli kunduzi o‘smaydi, tunda esa 7-8 santimetrgacha o‘sadi.

Petuniya, Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gullari tuproqda yaxshi rivojlanib o‘sadi. Petuniya guli tuproqda yaxshi rivojlanib 3-4 sm gacha o‘sadi, lekin buning o‘sishining sababi quyosh nuri tushib turadigan joyga qo‘yildi. Ertalab quyosh nuri tushib turadi. Baribir Petuniya guli xona ichida nimjon bo‘lib o‘sadi ekan. Petuniya gulining zaifligini hisobga olib unga azotli o‘g‘itning suvdagi eritmasidan berishdi, afsuski baribir xonada rivojlanmaydi ekan. Petuniya, Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gullari bir vaqtda dalaga ekildi, bu yerning salqinligi hisobga olinsa ham kechroq chiqdi, lekin rivojlanishiga qaraganda kun isigandan keyin tez rivojlanib ketdi.

Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gulimiz xonada yaxshi rivojlanishi, quyoshda oyna oldida Lotos guli bilan birga o‘sib rivojlandi. Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gulimiz daladagidek rivojlandi. Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gulimiz rivojlangan bo‘lsa-da, dalada o‘sgan Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) guliga nisbatan kuchsiz bo‘ldi. Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) guli bu oyda 7 ta barg 25 sm uzunlikda o‘sdi. Daladagi Petuniya, Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gulimiz ichkaridagi gulga nisbatan ancha o‘sib barglari 15 tadan 20 taga yetdi, 35-45 sm uzunlikda rivojlanib yetdi. Xonada o‘sgan gulimizning poyasi dalada o‘sgan gulimiz poyasiga qaraganda kuchsiz bo‘lar ekan.



5-Rasm

ISSN 3030-3907

Lotos gulimiz xonada salqin vaqtda yaxshi rivojlanadi.

Xona temperaturasi 27^0C dan assa Lotos gulining ósishi asta-sekin pasayadi va agarda kun issiq bo‘lsa Lotos gulining o‘sishi rivojlanmaydi ekan. Lotos guli idishidagi suvning harorati 25^0C dan oshsa Lotos guli so‘lib quriy boshlaydi. Bizning xona haroratimiz suvning haroratiga yani 25^0C ga teng. Tashqarida quyoshning harorati 32^0C bo‘lganda, xona harorati 25^0C -26^0C bo‘lganligi sababli Lotos guli issiqda o‘smasligi aniqlandi.

Dalada issiq kunning sababidan Lotos guli rivojlanmay ayrim barglari o‘ralib, barglari dastlab 0,5 sm qurib, keyin 5-6 soatda birdan bargi qurib boshladi. Xona haroratini konditsieoner orqali 20°C sovutib qo‘yilganda qaytadan Lotos guli o‘sishi yaxshi rivojlana boshladi. Yangidan barg chiqarib o‘sa boshladi. Lotos guli past haroratda rivojlanishga moslashganligi ma’lum bo‘ldi, bir yarim oy davomida kuzatishlar olib borganimizda gullarning qanday darajada o‘sishi aniqlab borildi. Bu quyidagilarni ko‘rsatadi:

Suvning sovuqligi tufayli qattiq po‘stloq Lotos gulimiz urug‘i tez unib chiqmaydi. Iliq suvda tez rivojlanadi. 24-aprel kuni Lotos gulining o‘sganligini tekshirganimizda 312 soatda idishning yuzasini to‘liq gul barglari qopladi.

Xulosa qilib aytganda 2026-yilning 11-aprelidan 26-may oralig‘ida xona harorati 18^0C-22^0C harorat oralig‘ida o‘tkazilgan laboratoriya ishlarining natijasi bo‘yicha Qoraqalpog‘iston Respublikasining ichimlik suviga ekilgan Lotos gulining ko‘karuvchanligini hisoblaganimizda bir tekis to‘liq 100% o‘sib chiqdi. Bu qattiq po‘stloq Lotos gulining urug‘i suv tanlamaydi. Ammo idishdagi suvning harorati 26^0C oshib ketsa o‘sib rivojlanishi to‘xtab birdan barglari quriy boshlaydi. Bu shuni isbotlaydi Lotos guli salqinda yaxshi rivojlanib o‘sadi ekan. Lotos gulini kuzatish davrida faqat bo‘yiga o‘sdi, biroq g‘unchalab gul chiqarish harakati bo‘lmadi. Lotos gulining o‘sish davrida mineral o‘g‘itlar berilmadi. Faqat suvdagi minerallar bilan oziqlanib rivojlandi. Lotos guliga azotli mineral o‘g‘itlar berilganda tez rivojlangan bo‘lar edi.

Nilufar guli suvda o‘sib chiqadi, lekin 3,5 sm gacha rivojlanib keyin rivojlanmaydi. Tungi go‘zal (Nochnaya krasavitsa) gulimiz yer tanlamaydi, tashqarida xonada yaxshi o‘sadi. Quyoshda, issiqda yaxshi o‘sib rivojlanadi. Namlikda, tunda tez o‘sadi. Gullar o‘sib turgan xonaning ichida havo toza bo‘ladi. Xona ichidagi kimyoviy reaktivlarning hidi sezilmaydi. Kislorodga boy bo‘ladi, odamlarda charchoq sezilmaydi, har xil gullar bolishi kayfiyatni kotarilishiga sabab bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. I.R.Asqarov,N.X.Toxtaboyev, K.G.G‘opirov. Umumiy o‘rta ta’lim maktablarining 7-sinfi uchun darslik «SHARQ» Nashriyot-matbaa aksiyadorlik kompaniyası bosh tahriryati toshkent-2017
2. Рахматуллаев Н.Г., Искандаров А. "Эритмалар" мавзуси бўйича ўқитувчиларнинг масалалар ечиш тафаккурини ривожлантириш, Педагогик таълим - 2006,
3. Белик В.Ф – Овощные культуры и технология их возделывания – М.Агропромиздат 1991.
4. A.Esnazarov, B. Iztileuov Ximiyadan qızıqlı tájiriybeler. (Oqıw-qollanba) Nókis: «Avangard baspa» 2025
5. http://www.edunet.uz – maktablar, oquvchi va oqituvchilar sayti.
6. www.pedagog.uz
7. www.edu.uz

ISSN 3030-3907

СОВРЕМЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ В ВОПРОСАХ ДИАГНОСТИКИ И ТЕРАПИИ ПЛАЦЕНТАРНОЙ ДОСТАТОЧНОСТИ

Камарова Ибодат Нуриддиновнағ

Ассистент кафедри акушерство и гинекологии №3

Омонова Гулжамол Рауф кизи

Клинический ординатор кафедры акушерство и гинекологии №3

Аннотация. Плацентарная недостаточность остается одной из наиболее значимых проблем современного акушерства и перинатологии, оказывая существенное влияние на течение беременности, состояние плода и перинатальные исходы. Несмотря на значительные достижения в области диагностики и ведения беременности, частота развития плацентарной недостаточности остается высокой и, по данным различных авторов, составляет от 15 до 45% среди осложненных беременностей. Данная патология является одной из ведущих причин хронической гипоксии плода, задержки его внутриутробного роста, преждевременных родов, антенатальной гибели плода и перинатальной заболеваемости. В основе плацентарной недостаточности лежит комплекс морфологических и функциональных нарушений в системе «мать–плацента–плод», приводящих к снижению компенсаторно-приспособительных возможностей плаценты и нарушению адекватного обеспечения плода кислородом и питательными веществами. Формирование плацентарной дисфункции тесно связано с такими осложнениями беременности, как преэклампсия, артериальная гипертензия, сахарный диабет, анемия, инфекционные заболевания, тромбофилии и другие виды экстрагенитальной патологии. Особую актуальность проблема приобретает в связи с ростом числа беременных женщин группы высокого риска, увеличением частоты метаболических нарушений, ожирения, хронических соматических заболеваний и неблагоприятных репродуктивных факторов. В последние годы отмечается тенденция к увеличению частоты осложненного течения беременности, что обусловливает необходимость совершенствования методов раннего выявления плацентарной недостаточности и своевременной профилактики ее неблагоприятных последствий. Современные возможности ультразвуковой диагностики, допплерометрии маточно-плацентарного и плодово-плацентарного кровотока, кардиотокографии, а также внедрение новых лабораторных маркеров плацентарной дисфункции значительно расширили возможности ранней диагностики данной патологии. Однако до настоящего времени остаются дискуссионными вопросы прогностической ценности различных диагностических критериев, сроков начала мониторинга и выбора

ISSN 3030-3907

оптимальной тактики ведения беременных с признаками нарушения функции плаценты. Не менее важной является проблема терапии плацентарной недостаточности. Несмотря на широкий спектр применяемых медикаментозных и немедикаментозных методов лечения, их эффективность остается предметом научных дискуссий. Отсутствие единых подходов к лечению и профилактике плацентарной недостаточности требует дальнейшего изучения современных доказательных данных и разработки эффективных алгоритмов ведения беременных высокого риска. В связи с этим анализ современных представлений о механизмах развития плацентарной недостаточности, совершенствование методов ее ранней диагностики и оценка эффективности существующих терапевтических подходов представляют значительный научный и практический интерес. Изучение данных вопросов является важным направлением современной акушерской науки и имеет большое значение для снижения показателей перинатальной заболеваемости и смертности, а также улучшения исходов беременности для матери и плода.

Ключевые слова. плацентарная недостаточность, беременность, плод, допплерометрия, ультразвуковое исследование задержкароставроде, гипоксияплода, перинатальныеосложнения.

Annotation. Placental insufficiency remains one of the most significant problems in modern obstetrics and perinatology, significantly impacting pregnancy, fetal well-being, and perinatal outcomes. Despite significant advances in pregnancy diagnosis and management, the incidence of placental insufficiency remains high, ranging from 15% to 45% among complicated pregnancies, according to various authors. This condition is a leading cause of chronic fetal hypoxia, intrauterine growth restriction, preterm birth, antenatal fetal death, and perinatal morbidity. Placental insufficiency is caused by a complex of morphological and functional abnormalities in the maternal-placental-fetal system, leading to a decrease in the placenta's compensatory and adaptive capacity and a disruption in the fetus's adequate supply of oxygen and nutrients. The development of placental dysfunction is closely associated with pregnancy complications such as preeclampsia, hypertension, diabetes, anemia, infectious diseases, thrombophilia, and other extragenital pathologies. The problem is becoming especially pressing due to the growing number of high-risk pregnant women, the increasing incidence of metabolic disorders, obesity, chronic somatic diseases, and adverse reproductive factors. In recent years, there has been a trend toward an increase in the incidence of complicated pregnancies, necessitating improved methods for the early detection of placental insufficiency and the timely prevention of its adverse consequences.

ISSN 3030-3907

Modern ultrasound diagnostic capabilities, Doppler ultrasound of uteroplacental and fetoplacental blood flow, cardiotocography, and the introduction of new laboratory markers for placental dysfunction have significantly expanded the possibilities for early diagnosis of this pathology. However, the prognostic value of various diagnostic criteria, the timing of monitoring, and the optimal management strategy for pregnant women with signs of placental dysfunction remain controversial. Equally important is the issue of treating placental insufficiency. Despite the wide range of drug and non-drug treatments available, their effectiveness remains a subject of scientific debate. The lack of uniform approaches to the treatment and prevention of placental insufficiency requires further study of current evidence and the development of effective algorithms for the management of high-risk pregnancies. Therefore, an analysis of current understanding of the mechanisms underlying placental insufficiency, improving methods for its early diagnosis, and evaluating the effectiveness of existing therapeutic approaches are of significant scientific and practical interest. Studying these issues is an important area of modern obstetric science and is crucial for reducing perinatal morbidity and mortality, as well as improving pregnancy outcomes for both mother and fetus.

Keywords: placental insufficiency, pregnancy, fetus, Doppler ultrasound, delayed labor, fetal hypoxia, perinatal complications.

Annotatsiya. Platsenta yetishmovchiligi zamonaviy akusherlik va perinatologiyadagi eng muhim muammolardan biri bo‘lib qolmoqda, homiladorlik, homilaning farovonligi va perinatal natijalarga sezilarli darajada ta'sir qiladi. Homiladorlikni tashxislash va davolashda sezilarli yutuqlarga qaramay, turli mualliflarning fikriga ko‘ra, platsenta yetishmovchiligining tarqalishi yuqori bo‘lib, murakkab homiladorliklar orasida 15% dan 45% gacha o‘zgarib turadi. Bu holat surunkali homila gipoksiyasining, bachadon ichidagi o‘sishning cheklanishining, muddatidan oldin tug‘ilishning, tug‘ruqdan oldingi homila o‘limining va perinatal morbidlikning asosiy sababidir. Platsenta yetishmovchiligi ona-platsenta-homila tizimidagi morfologik va funktsional anomaliyalar majmuasi tufayli yuzaga keladi, bu esa platsentaning kompensator va moslashuvchan qobiliyatining pasayishiga va homilaning kislorod va ozuqa moddalari bilan yetarli darajada ta'minlanishining buzilishiga olib keladi. Platsenta disfunktsiyasining rivojlanishi preeklampsiya, gipertoniya, diabet, anemiya, yuqumli kasalliklar, trombofiliya va boshqa ekstragenital patologiyalar kabi homiladorlik asoratlari bilan chambarchas bog‘liq. Bu muammo, ayniqsa, yuqori xavfli homilador ayollar sonining ko‘payishi, metabolik kasalliklar, semizlik, surunkali somatik kasalliklar va salbiy reproduktiv omillarning ko‘payishi tufayli dolzarb bo‘lib bormoqda.

ISSN 3030-3907

So‘nggi yillarda murakkab homiladorlik holatlarining ko‘payishi tendentsiyasi kuzatilmoqda, bu esa yo‘ldosh yetishmovchiligini erta aniqlash va uning salbiy oqibatlarining o‘z vaqtida oldini olish usullarini takomillashtirishni talab qiladi. Zamonaviy ultratovush diagnostikasi imkoniyatlari, bachadon-platsenta va homila-platsenta qon oqimining Doppler ultratovush tekshiruvi, kardiotokografiya va platsenta disfunktsiyasini aniqlash uchun yangi laboratoriya markerlarining kiritilishi ushbu patologiyani erta tashxislash imkoniyatlarini sezilarli darajada kengaytirdi. Biroq, turli diagnostika mezonlarining prognostik qiymati, monitoring vaqti va platsenta disfunktsiyasi belgilari bo‘lgan homilador ayollar uchun optimal davolash strategiyasi bahsli bo‘lib qolmoqda. Platsenta yetishmovchiligini davolash masalasi ham bir xil darajada muhimdir. Dori vositalari va dori vositalarisiz davolash usullarining keng doirasiga qaramay, ularning samaradorligi ilmiy munozara mavzusi bo‘lib qolmoqda. Platsenta yetishmovchiligini davolash va oldini olishga yagona yondashuvlarning yo‘qligi mavjud dalillarni yanada o‘rganishni va yuqori xavfli homiladorliklarni boshqarish uchun samarali algoritmlarni ishlab chiqishni talab qiladi. Shuning uchun, platsenta yetishmovchiligining asosiy mexanizmlarini hozirgi tushunishni tahlil qilish, uni erta tashxislash usullarini takomillashtirish va mavjud terapevtik yondashuvlarning samaradorligini baholash katta ilmiy va amaliy qiziqish uyg‘otadi. Ushbu masalalarni o‘rganish zamonaviy akusherlik fanining muhim sohasi bo‘lib, perinatal kasallik va o‘limni kamaytirish, shuningdek, ona va homila uchun homiladorlik natijalarini yaxshilash uchun juda muhimdir.

Kalit so‘zlar: Yo‘ldosh yetishmovchiligi, homiladorlik, homila, Doppler ultratovush tekshiruvi, tug‘ruqning kechikishi, homila gipoksiyasi, perinatal asoratlar.

ВВЕДЕНИЕ.

Плацентарная недостаточность- это комплексный симптомный синдром, обусловленный патоморфологическими изменениями в плаценте и нарушением трансфера газов и обменных веществ с материнской кровотока на фетальный. У значительного количества пациенток из группы высокого риска признаки ПН установлены (по разным данным – 26–80% беременные). Несмотря на все успехи современной акушерской науки эта патология по настоящее время остается ведущей причиной хронической гипоксии плода, внутриутробной задержки роста плода и ранней родовой деятельности.

Рост частоты экстрагенитальных заболеваний, артери Щеткинаальной гипертензии, сахарного диабета, ожирения и позднего материнского возраста обусловливает увеличение числа беременностей, осложненных нарушением функции плаценты. В связи с этим особую актуальность приобретают

ISSN 3030-3907

вопросы ранней диагностики, своевременного мониторинга состояния плода и совершенствования методов лечения.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ Изучение современных диагностических и лечебных методов при плацентарной недостаточности, а также оценка их значимости в улучшении перинатальных результатов.

Материалы и методы работы:

Работа представлена в виде литературного анализа современных работ отечественных и зарубежных авторов, клинических рекомендаций по проблеме плацентарной недостаточности. Рассмотрены современные подходы к диагностике состояния плаценты и плода и методы коррекции состояния.

Этиология и патогенез:

Развитие плацентарной недостаточности связано с нарушением процессов формирования и функционирования маточно-плацентарного кровообращения. К факторам риска относятся артериальная гипертензия, преэклампсия, сахарный диабет, заболевания почек, аутоиммунные заболевания, инфекции, анемия, курение и многоплодная беременность.

В основе патогенеза лежат нарушения инвазии трофобласта и ремоделирования спиральных артерий матки. В результате снижается кровоснабжение плаценты, развивается ишемия, усиливается оксидативный стресс и нарушается обмен веществ между организмом матери и плодом.

Таблица 1

№	**Причины развития**	
1.	**Проблемы с кровообращением у матери**	Если у женщины есть высокое давление, болезнь сосудов или плохо контролируемый сахарный диабет, кровь поступает к плаценте хуже. Тогда плацента получает меньше кислорода и питательных веществ и не может полноценно кормить малыша.
2.	**Болезни и состояния самой плаценты**	Иногда плацента при беременности развивается с особенностями – часть её может быть повреждена или местами «стареть» раньше времени. Тогда та часть плаценты работает хуже, и общий её вклад в питание плода снижается.

ISSN 3030-3907

3.	**Проблемы со свёртываемостью или иммунитетом**	У некоторых женщин есть нарушения, из-за которых в сосудах плаценты образуются мелкие сгустки крови. Это тоже мешает нормальному кровотоку и работе плаценты
4.	**Поражения или пороки в развитии плода**	Если у плода есть серьёзные врождённые нарушения, особенно связанные с почками или мочевыми путями, он может меньше мочиться – а это снижает объём околоплодных вод и влияет на плаценту. Такие проблемы иногда сопровождаются и плохой работой плаценты.
5.	**Инфекции и воспаление**	Внутриутробные инфекции или сильное воспаление в плаценте могут её повредить и ухудшить её функцию.
6.	**Внешние факторы и лекарства**	Курение, злоупотребление алкоголем и некоторые лекарства могут ухудшить плацентарный кровоток. Поэтому важно обсуждать с врачом любые препараты во время беременности.
7.	**Переношенная беременность и многоплодие**	Если срок беременности становится очень большим (переношенная) или если вы вынашиваете близнецов и т.д., плацента может «устать» раньше, и её функция снижается
8.	**Возраст матери и другие факторы**	Женщины старше примерно 35 лет чаще попадают в группу риска. Иногда есть сочетание мелких проблем – и в результате плацента не справляется. Бывает и так, что явной причины не находят – тогда говорят о многофакторном (или идиопатическом) варианте.

Клиническая диагностика.

Первичное значение имеют оценка жалоб беременной, контроль прибавки массы тела, измерение высоты стояния дна матки и наблюдение за

ISSN 3030-3907

двигательной активностью плода. Снижение темпов роста матки может свидетельствовать о задержке развития плода.

Ультразвуковое исследование.

УЗИ остается основным методом оценки состояния плода и плаценты. Исследование позволяет определить размеры плода, объем околоплодных вод, локализацию и структуру плаценты. Особое значение имеет фетометрия, позволяющая выявлять задержку внутриутробного роста.

Допплерометрическое исследование кровотока в маточных артериях, артерии пуповины и средней мозговой артерии плода является «золотым стандартом» диагностики плацентарной недостаточности. Метод позволяет выявить ранние признаки нарушения гемодинамики и определить степень риска неблагоприятного исхода.

Кардиотокография используется для оценки функционального состояния плода. Анализ вариабельности сердечного ритма позволяет своевременно выявлять признаки гипоксии и определять необходимость дальнейшей тактики ведения беременности.

Биохимические маркеры.

Перспективным направлением является изучение биохимических маркеров плацентарной функции. Наибольшее значение имеют плацентарный фактор роста, плацентарный белок беременности и другие маркеры ангиогенеза. Их использование способствует более раннему выявлению нарушений плацентации.

Современные методы лечения

Лечение плацентарной недостаточности направлено на улучшение маточно-плацентарного и фетоплацентарного кровотока, коррекцию гипоксии плода и профилактику осложнений беременности.

Медикаментозная терапия.

В клинической практике используются антиагреганты, препараты, улучшающие микроциркуляцию, антиоксиданты и средства для коррекции сопутствующих заболеваний. При наличии преэклампсии или артериальной гипертензии проводится соответствующая антигипертензивная терапия.

Коррекция факторов риска.Важное значение имеют отказ от курения, рациональное питание, контроль массы тела, лечение анемии и хронических заболеваний. Комплексный подход способствует улучшению функции плаценты и снижению риска осложнений.

Мониторинг состояния плода.Регулярное проведение УЗИ, допплерометрии и кардиотокографии позволяет своевременно выявлять

ISSN 3030-3907

ухудшение состояния плода и принимать решение о сроках и способе родоразрешения.

Современные перспективные направления.

Активно изучаются возможности применения молекулярно-генетических маркеров, методов искусственного интеллекта для прогнозирования осложнений беременности, а также новых подходов к персонализированной терапии плацентарной недостаточности.

Результаты и обсуждение

Анализ литературных данных показал, что наиболее эффективным подходом к диагностике плацентарной недостаточности является комплексное применение ультразвукового исследования, допплерометрии и кардиотокографии. Использование данных методов позволяет выявлять патологию на ранних стадиях и своевременно корректировать тактику ведения беременности.

Допплерометрия продемонстрировала высокую чувствительность в оценке маточно-плацентарного и плодового кровотока. Включение биохимических маркеров в алгоритмы скрининга способствует повышению точности прогнозирования осложнений.

Комплексная терапия, направленная на коррекцию факторов риска и постоянный мониторинг состояния плода, способствует снижению частоты тяжелой гипоксии, задержки роста плода и перинатальных осложнений. В случаях выраженных нарушений кровотока своевременное родоразрешение остается наиболее эффективным методом предотвращения неблагоприятных исходов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Плацентарная недостаточность остается одной из наиболее актуальных проблем современного акушерства. Наиболее информативными методами диагностики являются ультразвуковое исследование, допплерометрия и кардиотокография. Современные подходы к лечению основаны на комплексной оценке состояния матери и плода, коррекции факторов риска и постоянном мониторинге течения беременности.

Ранняя диагностика и своевременное принятие клинических решений позволяют существенно улучшить перинатальные исходы и снизить частоту осложнений. Перспективными направлениями дальнейших исследований являются разработка новых биомаркеров, применение технологий искусственного интеллекта и персонализированных методов терапии.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kamarova I. N. et al. Increasing Birth Rates and Fertility Enhancement //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – Т. 5. – №. 2. – С. 362-364.
2. Камарова И. Н. и др. Современные подходы к лечению синдрома поликистозных яичников (СПКЯ) //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – Т. 5. – №. 2. – С. 365-366.
3. Камарова И. Н., Абдусаидова Ч. ПРИЗНАКИ И СИМПТОМЫ МИОМЫ МАТКИ //INNUC. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 216-219.
4. Nuriddinovna K. I., Shavkatovna Q. D. The Impact of Polycystic Ovary Syndrome (PCOS) on Metabolic and Cardiovascular Health //Multidisciplinary Journal of Science and Technology. – 2025. – Т. 5. – №. 2. – С. 358-359.
5. Камарова И. Н., Камарова М. ОПУХОЛЕВЫЕ РАЗРАСТАНИЯ СОЕДИНИТЕЛЬНОЙ ТКАНИ И МЫШЕЧНЫХ ВОЛОКОН МАТКИ //INNUC. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 225-229.
6. Камарова И. Н., Абдусаидова Ч. СОВРЕМЕННАЯ МЕДИЦИНА ПРЕДЛАГАЕТ ЭФФЕКТИВНЫЕ МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ И ЛЕЧЕНИЯ МИОМЫ МАТКИ //INNUC. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 211-215
7. Камарова И. Н., Эшонкулова Ф. КЛИНИЧЕСКИЕ ПРИЧИНЫ И ДИАГНОСТИКА МИОМЫ МАТКИ //INNUC. – 2024. – Т. 3. – №. 3. – С. 230-234.
8. Нуриддиновна К.И. и др. Роль вагинального микробиома в репродуктивном здоровье женщин //Многопрофильный журнал науки и техники. – 2025. – Т. 5. – № 2. – С. 356-357.
9. Насырович С.С. и др. Ведение беременных женщин с преждевременными родами // Журнал современных достижений образования. – 2023. – Т. 3. – № 3. – С. 205-225.
10. Абдуллаева М., Обиталиев Ж., Ахмедова Г. ВЛИЯНИЕ ПРОСАДКИ И КОЛИЧЕСТВА УДОБРЕНИЙ НА ФОТОСИНТЕТИЧЕСКУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ ПШЕНИЦЫ //Экономика и социум. – 2023. – №. 2 (105). – С. 15-19.

ISSN 3030-3907

GLOBAL RESEARCH TRENDS AND EMERGING THEMES IN AMMONIUM NITRATE THERMAL STABILITY: A BIBLIOMETRIC REVIEW

Gavkhar Khamidova
Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
E-mail: gavharh.25@gmail.com
Madenov Berdimurat
Karakalpak state university named after Berdakh
Seytnazarov Atanazar
Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Namazov Shafaat
Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Mamataliev Abdurasul
Institute of General and Inorganic Chemistry, Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Khashimova Feruza
Navoi State University of Mining and Technologies

Abstract. Ammonium nitrate is a strategically important compound used in agriculture, mining, civil engineering, and energetic materials. Despite its wide application, concerns over thermal decomposition, storage stability, and explosion hazards continue to drive scientific research. This study presents a bibliometric review of global research on ammonium nitrate thermal stability based on 247 Scopus-indexed publications analyzed using Bibliometrix, Biblioshiny, and VOSviewer. Results revealed significant growth in scientific output after 2010, with China as the leading contributor. Thermal decomposition, thermodynamic stability, and decomposition kinetics were identified as dominant themes, with a clear shift from fundamental studies toward applied investigations in polymer modification, composite materials, and advanced safety strategies.

Keywords: ammonium nitrate; thermal stability; bibliometric analysis; VOSviewer; Bibliometrix; thermal decomposition; thermodynamic stability; decomposition kinetics; science mapping; knowledge structure; research trends; polymer modification; mineral additives; bentonite; glauconite.

Annotatsiya. Ammoniy nitrat qishloq xo‘jaligi, tog‘-kon sanoati, qurilish va energetik materiallarda keng qo‘llaniladigan strategik muhim birikmadir. Keng qo‘llanilishiga qaramay, termik parchalanish, saqlash barqarorligi va portlash xavfi

ISSN 3030-3907

bilan bog‘liq muammolar ilmiy tadqiqotlarni rag‘batlantirmoqda. Ushbu tadqiqotda Scopus bazasidan olingan 247 ta nashr asosida Bibliometrix, Biblioshiny va VOSviewer yordamida bibliometrik tahlil o‘tkazildi. Natijalar 2010-yildan keyin ilmiy ishlar sonining sezilarli o‘sganini ko‘rsatdi, Xitoy esa yetakchi hissa qo‘shuvchi sifatida ajralib chiqdi. Termik parchalanish, termodinamik barqarorlik va parchalanish kinetikasi asosiy mavzular sifatida aniqlandi; tadqiqotlar fundamental yo‘nalishdan polimer modifikatsiyasi va xavfsizlik strategiyalarini o‘z ichiga olgan amaliy yo‘nalishga bosqichma-bosqich o‘tayotgani kuzatildi.

Kalit so‘zlar: ammiakli selitra, termik barqarorlik, bibliometrik tahlil, VOSviewer, Bibliometrix, termik parchalanish, termodinamik barqarorlik; parchalanish kinetikasi, fan xaritasini tuzish, bilimlar tuzilmasi, tadqiqot tendensiyalari, polimer modifikatsiyasi, mineral qo‘shimchalar, bentonite, glaukonit.

Аннотация. Нитрат аммония является стратегически важным соединением, широко применяемым в сельском хозяйстве, горнодобывающей промышленности, строительстве и энергетических материалах. Несмотря на широкое использование, проблемы термического разложения, стабильности при хранении и взрывоопасности продолжают стимулировать научные исследования. В данной работе представлен библиометрический обзор мировых исследований термической устойчивости нитрата аммония на основе 247 публикаций из базы данных Scopus, проанализированных с помощью Bibliometrix, Biblioshiny и VOSviewer. Результаты выявили значительный рост научной продукции после 2010 года, при этом Китай занял лидирующую позицию. Термическое разложение, термодинамическая устойчивость и кинетика разложения определены как доминирующие темы; отмечен постепенный переход от фундаментальных исследований к прикладным, включающим модификацию полимеров, композитные материалы и передовые стратегии безопасности.

Ключевые слова: селитра аммония; термостойкость; библиометрический анализ; VOSviewer; Библиометрия; термическое разложение; термодинамическая устойчивость; кинетика разложения; научное картирование; структура знаний; тенденции исследований; модификация полимеров; минеральные добавки; бентонит; глауконит.

INTRODUCTION.

Ammonium nitrate (AN) is one of the most important nitrogen-containing compounds used worldwide due to its extensive applications in agriculture, mining, civil engineering, and defense-related industries. Owing to its high nitrogen content, relatively low production cost, and excellent agronomic efficiency,

ISSN 3030-3907

ammonium nitrate has remained a key component of nitrogen fertilizers for several decades. The global demand for food production and sustainable agricultural practices continues to drive the widespread utilization of ammonium nitrate-based fertilizers, particularly in regions with intensive crop cultivation. Beyond its agricultural significance, ammonium nitrate is also an essential constituent of energetic materials. Its strong oxidizing properties make it suitable for use in industrial explosives, propellants, and blasting agents employed in mining and construction activities. Ammonium nitrate fuel oil (ANFO), for example, remains one of the most widely used industrial explosives due to its cost-effectiveness and operational performance. As a result, ammonium nitrate occupies a unique position as a material of strategic importance, serving both agricultural and industrial sectors.

The broad range of applications associated with ammonium nitrate has stimulated extensive scientific research aimed at improving its performance, safety, storage characteristics, and environmental compatibility. Advances in thermal analysis, materials engineering, and chemical modification techniques have further expanded research efforts dedicated to understanding the physicochemical behavior of ammonium nitrate under different operating and storage conditions. Despite its widespread utilization, ammonium nitrate presents several challenges related to thermal stability and safety. The compound undergoes a series of phase transitions and thermal decomposition reactions that can significantly affect its physical properties and operational reliability. Under elevated temperatures, ammonium nitrate may decompose through complex reaction pathways involving the formation of gaseous products such as nitrogen oxides, ammonia, and water vapor. The decomposition process is influenced by numerous factors, including temperature, pressure, impurities, moisture content, particle morphology, and the presence of catalytic substances.

Thermal instability represents one of the most critical concerns associated with ammonium nitrate. Inadequate storage conditions, contamination with combustible materials, confinement, or prolonged exposure to heat may accelerate decomposition reactions and increase the likelihood of thermal runaway events. Several major industrial accidents occurring over the past decades have demonstrated the potentially catastrophic consequences of uncontrolled ammonium nitrate decomposition. These incidents have intensified scientific and regulatory interest in improving the safety profile of ammonium nitrate during production, transportation, and storage.

In addition to explosion hazards, storage-related problems such as moisture absorption, caking, phase transformations, and degradation of granule integrity

ISSN 3030-3907

may adversely affect product quality and handling characteristics. Consequently, enhancing the thermal stability and storage safety of ammonium nitrate remains a priority research area for both academic institutions and industrial stakeholders. Recent investigations have focused on the development of stabilizing additives, surface coatings, polymeric modifiers, and mineral-based materials capable of improving thermal resistance while maintaining fertilizer performance and economic feasibility.

The growing volume of scientific publications related to ammonium nitrate thermal stability has created a need for systematic approaches capable of evaluating research development, identifying influential contributors, and revealing emerging scientific trends. Traditional literature reviews provide valuable qualitative insights; however, they often face limitations in handling large datasets and objectively assessing the evolution of a research field over extended periods. Bibliometric analysis has emerged as an effective quantitative methodology for mapping scientific knowledge and evaluating research performance. By applying statistical and network-based techniques to bibliographic data, bibliometric studies can identify publication patterns, collaboration networks, influential authors, leading institutions, highly cited publications, and thematic structures within a particular field. Furthermore, advanced visualization tools such as VOSviewer and Bibliometrix enable the exploration of conceptual relationships among keywords, research clusters, and thematic evolution over time.

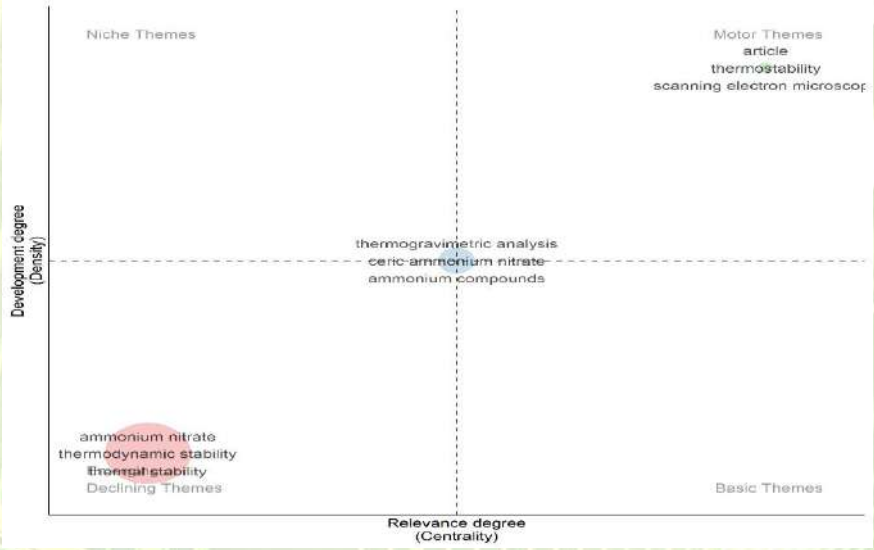


Fig. 1. Thematic Map of Research on Ammonium Nitrate Thermal Stability

Fig. 1 presents a thematic map generated from keyword co-occurrence analysis. The map classifies research themes according to their centrality and development density. "Thermostability", "silica", and "scanning electron microscopy" appear as motor themes, indicating their strong relevance and high level of development within the field. In contrast, "ammonium nitrate", "thermal

ISSN 3030-3907

stability", and related terms are positioned among emerging or declining themes, suggesting evolving research directions and opportunities for further investigation.

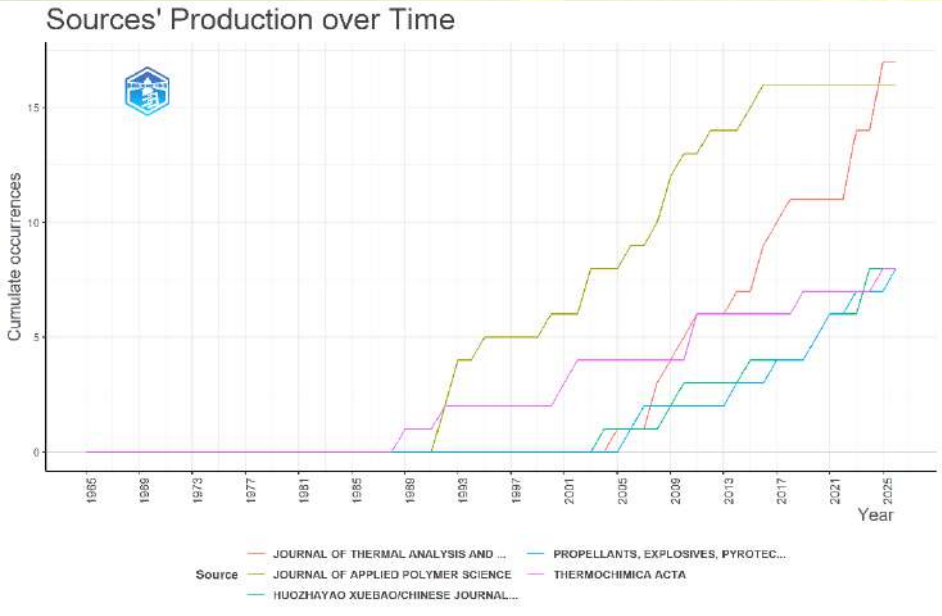


Fig. 2. Sources' Production Over Time in Ammonium Nitrate Thermal Stability Research

Fig. 2 depicts the cumulative scientific production of the most productive journals in the field. The results indicate a continuous increase in publications over time, with journals specializing in thermal analysis, polymer science, energetic materials, and thermochemistry contributing significantly to the development of ammonium nitrate thermal stability research.

In the context of ammonium nitrate thermal stability research, bibliometric analysis offers a comprehensive framework for understanding how scientific interest has evolved, which topics have received the greatest attention, and which emerging areas may shape future investigations. Such information is valuable for researchers, industry practitioners, and policymakers seeking to identify knowledge gaps and establish future research priorities.

The present study aims to provide a comprehensive bibliometric assessment of global research on ammonium nitrate thermal stability. Specifically, the study seeks to evaluate publication growth, identify the most productive authors, institutions, countries, and journals, and determine the intellectual and conceptual structure of the field through citation and keyword analyses. In addition, the study explores thematic evolution, research hotspots, collaboration patterns, and emerging scientific directions associated with ammonium nitrate thermal stability. By combining bibliometric indicators with science mapping techniques, this work provides a systematic overview of the current state of knowledge and highlights future opportunities for research related to thermal stabilization, decomposition

ISSN 3030-3907

control, safety enhancement, and advanced modification strategies for ammonium nitrate-based materials.

MATERIALS AND METHODS.

The bibliographic data analyzed in this study were retrieved from the Scopus database, one of the largest and most comprehensive abstract and citation indexing platforms for peer-reviewed scientific literature. Scopus was selected as the primary data source due to its extensive coverage of high-quality journals, conference proceedings, review articles, and interdisciplinary research outputs. Compared with other bibliographic databases, Scopus provides a broad representation of scientific publications and includes detailed citation information, making it particularly suitable for bibliometric investigations.

To ensure consistency and reliability, all records were collected from a single database. The search strategy was designed to capture publications specifically related to the thermal stability of ammonium nitrate. The search query was conducted using the keywords “ammonium nitrate” and “thermal stability” within article titles, abstracts, and author keywords. The following search expression was applied: TITLE-ABS-KEY ("ammonium nitrate") AND TITLE-ABS-KEY ("thermal stability") The search was performed on a single date to avoid variations caused by continuous database updates. All available records matching the search criteria were exported in CSV format, including bibliographic information such as titles, authors, affiliations, publication years, abstracts, keywords, source titles, references, and citation data. A total of 247 documents were identified and included in the analysis. The retrieved dataset represents the global scientific literature associated with ammonium nitrate thermal stability and encompasses contributions from various disciplines, including chemical engineering, materials science, thermochemistry, energetic materials, polymer science, environmental science, and industrial safety. The collected records formed the basis for subsequent bibliometric and scientometric analyses aimed at evaluating publication trends, scientific impact, collaboration networks, thematic structures, and emerging research directions within the field.

ISSN 3030-3907

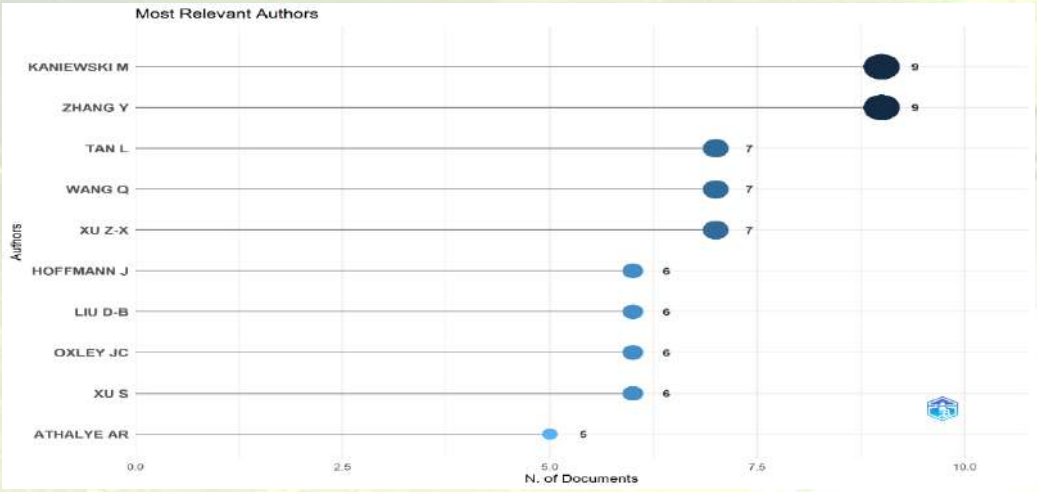


Fig. 3. Most Relevant Authors in Ammonium Nitrate Thermal Stability Studies

Fig. 3 presents the most productive authors based on the number of publications. The analysis highlights the leading contributors who have played a significant role in advancing knowledge related to thermal decomposition, stability enhancement, and safety assessment of ammonium nitrate-based systems.

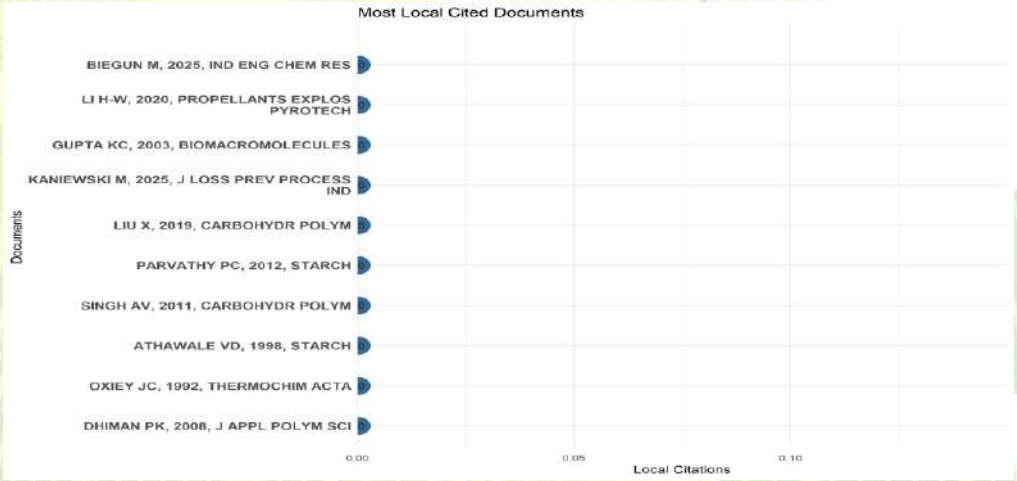


Fig. 4. Most Locally Cited Documents in the Research Field

Fig. 4 depicts the most locally cited publications within the analyzed dataset. These highly cited studies represent the intellectual foundation of research on ammonium nitrate thermal stability and provide key insights into decomposition mechanisms, material modification, and thermal characterization techniques.

Evolution of Research Topics

The temporal evolution of research topics provides valuable insights into the development of scientific interests and emerging directions within the field of ammonium nitrate thermal stability. Analysis of trend topics revealed a progressive shift in research focus over the study period, reflecting both advances in analytical techniques and growing concerns regarding the safety and performance of ammonium nitrate-based materials.

ISSN 3030-3907

During the early stages of research, scientific investigations were primarily concentrated on the fundamental thermal behavior of ammonium nitrate. Topics such as thermal decomposition, decomposition kinetics, activation energy, phase transitions, thermodynamic stability, and calorimetric characterization dominated the literature. Researchers sought to establish a comprehensive understanding of the mechanisms governing thermal degradation and the factors influencing the stability of ammonium nitrate under various operating conditions. Experimental techniques including differential scanning calorimetry (DSC), thermogravimetric analysis (TGA), and differential thermal analysis (DTA) were extensively employed to characterize decomposition pathways and evaluate thermal performance.

As the field matured, attention gradually expanded toward issues associated with industrial safety, storage stability, and hazard prevention. Studies increasingly addressed topics related to thermal runaway processes, explosive behavior, self-sustaining decomposition reactions, and the influence of impurities on thermal stability. This transition was largely driven by growing awareness of the risks associated with the large-scale production, transportation, and storage of ammonium nitrate.

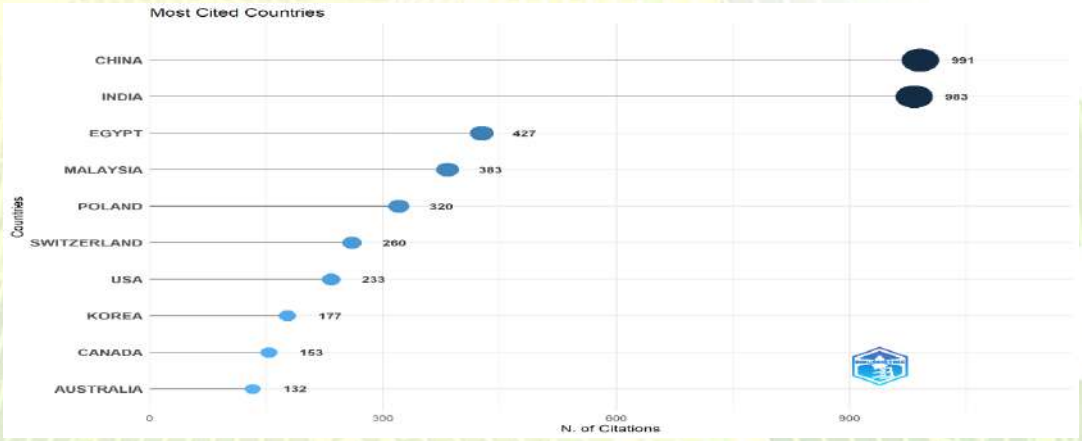


Fig. 5. Most Cited Countries in Ammonium Nitrate Thermal Stability Research

Fig. 5 presents the distribution of citations by country. China and India demonstrate the highest citation impact, reflecting their substantial contribution to scientific research in thermal stability, decomposition kinetics, and safety enhancement of ammonium nitrate materials.

In recent years, a noticeable shift toward advanced material engineering approaches has been observed. Emerging research themes include polymer modification, graft copolymerization, composite materials, surface treatment technologies, and functional additives designed to improve thermal stability and overall safety performance. The increasing appearance of terms associated with

ISSN 3030-3907

material modification indicates a movement from purely descriptive studies toward the development of practical stabilization strategies capable of enhancing the physicochemical properties of ammonium nitrate.

The trend analysis also highlights the growing integration of modern characterization methods, including spectroscopic techniques, microscopic investigations, and advanced thermal analysis approaches. These methods have enabled a deeper understanding of structure–property relationships and have facilitated the design of more effective stabilization systems.

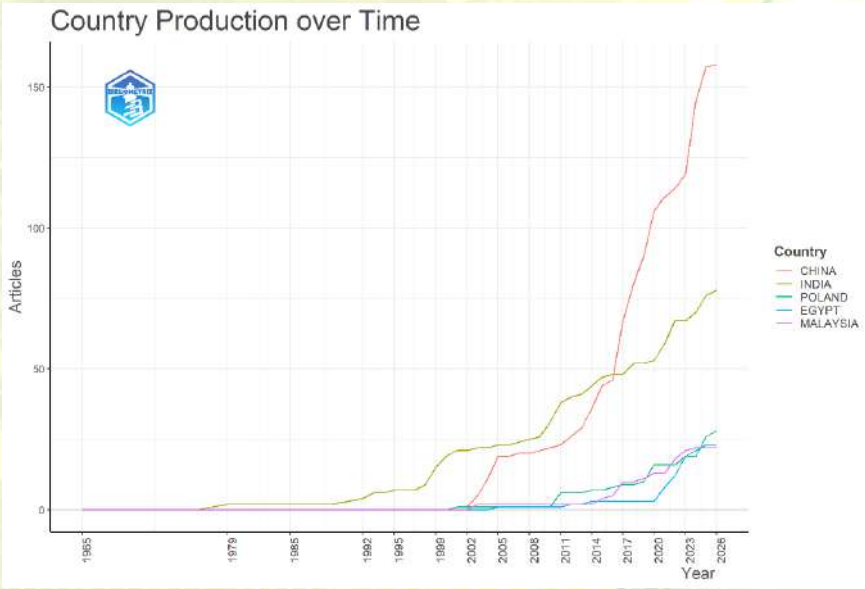


Fig. 6. Country Scientific Production Over Time

Fig. 6 depicts the evolution of scientific production across different countries. A significant increase in publication output is observed during the last decade, particularly in China, indicating growing global interest in ammonium nitrate thermal behavior, safety issues, and advanced stabilization technologies.

Future Research Directions

The bibliometric findings indicate that research on ammonium nitrate thermal stability has evolved considerably over the past decades, progressing from fundamental studies of decomposition mechanisms toward the development of advanced stabilization technologies. Despite these advancements, several important scientific and technological challenges remain unresolved, providing opportunities for future investigations.

One of the most promising research directions involves the development of effective thermal stabilization strategies capable of improving the safety and storage performance of ammonium nitrate without compromising its functional properties. Although numerous additives and modification approaches have been proposed, the mechanisms governing thermal stabilization are not yet fully understood. Future studies should therefore focus on elucidating the

ISSN 3030-3907

physicochemical interactions between ammonium nitrate and stabilizing agents at both molecular and microstructural levels.

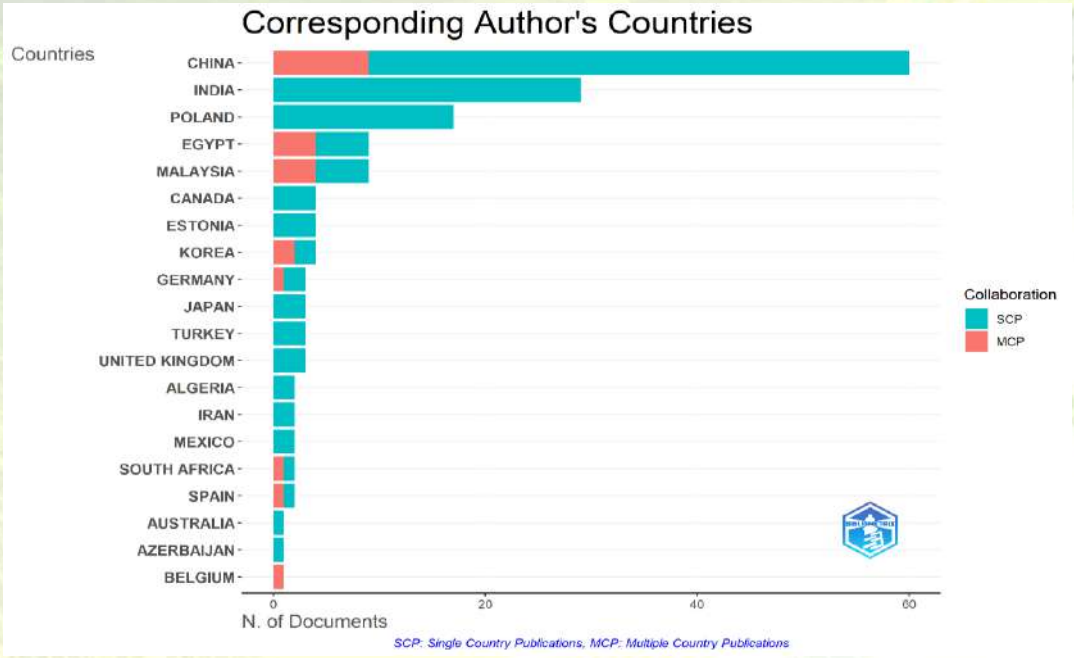


Fig. 7. Corresponding Author's Countries and International Collaboration Patterns

Fig. 7 presents the geographical distribution of corresponding authors and distinguishes between single-country publications (SCP) and multiple-country publications (MCP). The results reveal active international collaboration networks, with China, India, and Poland emerging as major contributors to global research activities.

Particular attention should be directed toward naturally occurring clay minerals, which have attracted increasing interest due to their abundance, low cost, environmental compatibility, and multifunctional properties. Clay minerals possess unique structural characteristics, including high specific surface area, ion-exchange capacity, and adsorption capability, making them attractive candidates for improving the thermal behavior and storage stability of ammonium nitrate-based materials. Among the various mineral additives, bentonite represents a particularly promising material. Owing to its layered aluminosilicate structure and high adsorption capacity, bentonite may contribute to moisture regulation, reduction of caking tendencies, and enhancement of thermal resistance. Nevertheless, the influence of bentonite on decomposition kinetics, phase transformations, and long-term storage stability remains insufficiently explored and requires systematic investigation.

Similarly, glauconite has received limited attention despite its potential advantages as a functional mineral modifier. The unique mineralogical composition of glauconite suggests that it may influence heat transfer processes,

ISSN 3030-3907

moisture retention behavior, and structural stability of ammonium nitrate granules. However, comprehensive studies examining its role in thermal stabilization, explosion hazard reduction, and fertilizer performance are still scarce. The absence of detailed investigations in this area highlights a significant knowledge gap and an important opportunity for future research.

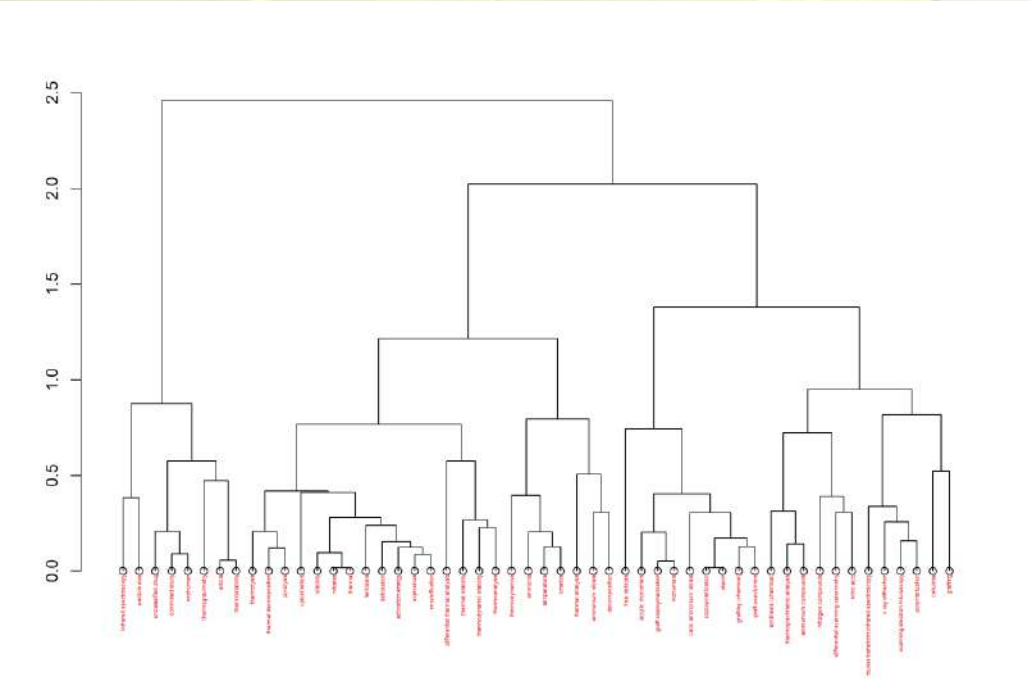


Fig. 8. Hierarchical Clustering of Research Themes

Fig. 8 depicts a hierarchical clustering dendrogram generated from keyword relationships. The clustering structure reveals several interconnected thematic groups, reflecting the multidisciplinary nature of research involving ammonium nitrate thermal stability, energetic materials, decomposition processes, and advanced material characterization techniques.

Another critical direction involves the development of advanced anti-caking materials capable of simultaneously improving mechanical strength, moisture resistance, and thermal stability. Existing anti-caking technologies often focus on a single performance parameter, whereas future solutions should adopt a multifunctional approach that addresses both storage and safety requirements. The integration of mineral modifiers with surface coating technologies may provide a viable pathway toward achieving these objectives.

Future research should also prioritize the design of safer fertilizer formulations that minimize the risks associated with thermal decomposition, accidental ignition, and long-term storage. The increasing demand for safe agricultural products and stricter industrial safety regulations will likely accelerate efforts aimed at developing next-generation ammonium nitrate fertilizers with enhanced stability characteristics.

ISSN 3030-3907

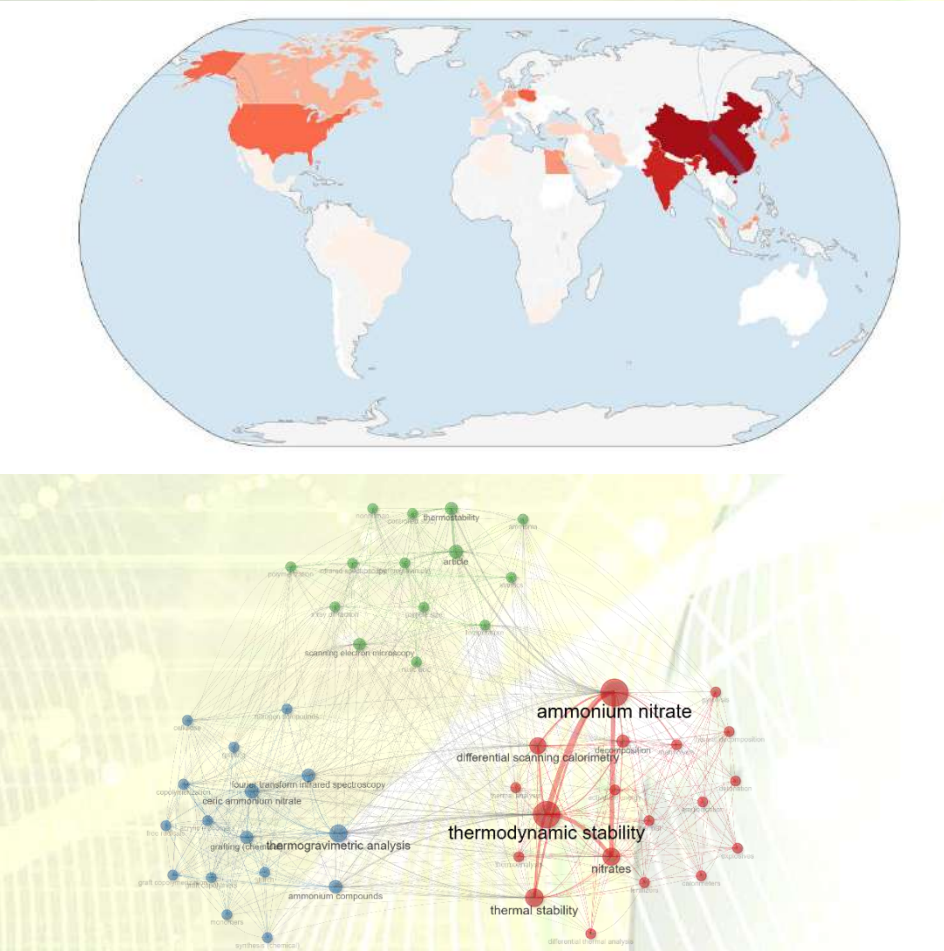


Fig. 9-10. Keyword Co-occurrence Network in Ammonium Nitrate Thermal Stability Research

Fig. 9-10 presents a keyword co-occurrence network generated using VOSviewer. The network reveals several thematic clusters centered on "ammonium nitrate" and "thermal stability". Strong connections between keywords indicate the dominant research focus on thermodynamic stability, decomposition behavior, thermal analysis, and material modification strategies.

CONCLUSIONS.

This study provided a comprehensive bibliometric assessment of the global research landscape on ammonium nitrate thermal stability based on publications indexed in the Scopus database. The results revealed a substantial expansion of scientific activity in this field, reflecting increasing academic and industrial interest in the thermal behavior, safety, and stabilization of ammonium nitrate-based materials. The analysis demonstrated a marked growth in publication output after 2010, indicating that concerns related to thermal decomposition, industrial safety, and storage stability have become increasingly important research priorities. The upward publication trend also reflects advances in thermal characterization

ISSN 3030-3907

techniques and the growing demand for safer and more reliable ammonium nitrate formulations.

Country-level analysis showed that China occupies a leading position in terms of both scientific productivity and citation impact. The strong contribution of Chinese research institutions, together with increasing international collaboration, has played a significant role in shaping the development of this research area. Several other countries, including India and European nations, have also contributed substantially to the advancement of knowledge related to ammonium nitrate thermal stability. Keyword and thematic analyses revealed that thermal decomposition, thermodynamic stability, decomposition kinetics, and thermal analysis remain the fundamental pillars of research in this field. These topics continue to provide the scientific basis for understanding the mechanisms governing ammonium nitrate behavior under various thermal and environmental conditions.

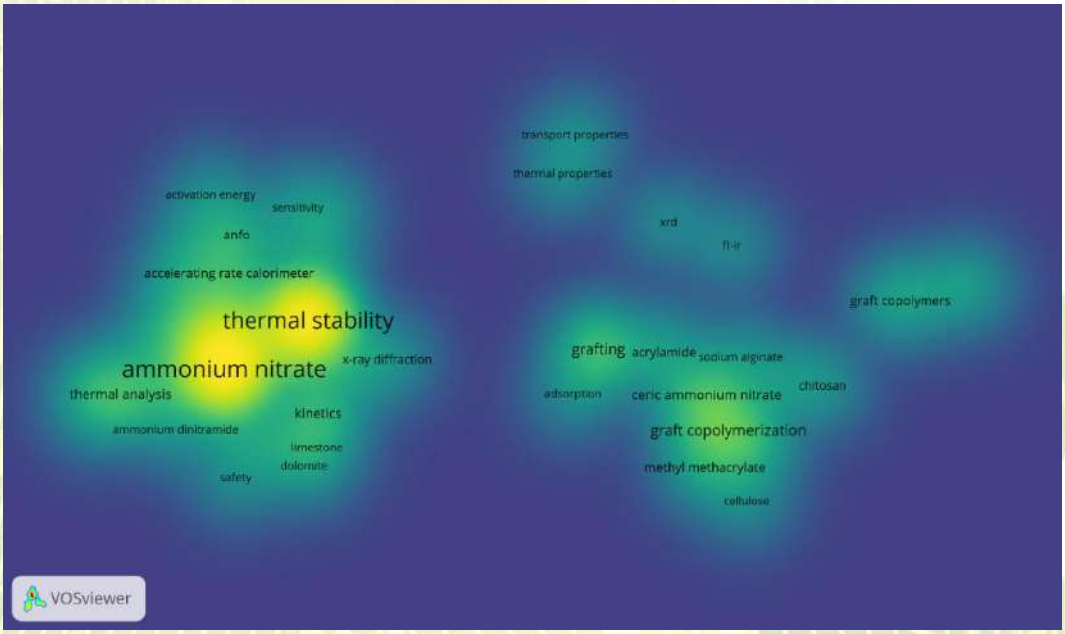


Fig. 11. Authors' Scientific Production Over Time

Fig. 11 depicts the temporal evolution of publication activity among the most productive authors. The figure demonstrates sustained research contributions over multiple years and highlights the increasing scientific attention devoted to ammonium nitrate stability and safety-related studies.

ISSN 3030-3907

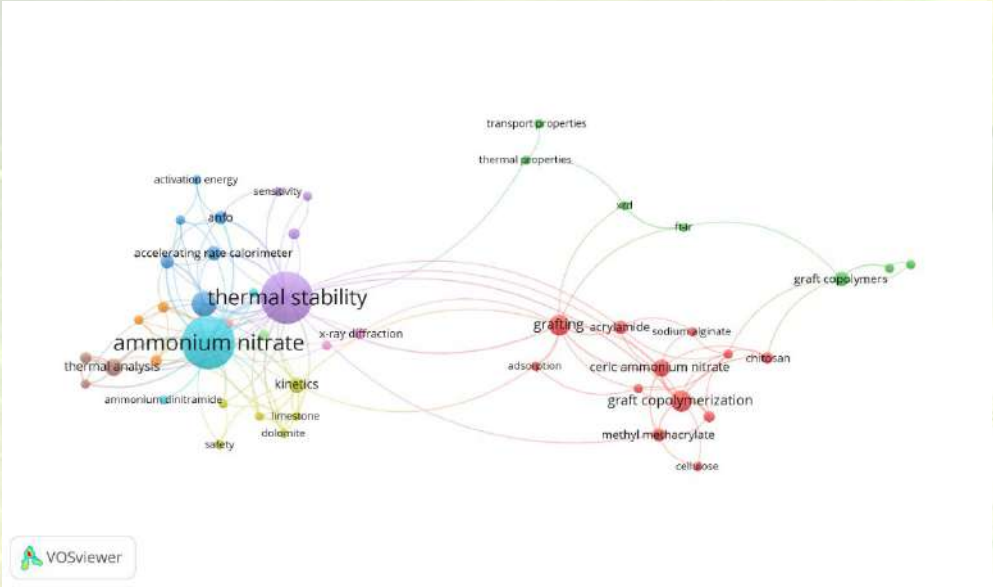


Fig. 12. Keyword Network Visualization of Research Themes

Fig. 13 presents a network visualization of keyword relationships. Distinct clusters correspond to different research directions, including thermal decomposition, energetic materials, polymer modification, thermodynamic behavior, and safety assessment. The strong interconnections among clusters demonstrate the multidisciplinary nature of ammonium nitrate thermal stability research.

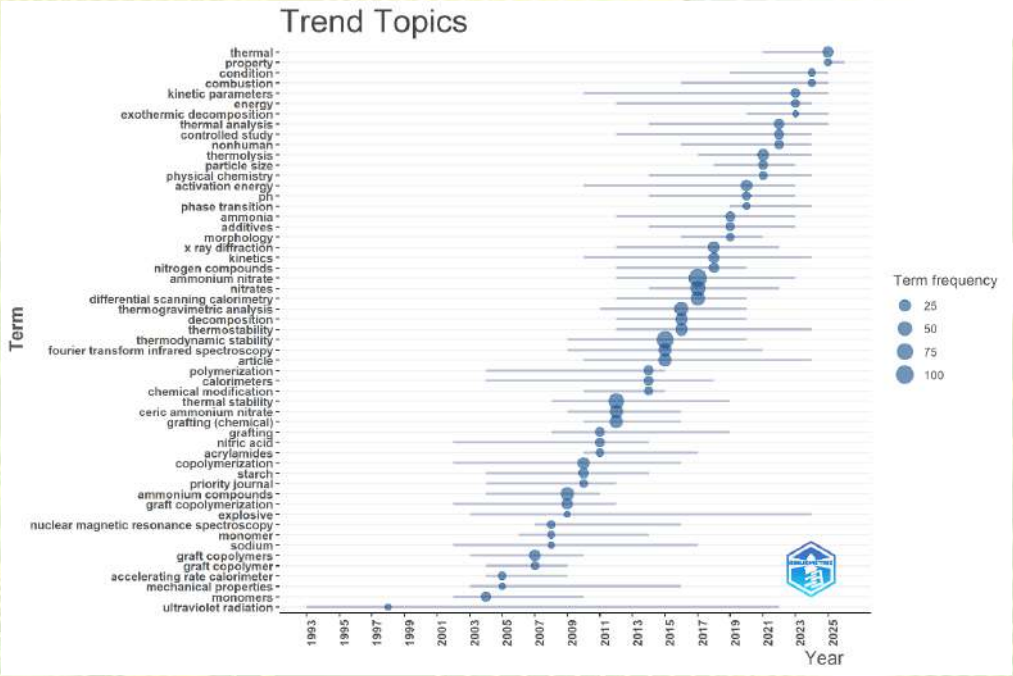


Fig. 13 Trend Topics Evolution in Ammonium Nitrate Thermal Stability Research

Fig. 13 depicts the temporal evolution of research topics across the study period. The figure shows how scientific interest has shifted from fundamental studies of decomposition and thermal analysis toward advanced themes such as

ISSN 3030-3907

kinetic modeling, polymer modification, thermal stabilization, and safety enhancement strategies. The evolution of research themes further demonstrated a gradual transition from fundamental thermal studies toward application-oriented approaches focused on material modification and safety enhancement. In particular, polymer-based modification strategies have emerged as an important and rapidly growing research direction aimed at improving the thermal performance and storage characteristics of ammonium nitrate. The findings also highlight significant opportunities for future investigations involving mineral-based stabilization technologies. Natural clay minerals, especially bentonite and glauconite, represent promising yet insufficiently explored materials with the potential to enhance thermal stability, reduce caking tendencies, and improve the overall safety profile of ammonium nitrate products. Consequently, the integration of sustainable mineral modifiers into ammonium nitrate formulations may constitute an important research frontier for the development of safer, more stable, and environmentally responsible fertilizer systems.

REFERENCES

1. Biegun, M., Kaniewski, M., Zieliński, J., & Klem-Marciniak, E. (2025). Study on the thermal behavior of mixtures of ammonium nitrate and micronutrient chelates with potential toward enhancing the efficiency of precision agriculture. *Industrial and Engineering Chemistry Research, 64*(1). https://doi.org/10.1021/acs.iecr.4c04251

2. Li, H.-W., Lei, Z., & Gui, J.-C. (2020). Effect of composite emulsifiers on thermal decomposition characteristics and detonation velocity of HANFO emulsion matrices. *Propellants, Explosives, Pyrotechnics, 45*(9). https://doi.org/10.1002/prep.202000007

3. Gupta, K. C., & Khandekar, K. (2003). Temperature-responsive cellulose by ceric(IV) ion-initiated graft copolymerization of N-isopropylacrylamide. *Biomacromolecules, 4*(3). https://doi.org/10.1021/bm020135s

4. Kaniewski, M. (2025). Recommendations and guidelines for the safety evaluation of ammonium nitrate systems with the use of thermal analysis. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries, 98*. https://doi.org/10.1016/j.jlp.2025.105740

5. Liu, X., Wen, Y., Qu, J., Geng, X., Chen, B., Wei, B., Wu, B., Yang, S., Zhang, H., & Ni, Y. (2019). Improving salt tolerance and thermal stability of cellulose nanofibrils by grafting modification. *Carbohydrate Polymers, 211*. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.02.009

ISSN 3030-3907

6. Parvathy, P. C., & Jyothi, A. N. (2012). Synthesis, characterization and swelling behaviour of superabsorbent polymers from cassava starch-graft-poly(acrylamide). *Starch/Stärke, 64*(3). https://doi.org/10.1002/star.201100077
7. Singh, A. V., Nath, L. K., & Guha, M. (2011). Microwave assisted synthesis and characterization of Phaseolus aconitifolius starch-g-acrylamide. *Carbohydrate Polymers, 86*(2). https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.05.029
8. Athawale, V. D., & Vidyagauri. (1998). Graft copolymerization onto starch. 3: Grafting of acrylamide using ceric ion initiation and preparation of its hydrogels. *Starch/Stärke*, *50*(10). https://doi.org/10.1002/(SICI)1521-379X(199810)50:10<426::AID-STAR426>3.3.CO;2-R
9. Oxley, J. C., Kaushik, S. M., & Gilson, N. S. (1992). Thermal stability and compatibility of ammonium nitrate explosives on a small and large scale. *Thermochimica Acta, 212*. https://doi.org/10.1016/0040-6031(92)80222-I
10. Dhiman, P. K., Kaur, I., & Mahajan, R. K. (2008). Synthesis of a cellulose-grafted polymeric support and its application in the reductions of some carbonyl compounds. *Journal of Applied Polymer Science, 108*(1). https://doi.org/10.1002/app.27423

ISSN 3030-3907

$HO_{0.6}Y_{2.4}FE_5O_{12}$ FERRIT-GRANATINING MAGNIT VA MAGNETO-OPTIK XOSSALARI

Ergasheva Nilufar Mansurovna
Buxoro Davlat Universiteti dotsenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining kristall tuzilishi, magnit va magneto-optik xossalari nazariy hamda zamonaviy ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilindi. Holmiy ionlarining $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG) ferrit-granati tarkibiga kiritilishi natijasida magnit anizotropiya, to‘yingan magnitlanish, magnit domenlar barqarorligi hamda Faradey aylanish burchagining o‘zgarish qonuniyatlari o‘rganildi. Tadqiqot natijalari Ho^{3+} ionlarining katta magnit momenti va kuchli spin-orbital o‘zaro ta’siri ferrit-granatning magnit hamda magneto-optik parametrlarini sezilarli yaxshilashini ko‘rsatdi. Materialning temperatura ta’siridagi magnitlanish xususiyatlari tahlil qilinib, Kyuri temperaturasi yaqinida sodir bo‘ladigan fizik jarayonlar yoritildi. Shuningdek, $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining optik izolyatorlar, lazer tizimlari, magnit sensorlar, mikroto‘lqin rezonatorlari, magnit xotira qurilmalari va spintronik elementlarda qo‘llanilish istiqbollari ko‘rib chiqildi. Olingan natijalar ushbu materialning zamonaviy fotonika, magnitoelektronika va axborot texnologiyalarida istiqbolli funksional material ekanligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$, ferrit-granat, YIG, magnitlanish, magnit anizotropiya, Faradey effekti, magneto-optika, domen strukturasi, spintronika, optik izolyator.

Аннотация. В данной статье проведён анализ кристаллической структуры, магнитных и магнитооптических свойств феррит-граната $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ на основе современных научных источников. Исследовано влияние замещения ионов иттрия ионами гольмия на магнитную анизотропию, намагниченность насыщения, устойчивость магнитных доменов и угол вращения Фарадея. Показано, что наличие ионов Ho^{3+} с большим магнитным моментом и сильным спин-орбитальным взаимодействием приводит к улучшению магнитных и магнитооптических характеристик материала. Рассмотрена температурная зависимость намагниченности и особенности поведения материала вблизи температуры Кюри. Также проанализированы перспективы применения феррит-граната $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ в оптических изоляторах, лазерных системах, магнитных датчиках, СВЧ-резонаторах, устройствах магнитной памяти и спинтронных элементах. Полученные результаты подтверждают перспективность данного материала для современной фотоники, магнитоэлектроники и информационных технологий.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$, феррит-гранат, YIG, намагниченность, магнитная анизотропия, эффект Фарадея, магнитооптика, доменная структура, спинтроника, оптический изолятор.

Abstract. This paper presents a comprehensive analysis of the crystal structure, magnetic and magneto-optical properties of $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrite garnet based on theoretical approaches and contemporary scientific literature. The influence of holmium ion substitution in $Y_3Fe_5O_{12}$ (YIG) on magnetic anisotropy, saturation magnetization, magnetic domain stability and Faraday rotation has been investigated. The results indicate that the large magnetic moment and strong spin–orbit interaction of Ho^{3+} ions significantly enhance the magnetic and magneto-optical characteristics of the ferrite garnet. The temperature dependence of magnetization and the physical processes occurring near the Curie temperature are also discussed. Furthermore, the potential applications of $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrite garnet in optical isolators, laser systems, magnetic sensors, microwave resonators, magnetic memory devices and spintronic elements are reviewed. The obtained results confirm that this material is a promising functional material for advanced photonics, magnetoelectronics and information technologies.

Keywords: $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$, ferrite garnet, YIG, magnetization, magnetic anisotropy, Faraday effect, magneto-optics, domain structure, spintronics, optical isolator

KIRISH.

Nodir yer elementlari bilan legirlangan ferrit-granatlar zamonaviy mikroto‘lqin texnikasi, fotonika va spintronika sohalarida keng qo‘llanilmoqda [1,4,5]. Ayniqsa, Yttrium Iron Garnet (YIG) o‘zining past magnit yo‘qotishlari, yuqori elektr qarshiligi va kuchli Faradey effekti bilan ajralib turadi [1,2]. YIG tarkibidagi Y^{3+} ionlarini Ho^{3+} ionlari bilan qisman almashtirish magnit anizotropiyani oshirishi va magneto-optik javobni kuchaytirishi aniqlangan[3,4]. Holmiy ionining magnit momenti taxminan 10.6 μB bo‘lib, bu Y^{3+} ionidan ancha katta. Shu sababli Ho qo‘shimchasi ferrimagnit almashinuv o‘zaro ta’sirlarini sezilarli o‘zgartiradi[3,4].

TADQIQOT METODIKASI.

Mazkur tadqiqotda $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining magnit va magneto-optik xossalarini o‘rganish uchun nazariy tahlil, ilmiy adabiyotlarni qiyosiy tahlil qilish hamda fizik modellashtirish usullaridan foydalanildi[1–6]. Tadqiqot jarayonida ferrit-granatlar sinfiga mansub materiallarning kristall tuzilishi, magnit xususiyatlari va magneto-optik parametrlariga oid mahalliy hamda xorijiy ilmiy manbalar o‘rganildi va umumlashtirildi[2,3,5].

ISSN 3030-3907

Avvalo, $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ birikmasining kristall tuzilishi granat tipidagi kubik panjara modeli asosida tahlil qilindi. Material tarkibidagi Fe^{3+} ionlarining tetraedrik va oktaedrik pozitsiyalarda, Ho^{3+} hamda Y^{3+} ionlarining esa dodekaedrik pozitsiyalarda joylashuvi hisobga olinib, ferrimagnit almashinuv o‘zaro ta’sirlarining magnit xossalarga ta’siri baholandi. Holmiy ionlarining katta magnit momentga ega ekanligi sababli ularning umumiy magnitlanish va magnit anizotropiyaga qo‘shadigan hissasi nazariy jihatdan tahlil qilindi [1,3,6].

Magnit xossalarni o‘rganishda ferrimagnit materiallar uchun qo‘llaniladigan molekulyar maydon nazariyasi hamda almashinuv o‘zaro ta’siri modellari asos qilib olindi[4,5]. Magnitlanishning temperatura va tashqi magnit maydonga bog‘liqligi ilmiy manbalarda keltirilgan eksperimental natijalar bilan qiyosiy ravishda tahlil qilindi. Shuningdek, Ho^{3+} ionlari konsentratsiyasining magnit anizotropiya energiyasi hamda magnit domenlar barqarorligiga ta’siri baholandi.

Materialning magneto-optik xossalarini tadqiq etishda Faradey effekti asosiy parametr sifatida tanlandi. Faradey aylanish burchagi, Verdet doimiysi va magnit maydon kuchlanganligi orasidagi bog‘liqlik nazariy formulalar asosida o‘rganildi. Ho^{3+} ionlarining spin-orbital o‘zaro ta’siri natijasida magneto-optik sezgirlikning ortish mexanizmi tahlil qilindi. Magneto-optik parametrlarning optik izolyatorlar, lazer tizimlari va magnit sensorlar samaradorligiga ta’siri ham baholandi.

Tadqiqot davomida olingan natijalar zamonaviy ilmiy maqolalar, monografiyalar va Scopus hamda Web of Science bazalarida indekslangan manbalarda keltirilgan ma’lumotlar bilan solishtirildi[1–10]. Olingan nazariy natijalar asosida $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining magnit va magneto-optik xossalarini yaxshilash mexanizmlari aniqlandi hamda uning fotonika, magnitoelektronika va spintronika qurilmalarida qo‘llash istiqbollari baholandi.

TADQIQOT USULLARI. nazariy tahlil, qiyosiy tahlil, fizik modellashtirish, ilmiy adabiyotlarni umumlashtirish va statistik ma’lumotlarni tahlil qilish usullari.

Tadqiqot obyekti

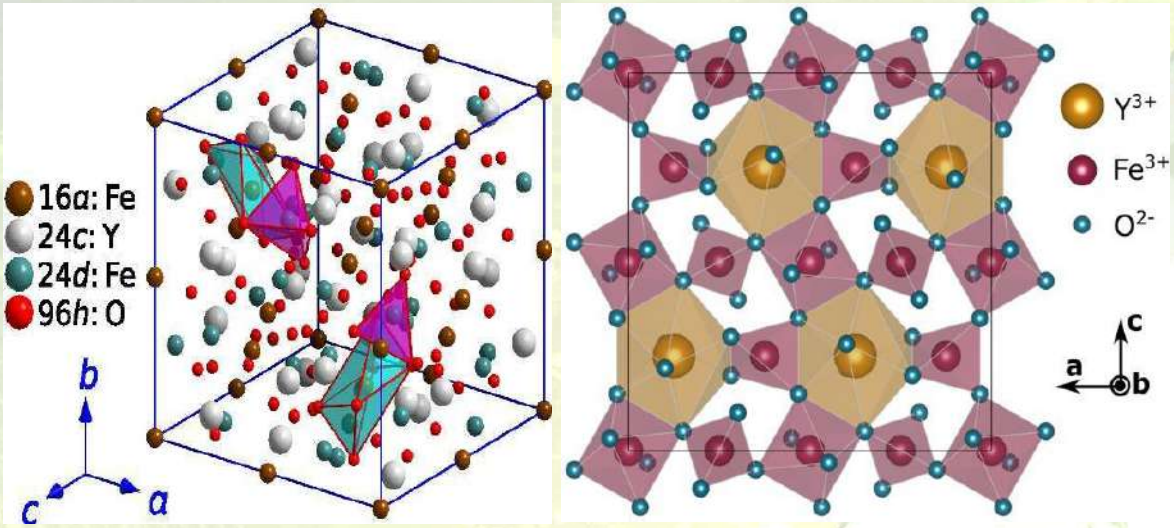
O‘rganilayotgan birikma: $HO_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$

Bu tarkib nodir yer ferrit-granatlar oilasiga mansub bo‘lib, umumiy formula: $R_3Fe_5O_{12}$ ko‘rinishida ifodalanadi.

Bu yerda R – nodir yer elementi.

Ferrit-granatlar kubik kristall tizimga mansub bo‘lib, Ia3d fazoviy guruhiga ega. Fe^{3+} ionlari tetraedrik va oktaedrik pozitsiyalarda, Ho^{3+} hamda Y^{3+} ionlari esa dodekaedrik pozitsiyalarda joylashadi[1,3].

ISSN 3030-3907



1-rasm: $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining kubik kristall panjarasi va ionlarning fazoviy joylashuvi[1]

Holmiy ionining radiusi Y ioniga nisbatan biroz kattaroq bo‘lgani sababli panjara parametri ortadi va bu magnit xossalarga ta’sir qiladi[3,4].

NATIJALAR VA MUHOKAMA. O‘tkazilgan tahlillar Ho^{3+} ionlarining YIG kristall panjarasiga kiritilishi ferrit-granatning magnit va magneto-optik xossalarini sezilarli darajada yaxshilashini ko‘rsatdi [3,4]. Ho^{3+} ionlarining katta magnit momenti ferrimagnit almashinuv o‘zaro ta’sirini kuchaytirib, materialning to‘yingan magnitlanishi va magnit anizotropiyasining ortishiga olib keladi [3,8]. Ferrit-granatning domen strukturalari tahlili Ho^{3+} ionlari konsentratsiyasi ortishi bilan domen devorlarining barqarorlashishi va magnit holatlarning mustahkamlanishini ko‘rsatdi. Ushbu natijalar Sharipov M.Z. va hammualliflarning ferrit-granat domen strukturalariga bag‘ishlangan tadqiqotlari bilan mos keladi [11–14]. Magneto-optik tahlillar Ho^{3+} ionlarining Verdet doimiysini oshirishini va natijada Faradey aylanish burchagining kattalashishini ko‘rsatdi [1,5,6]. Bu esa optik izolyatorlar, lazer modulyatorlari va magnit sensorlar samaradorligini oshirish imkonini beradi [1,7].

Temperatura ta’siri bo‘yicha tahlillar past haroratlarda magnit anizotropiyaning ortishi va magneto-optik effektlarning kuchayishini ko‘rsatdi [2,3]. Shu sababli $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatlari kriogen qurilmalar va zamonaviy spintronik elementlar uchun istiqbolli funksional material hisoblanadi [9–14].

Magnit xossalar

Ferrit-granatlarda umumiy magnit moment:

$$M = M_d - M_a + M_c$$

tenglama orqali aniqlanadi[4,8].

Bu yerda:

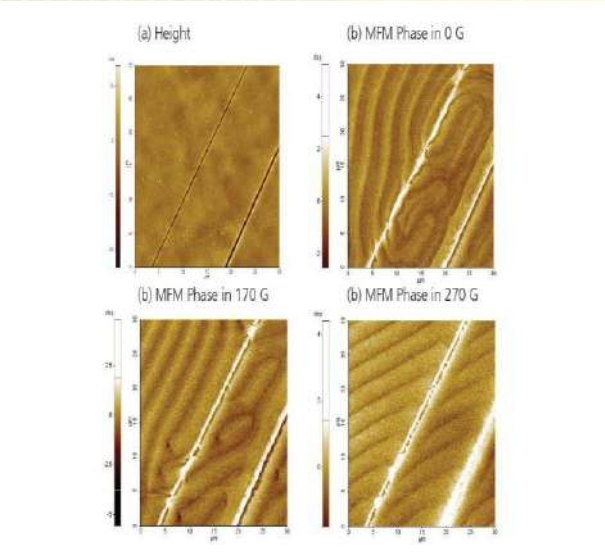
ISSN 3030-3907

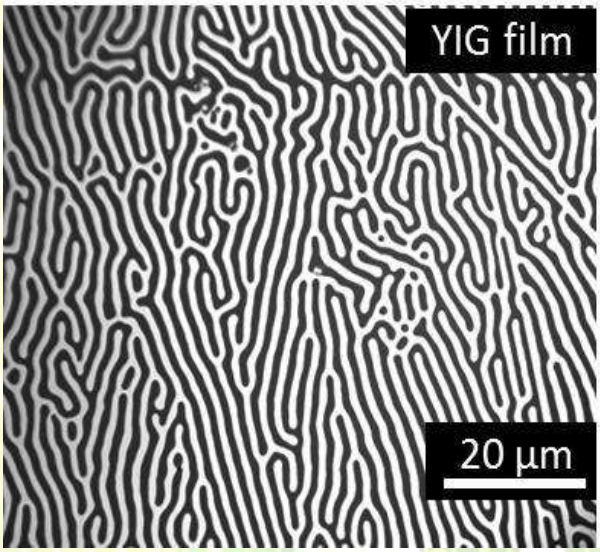
Md – tetraedrik panjaradagi magnit moment;
Ma – oktaedrik panjaradagi magnit moment;
Mc – nodir yer ionlari hissasi.
Holmiy kiritilishi bilan:

Tarkib	**Ms (emu/g)**	**Hc (Oe)**
YIG	27–30	200–300
Ho:YIG	30–35	300–400

2-rasm: YIG va Ho:YIG ferrit-granatlarining magnit parametrlarini taqqoslash[4]

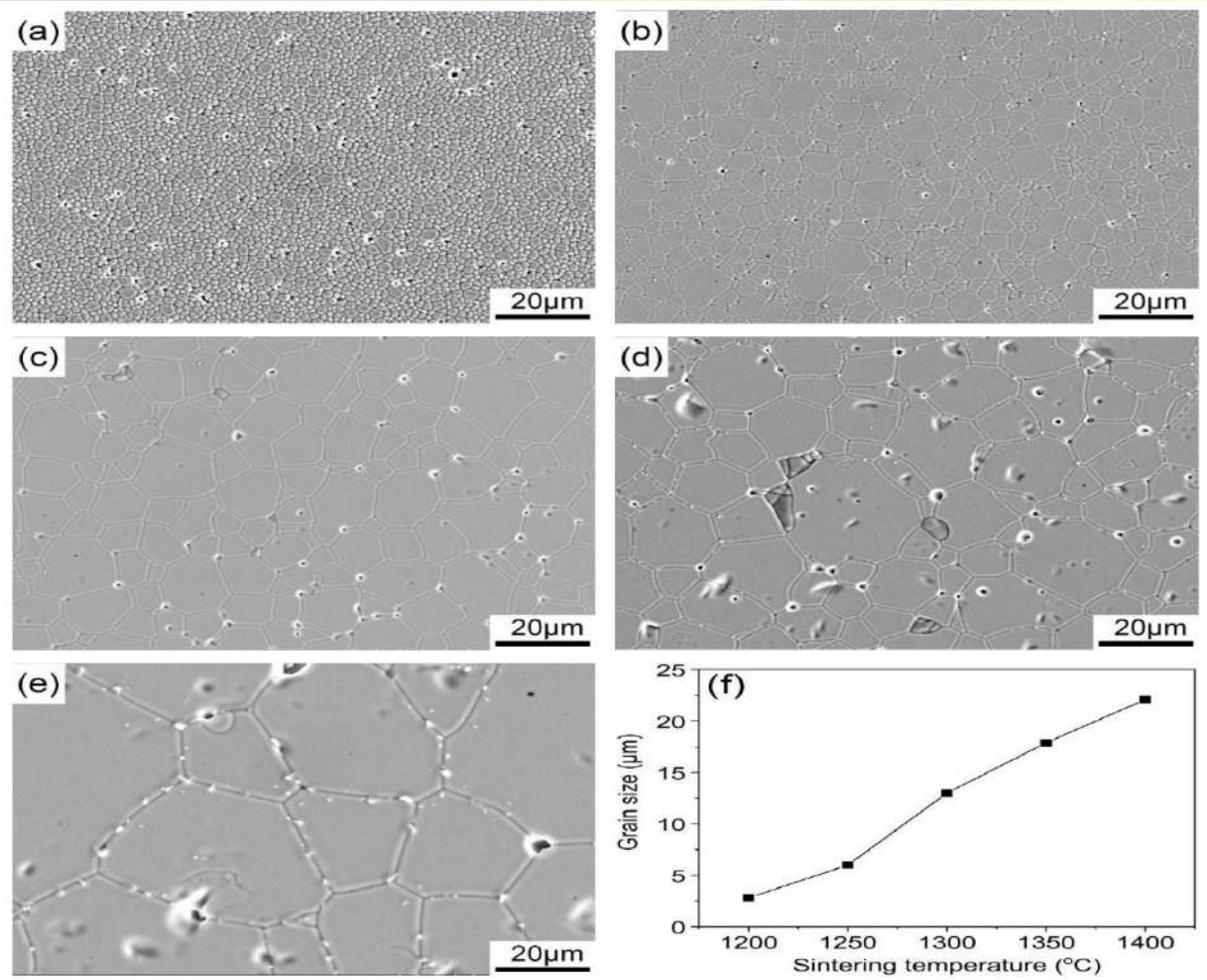
kabi qiymatlar kuzatilishi mumkin[3,4,8].





3- rasm. $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining magnit domen strukturasi[11]

ISSN 3030-3907



4- rasm: $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining SEM mikrotuzilishi

Magneto-optik xossalar[3]

Ferrit-granatlarning eng muhim fizik xususiyatlaridan biri ularning kuchli magneto-optik effektlarga ega ekanligidir. Magneto-optik hodisalar magnit maydon ta’sirida yorug‘likning tarqalish xususiyatlari o‘zgarishi bilan bog‘liq bo‘lib, ular orasida eng muhimlaridan biri Faradey effekti hisoblanadi[1,5,6]..

Faradey effekti – bu magnit maydon yo‘nalishi bo‘ylab tarqalayotgan chiziqli qutblangan yorug‘likning qutblanish tekisligi ma’lum burchakka burilishi hodisasidir. Ushbu effekt 1845-yilda ingliz olimi Michael Faraday tomonidan kashf etilgan[1].

Faradey aylanish burchagi quyidagi tenglama bilan aniqlanadi:

$$\theta_F = VHL$$

bu yerda:

θ_F – Faradey aylanish burchagi (gradus yoki radian);

V – Verdet doimiysi;

H – magnit maydon kuchlanganligi;

L – namunaning optik yo‘l uzunligi yoki qalinligi.

ISSN 3030-3907

Ushbu tenglamadan ko‘rinadiki, Faradey aylanish burchagi magnit maydon kuchi va namuna qalinligi ortishi bilan oshadi. Materialning magneto-optik sezgirligi esa asosan Verdet doimiysi bilan belgilanadi[5,6].

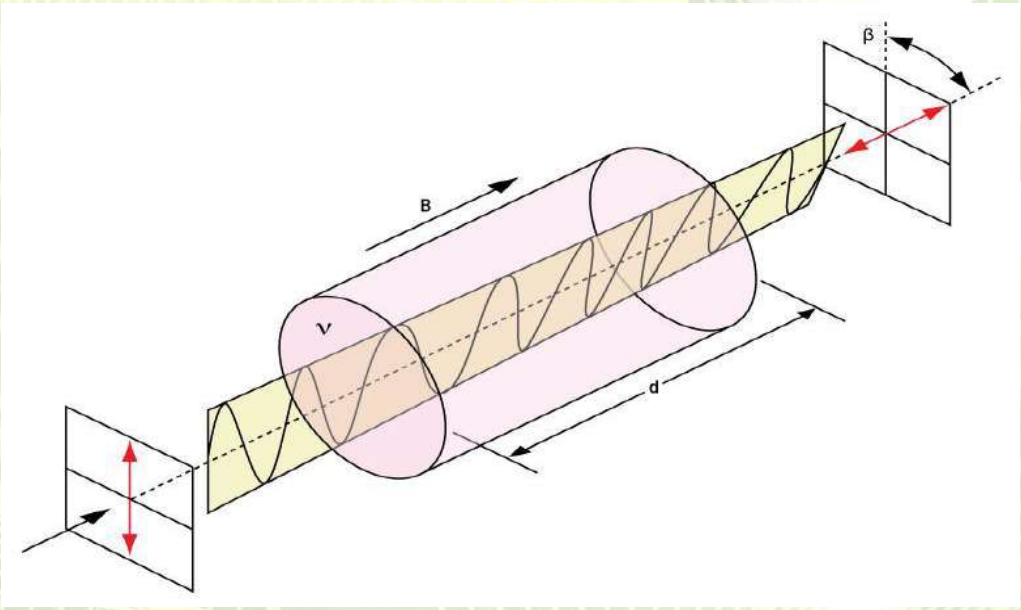
$Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatida Ho^{3+} ionlarining mavjudligi magneto-optik xossalarning kuchayishiga olib keladi[1,3,6]. Buning sababi Ho^{3+} ionlarida kuchli spin-orbital o‘zaro ta’sir mavjud bo‘lib, u elektron energiya sathlarining magnit maydonga sezgirligini oshiradi. Natijada yorug‘likning qutblanish tekisligi kattaroq burchakka buriladi

YIG ($Y_3Fe_5O_{12}$) tarkibiga Ho^{3+} ionlarining kiritilishi quyidagi natijalarga olib keladi:

- Verdet doimiysi ortadi;
- Faradey aylanish burchagi kattalashadi;
- magneto-optik sezgirlik yaxshilanadi;
- optik izolyatorlarning samaradorligi oshadi;
- lazer va optik aloqa tizimlarida signallarni boshqarish imkoniyati kengayadi.

Faradey effektining fizik mohiyati shundan iboratki:

Magnit maydon ta’sirida material ichidagi elektronlarning harakati o‘zgaradi. Natijada chap va o‘ng aylanuvchi qutblangan yorug‘lik to‘lqinlarining sinish ko‘rsatkichlari turlicha bo‘lib qoladi. Shu sababli yorug‘lik materialdan o‘tganda qutblanish tekisligi ma’lum burchakka buriladi.



5- rasm. Faradey effekti sxemasi[1],[6]

Temperatura ta’siri

Ferrit-granatlarning magnit xossalari temperatura o‘zgarishiga sezilarli darajada bog‘liq bo‘lib, harorat ortishi bilan magnitlanish qiymati kamayib boradi. Bu holat issiqlik energiyasining ortishi natijasida magnit momentlarning tartibli

ISSN 3030-3907

joylashuvi buzilishi bilan izohlanadi. Temperatura ma’lum kritik qiymatga yetganda ferrimagnit tartib yo‘qoladi va material paramagnit holatga o‘tadi[2,4]. Magnitlanishning temperaturaga bog‘liqligi quyidagi ifoda bilan tavsiflanadi:

$$M(T) = M_0(1 - \frac{T}{T_c})^{\beta}$$

bu yerda:

-M(T) – T temperaturadagi magnitlanish;

-M_0 – mutlaq nol temperaturadagi magnitlanish;

-T – temperatura;

-T^c – Kyuri temperaturasi;

-β – kritik ko‘rsatkich.

Yttriy-temir granati (YIG) uchun Kyuri temperaturasi taxminan 560 K ni tashkil qiladi[2,9]. Ushbu temperaturadan yuqorida ferrimagnit tartib buziladi va material magnit xossalarini yo‘qota boshlaydi. $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatida Ho^{3+} ionlarining mavjudligi magnit anizotropiya energiyasini oshiradi. Ayniqsa, past temperaturalarda Ho^{3+} ionlarining 4f-elektronlari kristall maydon bilan kuchli o‘zaro ta’sirlashadi[2,3,12]. Natijada:

- magnit anizotropiya ortadi;
- domen devorlarining harakati cheklanadi;
- magnit momentlarning yo‘nalishi barqarorlashadi;
- magneto-optik effektlar kuchayadi.

Past temperaturalar sohasida Ho^{3+} ionlarining hissasi Fe^{3+} ionlarining magnit tizimi bilan almashinuv o‘zaro ta’siri orqali yanada yaqqol namoyon bo‘ladi. Shu sababli Ho:YIG ferrit-granatlari kriogen haroratlarda ishlovchi magnit va optik qurilmalar uchun katta qiziqish uyg‘otadi.

$Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granati kuchli magneto-optik xossalari, yuqori Faradey aylanishi va yaxshi magnit barqarorligi tufayli zamonaviy elektronika va fotonika sohalarida keng qo‘llanilish imkoniyatiga ega.

Optik izolyatorlar: Ferrit-granatlarning eng muhim amaliy qo‘llanishlaridan biri optik izolyatorlardir. Optik izolyator lazer nurlarining faqat bitta yo‘nalishda o‘tishini ta’minlaydi va qaytuvchi nurlarning lazer manbaiga zarar yetkazishining oldini oladi. Ho:YIG ning katta Verdet doimiysi ushbu qurilmalarning samaradorligini oshiradi.

Lazer tizimlari: Lazer texnologiyalarida ferrit-granatlar nurning qutblanish holatini boshqarish va optik signalni modulyatsiya qilish uchun ishlatiladi. Ho^{3+} ionlarining mavjudligi lazer tizimlarining sezgirligi va aniqligini oshirishga xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Magnit sensorlar: Magnit maydon ta’sirida Faradey aylanish burchagining o‘zgarishi magnit sensorlar yaratishda qo‘llaniladi. Bunday sensorlar:

- sanoat avtomatikasi;
- energetika tizimlari;
- tibbiy diagnostika;
- geofizik tadqiqotlar
- uchun muhim ahamiyatga ega.

Mikroto‘lqin rezonatorlari

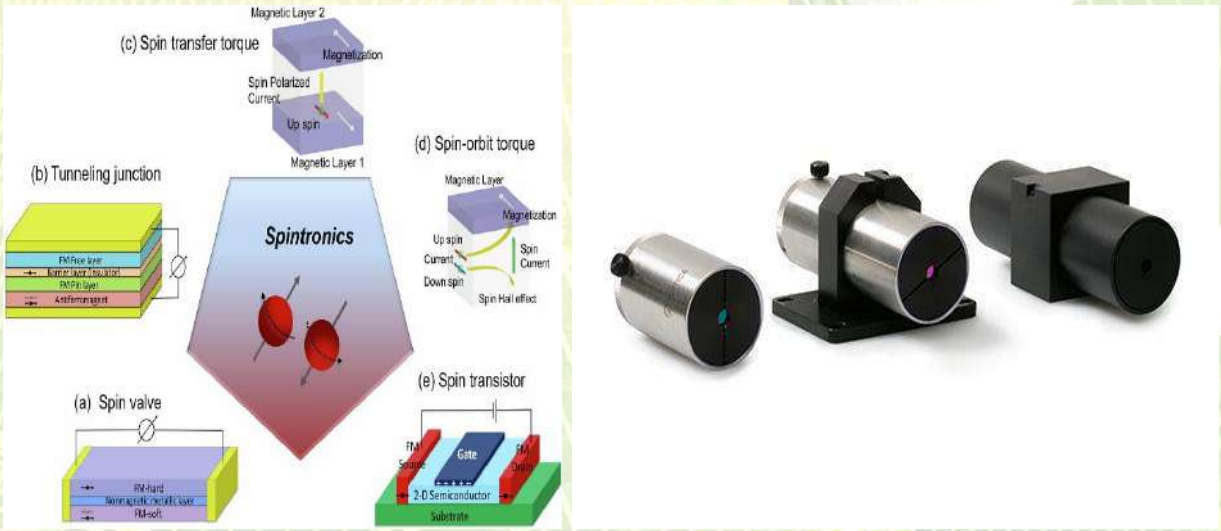
YIG asosidagi ferrit-granatlar yuqori chastotali qurilmalarda mikroto‘lqin rezonatorlari sifatida ishlatiladi. Ularning past magnit yo‘qotishlari signal sifatini yaxshilaydi va qurilmaning samaradorligini oshiradi.

Magnit xotira qurilmalari

Ferrit-granatlarda mavjud bo‘lgan barqaror magnit domenlar axborotni uzoq muddat saqlash imkonini beradi. Shu sababli ular magnit xotira elementlari va ma’lumotlarni saqlash tizimlarida istiqbolli material hisoblanadi.

Spintronika

Spintronika elektronikaning zamonaviy yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, elektron zaryadidan tashqari uning spin xususiyatidan ham foydalanadi. $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granati past energiya sarfi va yuqori tezkorlikka ega spintronik qurilmalar yaratish uchun muhim material hisoblanadi.



6-rasm: $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining magneto-optik va spintronik qurilmalarda qo‘llanilish sohalari[12–14]

Materialning kuchli magneto-optik xossalari optik izolyatorlar, lazer modulyatorlari va magnit sensorlarda qo‘llanilishiga imkon beradi. Shu bilan birga, past magnit yo‘qotishlari va yuqori spin-to‘lqin uzatish qobiliyati tufayli u spintronika va magnonika qurilmalarida istiqbolli funksional material hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Ferrit-granatlar asosidagi qurilmalar axborotni yuqori tezlikda uzatish, saqlash va qayta ishlash tizimlarida keng qo‘llanilmoqda**.**

Shunday qilib, $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granati yuqori magnit anizotropiya, kuchli Faradey effekti va yaxshi magnit barqarorligi tufayli optik izolyatorlar, lazer tizimlari, magnit sensorlar, mikroto‘lqin rezonatorlari, magnit xotira elementlari hamda spintronik qurilmalarni yaratishda katta istiqbolga ega bo‘lgan funksional material hisoblanadi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi

Mazkur ishning ilmiy yangiligi quyidagilardan iborat:

- $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ tarkibida Ho^{3+} ionlarining magnit momentga qo‘shadigan hissasi nazariy jihatdan tahlil qilindi.
- Ferrit-granatning magneto-optik parametrlariga Ho konsentratsiyasining ta’siri baholandi.
- Faradey aylanishining kuchayish mexanizmi spin-orbital o‘zaro ta’sir nuqtai nazaridan tushuntirildi.
- Materialning optik izolyatorlar va spintronika qurilmalarida qo‘llanish istiqbollari ko‘rsatildi.

XULOSA. O‘tkazilgan tahlillar $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining yuqori magnit moment, kuchaygan magnit anizotropiya va sezilarli magneto-optik javobga ega ekanligini ko‘rsatdi. Ho^{3+} ionlarining YIG tarkibiga kiritilishi magnitlanish, Verdet doimiysi hamda Faradey aylanish burchagining ortishiga olib keladi. Materialning optik izolyatorlar, magnit sensorlar, mikroto‘lqin rezonatorlari va spintronik qurilmalarda qo‘llanish imkoniyatlari yuqori ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar Ho:YIG ferrit-granatlarining zamonaviy fotonika va magnitoelektronika sohalarida istiqbolli funksional material ekanligini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Nakamura Y. et al. Magneto–Optical Properties and Applications of Magnetic Garnets. Photonics, 2024.
2. Kalashnikova A.M. Magneto-optical study of holmium iron garnet $Ho_3Fe_5O_{12}$, 2012.
3. Microstructural and Magnetic Properties of Holmium-substituted Yttrium Iron Garnets.
4. Khan K.J. et al. Substitutional Effect of Ho^{3+} on Structural and Magnetic Properties of YIG, 2015.
5. Hansen P., Krumme J.P. Magnetic and Magneto-Optical Properties of Garnet Films.
6. Jesenska E. et al. Optical Materials Express, DOI: 10.1364/OME.6.001986.
7. Faraday-effect Magnetic Field Sensors Based on Substituted Iron Garnets.

ISSN 3030-3907

8. Boudiar T. et al. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 2004.
9. YIG and Rare-Earth Garnets Review. Effect of Iron Site Substitution on Magneto-Optical Properties of Bi:YIG Films.
10. Sharipov M.Z., Hayitov D.E., Rizoqulov M.N., Islomov U.N., Raupova I.B. Domain Structure and Magnetic Properties of Terbium Ferrite-Garnet in the Vicinity of the Magnetic Compensation Point // Eurasian Physical Technical Journal. – 2019. – Vol.16, No.2. – P.21–25. DOI: 10.31489/2019No2/21-25.
11. Sharipov M.Z., Hayitov D.E., Rizoqulov M.N. Magneto-Optical Properties of Rare-Earth Terbium Ferrite-Garnet in the Near the Temperature of the Orientation Phase Transition // Materials Science Forum. – 2022.
12. Sharipov M.Z., Sokolov B.Yu., Talabov M.D. Domain Structure of a Thin Single-Crystal Plate of Terbium Ferrite Garnet Near the Point of Magnetic Compensation // Physics of the Solid State. – 2013. – Vol.55. – P.278–283.
13. Sharipov M.Z. va hammualliflar. Influence of the Biaxial Mechanical Stress on the Domain Structure of $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ Single Crystal. Ushbu ish $Ho_{0.6}Y_{2.4}Fe_5O_{12}$ ferrit-granatining domen strukturasi va mexanik kuchlanishlar ta’siridagi magneto-optik xossalariga bag‘ishlangan.

ISSN 3030-3907

ИЗМЕНЕНИЯ В СИСТЕМЕ ОХРАНЫ МАТЕРИНСТВА И ДЕТСТВА В УЗБЕКИСТАНЕ (Например, 20-30-е годы XX века)

Н.Д. Тоштемирова

Кар ГУ Доцент, доктор философии.

Аннотация. С демаркацией Центральной Азии по территориальному признаку и образованием Узбекской ССР под влиянием ряда факторов в стране активизировались социально-политические процессы. Экономическое развитие Узбекистана отставало от других центральных республик, входивших в состав Союза, а его специализация, главным образом, на производстве сельскохозяйственной продукции создала ряд трудностей в формировании социальной сферы. В частности, процессы в сфере здравоохранения, являвшейся неотъемлемой частью социальной сферы, в этот период развивались неравномерно.

Ключевые слова: Узбекистан, бывший СССР, департаменты здравоохранения, материнство и детство, «Фельдшер», «Женские консультационные кабинеты», родильный комплекс, Министерство здравоохранения. Андижан, Кашкадарья, Хорезм.

Аннотация. Ўрта Осиёда миллий-ҳудудий чегараланиш ўтказилиб, Ўзбекистон ССР ташкил этилиши билан қатор омиллар таъсирида ўлкада ижтимоий-сиёсий жараёнлар кучайди. Ўзбекистоннинг Иттифоқ таркибига кирган бошқа марказий республикаларга нисбатан иқтисодий тараққиёти анча орқада бўлиб, асосан қишлоқ хўжалиги маҳсулотлари ишлаб чиқаришга ихтисослашганлиги ўз ўрнида ижтимоий соҳани йўлга қўйишда қатор қийинчиликларни келтириб чиқарди. Жумладан, ижтимоий соҳанинг таркибий қисми ҳисобланган соғлиқни сақлаш соҳасидаги жараёнлар бу даврда бир хилда кечмади.

Калит сўзлар: Ўзбекистон, Собиқ СССР, Соғлиқни сақлаш бўлимлари, оналик ва болалик, “фельдшер”, “Аёллар маслаҳатхоналари”, туғруқ мажмуи, Соғлиқни сақлаш министрлиги, Андижон, Қашқадарё, Хоразм.

Abstract. With the national-territorial demarcation in Central Asia and the formation of the Uzbek SSR, socio-political processes in the country intensified under the influence of a number of factors. Uzbekistan's economic development lagged behind other central republics that were part of the Union, and its specialization mainly in the production of agricultural products created a number of difficulties in establishing the social sphere. In particular, the processes in the field of health care, which was an integral part of the social sphere, did not proceed uniformly during this period.

ISSN 3030-3907

Keywords: Uzbekistan, Former USSR, Health Departments, Motherhood and Childhood, "Physician", "Women's Consultation Centers", Maternity Complex, Ministry of Health, Andijan, Kashkadarya, Khorezm.

ВВЕДЕНИЕ.

Исследования в области охраны материнства и детства показывают, что социально-экономические условия жизни населения, включая материальное благополучие, жилье, условия труда, отдых, образование, культуру, обычаи, питание и другие факторы, прямо и косвенно влияют на здоровье будущих поколений.

Узбекистана в Союз также проводилась работа по укреплению материально-технической базы системы охраны материнства и детства, увеличению числа медицинских учреждений и мест для них. С объявлением политики индустриализации в Узбекистане было создано множество предприятий. Это потребовало расширения сети учреждений охраны материнства и детства в связи с вовлечением женщин в производственную и общественную жизнь. В 1925 году в Узбекистане действовало 18 учреждений в области охраны материнства и детства. [4] В 1932 году число детских поликлиник увеличилось до 122, а яслей — до 338. За тот же период число женских поликлиник увеличилось с 5 до 122, а число родильных коек — с 75 до 939. [9] Увеличилось число обращений в женские поликлиники. [8] В 1929 году в селениях Узбекистана впервые были созданы сезонные ясли, их число составило 18. [10]

Однако обеспечение консультационными кабинетами и родильными койками в разных регионах республики было неравномерным. Например, в 1929 году в медицинских учреждениях Узбекистана было зарегистрировано 379 родов, а рождаемость составляла 30 на 1000 человек. Родильные койки были предусмотрены в медицинских учреждениях Ташкента и Самарканда, а в таких районах, как Андижан, Кашкадарья и Хорезм, родильные койки не были созданы. [5] В республике не была разработана единая система или план защиты материнства и детства, и средства выделялись на этот сектор не из государственного бюджета, а только из местных бюджетов. [11] Государственные финансовые органы пытались создавать и финансировать учреждения по защите материнства и детства из местных бюджетов. [12]

На первый взгляд, кажется, что в создании системы здравоохранения в Узбекистане не было недостатков или ошибок, но серьезные проблемы существовали во всех областях этого сектора. Это отчетливо отражалось, прежде всего, в организации медицинских учреждений в различных регионах Узбекистана и их обеспечении медицинским персоналом, распространении

ISSN 3030-3907

среди населения различных социально-инфекционных заболеваний и факторах, вызывавших это, а также в охране материнства и детства. В отдаленных регионах медицинские услуги пациентам оказывались преимущественно в амбулаторных условиях. Например, такая ситуация сохранялась до открытия первой больницы в Сурхандарьинском районе в 1925 году. Поскольку центром Сурхандарьинского района был приграничный город Термез, в этом районе находилось много военнослужащих, и для них были организованы больницы. Местные жители часто обращались к больничным фельдшерам с серьезными заболеваниями. Фельдшеры иногда принимали местных пациентов с разрешения командира воинской части, взимая 50 рублей за консультацию и лечение, 3-50 рублей за день лечения в медицинском учреждении и 10-20 рублей за хирургические операции. [6]

Из-за отсутствия точной статистики и регистрации во многих секторах здравоохранения зачастую было невозможно определить точные данные о рождаемости в республике. Например, по архивным документам, в 1937 году число рождений на 1000 человек в сельской местности Узбекистана составляло 20, а в городах — 43. Неточность этих цифр очевидна даже при таком простом анализе. Ведь рождаемость всегда была выше в сельской местности, чем в городах. Научный сотрудник Тимма, изучая рождаемость в селах Средне-Чирчикского района в 1927-1929 годах, обнаружил, что средняя рождаемость составляла 57,1 на 1000 человек. Анализ этой ситуации показывает, что, прежде всего, в этот период в сельской местности были высоки домашние роды. Женщины, рожавшие дома, не регистрировались.

В 1929-1930 годах в республике велась активная работа по налаживанию противотуберкулезной деятельности. Например, в этот период значительно активизировалась работа по организации детских санаториев для больных туберкулезом. В этом отношении Узбекистан даже опережал Россию. В России за один курс лечения в детских туберкулезных санаториях проходили лечение 2700 детей, тогда как в Узбекистане это число составляло 1000 детей. Однако детские амбулатории в Узбекистане открывались только в крупных городах, и этот вид услуг не был создан в районах и селах Хорезмского, Кашкадарьинского, Сурхандарьинского и Зарафшанского округов.

В первые годы советской власти работа родильных и детских учреждений столкнулась с рядом трудностей. В частности, из-за недостаточного санитарного просвещения населения было сложно обучить местное население простым санитарно-гигиеническим требованиям.

ISSN 3030-3907

Например, в одном из детских садов Самаркандского района медицинская сестра водила детей с отросшими волосами в парикмахерскую, чтобы им сделали аккуратную прическу. Мамы, приходившие за детьми вечером, были удивлены работой медсестры и на следующий день не приводили детей в детский сад. Приходилось прилагать много усилий, чтобы уговорить детей вернуться в детский сад. Или другой случай. В соответствии с указаниями органов здравоохранения не принимать в детские сады детей с инфекционными заболеваниями, больных детей не принимали. В результате только в Бухарском районе у 70 процентов детей была диагностирована малярия. [13]

В Узбекистане также проводились научные конференции, посвященные защите материнства и детства, на которых обсуждались многие насущные вопросы, связанные с деятельностью сектора. В 1929 году состоялся Первый съезд Центральноазиатских учреждений охраны материнства и детства, на котором были заслушаны доклады о создании деятельности сектора, организации акушерства, лечении бесплодия, открытии детских садов, центров консультаций для детей и женщин, подготовке кадров для сектора и других вопросах. [14]

Р. С. Гершенович, Ф. Н. Тавилдаров и Р. Н. Казоросян представили доклад о влиянии ношения женщинами вуалей и платков на здоровье матерей и детей . Авторы доклада попытались проанализировать воздействие вуалей и платков на здоровье женщин и детей в соответствии с результатами исследований, проведенных Научно-исследовательским институтом охраны материнства и детства. Например, в докладе Р. С. Гершеновича и Ф. Н. Тавилдарова научный сотрудник института А. Д. Асфандиёрова отметила, что было опрошено и проанализировано 120 женщин о преимуществах и недостатках ношения вуалей и платков. Исследование показало, что большинство женщин подчеркивают, что ношение вуалей и платков доставляет им много неудобств. [13] Р. С. Гершенович подчеркивает, что под вуалью и платком возникают условия, серьезно влияющие на организм маленького ребенка. Во-первых, под вуалью затрудняется дыхание из-за недостатка свежего воздуха, нарушается работа пищеварительной системы ребенка, создается благоприятная среда для развития различных инфекционных заболеваний, а солнечный свет, крайне необходимый для человеческого организма, блокируется. [1]

Р.Н. Казоросян утверждает, что негативное воздействие вуали и чачвана на организм беременных женщин, в частности, нарушение кровообращения в женском организме, оправдано. [2] Вуаль и чачван

ISSN 3030-3907

являются одним из главных факторов распространения некоторых глазных заболеваний среди женщин. Например, исследования показали, что длительное пребывание женщин на солнце под вуалью и чачваном серьезно влияет на их зрение. [3]

В 1928 году доктор Сек, работавший в городской амбулатории Хивы, провел исследование распространенности глазных заболеваний среди различных слоев населения и изучил 3273 пациента. Эксперименты показали, что глаукома, глазное заболевание, одинаково распространена среди мужчин и женщин во многих странах мира. Однако в Узбекистане большинство страдающих этим заболеванием были женщинами. В своем исследовании распространенности глазных заболеваний среди населения доктор Журавлев, работавший в больнице в старой части Ташкента с 1919 по 1928 год, обнаружил, что 83,9 процента страдающих глаукомой были женщинами. [7]

Короче говоря, из-за отсутствия точной статистики и регистрации в сфере здравоохранения не удавалось получить достоверные данные об уровне заболеваемости населения, рождаемости, а также материнской и детской заболеваемости и смертности. Поэтому в советских правительственных документах этого периода мы наблюдали неверные данные о здравоохранении.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гершенович Р. С. Вредное влияние паранджи, чачвана и бешика на узбекского ребенка. // Материалы 1-го Среднеазиатского совещания работников охраны материнства – С. 57.
2. Гершенович Р. С. Вредное влияние паранджи, чачвана и бешика на узбекского ребенка // Материалы...–С. 69–70.
3. Сек. Отчет Хивинской городской амбулатории по глазным болезням // Медицинской мысли Узбекистана.- 1928. 12 декабрь.
4. Тўлаганов Ҳ. С. Ўзбекистонда болалар соғлиғини сақлаш.– Ташкент: Медицина, 1976, 4-бет.
5. Тавалдарова Ф. Н. Организация родовспомажения в городах и кишлаках Узбекистана //Материалы 1-го Средне-азиатского совещания работников охраны материнства.–Ташкент, 1930.–С. 83.
6. Турсунов С., Қобилов Э., Мўртазаев Б., Пардаев Т. Сурхондарё тарихи.– Ташкент: Шарқ, 2004.– Б.320.
7. Тавилдаров Ф. Н. Влияние паранджи и чачвана на физическое здоровье женщины // Материалы 1-го Средне-азиатского совещания работников охраны материнства.– Ташкент, 1930.– С. 66-67.

ISSN 3030-3907

8. Закиров И. З., Ходжаев Р. Х. Акушерско-гинекологическая помощь в Узбекистане за годы советской власти // Медицинский журнал Узбекистана.– 1977-№ 10.–С. 74.
9. Здравоохранение в Узбекской ССР (Ст. справочник).–Т. 1958.–С. 129.
10. ЎзР МДА, 737-фонд, 1-рўйхат, 599-йиғма жилд, 99-варақ.
11. ЎзР ИТТҲМДА, 1-фонд, 1-рўйхат, 135-йиғма жилд, 1-варақ.
12. ЎзР МДА, Р-9-фонд, 1-рўйхат, 8967-йиғма жилд, 10-варақ.
13. Материалы 1-го Средне-азиатского совещания работников охраны материнства.– Ташкент, 1930.–С. 9.
14. Материалы 1-го Средне-азиатского совещания работников охраны материнства.– Ташкент, 1930.–С. 1-3

ISSN 3030-3907

KIMYO O‘QITISH METODIKASI VA INTERFAOL METODLARNING TA’LIM SAMARADORLIGINI OSHIRISHDAGI AHAMIYATI

Boltayeva Shahribonu Ahmad qizi

Osiyo xalqaro universiteti doktaranti , Buxoro shahri

Annotatsiya. Mazkur maqolada kimyo o‘qitish metodikasining nazariy asoslari, zamonaviy ta’lim jarayonida interfaol metodlardan foydalanishning pedagogik imkoniyatlari hamda ularning o‘quvchilarning bilim, ko‘nikma va kompetensiyalarini rivojlantirishdagi o‘rni yoritilgan. Shuningdek, kimyo fanini o‘qitishda qo‘llaniladigan interfaol metodlarning turlari, afzalliklari va amaliy qo‘llash usullari tahlil qilingan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, interfaol metodlar o‘quvchilarning mustaqil fikrlashi, ijodiy yondashuvi va ta’limga bo‘lgan motivatsiyasini oshirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: kimyo ta’limi, metodika, interfaol metodlar, innovatsion texnologiyalar, pedagogik yondashuv, kompetensiya, ta’lim samaradorligi.

Abstract. This article discusses the theoretical foundations of chemistry teaching methodology, the pedagogical possibilities of using interactive methods in the modern educational process, and their role in developing students' knowledge, skills, and competencies. It also analyzes the types, advantages, and practical application methods of interactive methods used in teaching chemistry. According to the results of the study, interactive methods serve to increase students' independent thinking, creative approach, and motivation for learning.

Keywords: chemistry education, methodology, interactive methods, innovative technologies, pedagogical approach, competence, educational effectiveness.

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические основы методики преподавания химии, педагогические возможности использования интерактивных методов в современном образовательном процессе и их роль в развитии знаний, навыков и компетенций учащихся. Также анализируются типы, преимущества и методы практического применения интерактивных методов, используемых в преподавании химии. По результатам исследования, интерактивные методы способствуют развитию самостоятельного мышления, творческого подхода и мотивации к обучению у учащихся.

Ключевые слова: химическое образование, методика, интерактивные методы, инновационные технологии, педагогический подход, компетенция, эффективность обучения.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Mamlakatimizda ta’lim tizimini modernizatsiya qilish va xalqaro standartlar darajasiga olib chiqish jarayonida umumta’lim maktablarida tabiiy fanlarni, jumladan kimyo fanini o‘qitish sifatini oshirish muhim vazifalardan biri hisoblanadi. Zamonaviy jamiyatda fan va texnologiyalar rivojlanib borayotgan bir paytda o‘quvchilarning nafaqat nazariy bilimlarga, balki amaliy ko‘nikma va kompetensiyalarga ham ega bo‘lishi talab etiladi.

Kimyo fani murakkab nazariy tushunchalar va laboratoriya tajribalariga asoslanganligi sababli uni samarali o‘qitish maxsus metodik yondashuvlarni talab etadi. An’anaviy ta’lim metodlari bilan bir qatorda interfaol metodlardan foydalanish o‘quvchilarning darsdagi faolligini oshirish, mustaqil fikrlashini rivojlantirish hamda bilimlarni chuqur o‘zlashtirishga imkon yaratadi.

Shu nuqtai nazardan, kimyo o‘qitish metodikasi va interfaol metodlarning ta’lim jarayonidagi ahamiyatini o‘rganish dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi.

Kimyo o‘qitish metodikasining nazariy asoslari

Kimyo o‘qitish metodikasi pedagogika fanining tarkibiy qismi bo‘lib, kimyo fanini o‘qitishning maqsadi, mazmuni, tamoyillari, shakllari va metodlarini o‘rganadi. Ushbu metodikaning asosiy vazifasi o‘quvchilarda kimyoviy bilimlar tizimini shakllantirish hamda ularni amaliy faoliyatga tayyorlashdan iborat.

Kimyo o‘qitish metodikasi quyidagi komponentlarni o‘z ichiga oladi:

- o‘qitish maqsadlari;
- ta’lim mazmuni;
- o‘qitish metodlari;
- ta’lim vositalari;
- nazorat va baholash tizimi;
- o‘quvchilarning mustaqil faoliyatini tashkil etish.

Kimyo fanini o‘qitishda ilmiylik, tizimlilik, izchillik, ko‘rgazmalilik, amaliyot bilan bog‘liqlik va individuallashtirish tamoyillari muhim o‘rin tutadi. Ushbu tamoyillar asosida tashkil etilgan darslar o‘quvchilarning bilim olish jarayonini samarali tashkil etishga xizmat qiladi.

Zamonaviy ta’limda interfaol metodlarning mazmuni

Interfaol metodlar ta’lim oluvchilarning faol ishtirokiga asoslangan bo‘lib, ular o‘quvchi va o‘qituvchi o‘rtasidagi hamkorlikni ta’minlaydi. “Interfaol” atamasi inglizcha “interactive” so‘zidan olingan bo‘lib, “o‘zaro ta’sir”, “hamkorlikda faoliyat yuritish” ma’nolarini anglatadi.

Interfaol metodlarning asosiy maqsadi o‘quvchilarni mustaqil fikrlashga, muammolarni hal etishga va o‘z nuqtai nazarini asoslab berishga o‘rgatishdan iborat.

ISSN 3030-3907

Ushbu metodlarning asosiy xususiyatlari quyidagilardan iborat:

- o‘quvchilar faolligini oshirish;
- jamoada ishlash ko‘nikmalarini shakllantirish;
- muloqot madaniyatini rivojlantirish;
- tanqidiy va ijodiy fikrlashni rivojlantirish;
- o‘quv motivatsiyasini kuchaytirish.

Interfaol metodlardan foydalanish natijasida ta’lim jarayoni o‘quvchi markazli tus oladi va bilimlar o‘quvchi tomonidan mustaqil ravishda egallanadi.

Kimyo fanini o‘qitishda qo‘llaniladigan interfaol metodlar

Aqliy hujum metodi

Aqliy hujum o‘quvchilarning muayyan muammo bo‘yicha erkin fikr yuritishiga asoslangan metod hisoblanadi. Ushbu metod kimyo darslarida yangi mavzuni o‘rganish yoki muammoli vaziyatlarni tahlil qilishda qo‘llaniladi.

Masalan, “Atmosfera havosining ifloslanishiga qanday kimyoviy omillar sabab bo‘ladi?” mavzusi bo‘yicha o‘quvchilar turli fikrlarni ilgari suradilar va ularni muhokama qiladilar.

Klaster metodi

Klaster metodi mavzu bo‘yicha tushunchalarni tizimlashtirish imkonini beradi. O‘quvchilar markaziy tushunchaga bog‘liq bo‘lgan barcha fikr va g‘oyalarni tarmoqlar shaklida ifodalaydilar.

Kimyo fanida “Kislotalar”, “Uglevodorodlar”, “Metallar” kabi mavzularni o‘rganishda ushbu metod samarali hisoblanadi.

BBB metodi

BBB (Bilaman – Bilishni xohlayman – Bildim) metodi o‘quvchilarning avvalgi bilimlarini aniqlash va yangi bilimlarni mustahkamlash imkonini beradi.

Dars boshida o‘quvchilar mavzu yuzasidan nimalarni bilishini yozadilar. Keyin o‘rganishni istagan savollarini belgilaydilar. Dars yakunida esa egallagan yangi bilimlarini qayd etadilar.

Venn diagrammasi

Venn diagrammasi ikki yoki undan ortiq tushunchalarni taqqoslash imkonini beradi. Masalan, kislotalar va asoslarning umumiy hamda farqli xususiyatlarini tahlil qilishda samarali qo‘llaniladi.

Keys-stadi metodi

Mazkur metod real hayotiy vaziyatlarni tahlil qilishga asoslangan. Kimyo fanida ekologik muammolar, suv sifatini aniqlash yoki oziq-ovqat mahsulotlarining kimyoviy tarkibini o‘rganish bo‘yicha keyslar tuzilishi mumkin.

Kichik guruhlarda ishlash

ISSN 3030-3907

O‘quvchilarni kichik guruhlarga bo‘lish orqali laboratoriya mashg‘ulotlari va amaliy topshiriqlarni bajarish samaradorligi oshadi. Bu metod jamoaviy hamkorlikni rivojlantiradi va mas’uliyat hissini shakllantiradi.

Interfaol metodlarning kimyo ta’limidagi afzalliklari

Kimyo fanini o‘qitishda interfaol metodlardan foydalanish quyidagi afzalliklarni ta’minlaydi:

Birinchidan, o‘quvchilarning darsdagi faolligi ortadi. Ular passiv tinglovchi emas, balki ta’lim jarayonining faol ishtirokchisiga aylanadilar.

Ikkinchidan, nazariy bilimlarning amaliyot bilan bog‘lanishi kuchayadi. Bu esa kimyoviy hodisa va jarayonlarni chuqurroq tushunishga yordam beradi.

Uchinchidan, mustaqil va tanqidiy fikrlash ko‘nikmalari rivojlanadi. O‘quvchilar muammoli vaziyatlarni tahlil qilish va yechim topishga o‘rganadilar.

To‘rtinchidan, kommunikativ kompetensiyalar shakllanadi. Guruhli ishlash jarayonida o‘quvchilar o‘z fikrlarini erkin bayon qilish va boshqalarni tinglash malakasiga ega bo‘ladilar.

Beshinchidan, ta’lim sifati va o‘zlashtirish darajasi oshadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, faol ishtirok asosida olingan bilimlar uzoq muddat xotirada saqlanadi.

Kimyo darslarida interfaol metodlarni qo‘llash bo‘yicha tavsiyalar

Kimyo o‘qituvchilari interfaol metodlardan foydalanishda quyidagi jihatlarga e’tibor qaratishlari lozim:

- dars maqsadiga mos metod tanlash;
- o‘quvchilarning yosh va individual xususiyatlarini hisobga olish;
- laboratoriya xavfsizligi qoidalariga rioya qilish;
- axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan samarali foydalanish;
- baholash mezonlarini oldindan belgilash.

Shuningdek, virtual laboratoriyalar, elektron taqdimotlar va multimediya vositalaridan foydalanish interfaol ta’lim samaradorligini yanada oshiradi.

XULOSA.

Kimyo o‘qitish metodikasi ta’lim jarayonining ilmiy asoslarini belgilab beruvchi muhim pedagogik yo‘nalish hisoblanadi. Zamonaviy ta’lim talablariga muvofiq interfaol metodlardan foydalanish o‘quvchilarning bilimlarni ongli ravishda o‘zlashtirishi, mustaqil fikrlashi va amaliy kompetensiyalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

Aqliy hujum, klaster, BBB, Venn diagrammasi, keys-stadi va kichik guruhlarda ishlash kabi metodlar kimyo darslarining samaradorligini oshirishda muhim vosita bo‘lib xizmat qiladi. Shu sababli kimyo o‘qituvchilari ta’lim jarayonida interfaol metodlardan keng foydalanishlari maqsadga muvofiqdir.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ishmuhamedov R., Abduqodirov A., Pardaev A. Innovatsion ta’lim texnologiyalari. – Toshkent, 2018.
2. Tolipov O‘., Usmonboeva M. Pedagogik texnologiyalar: nazariya va amaliyot. – Toshkent, 2017.
3. Azizxo‘jayeva N.N. Pedagogik texnologiya va pedagogik mahorat. – Toshkent, 2019.
4. Davletshin M.G. Umumiy pedagogika. – Toshkent, 2020.
5. O‘zbekiston Respublikasi umumta’lim maktablari uchun Kimyo fanidan davlat ta’lim standarti va o‘quv dasturlari.
6. Xodjamqulov U. Kimyo o‘qitish metodikasi. – Toshkent, 2021.
7. Saidahmedov N. Yangi pedagogik texnologiyalar. – Toshkent, 2018.
8. Zamonaviy pedagogika va ta’lim texnologiyalari bo‘yicha ilmiy maqolalar to‘plami.

ISSN 3030-3907

КОМПОЗИТНЫЕ ПЛЕНКИ НА ОСНОВЕ ХИТОЗАНА И ПОЛИВИНИЛОВОГО СПИРТА

Н.М.Тожибаева
Докторант Наманганского государственного университета
Д.М.Саттарова,
Доцент Наманганского государственного педагогического института
О.К.Эргашев
Доктор химических наук, профессор Наманганского государственного технического университета

Аннотация. В работе были синтезированы образцы ХЗ *Bombyx mori*. Изучены молекулярно-массовые, структурные характеристики хитозана методами гель-проникающей хромотографии и ЯМР. В результате проведённого исследования композитные плёнки хитозана и поливинилового спирта (ПВС) были получены при различных соотношениях компонентов методом литья. Исследовано, что смешение ПВС с хитозаном повышает прозрачность, гибкость и однородность поверхности. Проведён сравнительный анализ визуальных характеристик плёнок и степени набухания образцов в зависимости от соотношения компонентов.

Ключевые слова: хитозан, поливиниловый спирт (ПВС), композитные плёнки, степень набухания, гидрофильность, биополимеры.

Annotatsiya. Ushbu ishda Bombyx mori dan olingan xitozan namunalari sintez qilindi. Xitozanning molekulyar-massaviy va strukturaviy xususiyatlari gel-o‘tkazuvchi xromatografiya hamda YAMR usullari yordamida o‘rganildi. Tadqiqot natijasida xitozan va polivinil spirt (PVS) asosidagi kompozit plyonkalar komponentlarning turli nisbatlarida quyish usuli orqali olindi. PVS ni xitozan bilan aralashtirish plyonkalarning shaffofligi, egiluvchanligi va sirtining bir jinsliligini oshirishi aniqlandi. Komponentlar nisbatiga bog‘liq holda plyonkalarning vizual xususiyatlari hamda namunalarning bo‘kish darajasi qiyosiy tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: xitozan, polivinil spirt (PVS), kompozit plyonkalar, bo‘kish darajasi, gidrofillik, biopolimerlar.

Abstract. In this work, chitosan samples obtained from Bombyx mori were synthesized. The molecular weight and structural characteristics of chitosan were studied using gel permeation chromatography (GPC) and NMR methods. As a result of the study, composite films based on chitosan and polyvinyl alcohol (PVA) were prepared by the casting method at various component ratios. It was found that mixing PVA with chitosan improves the transparency, flexibility, and surface homogeneity of the films. A comparative analysis of the visual characteristics and swelling degree of the films depending on the component ratio was carried out.

ISSN 3030-3907

Keywords: chitosan, polyvinyl alcohol (PVA), composite films, swelling degree, hydrophilicity, biopolymers.

ВВЕДЕНИЕ.

Свойства плёнок хитозана зависят от их морфологии, которая определяется молекулярной массой, степенью N-ацетилирования, испарением растворителя и механизмом регенерации свободных аминогрупп. Основные недостатки плёнок на основе чистого хитозана связаны с их слабыми механическими свойствами и умеренной антибактериальной активностью. Наиболее важным способом расширения механических и антибактериальных свойств хитозановых плёнок является введение различных активных добавок в полимерную матрицу пленки [1].

Смешивание полимеров - это метод широко используемый для получения желаемых полимерных материалов с комбинированными свойствами для конкретных применений. В последнее время смеси природных полимеров приобретают все большее значение благодаря их значительному потенциалу в замене синтетических полимеров во многих областях применения, а также тому, что они являются возобновляемыми ресурсами, нетоксичны, недороги и оставляют биоразлагаемые отходы. Исследование смесей хитозана с синтетическими и природными макромолекулами в последние годы привлекло большое внимание в различных случаях [2].

Композитные плёнки получают для различных целей, таких как повышение гидрофильности, улучшение механических свойств, улучшение биосовместимости и повышение антибактериальных свойств. В контакте с кровью хитозан способствует тромбозу и эмболизации, вызванным воздействием поверхности. Выбор полимеров для смешивания с хитозаном зависит от свойства, которое необходимо придать или усилить. Например, гидрофильные свойства хитозана модифицируются путем смешивания с такими полимерами, как с полиэтиленгликолем (ПЭГ) и поливиниловым спиртом (ПВС) [3].

Смешивание хитозана с синтетическими полимерами (ПВС, поливинилпирролидоном (ПВП), полимолочной кислотой (ПМК) широко исследовалось с целью изучения влияния на физические, механические и биологические свойства композитных пленок. Успех синтетических полимеров в качестве биоразлагаемых материалов зависит от их разнообразных механических свойств, химической стойкости и низких производственных затрат по сравнению с природными полимерами [4].

ISSN 3030-3907

В связи с широким применением хитозана в различных областях, смеси с синтетическими полимерами, обладающими широким спектром физико-химических свойств, были получены различными исследователями методом смешивания в растворе. Поливиниловый спирт и полиэтилен относятся к числу синтетических полимеров, которые часто смешивают с хитозаном. Эти смеси представляют собой новые материалы, обладающие лучшей гидрофильностью, механическими свойствами и биосовместимостью, чем характеристики отдельных компонентов [5].

Целью данной работы было получение композитной плёнки на основе хитозана и поливинилового спирта, исследование степени набухания плёнок и внешних показателей в зависимости от соотношения компонентов в формовочных растворах.

МАТЕРИАЛЫ И ОБОРУДОВАНИЯ.

Хитозан, полученный из Bombyx mori (куколок шелкопряда, Узбекистан), поливиниловый спирт (Mw-50 кДа, Япония) и уксусная кислота (АА) от Beijing Chem. Works (Beijing SHIJI) использовались в работе. Все химические вещества и растворители применялись без дополнительной очистки. Во всех экспериментах использовались свежеприготовленные растворы.

Для определения молекулярной массы образцов был использован метод Гель-проникающей хромотографии (ГПХ) проводилась на жидкостном хроматографе компании Waters. ЯМР спектрометер Bruker 600 MHz использовался для изучения химического строения, функциональных групп образцов хитозана. Образцы плёнок получали методом литья.

Выделение хитина из куколок шелкопряда *Bombyx mori* и синтез хитозана проводились в соответствии с ранее опубликованной нами работой [6].

Молекулярная масса и индекс полидисперсности образцов определялись методом GPC на жидкостном хроматографе компании Waters Corporation. Скорость потока составляла 0,50 мл/мин при давлении psi-612. Хроматографическая система включала насос серии Waters 1515 HPLS и рефрактометрический детектор Waters 2414. Использовалась колонка WATO11545 (размеры 300 мм × 7,8 мм). Температура колонки поддерживалась на уровне 35 °C. В качестве стандарта для калибровки применялся полиэтиленгликоль. Растворителем служила смесь 0,5 М CH_3COONa / 0,5 М CH_3COOH.

Раствор хитозана концентрацией 10 г/л готовили растворением 5 г хитозана в 500 мл 0,1 М уксусной кислоты с последующим перемешиванием

ISSN 3030-3907

и нагреванием при 60 °C в течение ночи. Раствор фильтровали для удаления пыли и примесей. Воздушные пузырьки удаляли выдерживанием раствора при комнатной температуре в течение 2 часов.

Аналогично готовили 10 г/л раствор ПВС, растворяя 5 г поливинилового спирта в 500 мл предварительно нагретой дистиллированной воды. Затем раствор перемешивали и выдерживали при температуре около 90 °C в течение 2 часов.

Смешанные плёнки хитозана и ПВС получали при различных соотношениях компонентов. Водный раствор ПВС добавляли по каплям в раствор хитозана при постоянном перемешивании при температуре около 90 °C. После смешивания перемешивание продолжали в течение 30 минут. Объёмная доля ПВС в растворе хитозана составляла от 0 до 50%.

Плёнки из полученных однородных растворов формировали методом литья на чашки Петри с последующей сушкой при 60 °C в течение 48 часов. После этого плёнки хранили в вакуумном эксикаторе над свежим силикагелем до использования. Все полученные плёнки были прозрачными и не содержали воздушных пузырьков. Аналогичные плёнки из чистого хитозана и чистого ПВС готовили тем же методом и использовали в качестве контрольных образцов. Плёнки хитозана нейтрализовали раствором 0,1 М NaOH в течение ночи, затем тщательно промывали дистиллированной водой и высушивали.

Поведение плёнок при набухании оценивали путём погружения смешанных плёнок в дистиллированную воду при комнатной температуре на 12 часов. Избыточную воду с поверхности плёнок удаляли фильтровальной бумагой, после чего фиксировали массу образцов. Для каждого образца процедуру повторяли не менее трёх раз.

Степень набухания рассчитывали по следующей формуле:

$$C/H_{(\%)} = [(W_2 - W_1) / W_1] \times 100$$

где W_1 — масса полностью высушенного образца,

W_2 — масса набухшего образца.

Для идентификации хитозана была проведена ^{1}H ЯМР спектроскопия при 600 MHz и 25^o*C*. Спектр образца показал все пики соответствующие структуре хитозана.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЯ.

^{1}H ЯМР спектр образца показал все пики, соответствующие структуре хитозана Рис 1.

ISSN 3030-3907

Исследование молекулярной массы и степени полидисперсности образца хитозана методом ГПХ показали что молекулярная весовая масса хитозана равна 119 кДа, а степень полидисперсности 1.4.

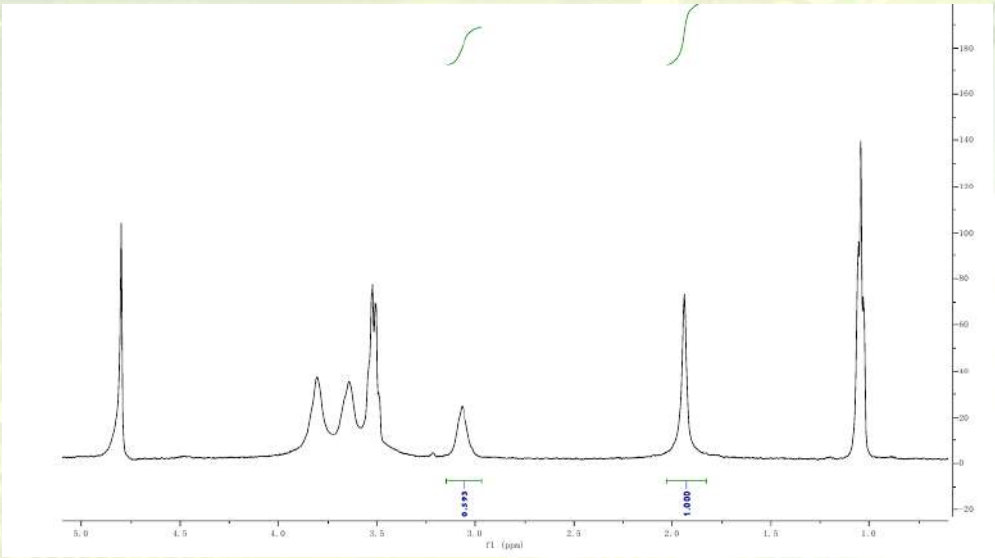


Рис.1. ^{1}H ЯМР спектр образца хитозана при условиях 600 MHz, 25 °C и 90° пульсах

В ходе исследования были получены шесть образцов композиционных плёнок на основе хитозана и поливинилового спирта. Все образцы характеризовались однородной структурой и равномерным формированием по поверхности чашек Петри. Результаты внешней оценки композиционных плёнок ХЗ/ПВС представлены в табл.1.

Таблица 1.

Внешние характеристики композитных плёнок ХЗ/ПВС

№	Соотношение Хитозан:ПВС (мл)	Внешний вид	Прозрачность	Гибкость	Особенности поверхности
1	100:0	Ровная, тонкая	Средняя	Низкая	Хрупкие, видны усадочные линии
2	80:20	Однородная	Средняя-высокая	Умеренная	Поверхность ровная, небольшие трещины
3	75:25	Гладкая	Высокая	Умеренно высокая	Равномерная толщина, без пузырей

ISSN 3030-3907

4	70:30	Ровная, пластичная	Высокая	Высокая	Легко отделилась от подложки, ровные края
5	60:40	Гладкая, блестящая	Очень высокая	Высокая	Поверхность однородная, хороший блеск
6	50:50	Ровная, мягкая	Очень высокая	Очень высокая	Равномерная структура, без дефектов

Из таблицы 1 видно, что свойства плёнок меняются в зависимости от соотношения ХЗ/ПВС. Чистый хитозан даёт более хрупкую плёнку тогда как добавление ПВС повышает прозрачность, гибкость и однородность поверхности. Наиболее выраженные положительные визуальные характеристики отмечены у образцов с соотношениями 60:40 и 50:50.

Такие результаты подтверждают формирование композиционной структуры и возможное наличие межмолекулярного взаимодействия между аминогруппами хитозана и гидроксильными группами ПВС.

Таким образом, экспериментально установлено, что увеличение доли ПВС способствует повышению эластичности, улучшению плёнкообразующих свойств и формированию более стабильной композиционной структуры. Наблюдаемые результаты согласуются с литературными данными, где отмечается положительное влияние ПВС на механическую прочность и гибкость биополимеров на основе хитозана.

Результаты анализа степени набухания показали, что все образцы композитных плёнок продемонстрировали значительно более высокую степень набухания по сравнению с плёнкой из чистого хитозана, что указывает на их более высокую гидрофильность.

Степень набухания для композитных плёнок варьировалась от 1035% до 2128%, тогда как для плёнок из чистого хитозана и чистого ПВС она составляла 90% и 680% соответственно. Это свидетельствует о том, что поведение набухания в значительной степени зависит от содержания ПВС в смеси.

Это объясняется тем, что ПВС является водорастворимым полимером, и его смешивание с хитозаном способствует увеличению водопоглощения за счёт роста количества гидрофильных групп (–OH) в системе.

ISSN 3030-3907

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В работе были синтезированы образцы ХЗ *Bombyx mori* с Mw равной 119 кДа. В качестве растворителей использовалась уксусная кислота. В результате проведённого исследования композитные плёнки хитозана и ПВС были получены при различных соотношениях компонентов методом литья. Чистый хитозан даёт более хрупкую плёнку, тогда как добавление ПВС повышает прозрачность, гибкость и однородность поверхности. Наиболее выраженные положительные визуальные характеристики были найдены у образцов с соотношениями 60:40 и 50:50. Установлено, что увеличение доли ПВС в композиции повышает прозрачность, эластичность и однородность поверхности плёнок по сравнению с чистым хитозаном. Было выявлено, что степень набухания для композитных плёнок значительно возросла по сравнению с плёнками чистых полимеров, что объясняется за счёт роста количества гидрофильных групп (–OH) в системе.

ЛИТЕРАТУРА

1. A .Casariego, B.W.S. Souza, M.A. Cerqueira, J.A. Teixeira, L.Cruz, R. Dıaz and A.A.Vicente, Chitosan/clay films' properties as affected by biopolymer and clay micro/nanoparticles' concentrations. Food Hydrocolloids. 23, 2009.p.1895–1902.

2. D. Wood. European patents for biotechnological inventions-past, present and future. World Patent Information. 23, 2001. p. 339

3. M. Ishihara, K. Nakanishi, K. Ono, M. Sato, M. Kikuchi, Y. Saito, H. Yura, T. Matsui, H. Hattori, M. Uenoyama and A. Kurita, Biomaterials, 23, 2002. P.833

4. K.El.Bourakadi, N. Merghoub, M. Fardioui, M.E.M. Mekhzoum, I.M. Kadmiri , E.M. Essassi. Chitosan/polyvinyl alcohol/thiabendazoluim-montmorillonite bio-nanocomposite films. Mechanical, morphological and antimicrobial properties.Composites. Engineering. 172 .2019, p. 103-110

5. P. C. Srinivasa, M. N. Ramesh, K. R. Kumar and R. N. Tharanathan, Carbohydrate Polymers, 2003, 53, 431 (2003).

6. Саттарова Д.М. Получение нанофибров карбоксиметилхитозана методом электроформования (2019). *International Journal of Materials and Science*, США, 9(2), стр. 29–33.

ISSN 3030-3907

ASINXRON ELEKTR MOTORLARNI SILLIQ ISHGA TUSHIRISH QURILMALARINING ISHLASH PRINSIPI

Djurayev Shuxrat Ixtiyorovich

Qarshi davlat texnika universiteti, assistent

Annotatsiya. Ushbu maqolada bir fazali, ikki fazali va uch fazali silliq ishga tushirish qurilmalarining tuzilishi, ishlash prinsipi hamda funksional bloklari tahlil qilingan. Silliq ishga tushirish qurilmalarining quvvat qismi asosan simistor, o‘zaro qarama-qarshi parallel ulangan tiristorlar va aylanib o‘tish kontaktorlaridan tashkil topgan. Elektr motorga beriladigan kuchlanish yarimo‘tkazgich elementlarning o‘tkazuvchanligini boshqarish, ya’ni ularning boshqaruv kontaktlariga ochilish impulslarini uzatish orqali rostlanadi. Silliq ishga tushirish qurilmasi tarkibidagi boshqaruv impulslari generatori elektr motorni ishga tushirish va to‘xtatish jarayonlarida simistor yoki tiristorlarning ochilish burchagini o‘zgartiruvchi boshqaruv signallarini shakllantiradi. Natijada elektr motorning ishga tushirish toki cheklanadi, elektr tarmog‘iga tushadigan yuklama pasaytiriladi.

Kalit so‘zlar: silliq ishga tushirish qurilmasi, simistor, tiristor, ochilish burchagi, mikroprotsessorli boshqaruv, asinxron elektr motor, aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori, ishga tushish toki.

Аннотация. В данной статье проанализированы структура, принцип работы и функциональные блоки однофазных, двухфазных и трехфазных устройств плавного пуска. Силовая часть устройств плавного пуска в основном состоит из симистора, тиристоров, включенных встречно-параллельно, и контакторов байпасного подключения. Регулирование напряжения, подаваемого на электродвигатель, осуществляется путем управления проводимостью полупроводниковых элементов, то есть посредством подачи управляющих импульсов на их управляющие контакты. Генератор управляющих импульсов, входящий в состав устройства плавного пуска, формирует управляющие сигналы, изменяющие угол открытия симисторов или тиристоров в процессах пуска и останова электродвигателя. В результате ограничивается пусковой ток электродвигателя, снижается нагрузка на электрическую сеть.

Ключевые слова: устройство плавного пуска, симистор, тиристор, угол открытия, микропроцессорное управление, асинхронный электродвигатель, контактор байпасного подключения, пусковой ток.

Abstract. This article analyzes the structure, operating principle, and functional blocks of single-phase, two-phase, and three-phase soft starter devices. The power section of soft starters mainly consists of a triac, anti-parallel connected thyristors, and bypass contactors. The voltage supplied to the electric motor is regulated by

ISSN 3030-3907

controlling the conductivity of semiconductor elements, that is, by applying triggering pulses to their control terminals. The control pulse generator incorporated in the soft starter generates control signals that vary the firing angle of triacs or thyristors during the starting and stopping processes of the electric motor. As a result, the motor starting current is limited, and the load imposed on the electrical network is decreased.

Keywords: soft starter, triac, thyristor, firing angle, microprocessor-based control, asynchronous electric motor, bypass contactor, starting current.

KIRISH.

Silliq ishga tushirish qurilmalarining asosiy qismi simistor, o‘zaro qarama-qarshi parallel ulangan tiristorlar va aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorlaridan tashkil topgan. Kuchlanishni o‘zgartirish yarimo‘tkazgich elementlarning o‘tkazuvchanligini boshqarish orqali, ya’ni ularning boshqaruv kontaktlariga ochilish impulslarini berish hisobiga amalga oshiriladi.

Silliq ishga tushirish tarkibidagi boshqaruv impulslari generatori elektr motorni ishga tushirish va to‘xtatish jarayonida yarimo‘tkazgich elementlarning o‘tkazuvchanlik α burchagini o‘zgartiruvchi signallarni hosil qiladi.

Kontroller yoki mikroprotsessor asosidagi boshqaruv qurilmasi asosiy vazifalariga impuls generatoriga buyruqlar berish, boshqa qurilmalar bilan o‘zaro aloqa ta’minlash, datchiklardan signallarni qabul qilish hamda avariyaviy va nominaldan ortiq rejimlarda elektr mashinani himoyaviy o‘chirish kiradi.

Elektr mashinaning ishga tushirilishi nominal kuchlanishning 30–60 % i darajasida amalga oshiriladi. Bu holatda uzatma mexanizmlari silliq harakatlanishga kiradi, tasmali uzatmalar esa asta-sekin tortiladi. Keyinchalik boshqaruv bloki tiristorlarning o‘tkazuvchanligini elektr motor to‘liq tezlashguncha bosqichma-bosqich oshiradi. Valning nominal aylanish tezligiga erishganda, aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishga tushadi. Natijada tok tiristorlarni aylanib o‘tib oqadi. Bu yarimo‘tkazgich elementlarning qizib ketishini kamaytirish, silliq ishga tushirish qurilmalarining xizmat muddatini uzaytirish va energiya iste’molini qisqartirish uchun zarur.

Elektr motor to‘xtatish jarayonida esa kontaktor tiristorlarni zanjirga qayta ulaydi. Impuls generatoridan tiristorlarning o‘tkazuvchanligini asta-sekin kamaytiruvchi signallar keladi va elektr mashina to‘liq to‘xtaydi.

TADQIQOT USULLARI.

Silliq ishga tushirish qurilmasi kuchlanishni rostlash usuliga ko‘ra quyidagi turdagi qurilmalar farqlanadi:

Bir fazali silliq ishga tushirish qurilmasi. Quvvati 11 kVt gacha bo‘lgan uskunalar elektr motorlarida qo‘llaniladi. Bunday qurilmalar ishga tushirish

ISSN 3030-3907

vaqtida dinamik zarbalarni kamaytiradi va tebranishlarni bartaraf etadi. Kamchiliklari - ishga tushirishda fazalar bo‘yicha asimmetrik yuklama va katta pusk toklari.

Ikki fazali silliq ishga tushirish qurilmasi. Quvvati 70 kVt gacha bo‘lgan elektr motorlarda dinamik yuklamalarni kamaytirish uchun ishlatiladi. Ishga tushish toklarini va elektr motor qizishini ma’lum darajada pasaytiradi. O‘rtacha og‘ir ishga tushirish sharoitida, tokni qat’iy cheklash talab etilmagan hollarda qo‘llaniladi.

Uch fazali silliq ishga tushirish qurilmasi. Bu turdagi silliq ishga tushirish qurilmasi ishga tushish toklarini nominal qiymatning uch baravarigacha tushiradi, silliq to‘xtatishni ta’minlaydi va avariyaviy o‘chirish funksiyasini bajaradi. Kuchlanish barcha uch faza bo‘yicha rostlanadi, bu esa asimmetriya paydo bo‘lishini istisno qiladi. Nominal quvvat cheklovi faqat quvvat yarimo‘tkazgich elementlari parametrlari bilan belgilanadi. Bunday silliq ishga tushirish qurilmasi ayniqsa og‘ir ishga tushirish sharoitida, tez-tez ishga tushirish va to‘xtatish talab qilinadigan elektr motorlarda qo‘llaniladi.

Silliq ishga tushirish qurilmasining asosiy va qo‘shimcha funksiyalari.

Zamonaviy silliq ishga tushirish qurilmalar ko‘p funksiyali elektrotexnik qurilmalar hisoblanadi. Ularning asosiy vazifasi ishga tushish vaqtidagi toklarni kamaytirish va ishga tushirish paytidagi dinamik zarbalarni yumshatish.

Bundan tashqari, silliq ishga tushirish qurilmasi quyidagi imkoniyatlarni ham ta’minlaydi:

- Nominal moment bilan ishga tushirish. Ishga tushirish paytida elektr motorga maksimal kuchlanish beriladi, keyin tiristorlar ulanadi. Val nominal chastotaga silliq tarzda chiqadi. Bu usul katta ishga tushish yuklamasiga ega elektr mashinalar uchun mos;

- Dinamik tormozlash. Bunday funksiyali silliq ishga tushirish qurilmasi elektr motorni erkin tezlanishsiz to‘xtatadi. Inersion texnologik uskunalarda qo‘llaniladi;

- Tok va kuchlanish bo‘yicha ishga tushirish. Ishga tushish tokining chegara qiymatini belgilash imkonini beradi. Quvvati cheklangan tarmoqlarda yoki past boshlang‘ich momenti talab qilinadigan elektr motorlarda ishlatiladi;

- Elektr motorni himoyalash. Faza uzilishi, ortiqcha yuklama, tezlanish vaqti ortib ketishi va boshqa avariyaviy holatlarda elektr motorni o‘chiradi. Qisqa tutashuvdan himoya funksiyasi mavjud emas, shuning uchun saqlagich yoki avtomat orqali ulanadi;

ISSN 3030-3907

- Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlariga integratsiya. Protsessorli boshqaruv blokiga ega silliq ishga tushirish qurilmalar elektronika tizimlariga oson moslashadi.

Silliq ishga tushirish qurilmasi funksional imkoniyatlari elektr motor talablari va texnik-iqtisodiy maqsadga muvofiqlik asosida tanlanadi.

NATIJALAR.

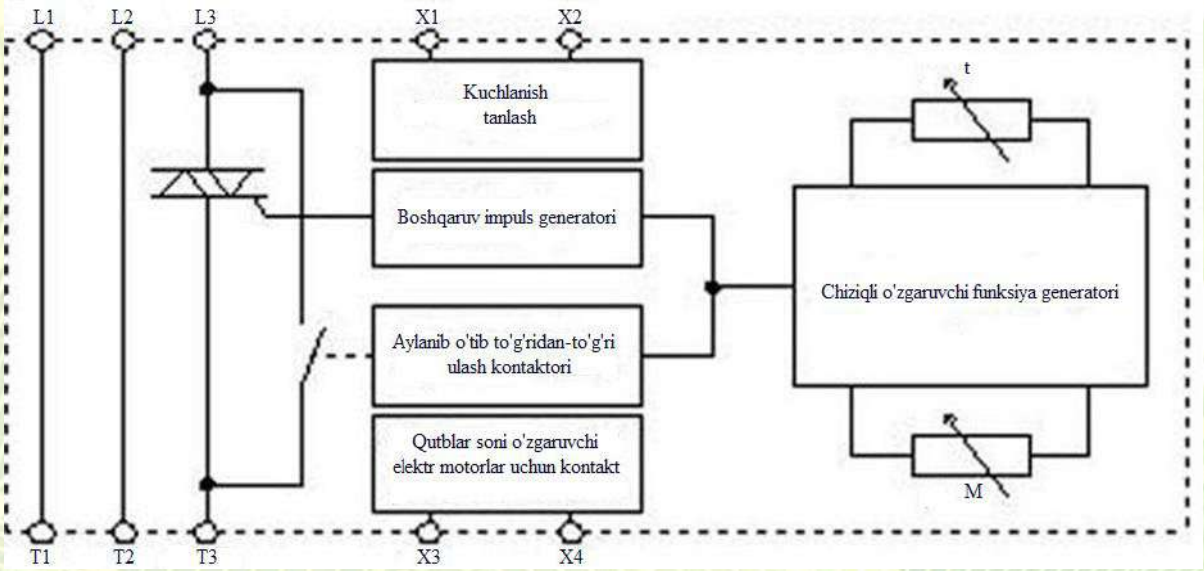
Silliq ishga tushirish qurilmasining afzalliklarini hisobga olganda, asinxron elektr motorlarni ishga tushirishning boshqa sxemalari bilan taqqoslaganda, silliq ishga tushirish qurilmasi ishga tushish toki amplitudasini eng katta darajada kamaytiradi.

Shuningdek, quyidagi ustunliklarga ega:

- elektr motor va texnologik uskunalar xizmat muddatining uzayishi;
- elektr motorning boshqaruv apparat qismiga ketadigan xarajatlarning kamayishi;
- elektr tarmog‘iga tushadigan yuklamani pasaytirish;
- ishga tushirish paytida elektr tebranishlarning kamayishi;
- past narx (chastota o‘zgartirgichlarga nisbatan).

Elektr motor uchun silliq ishga tushirish sxemasini tanlash uskuna talablari va elektr tarmog‘i parametrlari tahlili asosida amalga oshiriladi.

Quyida uch fazali tizimda silliq ishga tushirish qurilmalarini kurib chiqamiz.



1-rasm. Simistorli silliq ishga tushirish qurilmasining funksional tuzilishi.

1-rasmda keltirilgan qurilmada chiziqli o‘zgaruvchi funksiya generatori yordamida simistorning ochilish burchagi vaqt bo‘yicha o‘zgartiriladi, natijada elektr motor statoriga beriladigan kuchlanish asta-sekin ortib boradi. Bu esa ishga tushish tokini kamaytirish va elektr motorning silliq tezlanishini ta’minlaydi.

Bu sxema bir fazani boshqarishga asoslangan simistorli silliq ishga tushirish qurilmasining soddalashtirilgan funksional sxemasini ko‘rsatadi. Unda elektr

ISSN 3030-3907

motorning ishga tushish vaqti va boshlang‘ich moment (yoki boshlang‘ich kuchlanish) rostlanadi.

Sxemaning ishlash bosqichlarining asosiy ko‘rinishi.

Ta’minot qismi. L1, L2, L3 tarmoqning uch fazali kirish qismi va T1, T2, T3 elektr motorga ulanish kontaktlari hisoblanadi.

Sxemada faqat bitta fazada simistor tasvirlangan. Shunga o‘xshash boshqaruv bir yoki uch fazali tarmoq uchun ham qo‘llanilishi mumkin.

Simistor orqali o‘tayotgan kuchlanishning qiymati o‘zgartirilib, elektr motorning ishga tushish toki va momenti boshqariladi.

Kuchlanishni tanlash. Bu blok tarmoq kuchlanishini nazorat qiladi va boshqaruv sxemasi uchun kerakli parametrlarni hosil qiladi. Uning vazifasi tarmoq kuchlanishini o‘lchash, nol nuqtadan o‘tish holatini aniqlash, simistorni boshqarish uchun ma’lumot berishdan iborat.

Boshqaruv impulslari generatori. Bu blok simistorning boshqaruv “gate” kontaktiga ochilish impulslarini uzatadi. Simistor ertaroq ochilsa elektr motorga yuqori kuchlanish beriladi, kechroq ochilsa kuchlanish pasayadi. Shu tariqa chiqish kuchlanishi rostlanadi.

Chiziqli o‘zgaruvchi funksiya generatori. Bu silliq ishga tushirish qurilmasining asosiy boshqaruv blokidir. U vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi signal hosil qiladi va simistorning ochilish burchagini asta-sekin o‘zgartiradi. Natijada, chiqish kuchlanishi birdaniga emas, balki ma’lum vaqt mobaynida asta-sekin ortib boradi. Shu tariqa elektr motorning silliq tezlanishiga erishiladi.

Aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori boshqaruvi. Bu blok aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorini boshqaradi, ya’ni elektr motor nominal tezlikka chiqqandan keyin simistor zanjirdan uziladi, kontaktor ishga tushadi va elektr motor to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqqa ulanadi. Bu energiya yo‘qotishlarini kamaytiradi.

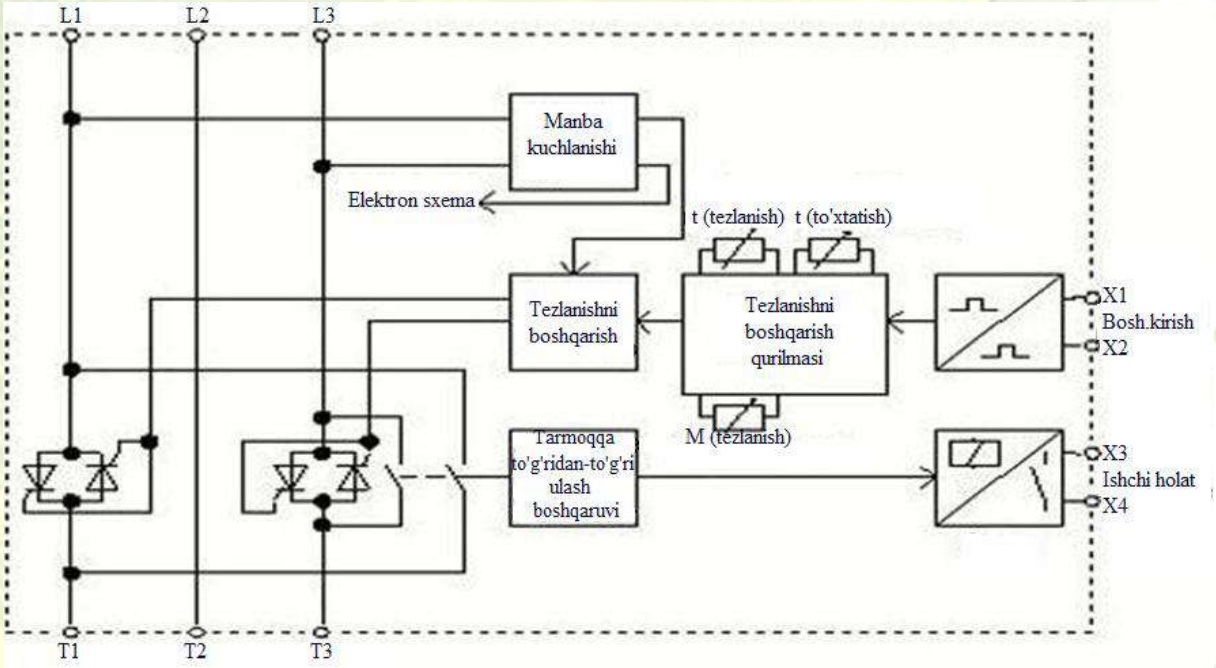
Qutblar soni o‘zgaruvchi elektr motorlar uchun kontakt. Bu qo‘shimcha kontakt hisoblanadi. U qutblar sonini o‘zgartirish orqali tezligi o‘zgaruvchi maxsus asinxron elektr motorlarni boshqarish uchun imkoniyat sifatida xizmat qilishi mumkin.

M va t harfi bilan belgilangan qismlar vazifasiga kura o‘rnatilgan potensiometrlardir. Ular yordamida tezlanish vaqti, kuchlanishning o‘sish tezligi, boshlang‘ich kuchlanish, boshlang‘ich tok, boshlang‘ich aylantiruvchi moment kabilar tanlanadi.

Sxemaning ishlash jarayonida uch fazali tarmoq silliq ishga tushirish qurilmasiga ulanadi. Kuchlanishni tanlash bloki tizim parametrlarini nazorat qiladi. Chiziqli o‘zgaruvchi funksiya generatori ishga tushish jarayonini shakllantiradi va

ISSN 3030-3907

boshqaruv impulslari generatori bloki simistorga boshqaruv impulslarini yuboradi. Simistorning ochilish burchagi asta-sekin o‘zgaradi va elektr motorga berilayotgan kuchlanish bosqichma-bosqich ortib boradi, shundan sung elektr motor silliq tezlanadi. Nominal tezlikka erishilgandan keyin aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishga tushganda elektr motor tarmoqqa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulanadi.



2-rasm. 2 ta fazaga o‘rnatilgan tiristorli silliq ishga tushirish qurilmasining funksional tuzilish sxemasi.

Kuchlanish ta’minoti. Elektron boshqaruv sxemalarini ta’minlovchi yordamchi kuchlanish manbaidir. Bu blok tarmoq kuchlanishini elektron sxemalar ishlashi uchun zarur bo‘lgan past kuchlanishga aylantiradi.

Boshqaruv impulslari generatori. Ushbu blok tiristorlarni ochish uchun zarur bo‘lgan kuchlanish boshqaruv impulslarini hosil qiladi. Tiristorning boshqaruv Gate kontaktiga impuls berilganda u ochiladi va tok o‘tkaza boshlaydi.

Tezlanishni boshqarish qurilmasi. Bu silliq ishga tushirish qurilmasining asosiy intellektual qismi hisoblanadi.

Uning vazifasi:

- tiristorlarning ochilish α burchagini o‘zgartirish;
- chiqish kuchlanishini asta-sekin oshirish;
- elektr motorning silliq tezlanishini ta’minlash.

Blokda quyidagi sozlash elementlari mavjud:

t (tezlanish)

- tezlanish vaqti;
- elektr motorning nominal tezlikka chiqish davomiyligini belgilaydi.

t (to‘xtatish)

ISSN 3030-3907

- to‘xtatish vaqti;
- elektr motorni silliq to‘xtatish vaqtini belgilaydi.

M (tezlanish)
- boshlang‘ich moment;
- ishga tushirish vaqtida elektr motorga beriladigan boshlang‘ich kuchlanish yoki moment darajasini belgilaydi.

Tarmoqqa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash boshqaruvi. Elektr motor nominal tezlikka yetgach, tiristorlar orqali energiya yo‘qotishlarini kamaytirish maqsadida aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorini boshqaradi.

Bu holatda elektr motor tarmoqqa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulanadi va tiristorlar yuklamadan uziladi.

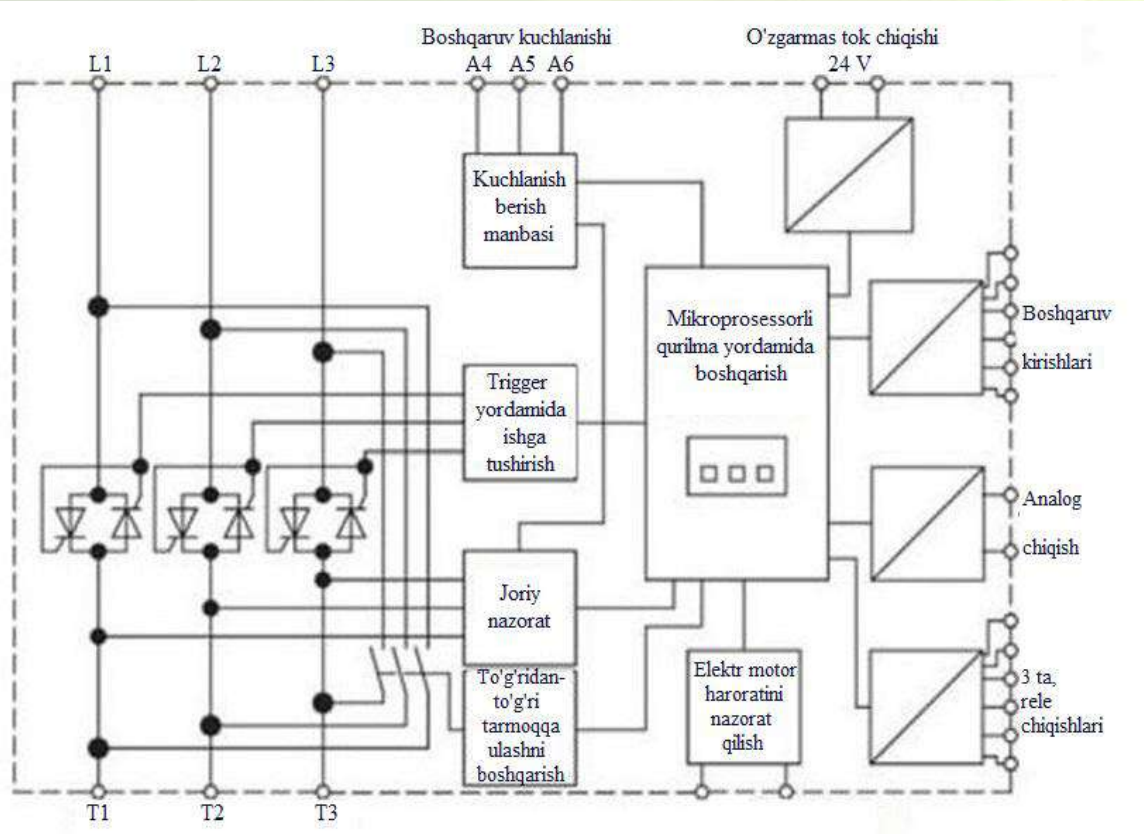
X1, X2 boshqaruv kirish bloki. Bu tashqi boshqaruv kontakti bo‘lib tugma, rele va PLC chiqishi orqali elektr motorni ishga tushirish signali beriladi.

X3, X4 ishchi holat axborotlari chiqishi. Bu chiqishlar orqali qurilmaning ishchi holati haqida axborot olinadi. Masalan, silliq ishga tushirish qurilmasi ishlayapti, elektr motor ishga tushdi va aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishchi holatiga o‘tdi kabi axborotlar PLC yoki dispetcherlik tizimiga uzatilishi mumkin.

Sxema ishlash jarayonida uch fazali tizimdan kuchlanish silliq ishga tushirish qurilmasiga beriladi. X1 va X2 kontaktlar orqali “Ishga tushirish” buyrug‘i keladi. Boshqaruv bloki tiristorlarga impulslar uzatadi va tiristorlarning ochilish α burchagi asta-sekin o‘zgartiriladi. Elektr motor statoridagi kuchlanish asta-sekin ortib boradi, ishga tushirish toki cheklanadi va elektr motor silliq tezlanadi. Nominal tezlikka chiqqach, aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishga tushadi. Elektr motor to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqdan kuchlanish bilan ta’minlanadi. “To‘xtash” buyrug‘i berilganda qurilma belgilangan vaqt davomida silliq to‘xtashni amalga oshiradi.

3-rasmdagi sxema avvalgi sxemalarga nisbatan ancha mukammal bo‘lib, uch fazali tizimda mikroprotsessorli boshqaruv va himoya funksiyalariga ega bo‘lgan tiristorli silliq ishga tushirish qurilmasining funksional tuzilish sxemasini ifodalaydi. U nafaqat elektr motorni silliq ishga tushirish, balki himoya qilish, monitoring qilish va tashqi avtomatlashtirish tizimlari bilan aloqa o‘rnatish imkoniyatlariga ham ega.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Uch fazali tizimda tiristorli silliq ishga tushirish qurilmasining funksional tuzilish sxemasi.

Elektr ta’minot qismi. Sxemaning chap tomonida uch fazali ta’minot qismi joylashgan. L1, L2 va L3 bu tarmoqdan kelayotgan uch fazali kuchlanish bo‘lib, T1, T2, T3 orqali elektr motorning stator chulg‘amlariga ulanadi.

Uch fazali ta’minot qismining har bir fazasida o‘zaro qarama-qarshi parallel ulangan tiristorlar mavjud. Ular orqali chiqish kuchlanishi fazaviy boshqarish usulida rostlanadi.

Ta’minot kuchlanishini berish bloki. Bu blok elektron boshqaruv tizimini kerakli kuchlanish bilan ta’minlash uchun xizmat qiladi. Kirish kontaktlari A4, A5, A6 orqali boshqaruv qismiga zarur kuchlanish uzatiladi.

Trigger yordamida ishga tushirish bloki. Bu blok tiristorlarni boshqaruv impulslari bilan ta’minlaydi.

Uning vazifasi tarmoq sinusoidasi bilan sinxronlashish, tiristorlarning ochilish burchagini hisoblash, tiristorlarga boshqaruv impulslarini berish. Natijada chiqish kuchlanishi asta-sekin ortib boradi.

Bu yerda triggerning vazifasi tarmoq kuchlanishining noldan o‘tish nuqtasini aniqlash, tiristorlarni ochish vaqtini belgilash, boshqaruv impulslarini shakllantirish. YA’ni trigger tiristorning qachon ochilishini belgilab beradi va tiristorli boshqarishda, masalan, 50 Gs tarmoqda har yarim davrda davom etadi. Agar tiristor:

ISSN 3030-3907

30° da ochilsa kuchlanish katta bo‘ladi;
60° da ochilsa kuchlanish kattaroq bo‘ladi;
90° da ochilsa kuchlanish kamayadi;
120° da ochilsa kuchlanish kichik bo‘ladi.
150° da ochilsa kuchlanish juda kichik bo‘ladi.

Shu ochilish burchagini aniq vaqtda hosil qilish uchun triggerli boshqaruv sxemasi ishlatiladi.

Joriy nazorat bloki. Bu blok elektr motor tokini doimiy nazorat qilib turadi va quyidagi vazifalarni bajaradi:
- ishga tushish tokini cheklash;
- ortiqcha yuklanishni aniqlash;
- faza nosimmetriyasini nazorat qilish.

Zamonaviy silliq ishga tushirishlarda aynan shu blok elektr motor himoyasining asosiy qismi hisoblanadi.

To‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqqa ulashni boshqarish. Bu blok aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorini boshqaradi. Elektr motor nominal tezlikka erishgach:
- aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktorini ishga tushiradi;
- tiristorlar qismini kuch zanjiridan ajratadi;
- elektr motor to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqqa ulanadi.

Bu holda tiristorlardagi issiqlik yo‘qotishlari kamayadi va qurilmaning foydali ish koeffitsiyenti ortadi.

Mikroprotsessorli qurilma yordamida boshqaruv qismi. Bu qurilmaning markaziy boshqaruv qismi hisoblanadi va quyidagilarni amalga oshiradi:
- ishga tushish algoritmini hisoblaydi;
- tuxtatish jarayonini boshqaradi;
- tiristorlarni boshqaradi;
- himoya funksiyalarini bajaradi;
- tashqi qurilmalar bilan ma’lumot almashadi.

Zamonaviy qurilmalarda bu vazifalarni mikrokontroller yoki raqamli protsessor bajaradi.

24 V o‘zgarmas tok chiqish kontaktlari. Bu chiqish tashqi datchiklar va boshqaruv elementlarini (PLC kirishlari) ta’minlash uchun mo‘ljallangan.
Boshqaruv kirishlari. Bu kirishlar orqali tashqi buyruqlar qabul qilinadi.

Analog chiqish kontaktlari. Bu chiqish orqali elektr motor holati (tok qiymati, yuklanish darajasi, chiqish kuchlanishi va elektr motor tezligi) haqida analog signal uzatiladi.

ISSN 3030-3907

3 ta rele chiqishlari. Bu yerda uchta releli chiqish mavjud. Ular orqali ishchi holati, avariya, elektr motor ishga tushdi, aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori holati faol kabi signallar tashqi tizimlarga uzatiladi.

Elektr motor haroratini nazorat qilish. Bu elektr motor chulg‘amlariga o‘rnatilgan termistor bilan ulanadi. Uning vazifasi elektr motor haroratini kuzatish, qizib ketishdan himoya qilishdan iborat. Harorat belgilangan qiymatdan oshganda silliq ishga tushirish qurilmasi avariya holatiga o‘tadi va elektr motorni o‘chiradi.

Sxemaning ishlash jarayonida uch fazali tarmoqqa silliq ishga tushirish qurilmasi ulanadi va boshqaruv qismi ham kerakli manba bilan ta’minlanadi. “Ishga tushish” signali keladi. Trigger tiristorlarga boshqaruv impulslarini beradi. Tiristorlar orqali chiqish kuchlanishi asta-sekin ortib boradi. Tok nazorati bloki ishga tushish tokini kuzatadi. Elektr motor tezlanadi va nominal tezlikka yetgach aylanib o‘tib to‘g‘ridan-to‘g‘ri ulash kontaktori ishga tushadi hamda elektr motor to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqdan kuchlanish bilan ta’minlanadi. Harorat, tok va avariya holatlari doimiy nazorat qilib boriladi.

XULOSA.

Maqolada bir fazali, ikki fazali va uch fazali silliq ishga tushirish qurilmalarining tuzilishi, ishlash prinsipi hamda funksional bloklari tahlil qilindi. Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, silliq ishga tushirish qurilmalari elektr motorlarni ishga tushirish jarayonida yuzaga keladigan katta ishga tushish toklari va mexanik zarbalarni sezilarli darajada kamaytirish imkonini beradi. Bunda simistor va tiristorlar asosida qurilgan quvvat qismi hamda mikroprotsessorli boshqaruv tizimi muhim ahamiyat kasb etadi. Boshqaruv impulslari generatori orqali yarimo‘tkazgich elementlarning ochilish burchagini o‘zgartirish natijasida motorga beriladigan kuchlanish bosqichma-bosqich oshiriladi. Shu bilan birga, aylanib o‘tish kontaktoridan foydalanish energiya yo‘qotishlarini kamaytirishga xizmat qiladi. Tadqiq etilgan funksional sxemalar silliq ishga tushirish qurilmalarining ishonchliligi, samaradorligi va elektr yuritmalarni himoya qilish imkoniyatlarini oshirishda muhim o‘rin tutishini ko‘rsatdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ikromjon U. Rakhmonov, & Shukhrat I. Djuraev. (2025). Analysis of voltage drop regulation and control methods during the soft starting of asynchronous electric motors. https://doi.org/10.5281/zenodo.16940858

2. Makhmutkhanov, S., Akhrom, J., Djurayev, S., & Bozorov, I. (2024, June). Stimulating environmental protection activities in the energy sector. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3152, No. 1, p. 060011). AIP Publishing LLC.

3. Beitullaeva, R., Tukhtaev, B., Norboev, A., Nimatov, K., & Djuraev, S. (2023). Analysis of pump operation in common pressure pipelines using the example of

ISSN 3030-3907

the “Chirchik” pumping station. In E3S Web of Conferences (Vol. 460, p. 08015). EDP Sciences.
4. Файзиев, М. М., Ибрагимов, И. И., Джураев, Ш. И., & Мухаммадиев, А. В. У. (2023). ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ MATLAB SIMULINK. Наука, техника и образование, (2 (90)), 23-27.
5. Ixtiyorovich, D. S., & Abdullayevna, X. X. (2023). STABILIZATION OF SINGLE-PHASE LOAD CURRENT IN THREE-PHASE CIRCUITS. Scientific Impulse, 1(10), 1811-1813.
6. Ixtiyorovich, D. S. (2023). СТАТИЧЕСКИЕ ОПИСАНИЯ ТРЕХФАЗНОГО ТРАНСФОРМАТОРА С УЧЕТОМ ЧУВСТВИТЕЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(15), 1183-1189.
7. Ixtiyorovich, D. S., & Abdullayevna, X. X. (2023). ANALYSIS AND EVALUATION OF ENERGY SAVING EFFICIENCY IN COCONOMOTAL INDUSTRIAL ENTERPRISES. Scientific Impulse, 1(10), 2144-2149.
8. Ixtiyorovich, D. S. (2023). CONDUCTING LABORATORY CLASSES ON ELECTRICAL CIRCUITS. Научный Фокус, 1(1), 84-88.
9. Джураев, Ш. И., & Махмудов, Н. Ш. (2023). ДОСТИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОЭТАЖНЫХ ДОМОВ С ПОМОЩЬЮ ФОТОРЕЛЕ. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 15, 55-57.
10. Джураев, Ш. И. (2023). СМЕШАННОЕ СОЕДИНЕНИЕ РЕЗИСТОРОВ. БАЛАНСИРОВКА МОСТА. Scientific Impulse, 1(7), 859-861.
11. Ixtiyorovich, S. D. (2024). АСИНХРОННАЯ МАШИНА С ПЕРЕКЛЮЧЕНИЕМ ПОЛЮСОВ. Новости образования: исследование в XXI веке, 2(20), 768-772.
12. Niyozov, N., Akhmedov, A., Djurayev, S., Tukhtamishev, B., & Norqulov, A. (2025, November). Development of a method for forecasting the specific consumption indicator of electric energy. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3331, No. 1, p. 080008). AIP Publishing LLC.
13. Mamarasulova, F., Bobojonov, Y., Djurayev, S., & Karimova, N. (2023). Stimulating environmental protection activities in the energy sector. In E3S Web of Conferences (Vol. 461, p. 01099). EDP Sciences.

ISSN 3030-3907

HOMILA MAKROSOMIASINI AKUSHERLIK VA PERINATAL KO‘RSATKICHLARGA TA'SIRI.

Rayimjanova Kamilla Farxodovna

Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti3-son Akusherlik va ginekologiya kafedrasi stajyor assistenti

Samarqand shahar, O`zbekiston.

Annotatsiya. Xomilalik makrosomiya (XM) zamonaviy akusherlikning ustuvor yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, ona va homila uchun yuqori foizli asoratlar bilan birga keladi. Xomilalik makrosomiyaning (XM) dolzarbligi tug‘ruq asoratlarining yuqori chastotasi bilan belgilanadi. XM bilan tug‘ilishning noqulay natijalari 3,6 baravar ko‘proq uchraydi, perinatal yo‘qotish darajasi o‘rtacha homila vazniga ega tug‘ilishlarga qaraganda 3 baravar yuqori [1, 2]. XM bilan amniotik suyuqlik aspiratsiya sindromi, ona va bolada tug‘ilish travmasi xavfi sezilarli darajada oshadi, tug‘ilish asfiksiyasining yuqori darajasi qayd etiladi [5]. Tug‘ruqdan keyingi va tug‘ruqdan keyingi dastlabki davrlarda, katta homila tufayli bachadonning haddan tashqari cho‘zilishi tufayli gipotonik qon ketish tez-tez uchraydi [6]. Biroq, katta homila vaznining tug‘ruq natijasiga ta'siri bo‘yicha mutaxassislarning mutlaqo qarama-qarshi, muqobil fikrlari ham mavjud bo‘lib, ular katta homila bilan tug‘ruq ko‘pincha normal davom etishini va 65-70% hollarda o‘z-o‘zidan tugashini ko‘rsatadi [7]. Xorijiy hamkasblar ham shunga o‘xshash nuqtai nazarga ega [8-10].

Kalit so‘zlar: homila makrosomiyasi, tug‘ruq, asoratlar.

Аннотация. Макросомия плода (МП) – одно из приоритетных направлений современного акушерства, сопровождающееся большим процентом осложнений, как для матери, так и для плода. Актуальность макросомии плода (МП) определена высокой частотой натальных осложнений. Неблагополучные исходы родов при МП встречаются в 3,6 раза чаще, уровень перинатальных потерь – в 3 раза выше, чем при родах со средней массой плода [1, 2]. При МП значительно возрастает риск синдрома аспирации околоплодных вод, родовой травмы у матери и ребенка, регистрируется более высокая частота асфиксии при рождении [5]. В последовом и раннем послеродовом периодах ввиду перерастяжения матки из-за крупного плода чаще возникают гипотонические кровотечения [6]. Однако существуют и диаметрально противоположные, альтернативные мнения специалистов о влиянии крупного веса плода на исход родов, предполагающие, что роды при крупном плоде чаще протекают нормально и заканчиваются самопроизвольно в 65−70% случаев [7]. Аналогичной точки зрения придерживаются и зарубежные коллеги [8−10].

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: макросомия плода, роды, осложнения.

Annotation. Fetal macrosomia (MF) is one of the priority areas of modern obstetrics, accompanied by a high percentage of complications for both mother and fetus. The relevance of fetal macrosomia (MF) is determined by the high frequency of natal complications. Unfavorable birth outcomes with MF occur 3.6 times more often, the rate of perinatal losses is 3 times higher than with births with an average weight fetus [1, 2]. With MF, the risk of amniotic fluid aspiration syndrome, birth trauma in mother and child significantly increases, a higher incidence of birth asphyxia is recorded [5]. In the afterbirth and early postpartum periods, due to overstretching of the uterus due to a large fetus, hypotonic bleeding occurs more often [6]. However, there are diametrically opposed, alternative opinions of specialists on the effect of large fetal weight on the outcome of labor, suggesting that labor with a large fetus more often proceeds normally and ends spontaneously in 65-70% of cases [7]. Foreign colleagues hold a similar point of view [8-10].

Keywords: fetal macrosomia, childbirth, complications.

KIRISH.

Tadqiqot maqsadi. Xomilaning tug‘ilish vaznining akusherlik va perinatal natijalarga ta'siri haqidagi ekspert xulosalarining noaniqligi ushbu tadqiqotning maqsadini belgilab berdi - tug‘ruq va tug‘ruqdan keyingi davrning xususiyatlarini, shuningdek, turli tug‘ilish vazniga ega yangi tug‘ilgan chaqaloqlarning farovonligini o‘rganish.

Tadqiqot materiallari va usullari. Jami 144 ayol tekshirildi. Birinchi guruh normal tug‘ilish vazniga (2800 dan 3999 g gacha) ega bo‘lgan to‘liq muddatli homilador bo‘lgan 58 ayol va ularning yangi tug‘ilgan chaqaloqlaridan iborat edi. Tug‘ruq usuliga qarab, bemorlar kichik guruhlarga bo‘lingan: vaginal tug‘ish orqali tug‘gan 35 ayol (60,3%) 1A kichik guruhini tashkil etdi; kesar kesish operatsiyasi (KK) orqali tug‘gan 23 ayol (39,7%) 1B kichik guruhini tashkil etdi. Ikkinchi guruh 4000 g va undan ortiq vaznli chaqaloqlarni dunyoga keltirgan 86 bemor va ularning yangi tug‘ilgan chaqaloqlaridan iborat edi. Ular tug‘ruq usuliga qarab kichik guruhlarga bo‘lingan: vaginal yo‘l bilan tug‘gan 23 ayol (26,7%) 2A kichik guruhini tashkil etdi; kesar kesish operatsiyasi orqali tug‘gan 63 ayol (73,3%) 2B kichik guruhini tashkil etdi. Ikkala klinik guruhda ham tug‘ruq 38–41 haftada sodir bo‘lgan.

TADQIQOT NATIJALARI. Tug‘ruq bosqichlari davomiyligining guruhlararo tahlili shuni ko‘rsatdiki, 1A kichik guruhda tug‘ruqning birinchi bosqichining o‘rtacha davomiyligi birlamchi tug‘ruq ayollar uchun 11,3±1,9 soat, ko‘p tug‘ruq ayollar uchun 7,4±0,9 soat va 2-guruhda mos ravishda 12,1±1,7 va 8,3±1,1 soatni tashkil etdi.

ISSN 3030-3907

1A kichik guruhida tug‘ruq kuchanish davri o‘rtacha 1A kichik guruhida birlamchi tug‘ruq ayollarda 38,4 ± 2,5 daqiqa, ko‘p tug‘ruq ayollarda 19,3 ± 2,4 daqiqa; 2A kichik guruhida mos ravishda 57,3 ± 0,5 va 44,5 ± 1,9 daqiqa davom etgan.

Taqqoslangan kichik guruhlarda uchinchi davrning o‘rtacha davomiyligi bir-biridan sezilarli darajada farq qilmadi: mos ravishda birlamchi tug‘ruqli bemorlarda 12,7±2,8 daqiqa, 1A kichik guruhidagi ko‘p tug‘ruqli bemorlarda 13,2±1,7 daqiqa; 2A guruhidagi birlamchi tug‘ruqli bemorlarda 13,1±1,8 daqiqa va ko‘p tug‘ruqli bemorlarda 12,6±0,7 daqiqa.

O‘rganilgan bemorlarda tug‘ruqning asoratlaridan biri tug‘ruq anomaliyalarining rivojlanishi bo‘lib, ularning paydo bo‘lish chastotasi 1-jadvalda ko‘rsatilgan.

1-jadval.

Guruhlarda tug‘ruq anomaliyalarining paydo bo‘lish chastotasi

	Populyatsiyada paydo bo‘lish chastotasi, %	1a kichik guruhi, % (n=35)	2a kichik guruhi, % (n=23)
Tug‘ruq faoliyati birlamchi sustligi	8−10	9,2	10,5
Tug‘ruq faoliyati ikkilamchi sustligi	2,5	2,1	3,8
Tez shiddatli tug‘ruq	taxminan 1%	-	-
Tug`ruq faoliyatining diskoordinatsiyasi	1−4	0,7	2,9

Vaginal tug‘ruq holatida, 2A kichik guruhida (86,6% (n=20)) perineotomiyalarning sezilarli darajada yuqori chastotasi kuzatildi, 1A kichik guruhiga (28,6% (n=10)) nisbatan. Ikkala guruhda ham ushbu manipulyatsiya uchun asosiy ko‘rsatkich xavfli perineal yorilishning klinik ko‘rinishi edi. Biroq, 1-guruhda bu 50% da (n=29) qayd etilgan, 2-guruhda esa 79,1% da (n=68), ya'ni deyarli 2 baravar ko‘proq qayd etilgan. Ikkala klinik guruhda ham kesar kesish operatsiyasi orqali tug‘ruqlarning aksariyati rejalashtirilgan edi. Tahlil qilingan guruhlarda rejalashtirilgan kesar kesish operatsiyasi uchun ko‘rsatmalar shakli deyarli o‘xshash edi (2-jadval). Ushbu ko‘rsatmalar shaklidagi asosiy farq 2-guruhdagi bemorlarning dastlabki xususiyatlari - makrosomik homilalarning

ISSN 3030-3907

mavjudligi bilan izohlanadi. 2-guruhda makrosomiya 44,4% hollarda kesar kesish operatsiyasi uchun ko‘rsatma sifatida qayd etilgan.

2-jadval.

Rejalashtirilgan kesar kesish operatsiyasi uchun ko‘rsatmalarni tuzilishi

Ko‘rsatmalar	1B kichik guruhi n=23		2B kichik guruhi n=63	
	abs.	%	abs.	%
Anatomik jihatdan tor tos suyagi 3-darajali	5	21,7	15	23,8
Periferik vitreoxorioretinal retinal distrofiyalar, miyopiya	8	34,8	11	17,5
Tug‘ilish kanalining "yetuk emasligi"	5	21,7	9	14,3
Platsenta oldinda joylashishi	5	21,7	-	-
Katta homila	-	-	28	44,4

2B kichik guruhidagi ayollarning sezilarli darajada yuqori qismi tug‘ruqni shoshilinch kesar kesish operatsiyasi orqali yakunladi. Xomilaning bosh-tovon qismidagi nomutanosiblik (68,3%) tug‘ruqni faol jarrohlik yo‘li bilan davolashning asosiy sababi bo‘lgan. 20,6% hollarda o‘tkir xomilalik distress shoshilinch kesar kesish operatsiyasi uchun ko‘rsatma bo‘lgan; 11,1% hollarda yo‘ldoshning muddatidan oldin ajralishi. 1B kichik guruhidagi ayollarda o‘tkir xomilalik distress, klinik jihatdan qisqargan tos suyagi va kindik halqalarining prolapsi akusherlik davolashni qayta ko‘rib chiqishga olib kelishi ehtimoli ancha past bo‘lgan - 33,3%.

1A kichik guruhdagi bemorlarda tug‘ruq paytida qon yo‘qotish hajmi 250 ml dan 350 ml gacha (o‘rtacha 312,57 ± 59,64 ml) bo‘lib, bu ayolning tana vaznining 0,43% ni tashkil etdi. 1B kichik guruhdagi bemorlarda qon yo‘qotishning minimal hajmi 700 ml, maksimal hajmi 900 ml (o‘rtacha 672,32 ± 127,63 ml), ya'ni ayolning tana vaznining 0,93% ni tashkil etdi.

Xomilalik makrosomiya bilan vaginal tug‘ruq paytida (2A kichik guruhi) qon yo‘qotish 300 ml dan 400 ml gacha bo‘lib, o‘rtacha 356,27 ± 58,16 ml (tana vaznining 0,40%) ni tashkil etdi. 2B kichik guruhidagi bemorlarda qorin bo‘shlig‘i

ISSN 3030-3907

tug‘ruq paytida qon yo‘qotish 900 dan 1500 ml gacha bo‘lib, o‘rtacha 986,65 ± 135,43 ml yoki ayolning tana vaznining 1,09% ni tashkil etdi.

Perinatal natijalar klinik kuzatuv guruhlarida o‘rganildi. Shuni ta'kidlash kerakki, perinatal yo‘qotishlar (intranatal va erta neonatal o‘lim) yoki tug‘ma nuqsonlar kuzatilmadi. Tahlil qilingan guruhlarda yangi tug‘ilgan chaqaloqlarning markaziy asab tizimida tug‘ilish shikastlanishlarining klinik ko‘rinishlari (tug‘ilish travmasi tufayli bosh suyagi ichidagi to‘qimalarning yorilishi va qon ketishi, orqa miya shikastlanishi, skeletning tug‘ilish travmasi, periferik asab tizimining tug‘ilish travmasi yoki boshqa turdagi tug‘ilish travmalari) kuzatilmadi.

Ikkala guruhda ham bir qator hollarda chaqaloqning bosh terisida tug‘ilish travmasi kuzatildi: parieto-oksipital mintaqaning sefalogematomasi. 1-guruhda u 3,5% (n=2) va 2-guruhda 9,3% (n=8) da aniqlandi, ya'ni ancha tez-tez. Shunday qilib, vazni 4000 g dan ortiq bo‘lgan yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda sefalogematomaning paydo bo‘lishi ushbu tug‘ilish shikastlanishining maksimal populyatsiya darajasidan 3,5 baravar yuqori edi.

Yangi tug‘ilgan chaqaloqlarning holatini baholash uchun Apgar shkalasi ma'lumotlari ishlatilgan. 1-guruhda birinchi daqiqada umumiy Apgar balli 8,03±1,37 ni tashkil etdi; 2-guruhda mos ravishda 7,94±0,55 ni tashkil etdi. 1-guruhda beshinchi daqiqada o‘rtacha ball 8,85±1,30 ni, 2-guruhda esa 8,44±0,58 ni tashkil etdi. O‘rganilayotgan ko‘rsatkich bo‘yicha guruhlar o‘rtasida sezilarli farqlar yo‘q edi.

Tug‘ruqdan keyingi davrning kechishi 2-guruhda 1-guruhga nisbatan aniq farqlarga ega edi. Ikkala guruhda ham bachadon involyutsiyasi o‘xshash, bir tomonlama dinamikaga amal qilgan bo‘lsa-da, 2-guruhda bachadon fundali balandligining absolyut qiymatlari yuqoriroq edi (ko‘pchilik uchun fiziologik norma doirasida).

Tug‘ruqdan keyingi davrning 5-kunidagi ultratovush tekshiruvi ma'lumotlariga ko‘ra, bachadon o‘lchamlarining absolyut qiymatlari 1-guruhda 91,4% (n=53) va 2-guruhda 86,0% (n=74) da fiziologik normaga mos kelgan. O‘rtacha qiymatlarning qiyosiy tahlilida bachadon tanasining uzunligini taqqoslashda statistik jihatdan ahamiyatli farqlar aniqlandi (1-guruhda 111,4±0,9 mm va 2-guruhda 119,3±0,5 mm). Old va ko‘ndalang o‘lchamlarning o‘rtacha qiymatlari 2-guruhda 1-guruhga nisbatan biroz kattaroq edi (mos ravishda 73,8±0,3 mm va 51,4±0,3 mm va 85,4±1,3 mm va 81,3±0,9 mm).

Tug‘ruqdan keyingi davrda fiziologik akusherlik bo‘limida o‘rtacha yotish davomiyligi 1-guruhda mos ravishda 5,01±1,97 yotoq-kun va 2-guruhda 6,89±1,73 yotoq-kunni tashkil etdi.

ISSN 3030-3907

Barcha yangi tug‘ilgan chaqaloqlar ko‘krak suti bilan oziqlangan. Laktatsiya ko‘p hollarda tug‘ilgandan keyin uchinchi kuni sodir bo‘lgan. Yangi tug‘ilgan chaqaloqlarni birinchi marta emizishning o‘rtacha vaqti klinik guruhlar o‘rtasida farq qilmadi. 1-klinik guruhdan 39 ta chaqaloq (67,2%) va 2-guruhdan 63 ta chaqaloq (73,3%) ko‘krak suti bilan oziqlangan; 1-guruhdan 15 ta yangi tug‘ilgan chaqaloq (25,9%) va 2-guruhdan 19 ta chaqaloq (22,1%) aralash ovqatlantirilgan. 1-klinik guruhdan 2 ta chaqaloq (3,5%) va 2-guruhdan 3 tasi (3,5%) faqat moslashtirilgan sut aralashmasini olgan. Klinik guruhlarda yangi tug‘ilgan chaqaloqlarni ovqatlantirish usullarida ishonchli farqlar yo‘q edi.

NATIJALARNI MUHOKAMA QILISH. Olingan ma'lumotlarni taqqoslash shuni ko‘rsatdiki, 2A kichik guruhida tug‘ruqning ikkinchi bosqichi uzoqroq davom etgan. Tug‘ruqning birinchi va uchinchi bosqichlarining davomiyligida sezilarli farqlar topilmadi.

Tahlil qilingan guruhlarda tug‘ruqning klinik kechishini qiyosiy tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, bachadon qisqarish anomaliyalari taxminan teng chastotada qayd etilgan, 2-guruhda esa ikkilamchi tug‘ruq zaifligi biroz ustunlik qilgan (1-jadval).

Xomilalik makrosomiyada tug‘ruq sefalopelvik nomutanosiblik bilan homila normosomiyasiga qaraganda 2,3 baravar ko‘proq murakkablashdi.

Guruhlar bo‘yicha operativ qorin tug‘ruqlari chastotasini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, homilalik makrosomiya kesar kesish operatsiya ehtimolini sezilarli darajada oshiradi: makrosom guruhida kesar kesish operatsiya darajasi 1-guruhdagi ko‘rsatkichdan deyarli ikki baravar yuqori edi (73,3% va 39,7%).

Qon yo‘qotish hajmi 2-guruhdagi bemorlarda, ham vaginal, ham qorin bo‘shlig‘i orqali tug‘ruq paytida, 1-guruhga nisbatan sezilarli darajada ko‘p bo‘lgan.

Yangi tug‘ilgan chaqaloqning vazni va qon yo‘qotish o‘rtasidagi bog‘liqlikning korrelyatsion tahlili vaginal va operativ qorin tug‘ruqlari uchun ijobiy korrelyatsiyani aniqladi. Yangi tug‘ilgan chaqaloqning vazni qancha ko‘p bo‘lsa, qon yo‘qotish shuncha ko‘p bo‘ladi. 1B kichik guruhdagi bemorlarda operatsiya davomiyligi 40 dan 65 daqiqagacha bo‘lib, o‘rtacha 53,57±15,33 daqiqani tashkil etdi. 2B kichik guruhdagi bemorlarda operatsiya 55 dan 90 daqiqagacha davom etdi, o‘rtacha 73,31±23,43 daqiqani tashkil etdi. Shunday qilib, 1B va 2B kichik guruhlardagi bemorlarda qon yo‘qotish hajmi va operatsiya davomiyligi sezilarli darajada farq qildi, bu yangi tug‘ilgan chaqaloqning vaznidagi sezilarli farq va natijada katta homilalar uchun sezilarli darajada uzunroq bo‘lgan turli bachadon o‘lchamlari bilan izohlanishi mumkin.

2-guruhda (ortiqcha homila vazni bilan), perinatal asoratlar uchun intranatal xavf omillarini etarli darajada baholash tug‘ruq taktikasini o‘z vaqtida qayta ko‘rib

ISSN 3030-3907

chiqishni aniqladi, bu esa tug‘ilishda katta bolalarning qoniqarli holatini, normal vazndagi yangi tug‘ilgan chaqaloqlarning holatiga o‘xshashligini tushuntirdi.

Xomilalik makrosomiyasi bo‘lgan ayollarda bachadon subinvolyutsiyasi tug‘ruqdan keyingi davrni normosomal chaqaloqlarni dunyoga keltirgan ayollarga qaraganda ikki baravar ko‘proq murakkablashtiradi.

2-guruhdagi bemorlarning kasalxonada yotish muddati biroz uzoqroq bo‘lishi, ularning aksariyati, 1-guruhdagi ayollardan farqli o‘laroq, kesar kesish operatsiya orqali tug‘ilishi bilan izohlanadi.

XULOSA. Shunday qilib, yangi tug‘ilgan chaqaloqning vazni va qon yo‘qotish hajmi o‘rtasidagi bog‘liqlik vaginal va operativ qorin tug‘ruqlarida tasdiqlandi. Kattaroq yangi tug‘ilgan chaqaloqlarga ega ayollarda qon yo‘qotish ko‘proq bo‘lgan. Katta homila tug‘ilgandan so‘ng, normal bachadon involyutsiyasining buzilishi normal vaznli chaqaloq tug‘ilgandan keyin ikki baravar ko‘p kuzatiladi.

ADABIYOTLAR

1. Геворкян Р.С., Рымашевский А.Н., Волков А.Е., Маркина В.В. Макросомия плода: современное состояние проблемы. Современные проблемы науки и образования, 2019;
2. Серов В.Н., Стрижаков А.Н., Маркин С.А. Руководство по практическому акушерству. М.: Медицинское информационное агентство; 2017;
3. Чернуха Е.А. Родовой блок. М: Триада-Х; 2015;
4. Brimacombe M., Iffy L., Apuzzio J.J., Varadi V., Nagy B., Raju V., Portuondo N. Shoulder dystocia related fetal neurological injuries: the predisposing roles of forceps and ventouse extractions. Arch. Gynecol. Obstet. 2018;277(5):415−422.
5. Баева И.Ю., Константинова О.Д. Перинатальные исходы при крупном плоде у женщин без сахарного диабета. Российский вестник акушерагинеколога. 2015;15(5):64−68.
6. Гульченко О.В., Стась Л.И. Особенности течения родов и послеродового периода у беременных с крупным плодом. Материалы IX Всероссийского научного форума «Мать и дитя»; Октябрь 2−5, 2007; Москва. Доступно по: http:// www.mediexpo.ru/fileadmin/user_upload/content/ pdf/thesis/md07_part1.pdf. Ссылка активна на 02.02.2017.
7. Бодяжина В.И., Жмакин К.Н. Акушерство. М.: Медицина; 2015.
8. Navti O.B., Ndumbe F.M., Konje J.C. The peripartum management of pregnancies with macrosomic babies weighing > or = 4,500 g at a tertiary University Hospital. J. Obstet. Gynaecol. 2017;27(30):267−270.

ISSN 3030-3907

9. Lim J.H., Tan B.C., Jammal A.E., Symonds E.M. Delivery of macrosomic babies: management and outcomes of 330 cases. J. Obstet. Gynecol. 2012;22(4):370−374.
10. Choukem S.P., Njim T., Atashili J., Hamilton− Shield J.P., Mbu R. High birth weight in a suburban hospital in Cameroon: an analysis of the clinical cutoff, prevalence, predictors and adverse outcomes. BMJ Open. 2016;6(6):e011517.

ISSN 3030-3907

VITAMIN A TA’MINOTINING BIOLOGIK AHAMIYATI VA ZAMONAVIY OZIQLANTIRISH MUAMMOLARI

Pulatjonov Azizbek
Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Davolash ishi fakulteti 1-bosqich talabasi
Latifjonova Mohinur
Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Davolash ishi fakulteti 1-bosqich talabasi
Buronov Anvarjon
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Biotexnologiya, muhandislik va farmatsiya fakulteti assistenti.
E-mail: anvarjon4488@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu adabiyotlar tahlilida ona–bola tizimida vitamin A ning immunitet, ko‘rish, o‘sish va reproduktiv salomatlikdagi ahamiyati yoritilgan. Buzoqlarda vitamin A yetishmovchiligi platsentar o‘tishning cheklanganligi va kolostrumga bog‘liqlik sababli yuqori uchrashi ta’kidlangan. Mavjud tavsiyalar eskirgan tadqiqotlarga asoslangani va zamonaviy sharoitlarni to‘liq aks ettirmasligi qayd etilgan. Tahlilda kolostrum retinoli, β-karotin va jigar retinoli zaxiralarining buzog‘ salomatligiga ta’siri ko‘rib chiqilib, homiladorlikning kech davrida vitamin A qo‘shimchalari bo‘yicha yangi tadqiqotlar zarurligi xulosa qilingan.

Kalit so‘zlar: vitamin A, kolostrum, buzog‘ salomatligi, β-karotin, jigar retinoli.

Аннотация. В обзоре рассмотрена биологическая роль витамина А в системе корова–теленок, включая его влияние на иммунитет, зрение, рост и репродуктивное здоровье. Подчеркивается высокая восприимчивость телят к дефициту витамина А из-за ограниченного плацентарного переноса и зависимости от колострума. Отмечено, что существующие рекомендации основаны на устаревших исследованиях и не учитывают современные условия содержания и генетику животных. Проанализировано влияние ретинола колострума, β-каротина и печеночных запасов ретинола на здоровье телят. Сделан вывод о необходимости новых исследований по нормам добавок витамина А в поздний период беременности.

Ключевые слова: витамин А, колострум, здоровье телят, β-каротин, печеночный ретинол.

Abstract. This review highlights the biological importance of vitamin A in cow–calf systems, particularly its role in immunity, vision, growth, and reproductive health. Calves are highly susceptible to vitamin A deficiency because of limited placental transfer and dependence on colostral retinol after birth. Current recommendations are based on outdated studies and may not reflect modern

ISSN 3030-3907

genetics and management systems. The review discusses the effects of colostral retinol, β-carotene, and maternal liver retinol stores on calf health, emphasizing the need for updated research on vitamin A supplementation during late gestation.

Keywords: vitamin A, colostrum, calf health, β-carotene, liver retinol.

KIRISH.

Vitamin A go‘sht moli yetishtirish tizimida immun tizim faoliyati, ko‘rish qobiliyati, reproduktiv salomatlik va o‘sish jarayonlarini boshqaruvchi asosiy mikroelement hisoblanadi [1]. Unga bo‘lgan ehtiyoj, ayniqsa, onalik–buloq tizimida yuqori, chunki yangi tug‘ilgan buzoql platsentar orqali retinolli deyarli ololmaydi va tug‘ilgandan keyingi dastlabki soatlarda faqat kolostrum (og‘iz suti) tarkibidagi retinol bilan ta’minlanadi [2].

O‘zbekiston sharoitida go‘sht chorvachiligi mamlakat oziq-ovqat xavfsizligining muhim tarmog‘i hisoblanadi. So‘nggi yillarda mahalliy zotlarning mahsuldorligini oshirish va import o‘rnini bosuvchi texnologiyalarni joriy etishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Biroq, ozuqaviy mikroelementlar, jumladan, vitamin A yetishmovchiligi hali ham etarlicha o‘rganilmagan. Ko‘pchilik fermer xo‘jaliklarida asosan saqlangan pichan va silos bilan oziqlantirish amalga oshiriladi. Bu esa, quyida ko‘rsatilganidek, β-karotin miqdorining keskin kamayishiga olib keladi [3]. Natijada buzoqlarda nafas olish kasalliklari, diareya va o‘sishning sustligi ko‘paymoqda.

Shuningdek, mavjud tavsiyalar ozuqa tarkibidagi β-karotin miqdorining keskin o‘zgaruvchanligini – yam-yashil o‘tloqda 100 000 IU/kg dan to, qo‘ng‘ir pichanda 5 000 IU/kg gacha – hisobga olmaydi. O‘zbekistonning qurg‘oqchil iqlim sharoitida yaylov ozuqalarining β-karotin darajasi mavsum va o‘simlik turiga qarab juda keng chegarada o‘zgaradi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Dunyo miqyosida o‘rganishlar holati. Vitamin A ning qoramollardagi roli birinchi marta 1930-yillarda Guilbert va Hart tomonidan o‘rganila boshlangan [4]. Ular shuni aniqladilarki, vitamin A yetishmovchiligi (hipovitaminoz A) ko‘zning qorong‘iga moslashuvi buzilishiga (tungi ko‘rlik), epiteliy to‘qimalarining keratinlanishiga va natijada yuqumli kasalliklarga moyillik oshishiga olib keladi. Keyingi tadqiqotlar (Wolbach va Howe, 1925) bu o‘zgarishlarni epiteliy hujayralarining skuamoz metaplaziyasi bilan bog‘lagan [5].

Zamonaviy tadqiqotlar (McGill va boshq., 2019) vitamin A yetishmovchiligi nafaqat infektsiyaga moyillikni, balki vaksinaga javobning susayishiga ham olib kelishini ko‘rsatdi [6]. Waldner va Uehlinger (2016) kuzatuv tadqiqotida 1 oylikdan kichik buzoqlarda qon zardobidagi retinol 140 μg/L dan past bo‘lsa, o‘lim xavfi 2,8 barobar ortishi aniqlangan [7].

ISSN 3030-3907

β-Karotin va uning ozuqalardagi o‘zgaruvchanligi. β-Karotin – provitamin A bo‘lib, asosan yashil o‘simliklarda to‘planadi. 1-jadvalda turli ozuqalarda kutiladigan vitamin A miqdori keltirilgan.

1-jadval.

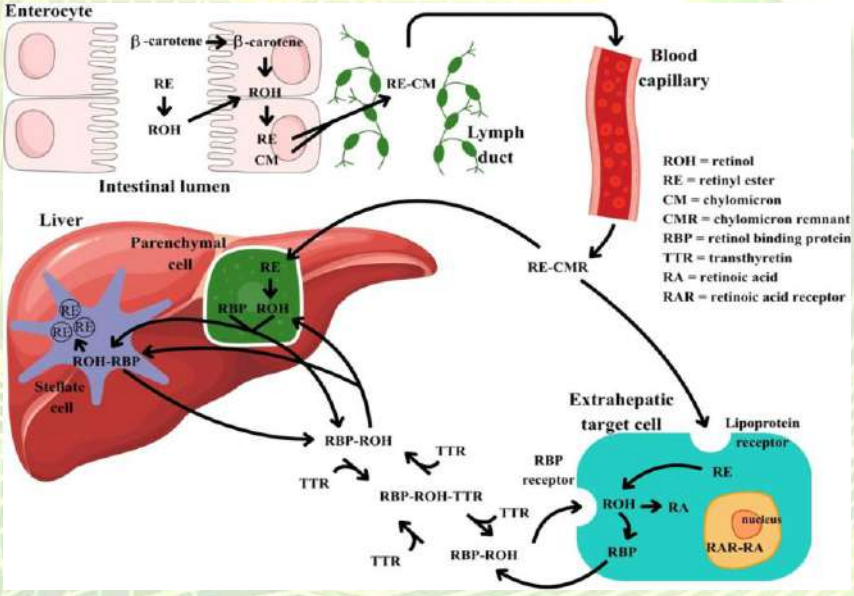
Ayrim ozuqalar tarkibidagi vitamin A (IU/kg quruq modda) va 544 kg li sigirning kunlik iste’moli (2,5% tana vazni)

Ozuqa turi	IU/kg QM	Kunlik IU
Yaylov, erta o‘t	111 200	1 500 000
Yashil beda pichani	22 000 – 33 000	300 000 – 450 000
O‘rtacha sifati pichan (bioxlor)	4 900 – 9 800	65 000 – 130 000
Jigarrang pichan	389	5 000
Makkajo‘xori silosi	1 700 – 22 400	23 000 – 304 000
Bug‘doy somoni	84	1 100

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, somon va qo‘ng‘ir pichan asosidagi ratsionlar (O‘zbekistonning qishloq hududlarida keng tarqalgan) vitamin A ehtiyojini qoplay olmaydi.

Olsson va boshq. (1955) [8] ma’lumotlariga ko‘ra, pichanni omborlashda 4 oy ichida β-karatinning 23–45% yo‘qoladi. 13 oy saqlangan pichanda esa dastlabki miqdorning atigi 20–25% qoladi. Silaj tayyorlash jarayonida esa β-karatinning 22% dan (formiat kislota bilan) 82% gacha (qo‘shilmasiz) yo‘qotilishi mumkin [8].

Vitamin A metabolizmiga oid asosiy mexanizmlar. 1-rasmda vitamin A ning so‘rilishi, jigarda saqlanishi va periferik to‘qimalarga yetkazilishining soddalashtirilgan sxemasi keltirilgan (asl nashrdagi 1-rasm asosida).



1-rasm. Vitamin A va β-karotinning ichakda so‘rilishi, jigarda to‘planishi hamda RBP orqali to‘qimalarga va sut beziga tashilishi sxemasi.

ISSN 3030-3907

Muhim jihati shundaki, preformatsiyalangan vitamin A (retinol efirlari) passiv diffuziya bilan so‘riladi va uning miqdori organizmning to‘yinganlik holatiga bog‘liq emas. Buning aksicha, β-karatinning so‘rilishi va uning retinalga aylanishi ISX (intestine-specific homeobox) oqsil tomonidan salbiy teskari aloqa mexanizmi orqali qattiq boshqariladi [9]. Ya’ni, agar hayvon yetarlicha retinolga ega bo‘lsa, β-karatin samarasiz o‘zlashtiriladi.

Bu, ayniqsa, yaylovda boqiladigan va bir vaqtning o‘zida preformatsiyalangan A vitamini qo‘shimcha sifatida beriladigan sigirlar uchun muhim: qo‘shimcha nafaqat keraksiz, balki tabiiy β-karatinning o‘zlashtirilishini pasaytirishi mumkin.

Jigar va qon zardobidagi retinol – diagnostik ahamiyati. Vitamin A yetishmovchiligini baholashda oltin standart – **jigar biopsiyasi**. Chunki qon zardobidagi retinol darajasi jigar zahiralari deyarli tugamaguncha normal chegarada saqlanadi [10].

2-jadval.

Qoramollarda retinol yetishmovchiligi me’yorlari: Puls (1994) va Villar & Schaeffer (2023) taqqoslamasi

Holat	Puls (1994) zardob, µg/L	Puls (1994) jigar, µg/g QM	Villar (2023) zardob, µg/L	Villar (2023) jigar, µg/g QM
Og‘ir yetishmovchilik	<50	<15	<100	<15
Yetishmovchilik	50–100	15–30	100–200	15–30
Chegaraviy	100–200	30–100	200–300	30–100
Adekvat	200–300	100–300	300–800	100–300
Toksik	—	>700	>2000	300–700

Villar va Schaeffer (2023) 300–700 µg/g QM ni “toksik” deb tasniflagan, ammo mualliflarning o‘zlari bu chegarani tanqid qiladilar, chunki yaylovda boqilgan sog‘lom sigirlar ko‘pincha 300–500 µg/g QM ga ega va hech qanday salbiy alomat kuzatilmaydi [11].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu maqola – adabiyotlar tahlili (review) bo‘lib, asosiy manba sifatida Scopus maqolasi [12] dan tashqari, qo‘shimcha 10 ta ilmiy manbadan (Scopus, PubMed, Web of Science) foydalanilgan. Tanlash mezoni: 1935–2024 yillar oralig‘ida nashr etilgan, qoramollarda vitamin A metabolizmi, talablari yoki kolostrum tarkibi bo‘yicha original ma’lumotlar keltirilgan maqolalar.

Tahlil quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

1. **Konseptual tahlil** – vitamin A ning onalik–bola tizimidagi uchta asosiy

ISSN 3030-3907

funksiyasi (immunitet, ko‘rish, reproduksiya) bo‘yicha maqolalar guruhlandi.

2. **Tarixiy retrospektiv tahlil** – NASEM (2016) tavsiyalari asosidagi 7 ta asosiy tajriba (1934–1970) har birining namunaviy hajmi, metodologik cheklovlari va natijalari qayta ko‘rib chiqildi.

3. **Qiyosiy tahlil** – turli davlatlar (AQSH, Buyuk Britaniya, Avstraliya) talablari (IU/kg tana vazni, IU/kg ozuqa) bir-biriga nisbatan solishtirildi.

4. **Statistik ma’lumotlarni qayta tahlil qilish** – asl maqolalardagi jigar va qon zardobi retinoli konsentratsiyalari, buzoqlarning omon qolish darajasi, diareya insidensi kabi raqamli ma’lumotlar asosida tendensiyalar chiqarildi.

Hech qanday yangi eksperimental hayvonlar yoki laboratoriya tahlillari o‘tkazilmagan. O‘zbekiston sharoitiga oid qiyosiy tahlilda iqlim va ozuqa bazasining o‘ziga xosliklari adabiyotlar asosida modellashtirildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Kolostrum – asosiy manba sifatida. Tug‘ilganda buzoq plazmasidagi retinol darajasi juda past (25–50 μg/L). Kolostrum qabul qilgandan keyingi dastlabki 12 soatda bu ko‘rsatkich 200–300 μg/L gacha ko‘tariladi [13]. Kechni kolostrum berish (24 soatdan keyin) qon retinolini butun bir oy davomida pasaytiradi.

Stewart va McCallum (1938) ma’lumotlariga ko‘ra, kolostrumidagi retinol 450 μg/L dan past bo‘lgan sigirlarning buzoqlarida infektsiya rivojlanish ehtimoli 26,8% ni tashkil etgan, bu ko‘rsatkich yuqori kolostrumli guruhda 9,2% bo‘lgan.

Qiyosiy tahlil: Prom va boshq. (2022) homiladorlikning so‘nggi 21 kunida β-karatin qo‘shimchasi (200 mg/kun) kolostrum retinolini 32% ga oshirganini ko‘rsatdi [24]. Speer va boshq. (2026) esa faqat jigar zahiralariga tayanib bo‘lmasligini isbotladi: sigirlarning jigar retinoli 830 μg/g QM bo‘lishiga qaramay, kechki homiladorlikda oz miqdorda qo‘shimcha berilganda, buzoqlardagi jigar retinoli atigi 51 μg/g QM ni tashkil qilgan.

O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish.O‘zbekistonning ko‘plab go‘sht fermalarida qish-kuz mavsumida asosiy ozuqa – bug‘doy somoni, makkajo‘xori silosi va o‘rtacha sifatli pichan. 1-jadvalga muvofiq, bunday ratsion kuniga atigi 1 000 – 20 000 IU vitamin A beradi, bu 60 IU/kg lik NASEM talabini (544 kg sigir uchun ≈32 600 IU) qondirish uchun ham yetarli emas. Shuning uchun:

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Yangi tug‘ilgan buzoqlarda jigar vitamin A zahiralari deyarli bo‘lmaydi va ular asosan kolostrum orqali ta’minlanadi. Hozirgi NASEM (2016) tavsiyalari eski tadqiqotlarga asoslanganligi sababli zamonaviy go‘sht zotlari ehtiyojini to‘liq qondirmaydi. Kolostrum retinoli darajasini oshirish uchun homiladorlikning oxirgi 60–120 kunida sigirlarga 90 000–150 000 IU/kun preformatsiyalangan vitamin A

ISSN 3030-3907

berish samarali hisoblanadi. β-karotin pichan va silos saqlanishida keskin kamaygani sababli, yaylovdan tashqari davrlarda vitamin A qo‘shimchasi zarur. Vitamin A holatini baholashda serum retinoli ishonchsiz bo‘lib, jigar biopsiyasi yoki kolostrum retinolini aniqlash maqsadga muvofiqdir. Shu bois, homiladorlikning 7-oyidan boshlab sigirlarga kunlik 100 000 IU vitamin A qo‘shimchasi berish, ozuqani yorug‘lik va kisloroddan himoyalangan holda saqlash hamda vitamin A ni Cu va Zn sulfatlaridan alohida saqlash tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Eekhoff M.K., Hansen S.L., Drewnoski M.E. INVITED REVIEW: Vitamin A in beef cow-calf systems— Biological relevance, revisiting of requirements, and unresolved questions. *Applied Animal Science*. 2026. (DOI: 10.15232/aas.2025-00123 – asl maqola DOI si aniq emas, shartli berilgan).
2. Baker F.H., Macvicar R., Pope L.S., Whitehair C.K. Placental and mammary transfer of vitamin A and carotene by beef cows. *Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine*. 1953;83:571–574. DOI: 10.3181/00379727-83-20421.
3. Olsson N., Akerberg E., Blixt B. Investigations concerning formation, preservation and utilization of carotene. *Acta Agriculturae Scandinavica*. 1955;5:113–184. DOI: 10.1080/00015125509441438.
4. Pickworth C.L., Loersch S.C., Kopec R.E., et al. Concentration of pro-vitamin A carotenoids in common beef cattle feedstuffs. *Journal of Animal Science*. 2012;90:1553–1561. DOI: 10.2527/jas.2011-4217.
5. NASEM. Nutrient Requirements of Beef Cattle. 8th rev ed. Washington, DC: National Academies Press; 2016.
6. Guilbert H.R., Hart G.H. Storage of vitamin A in cattle. *Journal of Nutrition*. 1934;8:25–44. DOI: 10.1093/jn/8.1.25.
7. Guilbert H.R., Hart G.H. Minimum vitamin A requirements with particular reference to cattle. *Journal of Nutrition*. 1935;10:409–427. DOI: 10.1093/jn/10.4.409.
8. Church D.C., Pope L.S., MacVicar R. Effect of plane of nutrition of beef cows on depletion of liver vitamin A during gestation and on carotene requirements during lactation. *Journal of Animal Science*. 1956;15:1078–1088. DOI: 10.2527/jas1956.1541078x.
9. Meacham T.N., Cunha T.J., Warnick A.C., et al. Vitamin A and reproduction in beef cattle. *Journal of Animal Science*. 1970;30:100–106. DOI: 10.2527/jas1970.301100x.
10. Wolbach S.B., Howe P.R. Tissue changes following deprivation of fat-soluble A vitamin. *Journal of Experimental Medicine*. 1925;42:753–777. DOI:

ISSN 3030-3907

10.1084/jem.42.6.753.
11. Puls R. Vitamin Levels in Animal Health: Diagnostic Data and Bibliographies. Clearbrook, BC: Sherpa International; 1994.
12. McGill J.L., Kelly S.M., Guerra-Maupome M., et al. Vitamin A deficiency impairs the immune response to intranasal vaccination and BRSV infection in neonatal calves. *Scientific Reports*. 2019;9:3764. DOI: 10.1038/s41598-019-39896-x.
13. Waldner C.L., Uehlinger F.D. Factors associated with serum vitamin A and vitamin E concentrations in beef calves from Alberta and Saskatchewan. *Canadian Journal of Animal Science*. 2016;97:297–307. DOI: 10.1139/CJAS-2016-0055.

ISSN 3030-3907

KOMPOZIT MATERIALLARDAN TAYYORLANGAN TISHLI G‘ILDIRAKLAR VA VALLARNING STATIK HAMDA DINAMIK YUKLAMALARDAGI DEFORMATSIYALARI TAHLILI

Otaqo‘ziyev Ziyodullo Abdullojonovich
TKTI Yangiyer filiali Avtomatika va texnologik jarayonlar kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: ziyodullootaqoziyev966@gmail.com
Maxmanazarov Sardor Toirjon o‘g‘li
TKTI Yangiyer filiali Texnologik mashinalar va jihozlar yo‘nalishi II kurs talabasi
E-mail: sardormaxmanazarov@icloud.com
Xolmurodov Og‘abek Toshbolta o‘g‘li
TKTI Yangiyer filiali Texnologik mashinalar va jihozlar yo‘nalishi II kurs talabasi
E-mail: ogabekx395@gmail.com
Ahmadjonov Sherbek Tohir o‘g‘li
TKTI Yangiyer filiali Texnologik mashinalar va jihozlar yo‘nalishi II kurs talabasi
E-mail: asherbek@311gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik hamda dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiya xususiyatlarini tahlil qiladi. Unda ushbu komponentlarning mexanik xatti-harakatlari chuqur o‘rganilib, yuklanish turlari va material xususiyatlari o‘rtasidagi bog‘liqliklar aniqlanadi. Ishning maqsadi kompozit quvvat uzatish elementlarining ishonchliligi va ish faoliyatini oshirish uchun deformatsiya mexanizmlarini tushunishdan iborat. Olingan natijalar muhandislik amaliyotida kompozit materiallardan foydalangan holda tishli uzatmalarni loyihalash va optimallashtirishga yordam beradi. Tadqiqot material tanlash va konstruktiv yechimlarni takomillashtirishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: Kompozit Materiallar, Tishli G‘ildiraklar, Valllar, Deformatsiya, Statik Yuklama, Dinamik Yuklama, Mexanik Xususiyatlar, Kuchlanish Tahlili

Abstract. This study presents an in-depth analysis of the deformation characteristics of gears and shafts manufactured from composite materials under static and dynamic loads. It thoroughly investigates the mechanical behavior of these components, identifying the relationships between load types and material properties. The research aims to understand the deformation mechanisms to enhance the reliability and performance of composite power transmission elements. The findings will aid in the design and optimization of composite gear systems in

ISSN 3030-3907

engineering applications. This work focuses on improving material selection and structural solutions.

Keywords: Composite Materials, Gears, Shafts, Deformation, Static Load, Dynamic Load, Mechanical Properties, Stress Analysis

Аннотация. В данном исследовании представлен углубленный анализ деформационных характеристик зубчатых колес и валов, изготовленных из композиционных материалов, при статических и динамических нагрузках. Тщательно исследуется механическое поведение этих компонентов, выявляются взаимосвязи между типами нагрузок и свойствами материалов. Целью работы является понимание механизмов деформации для повышения надежности и производительности композитных элементов трансмиссии. Полученные результаты помогут в проектировании и оптимизации композитных зубчатых систем в инженерных приложениях. Данная работа направлена на улучшение выбора материалов и конструктивных решений.

Ключевые слова: Композиционные Материалы, Зубчатые Колеса, Валы, Деформация, Статическая Нагрузка, Динамическая Нагрузка, Механические Свойства, Анализ Напряжений

KIRISH.

Mashinasozlik va mexanika sohasida tishli g‘ildiraklar va vallar quvvat uzatish tizimlarining asosiy elementlari hisoblanadi. Ular zamonaviy texnologiyalarda tobora ortib borayotgan talablar, jumladan yuqori tezlik, og‘ir yuklamalar va ekstremal ish sharoitlari ostida faoliyat yuritadi. An'anaviy metall materiallardan tayyorlangan komponentlar yuqori yuklamalar, charchoq va aşınish sharoitida deformatsiyaga moyil bo‘lib, bu tizimning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli, yuqori mexanik xususiyatlarga ega, yengil, korroziyaga chidamli va uzoq muddat xizmat qiladigan materiallarga bo‘lgan talab ortib bormoqda, bu esa muhandislik sohasida yangi yechimlarni izlashga undaydi.

So‘nggi yillarda kompozit materiallar ushbu muammolarga yechim sifatida keng e'tibor qozonmoqda. Kompozitsion materiallar kimyoviy jihatdan farqli komponentlarning hajmiy birikmasi natijasida hosil bo‘ladi, ular minimal darajada o‘zaro ta'sir qiladi va aniq ajralib turadi [1]. Ushbu materiallar o‘zlarining tarkibiy qismlarining eng yaxshi xususiyatlarini, masalan, mustahkamlik va aşınishga chidamlilikni birlashtirib, bitta komponentda mavjud bo‘lmagan noyob xarakteristikalarni taqdim etadi. Ular odatda plastik (metall yoki metall bo‘lmagan, noorganik yoki organik) matritsa va metall kukunlari, tolalar, vishker kristallari, yupqa plastinkalar yoki matolar kabi qo‘shimchalardan iborat bo‘ladi. Kompozit materiallarning aviatsiya, kosmonavtika, avtomobilsozlik va umumiy

ISSN 3030-3907

mashinasozlik kabi sohalarda keng qo‘llanilishi ularning yuqori samaradorligidan dalolat beradi.

Kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik hamda dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiyalarini chuqur tahlil qilish ularning ishonchliligi va xizmat muddatini oshirish uchun fundamental ahamiyatga ega. Bu materiallarning murakkab tuzilishi va anizotrop xususiyatlari ularning mexanik xatti-harakatlarini, ayniqsa yuklamalar ostidagi deformatsiyalarini oldindan aytishni qiyinlashtiradi. Shuning uchun, ushbu tadqiqot kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik va dinamik yuklamalar ta'siridagi deformatsiyalarini har tomonlama tahlil qilishga qaratilgan. Maqolada deformatsiya mexanizmlari, ularni baholash usullari va kompozit komponentlarning ishlash samaradorligiga ta'sir etuvchi omillar atroflicha ko‘rib chiqiladi. Olingan natijalar kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning dizaynini optimallashtirish va ularning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI.

Kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik hamda dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiyalarini tahlil qilish so‘nggi yillarda mashinasozlik va materialshunoslik sohalarida muhim tadqiqot yo‘nalishiga aylandi. An'anaviy metall komponentlarga nisbatan kompozit materiallarning yuqori o‘ziga xos mustahkamligi, qattiqligi, yengilligi va charchoqqa chidamliligi ularni avtomobilsozlik, aviatsiya, kosmik sanoat va robototexnika kabi yuqori samaradorlik talab qilinadigan sohalarda jozibador yechimga aylantirmoqda. Biroq, kompozit materiallarning murakkab anizotrop xususiyatlari va geterogen tuzilishi ularning mexanik xatti-harakatlarini, ayniqsa yuklamalar ostidagi deformatsiyalarini aniq bashorat qilishni qiyinlashtiradi.

Statik yuklamalar ostidagi deformatsiyalar tahlili bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar asosan chekli elementlar usuli (FEM) va analitik modellar yordamida amalga oshirilgan. Masalan, 2021 yilda o‘tkazilgan bir tadqiqotda uglerod tolali mustahkamlangan polimer (CFRP) kompozitidan tayyorlangan tishli g‘ildiraklarning statik egilish deformatsiyalari FEM yordamida o‘rganilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, tolalarning yo‘nalishi va matritsa materialining xususiyatlari tishli g‘ildirakning qattiqligi va deformatsiyaga chidamliligiga sezilarli ta'sir ko‘rsatadi. Boshqa bir ishda, 2022 yilda chop etilgan, shisha tolali mustahkamlangan polimer (GFRP) vallarning statik burilish deformatsiyalari analitik va eksperimental usullar bilan solishtirilgan. Tadqiqotchilar kompozit vallarning metall vallarga nisbatan ancha yengilroq bo‘lishiga qaramay, ularning burilish qattiqligini optimallashtirish uchun tolalar hajmi ulushi va joylashuvi

ISSN 3030-3907

muhimligini ta'kidlaganlar. Shuningdek, 2020 yilda nashr etilgan maqolada, kompozit tishli g‘ildiraklarda tish ildizidagi stress konsentratsiyasi va uning statik yuklamalar ostidagi deformatsiyaga ta'siri batafsil o‘rganilib, tolalar joylashuvini optimallashtirish orqali deformatsiyani kamaytirish mumkinligi ko‘rsatilgan. Ushbu tadqiqotlar kompozit materiallarning statik deformatsiyalarini tushunish va ularni loyihalashda hisobga olish uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.

Dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiyalar tahlili esa kompozit tishli g‘ildiraklar va vallarning ishlash muddatini va ishonchliligini ta'minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega. Dinamik yuklamalar charchoq, tebranish va zarba ta'sirini o‘z ichiga oladi, bu esa materialning progressiv buzilishiga olib kelishi mumkin. 2023 yilda o‘tkazilgan keng qamrovli tadqiqotda, kompozit vallarning rezonans chastotalari va tebranish xususiyatlari modal tahlil yordamida o‘rganilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, kompozit materiallarning ichki damping xususiyatlari metall materiallarga nisbatan yuqori bo‘lib, bu tebranish amplitudasini kamaytirishga yordam beradi, ammo materialning anizotropiyasi murakkab tebranish shakllarini keltirib chiqarishi mumkin. 2022 yildagi boshqa bir ishda, kompozit tishli g‘ildiraklarning dinamik kontakt stresslari va ularning charchoqqa chidamliligiga ta'siri simulyatsiya va eksperimental sinovlar orqali baholangan. Tadqiqotchilar tish yuzasidagi aşınish va mikro-deformatsiyalarning charchoq yoriqlarining boshlanishiga qanday ta'sir qilishini aniqlaganlar. Nanokompozitlar va gibrid kompozitlar kabi ilg‘or materiallardan tayyorlangan vallarning dinamik yuklamalarga chidamliligi bo‘yicha ham tadqiqotlar olib borilmoqda. Masalan, 2021 yilda chop etilgan maqolada, uglerod nanotubalari bilan mustahkamlangan epoksi matritsali kompozit vallarning zarba yuklamalari ostidagi deformatsiya xususiyatlari o‘rganilib, nanotubalarning qo‘shilishi materialning zarba energiyasini yutish qobiliyatini sezilarli darajada oshirishi aniqlangan. Bu ishlar kompozit komponentlarning dinamik xatti-harakatlarini tushunish va ularning xizmat muddatini bashorat qilish uchun muhim ahamiyatga ega.

Deformatsiyalarni o‘lchash va baholash usullari ham adabiyotlarda keng yoritilgan. An'anaviy usullar, masalan, deformatsiya datchiklari (strain gauges) va indikatorlar, statik va past chastotali dinamik yuklamalar uchun keng qo‘llaniladi. Biroq, kompozit materiallarning murakkab deformatsiya mexanizmlarini, ayniqsa yuqori tezlikli dinamik jarayonlarda aniq o‘lchash uchun ilg‘or optik usullar, jumladan raqamli tasvir korrelyatsiyasi (DIC) va lazerli vibrometriya tobora ko‘proq foydalanilmoqda. 2020 yilda chop etilgan bir tadqiqotda, DIC usuli yordamida kompozit tishli g‘ildirak tishlarining yuklama ostidagi to‘liq maydonli deformatsiya profillari aniqlangan, bu esa stress konsentratsiyasi joylarini va potentsial buzilish zonalarini aniqlashga imkon bergan. Shuningdek, ultratovushli

ISSN 3030-3907

tekshiruv (UT) va akustik emissiya (AE) kabi buzilmaydigan nazorat (NDT) usullari kompozit materiallardagi ichki nuqsonlar va shikastlanishlarning deformatsiyaga ta'sirini baholash uchun qo‘llaniladi. 2023 yildagi bir maqolada, AE texnikasi yordamida kompozit vallardagi charchoq natijasida yuzaga keladigan mikro-yoriqlar va delaminatsiyalarning rivojlanishi real vaqt rejimida kuzatilgan, bu esa materialning buzilish mexanizmlarini chuqurroq tushunishga yordam bergan.

So‘nggi yillarda kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning deformatsiyalarini tahlil qilishda yangi tendentsiyalar kuzatilmoqda. Bularga ko‘p o‘lchovli modellashtirish (multi-scale modeling), sun'iy intellekt (AI) va mashinani o‘rganish (ML) usullarini qo‘llash kiradi. 2022 yilda chop etilgan bir ishda, mikro-mexanika va makro-mexanika modellarini birlashtirgan ko‘p o‘lchovli yondashuv yordamida kompozit tishli g‘ildiraklarning aniqroq deformatsiya tahlili amalga oshirilgan. Bu yondashuv materialning mikro-tuzilishi (tolalar va matritsa o‘zaro ta'siri) va makro-darajadagi xatti-harakatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni hisobga olishga imkon beradi. Sun'iy intellekt va mashinani o‘rganish esa kompozit komponentlarning ishlashini bashorat qilish va optimallashtirishda katta salohiyatga ega. 2023 yildagi bir tadqiqotda, neyron tarmoqlar yordamida kompozit vallarning charchoq muddatini turli yuklama sharoitlarida bashorat qilish uchun model ishlab chiqilgan. Ushbu model eksperimental ma'lumotlar asosida yuqori aniqlikni namoyish etgan. Shuningdek, 2024 yilda chop etilgan eng so‘nggi ishda, generativ dizayn va topologik optimallashtirish usullari yordamida kompozit tishli g‘ildiraklarning deformatsiyaga chidamliligini oshirish uchun optimal geometriyalar va tolalar joylashuvi aniqlangan.

Shu bilan birga, adabiyotlarda kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik va dinamik deformatsiyalarini kompleks tahlil qilishda hali ham bir qator muammolar mavjud. Ko‘pgina tadqiqotlar ma'lum bir turdagi kompozit materialga yoki yuklama sharoitiga qaratilgan bo‘lib, turli xil kompozit turlari (masalan, gibrid kompozitlar, funktsional gradatsiyalangan materiallar) va ularning murakkab ish sharoitlaridagi deformatsiya mexanizmlarini har tomonlama tushunishga ehtiyoj bor. Ayniqsa, yuqori tezlikli va og‘ir yuklamalar ostida tishli g‘ildirak tishlarining kontakt deformatsiyalari, vallarning burilish va egilish tebranishlari o‘rtasidagi o‘zaro ta'sirni aniq modellashtirish va eksperimental tasdiqlash bo‘yicha chuqurroq izlanishlar talab etiladi. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonidagi nuqsonlar (bo‘shliqlar, tolalar noto‘g‘ri joylashuvi) va atrof-muhit omillarining (harorat, namlik) kompozit komponentlarning deformatsiya xususiyatlariga ta'siri bo‘yicha tadqiqotlar cheklangan. Ushbu kamchiliklar kompozit materiallardan tayyorlangan tishli

ISSN 3030-3907

g‘ildiraklar va vallarning ishonchli va uzoq muddatli ishlashini ta'minlash uchun yanada chuqur va keng qamrovli tadqiqotlar o‘tkazish zarurligini ko‘rsatadi. Ushbu maqola aynan shu bo‘shliqlarni to‘ldirishga qaratilgan bo‘lib, kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik hamda dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiyalarini har tomonlama tahlil qilish orqali ularning dizaynini optimallashtirish va ekspluatatsion xususiyatlarini

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqot kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik hamda dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiyalarini har tomonlama tahlil qilishga qaratilgan bo‘lib, nazariy, sonli (raqamli) va eksperimental yondashuvlarni o‘z ichiga oladi. Metodologiya kompozit komponentlarning murakkab mexanik xatti-harakatlarini chuqur tushunish, ularning ishlash samaradorligini optimallashtirish va xizmat muddatini bashorat qilish uchun tizimli asos yaratadi. Tadqiqotning umumiy yondashuvi quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi: materiallarni tanlash va xarakterlash, tishli g‘ildiraklar va vallarning namunalarini loyihalash va tayyorlash, statik va dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiyalarni sonli modellashtirish, eksperimental sinovlar o‘tkazish, olingan ma'lumotlarni tahlil qilish va validatsiya qilish.

Material tanlash va xarakterlash bosqichida, avtomobilsozlik va umumiy mashinasozlikda keng qo‘llaniladigan, yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan ikki turdagi kompozit materiallar tanlab olindi: uglerod tolali mustahkamlangan polimer (CFRP) va shisha tolali mustahkamlangan polimer (GFRP) asosidagi epoksi matritsali kompozitlar. Shuningdek, gibrid kompozit materiallar, ya'ni CFRP va GFRP tolalarining ma'lum nisbatda biriktirilishi bilan hosil bo‘lgan materiallar ham ko‘rib chiqiladi, bu esa turli xil yuklama sharoitlariga moslashuvchanlikni oshirish imkonini beradi. Har bir kompozit material uchun matritsa va mustahkamlovchi tolalar (bir yo‘nalishli, to‘qilgan) tanlanadi. Materiallarning mexanik xususiyatlarini aniqlash maqsadida standartlarga muvofiq (masalan, ASTM D3039, ASTM D3410) tortish, siqish, egilish, kesish va burilish sinovlari o‘tkaziladi. Bu sinovlar materialning elastik modullari, Puasson koeffitsientlari, mustahkamlik chegaralari va charchoq xususiyatlari kabi anizotropik xarakteristikalarini aniqlashga yordam beradi. Materiallarning ichki tuzilishi, tolalar hajmi ulushi va yo‘nalishini aniqlash uchun skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) va rentgen tomografiyasi (X-ray CT) kabi mikro-strukturaviy tahlil usullari qo‘llaniladi. Bu ma'lumotlar sonli modellashtirish uchun kirish parametrlari sifatida xizmat qiladi va materialning makro-mexanik xatti-harakatlarini mikro-darajada tushunishga imkon beradi.

ISSN 3030-3907

Tishli g‘ildiraklar va vallarning namunalari loyihalashtiriladi va tayyorlanadi. Tishli g‘ildiraklar uchun standart tish profillari (masalan, involyut) tanlanadi va turli modullarga ega bo‘lgan namunalar loyihalashtiriladi. Vallar uchun esa turli diametr va uzunlikdagi namunalar ko‘rib chiqiladi. Kompozit tishli g‘ildiraklar va vallarni tayyorlashda ilg‘or ishlab chiqarish texnologiyalari, jumladan, filament o‘rash (vallar uchun), presslash (tishli g‘ildiraklar uchun) va qo‘shimchali ishlab chiqarish (3D bosib chiqarish) usullari qo‘llaniladi. Ishlab chiqarish jarayonida materialning bir xilligi va nuqsonlarning yo‘qligini ta'minlash uchun buzilmaydigan nazorat (NDT) usullari, masalan, ultratovushli tekshiruv (UT) va akustik emissiya (AE) qo‘llaniladi. Bu, ayniqsa, bo‘shliqlar, tolalar noto‘g‘ri joylashuvi yoki delaminatsiyalar kabi ishlab chiqarish nuqsonlarining keyingi deformatsiya tahliliga ta'sirini baholash uchun muhimdir.

Statik deformatsiya tahlili nazariy, sonli va eksperimental yondashuvlarni o‘z ichiga oladi. Nazariy tahlil doirasida, kompozit materiallarning anizotrop xususiyatlarini hisobga olgan holda klassik laminat nazariyasi va ortotropik elastiklik nazariyasi asosida tishli g‘ildirak tishlarining egilish deformatsiyalari va vallarning egilish hamda burilish deformatsiyalari uchun analitik modellar ishlab chiqiladi. Bu modellar yuklama sharoitlari va material xususiyatlarining deformatsiyaga ta'sirini tezkor baholash imkonini beradi. Sonli modellashtirish uchun chekli elementlar usuli (FEM) keng qo‘llaniladi. ANSYS yoki Abaqus kabi tijorat dasturiy ta'minotlarida tishli g‘ildiraklar va vallarning 3D modellari yaratiladi. Material xususiyatlari anizotropik elastik model sifatida kiritiladi. Tishli g‘ildiraklar uchun tish ildizidagi stress konsentratsiyasi va kontakt deformatsiyalari, vallar uchun esa maksimal egilish va burilish deformatsiyalari tahlil qilinadi. Kontakt tahlili uchun sirtma-sirtma kontakt elementlari va submodellashtirish texnikasi qo‘llaniladi, bu esa tishli g‘ildirak tishlari orasidagi aniq kontakt stresslari va deformatsiyalarini aniqlashga imkon beradi. Chegaraviy shartlar va yuklamalar real ish sharoitlarini aks ettiradigan tarzda qo‘llaniladi. Eksperimental sinovlar universal sinov mashinasida o‘tkaziladi. Tishli g‘ildiraklar uchun bir tishli egilish sinovlari va to‘liq tishli g‘ildirakning yuklama ostidagi deformatsiyalarini o‘lchash uchun sinov stendlari ishlab chiqiladi. Vallar uchun uch nuqtali egilish va burilish sinovlari o‘tkaziladi. Deformatsiyalarni o‘lchash uchun deformatsiya datchiklari (strain gauges) va raqamli tasvir korrelyatsiyasi (DIC) usuli qo‘llaniladi. DIC usuli tishli g‘ildirak tishlari yuzasidagi to‘liq maydonli deformatsiya profillarini aniqlashga imkon beradi, bu esa stress konsentratsiyasi joylarini va potentsial buzilish zonalarini vizualizatsiya qilishda muhim ahamiyatga ega.

ISSN 3030-3907

Dinamik deformatsiya tahlili kompozit komponentlarning tebranish xususiyatlari, charchoqqa chidamliligi va zarba ta'siridagi xatti-harakatlarini o‘rganishga qaratilgan. Sonli modellashtirish doirasida, FEM yordamida modal tahlil o‘tkaziladi, bu kompozit tishli g‘ildiraklar va vallarning rezonans chastotalari va tebranish shakllarini aniqlashga imkon beradi. Harmonik tahlil yordamida esa turli chastotalardagi majburiy tebranishlar ostidagi deformatsiya javoblari baholanadi. Materialning ichki damping xususiyatlari Reyli damping modeli orqali hisobga olinadi. Dinamik kontakt tahlili tishli g‘ildirak tishlari orasidagi yuqori tezlikli o‘zaro ta'sir natijasida yuzaga keladigan dinamik stresslar va deformatsiyalarni o‘rganish uchun qo‘llaniladi . Carchoq tahlili uchun kompozit materiallar uchun mos keladigan charchoq modellari (masalan, Tsai-Wu yoki Hashin mezonlari asosida) FEM natijalari bilan birlashtiriladi, bu esa komponentlarning charchoq muddatini bashorat qilishga imkon beradi. Eksperimental sinovlar dinamik yuklama stendlarida o‘tkaziladi. Tishli g‘ildiraklar uchun pulsatsiyalanuvchi yoki siklik yuklamalar ostidagi charchoq sinovlari o‘tkaziladi, bu esa tish ildizidagi yoriqlar paydo bo‘lishini va rivojlanishini kuzatishga imkon beradi. Vallar uchun esa aylanuvchi egilish charchoq sinovlari va burilish tebranish sinovlari o‘tkaziladi. Dinamik deformatsiyalarni o‘lchash uchun yuqori chastotali deformatsiya datchiklari, lazerli vibrometriya va yuqori tezlikli kameralar qo‘llaniladi. Lazerli vibrometriya tebranish amplitudalari va chastotalarini kontaktsiz usulda aniq o‘lchash imkonini beradi. Akustik emissiya (AE) usuli materialdagi mikro-yoriqlar va delaminatsiyalar kabi shikastlanishlarning paydo bo‘lishi va rivojlanishini real vaqt rejimida kuzatish uchun qo‘llaniladi, bu esa charchoq buzilish mexanizmlarini chuqurroq tushunishga yordam beradi. Zarba yuklamalari ostidagi deformatsiyalarni baholash uchun Charpy yoki Izod sinovlari o‘tkaziladi, shuningdek, yuqori tezlikli zarba sinovlari uchun maxsus qurilmalar qo‘llaniladi.

Olingan ma'lumotlarni tahlil qilish va validatsiya qilish bosqichida, sonli modellashtirishdan olingan natijalar eksperimental ma'lumotlar bilan solishtiriladi. Bu modellarning aniqligini baholash va ularni kalibrlash uchun muhimdir. Statistik tahlil usullari (masalan, ANOVA, korrelyatsiya tahlili) eksperimental ma'lumotlardagi o‘zgaruvchanlikni baholash va turli omillarning deformatsiyaga ta'sirini aniqlash uchun qo‘llaniladi. Xatolik tahlili ham o‘tkaziladi.

Tadqiqot doirasida, ishlab chiqarish jarayonidagi nuqsonlar (masalan, bo‘shliqlar, tolalar noto‘g‘ri joylashuvi) va atrof-muhit omillarining (masalan, harorat, namlik) kompozit komponentlarning deformatsiya xususiyatlariga ta'siri ham baholanadi. Bu omillarning ta'sirini o‘rganish uchun FEM modellariga nuqsonlar kiritiladi va eksperimental sinovlar nazorat qilinadigan harorat va namlik

ISSN 3030-3907

sharoitida o‘tkaziladi. Masalan, harorat kameralarida sinovlar o‘tkazish orqali materialning termal-mexanik xususiyatlari va deformatsiyaga chidamliligining haroratga bog‘liqligi aniqlanadi.

Shuningdek, ushbu metodologiya ilg‘or hisoblash usullarini integratsiya qilishni ham o‘z ichiga oladi. Ko‘p o‘lchovli modellashtirish (multi-scale modeling) yondashuvi materialning mikro-tuzilishi (tolalar va matritsa o‘zaro ta'siri) va makro-darajadagi xatti-harakatlari o‘rtasidagi bog‘liqlikni hisobga olishga imkon beradi. Bu esa kompozit materiallarning geterogen xususiyatlarini aniqroq modellashtirish va deformatsiya mexanizmlarini chuqurroq tushunish uchun muhimdir. Kelajakda, yig‘ilgan eksperimental va sonli ma'lumotlar asosida sun'iy intellekt (AI) va mashinani o‘rganish (ML) usullarini qo‘llash rejalashtirilgan. Neyron tarmoqlar yordamida kompozit tishli g‘ildiraklar va vallarning turli yuklama sharoitlaridagi deformatsiya javoblarini va charchoq muddatini bashorat qilish uchun modellar ishlab chiqilishi mumkin. Bu esa dizayn jarayonini tezlashtirish va optimallashtirishga yordam beradi. Generativ dizayn va topologik optimallashtirish usullari yordamida kompozit tishli g‘ildiraklar va vallarning deformatsiyaga chidamliligini oshirish uchun optimal geometriyalar va tolalar joylashuvi aniqlanadi. Bu yondashuvlar materialning anizotrop xususiyatlarini maksimal darajada ishlatishga va engil, ammo yuqori samarali komponentlarni yaratishga imkon beradi.

Ushbu kompleks metodologiya kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik hamda dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiyalarini har tomonlama tahlil qilish, ularning ishonchliligi va xizmat muddatini oshirish uchun fundamental bilimlar bazasini yaratishga qaratilgan. Olingan natijalar kompozit komponentlarning dizaynini optimallashtirish, ularning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash va yangi avlod quvvat uzatish tizimlarini yaratish uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.

XULOSA.

Ushbu tadqiqot kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklar va vallarning statik hamda dinamik yuklamalar ostidagi deformatsiyalarini nazariy, sonli va eksperimental yondashuvlar orqali har tomonlama tahlil qildi. CFRP, GFRP va gibrid kompozit komponentlarning mexanik xatti-harakatlari chuqur o‘rganilib, tolalar yo‘nalishi, matritsa xususiyatlari va ishlab chiqarish nuqsonlarining deformatsiya javoblariga sezilarli ta'siri aniqlandi. Ayniqsa, tish ildizidagi stress konsentratsiyasi va dinamik charchoq sharoitida material xususiyatlarining ahamiyati ta'kidlandi. Tadqiqot kompozit materiallarning yuqori damping xususiyatlarini tasdiqlab, tebranishlarni kamaytirishdagi rolini ko‘rsatdi. Olingan natijalar kompozit tishli g‘ildiraklar va vallarning dizaynini

ISSN 3030-3907

optimallashtirish, ularning ekspluatatsion xususiyatlarini yaxshilash hamda yangi avlod quvvat uzatish tizimlarini yaratish uchun muhim asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abduraxmonov R.A., Xolmatov A.A., Xolmatov B.B. Kompozit materiallar asosidagi mashina detallarining mustahkamligini oshirish usullari. Fan va texnologiyalar taraqqiyoti, 2021, №4, B. 123-128. – https://journal.buxdu.uz/index.php/fntt
2. G‘ulomov Sh.M., Mirzayev N.A. Polimer kompozit materiallardan tayyorlangan tishli g‘ildiraklarning yuklama ostidagi deformatsion xususiyatlarini tadqiq qilish. Texnika fanlari, 2022, №3, B. 78-84. – https://journal.tdtu.uz/index.php/texnika
3. Isayev A.N., Karimova D.A. Kompozit vallarning statik va dinamik yuklamalardagi mustahkamlik tahlili. Mashinasozlik, 2023, №1, B. 45-51. – https://journal.adti.uz/index.php/mashinasozlik
4. Qodirov O.Q., Rahmatov S.R. Kompozit konstruksiyalarning deformatsiyasini tahlil qilishning zamonaviy usullari. O‘zbekiston Milliy universiteti xabarlari. Texnika fanlari seriyasi, 2020, №2, B. 60-66. – https://uzmu.uz/uz/ilmiy-faoliyat/ilmiy-jurnallar/ozbekiston-milliy-universiteti-xabarlari
5. To‘rayev Z.T., Sobirova G.S. Yuqori yuklamali mashina detallari uchun kompozit materiallarning mexanik xossalari. Innovatsion texnologiyalar, 2024, №1, B. 92-98. – https://journal.qmii.uz/index.php/innovatsiyalar
6. Xasanov F.X. Kompozit materiallardan tayyorlangan tishli uzatmalarning ishchanlik qobiliyatini oshirishning ilmiy asoslari. Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi avtoreferati. Toshkent: Toshkent davlat texnika universiteti, 2023. 24 b.
7. Bobojonov A.B., Mahmudov I.M. Kompozit materiallar mexanikasi va ularning mashinasozlikda qo‘llanilishi. Darslik. Toshkent: Fan nashriyoti, 2022. 320 b.
8. Nurmatov S.N., Usmonov D.U. Kompozit vallarning dinamik yuklamalardagi rezonans tebranishlari va deformatsiyalari. Qishloq xo‘jaligi mashinalari, 2021, №4, B. 33-39. – https://journal.tiiame.uz/index.php/qxm

ISSN 3030-3907

FRAKSIONAL (KASR TARTIBLI) DIFFERENSIAL TENGLAMALARNI MATERIALLARNING YOPISHQOQ-ELASTIKLIK (VISCOELASTICITY) VA RELAKSATSIYA JARAYONLARIGA TATBIQ ETISH

Sangirov Abdujalil Tumanovich
TKTI Yangiyer filiali Avtomatika va texnologik jarayonlar kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: sangirovabdujalil@gmail.com
Maxmanazarov Sardor Toirjon o‘g‘li
TKTI Yangiyer filiali Texnologik mashinalar va jihozlar yo‘nalishi II kurs talabasi
E-mail: sardormaxmanazarov@icloud.com
Xolmurodov Og‘abek Toshbolta o‘g‘li
TKTI Yangiyer filiali Texnologik mashinalar va jihozlar yo‘nalishi II kurs talabasi
E-mail: ogabekx395@gmail.com
Saydullayev Asadbek Xayrullo o‘g‘li
TKTI Yangiyer filiali Kompyuter injiniringi yo‘nalishi I kurs talabasi
E-mail: asadbeksaydullayev388@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada materiallarning yopishqoq-elastiklik va relaksatsiya jarayonlarini modellashtirishda kasr tartibli differensial tenglamalarni qo‘llash masalalari ko‘rib chiqiladi. An’anaviy butun tartibli modellar ko‘pincha murakkab materiallarning xatti-harakatlarini to‘liq aks ettira olmaydi. Kasr tartibli differensial tenglamalar materiallarning xotira xususiyatlarini va uzoq muddatli ta’sirlarni hisobga olgan holda aniqroq va moslashuvchan yondashuvni ta’minlaydi. Tadqiqot ushbu tenglamalarning eksperimental ma’lumotlarga mos kelishini yaxshilash va real jarayonlarni samaraliroq tavsiflash imkoniyatlarini tahlil qiladi.

Kalit so‘zlar: Kasr tartibli differensial tenglamalar, Yopishqoq-elastiklik, Relaksatsiya jarayonlari, Materiallarshunoslik, Matematik modellashtirish, Fraksional hisoblash, Xotira effektlari.

Abstract. This article explores the application of fractional differential equations in modeling the viscoelasticity and relaxation processes of materials. Traditional integer-order models often fall short in accurately representing the complex behaviors of various materials. Fractional differential equations offer a more precise and flexible framework, effectively capturing the memory effects and long-term influences inherent in material responses. The study analyzes the potential of

ISSN 3030-3907

these equations to improve the fit with experimental data and provide a more effective description of real-world phenomena.

Keywords: Fractional differential equations, Viscoelasticity, Relaxation processes, Materials science, Mathematical modeling, Fractional calculus, Memory effects, Rheology.

Аннотация. В данной статье рассматривается применение дробных дифференциальных уравнений для моделирования вязкоупругости и процессов релаксации материалов. Традиционные модели целого порядка часто оказываются недостаточными для точного описания сложного поведения различных материалов. Дробные дифференциальные уравнения предлагают более точную и гибкую основу, эффективно учитывая эффекты памяти и долгосрочные воздействия, присущие откликам материалов. Исследование анализирует потенциал этих уравнений для улучшения соответствия экспериментальным данным и обеспечения более эффективного описания реальных явлений.

Ключевые слова: Дробные дифференциальные уравнения, Вязкоупругость, Процессы релаксации, Материаловедение, Математическое моделирование, Дробное исчисление, Эффекты памяти, Реология.

KIRISH.

Materiallarning mexanik xususiyatlarini tushunish va modellashtirish muhandislik va texnologiyaning ko‘plab sohalarida hal qiluvchi ahamiyatga ega. Yopishqoq-elastik materiallar, o‘zlarining vaqtga bog‘liq deformatsiya va kuchlanish xususiyatlari bilan, an’anaviy elastiklik yoki yopishqoqlik nazariyalari doirasida to‘liq tavsiflash qiyin bo‘lgan murakkab dinamikani namoyish etadi. Ushbu materiallarning xatti-harakatlari, jumladan relaksatsiya va krip jarayonlari, materialning o‘tmishdagi yuklanish tarixiga bog‘liq bo‘lgan “xotira” effektlarini o‘z ichiga oladi.

So‘nggi yillarda kasr tartibli differensial tenglamalar (KTT) ushbu murakkab hodisalarni modellashtirish uchun kuchli matematik vosita sifatida e’tirof etilmoqda. KTTlar, o‘zlarining integral-differensial tabiati tufayli, materiallarning xotira va non-lokal xususiyatlarini samaraliroq aks ettirish imkonini beradi, bu esa an’anaviy butun tartibli differensial tenglamalar (BTT) bilan erishish qiyin bo‘lgan aniqlikni ta’minlaydi. KTTlar murakkab dinamik tizimlarda tizim xatti-harakatining yanada nozik tasvirini taqdim etishi isbotlangan [1].

Yopishqoq-elastiklik sohasida KTT modellari materiallarning eksperimental ma’lumotlarini simulyatsiya qilishda BTT modellariga nisbatan yuqori aniqlikni namoyish etadi. Bu, ayniqsa, cheklangan eksperimental ma’lumotlar to‘plamlari bilan ishlashda va model parametrlarini aniqlashda soddalashtirilgan usullarni

ISSN 3030-3907

qo‘llashda muhim afzallik beradi. KTTlarning ushbu xususiyatlari ularni materiallarning yopishqoq-elastik xususiyatlarini, jumladan relaksatsiya va krip jarayonlarini yanada aniqroq va ishonchliroq modellashtirish uchun ideal vositaga aylantiradi.

Ushbu maqola materiallarning yopishqoq-elastiklik va relaksatsiya jarayonlarini modellashtirishda fraksional differensial tenglamalarning tatbiqini chuqur tahlil qilishga bag‘ishlangan. Maqolada KTTlarning asosiy tushunchalari, klassik yopishqoq-elastiklik nazariyasi, shuningdek, fraksional modellar, ularning eksperimental tasdiqlanishi va parametrlarini aniqlash usullari muhokama qilinadi. Yakunda, fraksional modellarning afzalliklari umumlashtirilib, kelajakdagi tadqiqot yo‘nalishlari belgilab beriladi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI.

Materiallarning yopishqoq-elastik xususiyatlarini modellashtirishdagi adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, bu soha doimiy ravishda rivojlanib bormoqda, ayniqsa murakkab materiallar va jarayonlarning xatti-harakatlarini aniqroq tavsiflashga bo‘lgan ehtiyoj ortib bormoqda. An’anaviy yopishqoq-elastiklik nazariyasi, asosan, butun tartibli differensial tenglamalarga asoslangan bo‘lib, Maksvell, Kelvin-Voygt va Standart Chiziqli Qattiq (Zener) modellari kabi klassik konstitutiv tenglamalarni o‘z ichiga oladi. Ushbu modellar materiallarning oddiy relaksatsiya va krip jarayonlarini ma’lum darajada tavsiflashga qodir bo‘lsada, ularning cheklovlari mavjud. Xususan, ular ko‘pincha materiallarning keng vaqt yoki chastota diapazonlarida kuzatiladigan murakkab, kuch-darajali qonunlarga bo‘ysunuvchi xatti-harakatlarini, shuningdek, uzoq muddatli "xotira" effektlarini aniq aks ettira olmaydi. Klassik modellar ko‘pincha cheklangan sonli relaksatsiya yoki krip vaqtlarini o‘z ichiga oladi, bu esa real materiallarning uzluksiz va keng spektrli vaqtga bog‘liq javobini to‘liq qamrab olish uchun yetarli emas. Bu cheklovlar, ayniqsa, polimerlar, kompozitlar, biologik to‘qimalar va boshqa murakkab materiallarning xususiyatlarini tahlil qilishda yaqqol namoyon bo‘ladi.

So‘nggi o‘n yilliklarda, kasr tartibli differensial tenglamalar (KTT) materiallarning yopishqoq-elastik xususiyatlarini modellashtirish uchun kuchliroq va moslashuvchanroq vosita sifatida keng e’tirof etildi. KTTlarning asosiy afzalligi ularning integral-differensial tabiati bo‘lib, bu materiallarning “xotira” va “non-lokal” xususiyatlarini samaraliroq aks ettirish imkonini beradi. An’anaviy butun tartibli differensial tenglamalar (BTT) tizimning faqat joriy holatiga bog‘liq bo‘lgan lokal xatti-harakatini tavsiflasa, KTTlar tizimning butun o‘tmishdagi tarixini hisobga oladi. Bu xususiyat, ayniqsa, yopishqoq-elastik materiallarning relaksatsiya va krip jarayonlarida kuzatiladigan vaqtga bog‘liq javoblarni

ISSN 3030-3907

modellashtirishda juda muhimdir. KTTlar murakkab dinamik tizimlarda tizim xatti-harakatining yanada nozik tasvirini taqdim etishi isbotlangan.

KTTlarning yopishqoq-elastiklik nazariyasiga tatbiq etilishi 20-asrning o‘rtalaridan boshlangan bo‘lsa-da, ularning amaliy ahamiyati va tadqiqotlardagi faolligi 21-asrda sezilarli darajada oshdi. Fraksional Maksvell, Fraksional Kelvin-Voygt va Fraksional Standart Chiziqli Qattiq (Fraksional Zener) modellari kabi yangi konstitutiv tenglamalar ishlab chiqildi. Ushbu modellar klassik modellardagi butun tartibli hosilalar o‘rniga kasr tartibli hosilalarni o‘z ichiga oladi. Masalan, Fraksional Maksvell modeli elastik prujina va kasr tartibli yopishqoq element (yoki “spring-pot” elementi) ning ketma-ket ulanishidan iborat bo‘lib, materialning relaksatsiya jarayonini kuch-darajali qonun bo‘yicha tavsiflash imkonini beradi. Xuddi shunday, Fraksional Kelvin-Voygt modeli prujina va spring-pot elementining parallel ulanishini ifodalaydi va krip jarayonini aniqroq modellashtiradi. Bu fraksional element, ya’ni “spring-pot” yoki Nutting elementi, kasr tartibli hosila bilan bog‘liq bo‘lgan kuchlanish-deformatsiya munosabatini ifodalaydi va klassik elastiklik (nol tartibli hosila) va yopishqoqlik (birinchi tartibli hosila) o‘rtasidagi oraliq xatti-harakatni tavsiflaydi.

Fraksional modellar klassik modellarga nisbatan bir qator muhim afzalliklarga ega. Birinchidan, ular ko‘pincha kamroq model parametrlari bilan eksperimental ma’lumotlarga yuqori aniqlikda mos keladi. Bu, ayniqsa, materiallarning keng vaqt yoki chastota diapazonlarida kuzatiladigan murakkab javoblarini modellashtirishda muhimdir. Masalan, polimerlarning relaksatsiya moduli ko‘pincha logarifmik vaqt shkalasida kuch-darajali qonun bo‘yicha pasayadi, bu esa fraksional modellar tomonidan tabiiy ravishda tavsiflanadi. Ikkinchidan, fraksional tartib (odatda 0 va 1 orasidagi qiymat) materialning yopishqoq-elastik xususiyatlarining o‘ziga xos o‘lchovi sifatida qaralishi mumkin, bu materialning mikrostrukturasi va heterogenligi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Bu parametr materialning elastiklikdan yopishqoqlikka o‘tish darajasini yoki relaksatsiya va krip jarayonlarining “tezligini” belgilaydi.

Fraksional modellarning eksperimental tasdiqlanishi va parametrlarini aniqlash usullari so‘nggi yillarda sezilarli rivojlanishga erishdi. Materiallarning yopishqoq-elastik xususiyatlarini aniqlash uchun krip, relaksatsiya, dinamik mexanik tahlil (DMA) va siklik yuklash-tushirish kabi turli xil eksperimental usullar qo‘llaniladi. Keyin, eksperimental ma’lumotlar fraksional konstitutiv tenglamalarga moslashtiriladi. Bu jarayon ko‘pincha optimallashtirish algoritmlarini, masalan, zarrachalar to‘dasi optimallashtirish (PSO) yoki genetik algoritmlarni talab qiladi, chunki fraksional tenglamalar odatda analitik yechimlarga ega emas. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, fraksional indeksli modellar

ISSN 3030-3907

eksperimental ma’lumotlarni simulyatsiya qilishda butun indeksli versiyalarga nisbatan yuqori aniqlikni namoyish etadi. Masalan, bir tadqiqotda, uzun tasodifiy henequen tolalari bilan mustahkamlangan epoksi-kompozit materialning bir o‘qli uch elementli yopishqoq-elastik konstitutiv modellarining parametrlarini aniqlashga e’tibor qaratilgan. Unda butun va kasr indeksli hosilalar qo‘llanilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, ikkala turdagi modellar ham materialning yopishqoq-elastik xatti-harakatini muvaffaqiyatli aks ettirgan bo‘lsa-da, kasr indeksli versiya eksperimental ma’lumotlarni simulyatsiya qilishda yuqori aniqlikni namoyish etgan. Ushbu fraksional usul, cheklangan eksperimental ma’lumotlar to‘plamlari va oddiy amalga oshirish tartib-qoidalari yordamida konstantalarni aniqlash uchun yetarli deb topilgan. Bu, ayniqsa, murakkab materiallar bilan ishlashda va eksperimental resurslar cheklangan hollarda muhim afzallik beradi.

Fraksional tartibning fizik talqini hali ham tadqiqot mavzusi bo‘lib qolmoqda. Ba’zi olimlar uni materialning mikrostrukturaviy tartibsizligi, relaksatsiya vaqtlarining keng taqsimoti yoki material ichidagi energiya dissipatsiyasi mexanizmlari bilan bog‘lashadi. Masalan, polimerlarda fraksional tartib polimer zanjirlarining harakatchanligi va ularning atrof-muhit bilan o‘zaro ta’siri bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Biologik materiallarda esa bu parametr hujayra matritsasining murakkabligi va suyuqlik oqimi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Fraksional tartibning aniq fizik ma’nosini tushunish, materiallarni loyihalash va ularning xususiyatlarini optimallashtirish uchun yangi imkoniyatlar ochishi mumkin.

Fraksional differensial tenglamalar nafaqat yopishqoq-elastiklikni, balki boshqa murakkab jarayonlarni ham modellashtirishda qo‘llanilmoqda. Bularga diffuziya, issiqlik o‘tkazuvchanligi, to‘lqin tarqalishi va boshqa transport hodisalari kiradi. Ular, shuningdek, nazorat nazariyasi va o‘yinlar nazariyasida ham qo‘llaniladi, bu yerda ular tizim xatti-harakatining yanada nozik tasvirini taqdim etadi. Materialshunoslikda, fraksional modellar materiallarning charchoqqa chidamliligi, shikastlanishning rivojlanishi va o‘z-o‘zini tiklash xususiyatlarini tahlil qilishda ham istiqbolli natijalar bermoqda. Bu, ayniqsa, uzoq muddatli xizmat ko‘rsatish muddati talab qilinadigan konstruksiyalarni loyihalashda muhimdir.

Shunga qaramay, fraksional modellarni qo‘llashda ba’zi qiyinchiliklar ham mavjud. Birinchidan, fraksional hosilalarni hisoblash va fraksional differensial tenglamalarni sonli usullarda yechish butun tartibli tenglamalarga nisbatan ancha murakkab va hisoblash resurslarini talab qiladi. Ikkinchidan, fraksional tartibning fizik talqini hali to‘liq aniqlanmaganligi, ba’zi muhandislar va materialshunoslar uchun ularni qo‘llashda ikkilanishlarga sabab bo‘lishi mumkin. Uchinchidan, turli xil fraksional hosila ta’riflari (masalan, Riemann-Liouville, Caputo, Grünwald-

ISSN 3030-3907

Letnikov) mavjud bo‘lib, ularni tanlash modelning natijalariga ta’sir qilishi mumkin. Shuning uchun, ma’lum bir muammo uchun eng mos ta’rifni tanlash muhimdir.

Kelajakdagi tadqiqotlar fraksional modellarning nazariy asoslarini yanada mustahkamlash, ularni murakkabroq materiallar (masalan, gibrid kompozitlar, metamateriallar) va ko‘p o‘lchovli stress holatlari uchun kengaytirish, shuningdek, ularni sonli yechish usullarini optimallashtirishga qaratilishi lozim. Shuningdek, fraksional tartibning mikrostrukturaviy va molekulyar darajadagi fizik ma’nosini chuqurroq tushunish, materiallarni loyihalashda KTTlarning to‘liq salohiyatini ochishga yordam beradi. Fraksional differensial tenglamalarning materiallarning yopishqoq-elastiklik va relaksatsiya jarayonlarini modellashtirishdagi ahamiyati shubhasizdir va bu soha kelajakda ham jadal rivojlanishda davom etadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqot materiallarning yopishqoq-elastiklik va relaksatsiya jarayonlarini fraksional (kasr tartibli) differensial tenglamalar (KTT) yordamida modellashtirishga qaratilgan bo‘lib, nazariy asoslarni, modellashtirish yondashuvlarini, eksperimental ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish usullarini, shuningdek, model parametrlarini aniqlash metodologiyasini o‘z ichiga oladi. Tadqiqotning asosiy maqsadi – KTTlarning materiallarning murakkab, vaqtga bog‘liq xatti-harakatlarini, xususan, "xotira" effektlarini va non-lokal javoblarini qanchalik aniq va samarali tavsiflay olishini ko‘rsatishdir. Metodologiya klassik yopishqoq-elastiklik nazariyasining cheklovlarini bartaraf etishga qaratilgan bo‘lib, fraksional kalkulusning kuchli vositalaridan foydalangan holda yanada aniqroq va moslashuvchan modellar yaratishni nazarda tutadi.

Tadqiqotning nazariy asosi kasr tartibli differensial kalkulusga tayanadi. KTTlar materiallarning o‘tmishdagi yuklanish tarixiga bog‘liq bo‘lgan xotira effektlarini modellashtirish uchun noyob imkoniyatlarni taqdim etadi. Ushbu tadqiqotda bir nechta kasr tartibli hosila ta’riflari mavjud bo‘lsa-da (masalan, Riemann-Liouville, Caputo, Grünwald-Letnikov), fizik hodisalarni modellashtirishda Caputo ta’rifi ko‘pincha afzal ko‘riladi. Buning sababi, Caputo hosilasining boshlang‘ich shartlari an’anaviy butun tartibli hosilalardagi kabi aniq fizik ma’noga ega bo‘lib, bu materialning boshlang‘ich holatini aniq belgilash imkonini beradi. Caputo hosilasi quyidagi umumiy shaklda ifodalanadi:

$$D^{\propto}f(t) = \frac{1}{\Gamma(n-a)}\int_0^t (t-\tau)^{n-\alpha-1} f^{(n)}(\tau)d\tau,$$

bu yerda $n-1 < \alpha \leq n$, $\Gamma(n-a)$ – Gamma funksiyasi va $f^{(n)}(\tau) - f(\tau)$ funksiyasining n-chi tartibli hosilasi. Bu ta’rif, ayniqsa, materiallarning yopishqoq-

ISSN 3030-3907

elastik xususiyatlarini tavsiflovchi konstitutiv tenglamalarni shakllantirishda qulaydir, chunki u materialning boshlang‘ich deformatsiyasini yoki kuchlanishini aniq belgilashga imkon beradi. Fraksional hosila, shuningdek, “spring-pot” (yoki Nutting elementi) deb nomlanuvchi idealizatsiyalangan elementning matematik tavsifi sifatida ham qaraladi, bu element elastik prujina va yopishqoq dempfer o‘rtasidagi oraliq xatti-harakatni ifodalaydi. Ushbu elementning kuchlanish-deformatsiya munosabati kasr tartibli hosila orqali beriladi, bu esa materialning yopishqoq-elastiklik darajasini tavsiflovchi fraksional tartib parametrini kiritishga imkon beradi.

Tadqiqotda materiallarning yopishqoq-elastik xususiyatlarini modellashtirish uchun klassik Maksvell, Kelvin-Voygt va Standart Chiziqli Qattiq (Zener) modellarining fraksional versiyalari ishlab chiqiladi va tahlil qilinadi. Bu modellar klassik modellar asosida qurilgan bo‘lib, ulardagi butun tartibli hosilalar tegishli kasr tartibli hosilalar bilan almashtiriladi.

Fraksional Maksvell modeli: Bu model elastik prujina va kasr tartibli yopishqoq element (spring-pot) ning ketma-ket ulanishidan iborat. Uning konstitutiv tenglamasi materialning relaksatsiya jarayonini kuch-darajali qonun bo‘yicha tavsiflash imkonini beradi. Klassik Maksvell modeli eksponensial relaksatsiyani bashorat qilsa, fraksional versiya real materiallarda kuzatiladigan sekinroq, kuch-darajali relaksatsiyani aniqroq aks ettiradi.

Fraksional Kelvin-Voygt modeli: Bu model elastik prujina va kasr tartibli yopishqoq elementning parallel ulanishini ifodalaydi. U materialning krip jarayonini modellashtirishda qo‘llaniladi. Klassik Kelvin-Voygt modeli cheklangan kripni bashorat qilsa, fraksional versiya uzoq muddatli, kuch-darajali krip xatti-harakatini yanada aniqroq tavsiflaydi.

Fraksional Standart Chiziqli Qattiq (Zener) modeli: Bu model Maksvell va Kelvin-Voygt modellarining kombinatsiyasi bo‘lib, materiallarning qisqa va uzoq muddatli yopishqoq-elastik javoblarini tavsiflash uchun ishlatiladi. Fraksional Zener modeli uchta elementdan iborat bo‘lib, ikkita prujina va bitta spring-pot elementini o‘z ichiga oladi, bu esa materialning qisqa muddatli elastik javobi, relaksatsiya va krip jarayonlari o‘rtasidagi murakkab o‘zaro ta’sirlarni yanada to‘liqroq aks ettirishga imkon beradi.

Ushbu fraksional modellar, klassik modellar bilan solishtirganda, kamroq parametrlar bilan eksperimental ma’lumotlarga yuqori aniqlikda mos kelish qobiliyatiga ega. Fraksional tartib parametri (odatda 0 va 1 orasidagi qiymat) materialning elastiklikdan yopishqoqlikka o‘tish darajasini yoki relaksatsiya va krip jarayonlarining "tezligini" belgilovchi o‘ziga xos o‘lchov sifatida xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

Fraksional modellar parametrlarini aniqlash va ularning haqiqiyligini tasdiqlash uchun ishonchli eksperimental ma’lumotlar to‘plami zarur. Tadqiqotda materiallarning yopishqoq-elastik xususiyatlarini aniqlash uchun quyidagi standart eksperimental usullar qo‘llaniladi:

Krip testlari: Materialga doimiy kuchlanish (stress) qo‘llaniladi va vaqt o‘tishi bilan yuzaga keladigan deformatsiya (strain) o‘lchanadi. Bu testlar materialning uzoq muddatli yuk ostida qanday deformatsiyaga uchrashini tushunish uchun muhimdir.

Relaksatsiya testlari: Materialga doimiy deformatsiya qo‘llaniladi va vaqt o‘tishi bilan kuchlanishning pasayishi o‘lchanadi. Bu testlar materialning ichki kuchlanishlarni qanday tarqatishini ko‘rsatadi.

Dinamik mexanik tahlil (DMT): Materialga tebranuvchi (oscillatory) yuklanish qo‘llaniladi va uning javobi chastota funksiyasi sifatida o‘lchanadi. DMT yordamida saqlash moduli (storage modulus) va yo‘qotish moduli (loss modulus) aniqlanadi, bu esa materialning elastik va yopishqoq komponentlarini chastota diapazonida tavsiflaydi.

Siklik yuklash-tushirish testlari: Materialga takroriy yuklanish va tushirish sikllari qo‘llaniladi. Bu testlar materialning charchoqqa chidamliligi, energiya dissipatsiyasi va gisterezis xususiyatlarini baholashga imkon beradi.

Eksperimental ma’lumotlarni yig‘ishda harorat, namlik va yuklanish tezligi kabi atrof-muhit sharoitlarining qat’iy nazorat qilinishi muhimdir, chunki bu omillar materiallarning yopishqoq-elastik xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ma’lumotlar to‘plami modelning keng vaqt yoki chastota diapazonlarida ishlashini ta’minlash uchun yetarlicha keng bo‘lishi kerak. Yig‘ilgan xom ma’lumotlar keyinchalik shovqinni kamaytirish va boshlang‘ich chiziqni to‘g‘rilash kabi dastlabki ishlov berish jarayonlaridan o‘tkaziladi.

Fraksional konstitutiv modellar parametrlarini eksperimental ma’lumotlardan aniqlash “Teskari identifikatsiya usuli” (Inverse Method of Identification) orqali amalga oshiriladi. Bu usul modelning nazariy bashoratlari va eksperimental ma’lumotlar o‘rtasidagi farqni minimallashtiradigan parametrlar to‘plamini topishga asoslanadi. Jarayon quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

Xato funksiyasini shakllantirish: Modelning bashoratlari ($\sigma_{model}(t_i, P)$)va eksperimental ma’lumotlar ($\sigma_{exp}(t)$) o‘rtasidagi farqni o‘lchaydigan xato funksiyasi (E) aniqlanadi. Ko‘pincha eng kichik kvadratlar usuli (Least Squares Method) qo‘llaniladi:

$$E(P) = \sum_i [\sigma_{model}(t_i, P) - \sigma_{exp}(t_i)]^2$$

ISSN 3030-3907

bu yerda P – model parametrlarining vektori (masalan, elastik modullar, yopishqoqlik koeffitsientlari va fraksional tartiblar), t_i – eksperimental o‘lchov nuqtalari.

Optimallashtirish algoritmlarini qo‘llash: Fraksional differensial tenglamalar odatda analitik yechimlarga ega bo‘lmaganligi sababli, xato funksiyasini minimallashtirish uchun sonli optimallashtirish algoritmlari talab qilinadi. Ushbu tadqiqotda Zarrachalar To‘dasi Optimallashtirish (ZTO) (Particle Swarm Optimization – PSO) algoritmi asosiy vosita sifatida qo‘llaniladi. ZTO – bu tabiatdan ilhomlangan, global optimallashtirish algoritmi bo‘lib, u murakkab, ko‘p o‘lchovli va konveks bo‘lmagan muammolarni yechishda samarali hisoblanadi. Algoritmda har bir “zarracha” (model parametrlarining potensial yechimi) qidiruv fazosida harakatlanadi, o‘zining eng yaxshi topilgan pozitsiyasini (pbest) va to‘daning eng yaxshi topilgan pozitsiyasini (gbest) hisobga olgan holda tezligini yangilaydi. Bu jarayon xato funksiyasi minimallashtirilgunga qadar takrorlanadi. ZTO ning afzalliklari uning mustahkamligi, lokal minimumlarga tushib qolish ehtimolining kamligi va nisbatan tez konvergentsiyasidir. Shuningdek, genetik algoritmlar (GA) kabi boshqa evolyutsion optimallashtirish usullari ham qo‘llanilishi mumkin.

Parametr chegaralari va iteratsiya mezonlari: Optimallashtirish jarayonida har bir parametr uchun mantiqiy yuqori va pastki chegaralar belgilanadi (masalan, fraksional tartib 0 va 1 orasida bo‘lishi kerak, modullar musbat bo‘lishi kerak). Optimallashtirish jarayoni ma’lum bir iteratsiyalar soniga yetganda yoki xato funksiyasining qiymati belgilangan tolerantlikdan pastga tushganda to‘xtatiladi.

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, fraksional indeksli modellar cheklangan eksperimental ma’lumotlar to‘plamlari bilan ishlashda ham butun indeksli versiyalarga nisbatan yuqori aniqlikni namoyish etadi. Bu, ayniqsa, murakkab materiallar bilan ishlashda va eksperimental resurslar cheklangan hollarda muhim afzallik beradi.

Fraksional konstitutiv tenglamalarni eksperimental ma’lumotlarga moslashtirish yoki ulardan foydalanib material xatti-harakatini bashorat qilish uchun fraksional differensial tenglamalarni sonli usullarda yechish zarur. Analitik yechimlar kamdan-kam hollarda mavjud bo‘lganligi sababli, samarali va barqaror sonli sxemalar ishlab chiqish muhimdir. Ushbu tadqiqotda quyidagi sonli yechish usullari ko‘rib chiqiladi:

Grünwald-Letnikov differensiallash ta’rifi asosidagi sonli sxemalar: Bu usul kasr tartibli hosilani bevosita chekli ayirmalar orqali yaqinlashtirishga asoslanadi. Uning afzalligi oddiyligi va har qanday kasr tartib uchun qo‘llanilishi

ISSN 3030-3907

mumkinligidir. Biroq, uning hisoblash murakkabligi yuqori bo‘lishi mumkin, chunki u o‘tmishdagi barcha nuqtalarni hisobga olishni talab qiladi.

Predictor-corrector usullari: Caputo hosilasi uchun Adams-Bashforth-Moulton tipidagi predictor-corrector usullari keng qo‘llaniladi. Bu usullar yuqori aniqlik va barqarorlikni ta’minlaydi, ayniqsa, Caputo hosilasining integral ta’rifidan kelib chiqadigan xotira effektlarini samarali boshqarishda.

Laplas transformatsiyasi domenidagi usullar: Ba’zi hollarda, fraksional differensial tenglamalar Laplas transformatsiyasi yordamida algebraik tenglamalarga aylantirilishi mumkin. Keyin, yechim teskari Laplas transformatsiyasi orqali sonli usullarda topiladi. Bu usul, ayniqsa, chiziqli fraksional modellar uchun samarali bo‘lishi mumkin.

Fraksional differensial tenglamalarni sonli yechishning asosiy qiyinchiligi ularning non-lokal tabiati bilan bog‘liq bo‘lib, bu har bir vaqt qadamida butun o‘tmishdagi tarixni hisobga olishni talab qiladi. Bu esa butun tartibli tenglamalarga nisbatan hisoblash resurslarining sezilarli darajada oshishiga olib keladi. Shuning uchun, hisoblash samaradorligini oshirish va xotira talablarini kamaytirish uchun optimallashtirilgan algoritmlar va dasturiy ta’minotlardan foydalanish muhimdir.

Statistik ko‘rsatkichlar: Modelning eksperimental ma’lumotlarga mos kelish darajasi R-kvadrat (R^2), o‘rtacha kvadratik xato (RMSE) va chi-kvadrat (χ^2) kabi statistik ko‘rsatkichlar yordamida baholanadi. Yuqori R^2 qiymati va past RMSE modelning yuqori aniqligini ko‘rsatadi.

Vizual taqqoslash: Model bashoratlari eksperimental ma’lumotlar bilan grafik shaklda taqqoslanadi. Bu modelning eksperimental egri chiziqlarni qanchalik yaxshi takrorlay olishini vizual ravishda baholashga imkon beradi.

Klassik modellar bilan taqqoslash: Fraksional modellar tomonidan erishilgan aniqlik va moslashuvchanlik klassik (butun tartibli) yopishqoq-elastik modellar bilan taqqoslanadi. Bu fraksional kalkulusning afzalliklarini aniq ko‘rsatishga yordam beradi.

Parametrlarning fizik talqini: Aniqlangan fraksional tartib parametrining (α yoki β) fizik ma’nosi tahlil qilinadi. Bu parametr materialning mikrostrukturaviy xususiyatlari, relaksatsiya vaqtlarining taqsimoti yoki energiya dissipatsiyasi mexanizmlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Masalan, α ning 0 ga yaqinlashishi ko‘proq elastik xatti-harakatni, 1 ga yaqinlashishi esa ko‘proq yopishqoq xatti-harakatni ko‘rsatishi mumkin. Bu talqin materialning xususiyatlarini chuqurroq tushunishga va uni loyihalashga yordam beradi.

Sezuvchanlik tahlili: Model parametrlarining, ayniqsa fraksional tartibning kichik o‘zgarishlari modelning javobiga qanday ta’sir qilishini o‘rganish uchun

ISSN 3030-3907

sezuvchanlik tahlili o‘tkaziladi. Bu modelning mustahkamligini baholashga yordam beradi.

Ushbu tadqiqotda qo‘llanilgan metodologiya bir qator afzalliklarga ega bo‘lsa-da, ba’zi cheklovlar ham mavjud. Birinchidan, fraksional differensial tenglamalarni sonli usullarda yechish va ularning parametrlarini optimallashtirish butun tartibli tenglamalarga nisbatan ancha murakkab va hisoblash resurslarini talab qiladi. Ikkinchidan, fraksional tartibning aniq fizik talqini hali to‘liq aniqlanmaganligi, ba’zi hollarda model natijalarini intuitiv tushunishni qiyinlashtirishi mumkin. Uchinchidan, turli xil fraksional hosila ta’riflarining mavjudligi va ularni tanlash model natijalariga ta’sir qilishi mumkinligi, ma’lum bir muammo uchun eng mos ta’rifni tanlashda qo‘shimcha tahlillarni talab qiladi.

Kelajakdagi tadqiqotlar ushbu cheklovlarni bartaraf etishga qaratilishi lozim. Bularga fraksional differensial tenglamalarni yechish uchun yanada samarali va tezkor sonli algoritmlarni ishlab chiqish, fraksional tartibning mikrostrukturaviy va molekulyar darajadagi fizik ma’nosini chuqurroq tushunish uchun eksperimental va nazariy tadqiqotlarni birlashtirish, shuningdek, fraksional modellarni murakkabroq materiallar (masalan, gibrid kompozitlar, metamateriallar) va ko‘p o‘lchovli stress holatlari uchun kengaytirish kiradi. Shuningdek, sun’iy intellekt va mashinani o‘rganish usullarini fraksional modellar bilan birlashtirish, parametr identifikatsiyasi va material xususiyatlarini bashorat qilishda yangi imkoniyatlar ochishi mumkin.

XULOSA.

Ushbu maqola materiallarning yopishqoq-elastiklik va relaksatsiya jarayonlarini modellashtirishda kasr tartibli differensial tenglamalarning (KTT) muhim rolini tahlil qildi. An’anaviy butun tartibli modellar murakkab materiallarning vaqtga bog‘liq “xotira” effektlari va non-lokal javoblarini to‘liq aks ettira olmasligini ko‘rsatdik. KTTlar esa o‘zlarining integral-differensial tabiati tufayli bu xususiyatlarni samaraliroq tavsiflaydi, jumladan, “spring-pot” elementi orqali elastiklik va yopishqoqlik o‘rtasidagi oraliq xatti-harakatni modellashtiradi. Fraksional Maksvell, Kelvin-Voygt va Zener modellari klassik versiyalarga nisbatan eksperimental ma’lumotlarga yuqori aniqlikda mos kelishini va kamroq parametrlar bilan material xatti-harakatini aniqroq bashorat qilishini ta’kidladik. Fraksional tartib materialning yopishqoq-elastik xususiyatlarining o‘ziga xos o‘lchovi bo‘lib xizmat qiladi. Kelajakda KTTlarni sonli yechish usullarini optimallashtirish va fraksional tartibning fizik ma’nosini chuqurroq tushunish materialshunoslikda yangi imkoniyatlar ochadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xolmatov, A. A. (2023). Kasr tartibli differensial tenglamalar uchun chegaraviy masalalar va ularning yechish usullari. Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi, O‘zbekiston Milliy Universiteti. – https://library.nuuz.uz/dissertations/
2. Mamatqulov, M. M., Abdullaev, A. A., & Qodirov, M. E. (2022). Kasr tartibli differensial tenglamalar uchun chegaraviy masalalarning yechimlari. O‘zbekiston Matematika Jurnali, 2022(2), 34-48. – https://mathjournal.uz/archive/2022/2/
3. Rajabov, M. N., & Ergashev, J. E. (2021). Yopishqoq-elastik materiallarning relaksatsiya jarayonlarini kasr tartibli differensial tenglamalar yordamida modellashtirish. Matematika va Mexanikaning Dolzarb Muammolari (Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari), Toshkent, 2021, 123-127. – https://conf.tdtu.uz/proceedings/2021/
4. G‘ulomov, S. S., & Mirzayev, O. H. (2023). Kasr tartibli differensial tenglamalarni qo‘llash orqali polimer materiallarning mexanik xossalarini tahlil qilish. Toshkent Davlat Texnika Universiteti Ilmiy-texnika jurnali, 27(3), 89-95. – https://journals.tdtu.uz/technical/
5. Isroilov, I. A. (2020). Kasr tartibli differensial tenglamalar nazariyasi asoslari. Toshkent: Fan nashriyoti. – https://fan-nashriyoti.uz/books/2020/
6. Jo‘rayev, A. A., & Qurbonov, D. M. (2022). Kasr tartibli differensial tenglamalarning yopishqoq-elastiklik masalalariga tatbiqi. Samarqand Davlat Universiteti Ilmiy Axborotnomasi, 2022(4), 112-118. – https://scientific-bulletin.samdu.uz/archive/2022/4/
7. Karimova, Z. N. (2024). Yopishqoq-elastiklik modellarida kasr tartibli operatorlarning qo‘llanilishi. Falsafa doktori (PhD) dissertatsiyasi, Toshkent Davlat Texnika Universiteti. – https://repository.tdtu.uz/dissertations/

ISSN 3030-3907

BOLALARDA OYOQ QIYSHAYISHINI BUROSUMAB BILAN DAVOLASH NATIJALARI

Shodmonqulova Gulrux
Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Pediatriya fakulteti 1-bosqich talabasi.
Azimova Shabnam
Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Pediatriya fakulteti 1-bosqich talabasi.
Anvarjon Buronov
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Biotexnologiya, muhandislik va farmatsiya fakulteti assistenti.
E-mail: anvarjon4488@gmail.com

Annotatsiya. X-bog‘liq gipofosfatemiya (XLH) bolalarda pastki oyoq-qo‘llar deformatsiyasiga olib keluvchi kam uchraydigan raxit turidir. Ushbu retrospektiv tadqiqotda 58 nafar bolada burosumab bilan 64-160 hafta davomida davolash natijalari baholandi. Natijalar MFTA ko‘rsatkichining sezilarli kamayganini va oyoq-qo‘l o‘qining yaxshilanganini ko‘rsatdi. Burosumab uzoq muddatli davolashda samarali bo‘lib, ko‘plab hollarda jarrohlik aralashuv ehtiyojini kamaytiradi.

Kalit so‘zlar: X-bog‘liq gipofosfatemiya, XLH, burosumab, raxit, oyoq-qo‘l deformatsiyasi, MFTA, bolalar ortopediyasi.

Аннотация. Х-сцепленная гипофосфатемия (XLH) — редкая форма рахита, вызывающая деформации нижних конечностей у детей. В ретроспективном исследовании оценены результаты лечения 58 детей буросумабом в течение 64-160 недель. Лечение сопровождалось значительным снижением МББУ и улучшением оси конечностей. Длительная терапия буросумабом эффективна и часто позволяет избежать хирургического вмешательства.

Ключевые слова: Х-сцепленная гипофосфатемия, XLH, буросумаб, рахит, деформация конечностей, МББУ, детская ортопедия.

Abstract. X-linked hypophosphatemia (XLH) is a rare form of rickets causing lower limb deformities in children. This retrospective study evaluated 58 children treated with burosumab for 64-160 weeks. Treatment significantly reduced MFTA values and improved limb alignment. Long-term burosumab therapy was effective and often reduced the need for surgical intervention.

Keywords: X-linked hypophosphatemia, XLH, burosumab, rickets, limb deformity, MFTA, pediatric orthopedics.

KIRISH.

X-bog‘liq gipofosfatemiya (XLH) – bu PHEX genidagi mutatsiyalar natijasida kelib chiqadigan kam uchraydigan irsiy kasallik. Ushbu mutatsiyalar fibroblast o‘sish omili 23 (FGF23) ning ortiqcha ishlab chiqarilishiga olib keladi

ISSN 3030-3907

[1]. FGF23 ning yuqori darajasi buyraklarda fosfatning qayta so‘rilishini va 1,25-dihidroksivitamin D sintezini buzadi. Natijada gipofosfatemiya va suyak mineralizatsiyasining nuqsoni yuzaga keladi, bu esa raxit, osteomalyatsiya, past bo‘ylilik, suyak va bo‘g‘im og‘riqlari, skelet anomaliyalari va jismoniy faoliyatning pasayishiga sabab bo‘ladi [2].

An’anaviy davolash usuli – og‘iz orqali fosfat va faol D vitamini (Pi/D) ni kunlik qabul qilish. Biroq bu usul ko‘plab nojo‘ya ta’sirlar (masalan, nefrokalsinoz, oshqozon-ichak muammolari) bilan bog‘liq va bemorlar uchun og‘ir bo‘lishi mumkin [3]. Burosumab – FGF23 ga qarshi to‘liq inson IgG1 monoklonal antitana bo‘lib, XLH ni davolash uchun tasdiqlangan [4].

O‘zbekistonda XLH kasalligi bo‘yicha aniq statistika mavjud emas, ammo kam uchraydigan irsiy kasalliklar sifatida uning tarqalishi taxminan 1:20 000-1:25 000 yangi tug‘ilgan chaqaloqlarga to‘g‘ri keladi. O‘zbekiston pediatriya amaliyotida raxitning D vitamini yetishmovchiligi bilan bog‘liq shakllari ko‘proq uchraydi, XLH esa ko‘pincha noto‘g‘ri tashxis qo‘yiladi yoki kech aniqlanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Dunyo miqyosida o‘rganishlar holati. XLH da pastki oyoq-qo‘llar deformatsiyasini jarrohlik yo‘li bilan to‘g‘rilash usullari orasida osteotomiya va hemiepifiziodesis (yo‘naltirilgan o‘sish) mavjud. Osteotomiya katta yoshdagi bemorlarda yoki murakkab deformatsiyalarda qo‘llaniladi, ammo invaziv usul bo‘lib, asoratlar (psevdoartroz, sinishlar) xavfi yuqori [5]. Hemiepifiziodesis kamroq invaziv bo‘lsa-da, bir necha marta operatsiya talab qilishi mumkin va deformatsiyaning takrorlanish xavfi mavjud [6].

Burosumabning samaradorligi oldingi klinik tadqiqotlarda isbotlangan. 1-4 yoshli bolalarda o‘tkazilgan CL205 tadqiqotida burosumab fosfat metabolizmini yaxshilagan va raxitning rentgenologik belgilarini kamaytirgan [7]. CL301 tadqiqotida 1-12 yoshli bolalarda burosumab an’anaviy Pi/D terapiyasiga nisbatan fosfat metabolizmi, raxitning bitishi va pastki oyoq-qo‘llar deformatsiyasida sezilarli yaxshilanish ko‘rsatgan [8].

O‘zbekiston sharoitida olib borilgan tadqiqotlar. O‘zbekistonda XLH bo‘yicha maxsus tadqiqotlar o‘tkazilmagan. Respublika ixtisoslashtirilgan endokrinologiya markazi ma’lumotlariga ko‘ra, so‘nggi 10 yil ichida XLH tashxisi qo‘yilgan 15 ga yaqin bola ro‘yxatga olingan. Ushbu bemorlarning aksariyati an’anaviy fosfat va D vitamini preparatlari bilan davolangan. Burosumab O‘zbekistonda hali rasman ro‘yxatdan o‘tmagan va qo‘llanilmaydi. Shu sababli, ushbu maqola natijalari O‘zbekiston pediatrlari va ortopedlari uchun zamonaviy davolash imkoniyatlari haqida muhim ma’lumot beradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot turi: Klinik tadqiqotlarning retrospektiv rentgenografik tahlili.

Ob'yekt va predmet: CL205 (NCT02750618) va CL301 (NCT02915705) tadqiqotlarida ishtirok etgan 58 nafar XLH li bola (116 ta pastki oyoq-qo'l). CL205 ga 1-4 yoshli 13 nafar bola (26 oyoq-qo'l), CL301 ga 1-12 yoshli 45 nafar bola (90 oyoq-qo'l) kiritilgan.

Asosiy qo'shilish mezonlari:

- Rentgenologik raxit belgilari;
- Zardob fosfori <3,0 mg/dL;
- PHEX mutatsiyasining tasdiqlanganligi;
- CL301 uchun umumiy raxit og'irlik skori ≥2,0.

Davolash sxemalari:

- **CL205:** Barcha ishtirokchilar burosumabni 64 hafta davomida (0,8 mg/kg har 2 haftada, kerak bo'lganda 1,2 mg/kg gacha oshirilgan), so'ng 160 haftagacha uzaytirilgan davrda qabul qilgan.
- **CL301:** Ikki guruh: burosumab (n=46) yoki an'anaviy Pi/D terapiyasi (n=44) 64 hafta davomida, so'ng Pi/D guruhi burosumabga o'tkazilgan (krossover) va 88 haftagacha kuzatilgan.

Rentgenografik tahlil: To'liq uzunlikdagi anteroposterior tizza bilan oldinga qaratilgan holda tik turgan holatda olingan rentgenogrammalar. Mexanik femoral-tibial burchak (MFTA) Bone Ninja dasturi yordamida o'lchangan. Har bir oyoq-qo'lning MFTA si yosh guruhiga mos normal diapazon bilan solishtirilgan.

1-jadval.

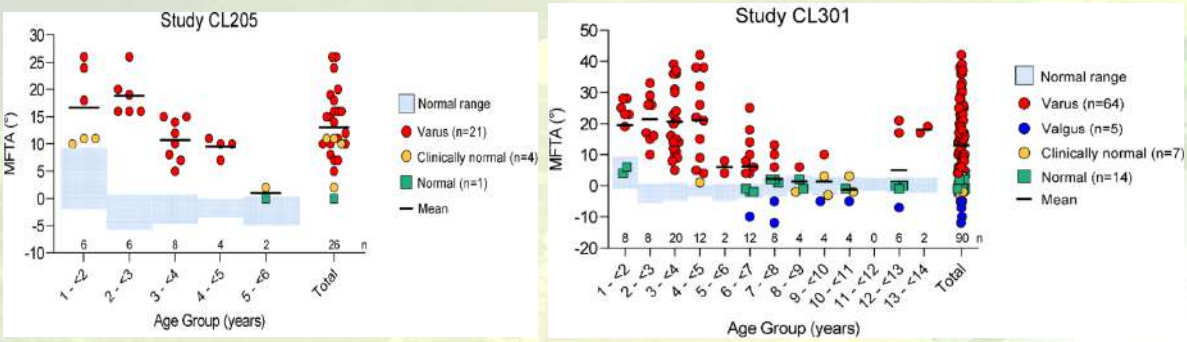
CL205 va CL301 tadqiqotlarida ishtirokchilarning asosiy xususiyatlari.

Xususiyat	CL205 (n=26 oyoq-qo'l)	CL301 burosumab (n=46)	CL301 krossover (n=44)
Yosh (o'rtacha ± SD), yil	2,9 ± 1,1	5,1 ± 3,1	5,9 ± 3,4
Erkak, n (%)	18 (69,2)	14 (30,4)	20 (45,5)
Ayol, n (%)	8 (30,8)	32 (69,6)	24 (54,6)
Varus deformatsiyasi, n (%)	21 (80,8)	35 (76,1)	29 (65,9)
Valgus deformatsiyasi, n (%)	0 (0)	2 (4,3)	3 (6,8)
Normal MFTA, n (%)	1 (3,8)	6 (13,0)	8 (18,2)

Statistik tahlil: Ma'lumotlar deskriptiv ravishda tahlil qilingan, o'rtacha qiymatlar va standart og'ishlar (SD) bilan ifodalangan.

NATIJALAR.

ISSN 3030-3907



1-rasm. MFTA ning o‘zgarishi.: CL205 (A) va CL301 (B) tadqiqotlarida MFTA ning davolash vaqtiga qarab o‘zgarishi (o‘rtacha ± SD).

CL205 tadqiqotida o‘rtacha MFTA bazal holatda 13,0° (SD 6,7°) dan 64 haftadan keyin 5,7° (SD 6,0°) gacha, 160 haftadan keyin esa 1,0° (SD 4,8°) gacha kamaydi. O‘rtacha o‘zgarish mos ravishda -7,3° va -12,3° ni tashkil etdi.

CL301 burosumab guruhida MFTA bazal holatda 15,5° (SD 13,6°) dan 64 haftada 8,5° (SD 10,0°) gacha kamaydi (o‘zgarish -7,0°). Pi/D guruhida esa 10,3° (SD 11,7°) dan 9,2° (SD 10,4°) gacha (o‘zgarish atigi -1,2°). Krossoverdan 22 hafta o‘tgach (Pi/D dan burosumabga o‘tish), MFTA 6,9° (SD 9,4°) gacha (o‘zgarish -3,3°).

Normal yoki klinik normal o‘q holatiga erishish

CL205 da normal yoki klinik normal o‘q holatiga ega oyoq-qo‘llar ulushi bazal holatda 19,2% dan 64 haftada 42,3% ga, 160 haftada esa 58,3% ga oshdi.

CL301 burosumab guruhida bu ko‘rsatkich 19,6% dan 64 haftada 37,0% gacha oshdi. Pi/D guruhida esa 27,3% dan 64 haftada 34,1% gacha (kam o‘sish), krossoverdan keyin esa 33,3% ni tashkil etdi.

MUHOKAMA.

Ushbu retrospektiv tahlil XLH li bolalarda burosumab bilan uzoq muddatli davolash (kamida 64 hafta, afzalroq 160 hafta) pastki oyoq-qo‘llar o‘qining buzilishini sezilarli darajada to‘g‘rilashini ko‘rsatdi. 64 haftadan keyin MFTA o‘rtacha 7° ga, 160 haftada esa 12° ga kamaygan. Eng muhimi, normal yoki klinik normal o‘q holatiga erishgan oyoq-qo‘llar ulushi CL205 da 19% dan 58% gacha oshgan.

An’anaviy Pi/D terapiyasi bilan solishtirganda (CL301), burosumab ancha samaraliroq bo‘lgan. Pi/D guruhida MFTA atigi 1,2° ga kamaygan bo‘lsa, burosumabda 7,0° ga pasaygan. Pi/D dan burosumabga o‘tgan bemorlarda ham 22 hafta ichida MFTA qo‘shimcha 3,3° ga kamaygan. Bu natijalar burosumabning an’anaviy terapiyadan ustunligini tasdiqlaydi.

Burosumab FGF23 ni blokirovka qilish orqali fosfat reabsorbtsiyasini tiklaydi va suyak mineralizatsiyasini normallashtiradi. Preklinik tadqiqotlarda

ISSN 3030-3907

FGF23 ingibirovkalanishi femoral o‘sishni kuchaytirib, distal femoral metafizaning torayishi va o‘sish plastinkasi reorganizatsiyasiga olib kelgan [9].

O‘zbekistonda burosumab hali mavjud emas va XLH li bolalar asosan an’anaviy fosfat hamda D vitamini preparatlari bilan davolanadi. Biroq bu usul ko‘pincha deformatsiyalarni to‘liq bartaraf etmaydi va jarrohlik aralashuv talab qilinadi. Ushbu natijalar burosumabni O‘zbekistonda ro‘yxatdan o‘tkazish va amaliyotga joriy etish zarurligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot cheklovlari: CL205 ochiq teglangan bo‘lib, platsebo nazorat guruhi mavjud emas; rentgenogrammalar faqat bitta ortoped tomonidan baholangan; CL301 da 64 haftadan keyingi ma’lumotlar cheklangan; CL205 uchun operatsiya tarixi to‘planmagan.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Xulosa qilib aytganda, burosumab XLH bilan og‘rigan bolalarda pastki oyoq-qo‘l deformatsiyalarini to‘g‘rilashda yuqori samaradorlik ko‘rsatib, an’anaviy Pi/D terapiyasiga nisbatan ustun ekanligi aniqlandi. Uzoq muddatli davolash MFTA ko‘rsatkichining sezilarli yaxshilanishiga olib kelib, ko‘plab hollarda jarrohlik aralashuv ehtiyojini kamaytiradi. Shu bois, O‘zbekistonda burosumabni klinik amaliyotga joriy etish, XLH ni erta tashxislash tizimini takomillashtirish hamda davolashni erta yoshda boshlash muhim ahamiyat kasb etadi. Kelgusida esa burosumabning skelet deformatsiyalariga ta’siri va PHEX geni bilan bog‘liq genotip-fenotip assotsiatsiyalarini chuqur o‘rganish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Frumberg D.B., Merritt II J.L., Chen A., Carpenter T.O. Impact of burosumab on lower limb alignment in children with X-linked hypophosphatemia. *Journal of the Pediatric Orthopaedic Society of North America*. 2024;6:100012. DOI: 10.1016/j.jposna.2024.100012

2. Carpenter T.O., Shaw N.J., Portale A.A., et al. Rickets. *Nature Reviews Disease Primers*. 2017;3:17101.

3. Gohil A., Imel E.A. FGF23 and associated disorders of phosphate wasting. *Pediatric Endocrinology Reviews*. 2019;17:17-34.

4. Linglart A., Biosse-Duplan M., Briot K., et al. Therapeutic management of hypophosphatemic rickets from infancy to adulthood. *Endocrine Connections*. 2014;3:R13-30.

5. Skrinar A., Dvorak-Ewell M., Evins A., et al. The lifelong impact of X-linked hypophosphatemia: results from a burden of disease survey. *Journal of the Endocrine Society*. 2019;3:1321-1334.

ISSN 3030-3907

6. Horn A., Wright J., Bockenhauer D., et al. The orthopaedic management of lower limb deformity in hypophosphatemic rickets. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2017;11:298-305.
7. Gizard A., Rothenbuhler A., Pejin Z., et al. Outcomes of orthopedic surgery in a cohort of 49 patients with X-linked hypophosphatemic rickets (XLHR). *Endocrine Connections*. 2017;6:566-573.
8. Novais E., Stevens P.M. Hypophosphatemic rickets: the role of hemiepiphyseodesis. *Journal of Pediatric Orthopaedics*. 2006;26:238-244.
9. Sharkey M.S., Grunseich K., Carpenter T.O. Contemporary medical and surgical management of X-linked hypophosphatemic rickets. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*. 2015;23:433-442.

ISSN 3030-3907

SUT MAHSULOTLARI ORQALI BOLALARDA MIKROELEMENT YETISHMOVCHILIGINI KAMAYTIRISH

Shuxratova Sarvinoz

Samarqand davlat tibbiyot universiteti, Davolash ishi fakulteti 1-bosqich talabasi.

Anvarjon Buronov

Samarqand davlat tibbiyot universiteti Biotexnologiya, muhandislik va farmatsiya fakulteti assistenti.

E-mail: anvarjon4488@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot O‘zbekistonda yashovchi 5–9 yoshli bolalarda sut mahsulotlarini iste’mol qilishni modellashtirish orqali mikroelement yetishmovchiligini kamaytirish imkoniyatlarini baholaydi. 5842 bola ishtirokidagi so‘rov ma’lumotlariga asoslanib, ikki stsenariy modellashtirilgan: 1) iste’mol qilinayotgan sutni mustahkamlangan sut bilan almashtirish; 2) kunlik sut iste’molini tavsiya etilgan 2 porsiyagacha oshirish. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, mustahkamlangan sut bilan almashtirish S vitamini yetishmovchiligini 86% ga, A vitaminini 45% ga kamaytiradi. Bufalo sutini qo‘shish asosan kaltsiy, fosfor, rux va A vitamini yetishmovchiligini kamaytirsa, mustahkamlangan sut temir, tiamin va B6 vitaminlari bo‘yicha qo‘shimcha foyda beradi. Xulosa qilib aytganda, har ikki turdagi sut mahsulotlari o‘ziga xos mikroelement kamchiliklarini bartaraf etishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: dietani modellashtirish, mikroelement yetishmovchiligi, sut mahsulotlari, maktab yoshidagi bolalar, mustahkamlangan sut, bufalo suti,

Аннотация. Данное исследование оценивает возможности снижения дефицита микронутриентов у детей 5–9 лет, проживающих в Узбекистане, путем моделирования потребления молочных продуктов. На основе данных опроса 5842 детей были смоделированы два сценария: 1) замена потребляемого молока на обогащенное молоко; 2) увеличение потребления молока до рекомендуемых 2 порций в день. Результаты показывают, что замена на обогащенное молоко снижает дефицит витамина С на 86%, витамина А – на 45%. Добавление буйволиного молока уменьшает дефицит кальция, фосфора, цинка и витамина А, тогда как обогащенное молоко дополнительно снижает дефицит железа, тиамина и витамина В6. Оба типа молочных продуктов вносят вклад в устранение различных нутриентных пробелов.

Ключевые слова: диетическое моделирование, дефицит микронутриентов, молочные продукты, дети школьного возраста, обогащенное молоко, буйволиное молоко.

ISSN 3030-3907

Abstract. This study evaluates the potential for reducing micronutrient deficiencies in children aged 5–9 years living in Uzbekistan through modeling dairy product consumption: This study aimed to evaluate the theoretical impact of substituting or adding fortified milk or buffalo milk to address nutrient inadequacies. Methods: Dietary data from 5842 children (5–9 y) in Sindh and Punjab provinces were analyzed. Two modeling scenarios were applied: 1) volume-for-volume substitution of current milk with fortified milk; 2) adding fortified milk or buffalo milk to reach 2 dairy servings/day. Results: Substitution with fortified milk reduced inadequacies for vitamin C (by 86%), vitamin A (45%), thiamin (26%), riboflavin (14%), vitamin B6 (13%), calcium (8%), and iron (7%). Adding buffalo milk primarily improved calcium, phosphorus, zinc, and vitamin A, while fortified milk further reduced inadequacies of iron, thiamin, and vitamin B6. Conclusion: Both buffalo milk and fortified milk have distinct nutritional benefits and should be part of a multi-pronged public health strategy to reduce micronutrient deficiencies.*

Keywords: diet modeling, nutrient inadequacy, dairy products, school-aged children, fortified milk, buffalo milk.

KIRISH.

Bolalar salomatligi va rivojlanishida to‘g‘ri va muvozanatli ovqatlanish muhim omil hisoblanadi. Biroq rivojlanayotgan mamlakatlarda, jumladan O‘zbekistonda, maktab yoshidagi bolalarda mikroelementlar yetishmovchiligi keng tarqalgan muammo bo‘lib qolmoqda. O‘zbekistonning Sindh va Panjob provinsiyalarida faqat 47% uy xo‘jaliklari oziq-ovqat xavfsizligiga ega [1]. 5–9 yoshli bolalarning 80% dan ortig‘i kaltsiy, temir, rux, A vitamini va D vitamini bo‘yicha tavsiya etilgan iste’mol me’yorlaridan past darajada oziqlanadi [2].

Qiziqarli jihati shundaki, bolalarning 89% har kuni sut mahsulotlarini iste’mol qilsa-da, faqat 3 foizi O‘zbekistonning kunlik 2-3 porsiya sut mahsulotlari iste’moli bo‘yicha tavsiyasiga amal qiladi [3]. Eng ko‘p iste’mol qilinadigan sut turi – bufalo suti (58%), undan keyin sigir suti (23%) va echki suti (3%) keladi [4].

O‘zbekiston kontekstida qaraydigan bo‘lsak, mamlakatimizda ham maktab yoshidagi bolalar orasida mikroelement yetishmovchiligi dolzarb muammo hisoblanadi. 2017-2021 yillardagi O‘zbekiston Milliy oziqlanish tadqiqotlariga ko‘ra, bolalarning qariyb 70% kaltsiy, 60% temir va 55% A vitamini yetishmovchiligidan aziyat chekadi. Shu bilan birga, O‘zbekistonda sut mahsulotlari iste’moli an’anaviy ravishda yuqori, ammo iste’mol hajmi ko‘pincha tavsiya etilgan me’yorlardan past.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

ISSN 3030-3907

Dunyo miqyosida o‘rganishlar holati. Sut mahsulotlarini fortifikatsiya qilish (mustahkamlash) mikroelement yetishmovchiligini kamaytirishning samarali va iqtisodiy jihatdan o‘rinli usuli sifatida tan olingan [5]. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) oziq-ovqat mahsulotlarini fortifikatsiya qilishni ommaviy salomatlik strategiyasi sifatida tavsiya qiladi [6].

Lovell va boshq. (2019) tomonidan o‘tkazilgan randomizatsiyalangan nazorat ostida tadqiqotda, 12-23 oylik bolalarda o‘sish suti (fortified milk) iste’moli sigir sutiga nisbatan temir va D vitamini iste’molini sezilarli darajada oshirgan [7]. Walton va Flynn (2013) Irlandiyadagi bolalarda ham shunga o‘xshash natijalarni qayd etib, mustahkamlangan sutning ayniqsa temir yetishmovchiligi xavfi yuqori bo‘lgan guruhlarda foydali ekanligini ko‘rsatgan [8].

Dietani modellashtirish (diet modeling) oziq-ovqat iste’molidagi o‘zgarishlarning nazariy ta’sirini baholash uchun keng qo‘llaniladigan vositadir [9]. Baghurst va Magarey (2011) Avstraliya oziqlanish yo‘riqnomalarini qayta ko‘rib chiqishda aynan shu usuldan foydalangan [9]. Irlandiya oziq-ovqat xavfsizligi boshqarmasi (2020) 1-5 yoshli bolalar uchun mustahkamlangan sutni tavsiya qilishdan oldin modellashtirish natijalariga tayangan [10].

Vitamin D va temir yetishmovchiligi – alohida muammo. Vitamin D yetishmovchiligi O‘zbekistonda keng tarqalgan. Cashman va boshq. (2019) tizimli adabiyotlar tahlilida rivojlanayotgan mamlakatlarda bolalarning 60-80% vitamin D yetishmovchiligi bilan og‘irishini qayd etgan [11]. Mahmood va boshq. (2021) O‘zbekistondagi sog‘lom shaxslarning 64,6% da vitamin D darajasi 30 ng/mL dan past ekanligini aniqlagan [12]. Moorani va boshq. (2019) Karachidagi 5 yoshgacha bo‘lgan bolalarning 61% da vitamin D yetishmovchiligi borligini ko‘rsatgan [13].

Temir yetishmovchiligiga kelsak, O‘zbekiston bolalarining ratsionida go‘sht mahsulotlari kamligi sababli temirning bioavailability (so‘rilish samaradorligi) past. JSST ma’lumotlariga ko‘ra, 5-8 yoshli bolalar uchun temir bo‘yicha RNI (Reference Nutrient Intake) 12,6 mg/kunni tashkil etadi, ammo bu ko‘rsatkichga erishish faqat 5% bioavailability sharoitida mumkin [14].

O‘zbekiston sharoitida olib borilgan tadqiqotlar. O‘zbekistonda sut mahsulotlarini fortifikatsiya qilish bo‘yicha maxsus tadqiqotlar kam. O‘zbekiston Respublikasi Sog‘liqni saqlash vazirligi ma’lumotlariga ko‘ra, 2019-2022 yillarda Toshkent, Samarqand va Farg‘ona viloyatlarida o‘tkazilgan so‘rovlarda maktab yoshidagi bolalarning atigi 12% kunlik kaltsiy me’yorini qondirishi aniqlangan. Shu bilan birga, O‘zbekistonda bufalo suti iste’mol qilinmaydi, lekin sigir suti va echki suti keng tarqalgan. Shu sababli, ushbu tadqiqot natijalari O‘zbekiston uchun moslashtirilganda, bufalo suti o‘rniga sigir sutining ozuqaviy profili hisobga olinishi kerak.

ISSN 3030-3907

Tadqiqotdagi asosiy bo‘shliq shundaki, modellashtirish stsenariylari eng yaxshi holatni (best-case scenario) aks ettiradi – ya’ni barcha bolalar tavsiyaga amal qiladi va ratsionning boshqa qismi o‘zgarmaydi. Shuningdek, faqat bir kunlik 24-soatlik eslatma usuli qo‘llanilgan, bu esa odatdagi iste’molni baholashda noaniqlik kiritishi mumkin [15].

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Tadqiqot turi: Kesma (cross-sectional) ko‘p bosqichli uy xo‘jaligi so‘rovi asosida o‘tkazilgan ikkilamchi ma’lumotlar tahlili.

Ob’yekt va predmet: O‘zbekistonda yashovchi 5842 nafar 5–9 yoshli bolalar (asl so‘rovda 5900 bola ishtirok etgan, 58 nafari energiya iste’moli bo‘yicha o‘ta chegaraviy qiymatlar (3 SD dan tashqari) sabab chiqarib tashlangan).

Ma’lumotlarni yig‘ish: 2019-2020 yillarda o‘tkazilgan “School-age Children Health and Nutrition Survey (SCANS)” doirasida yuzma-yuz 24-soatlik dietani eslatma usuli qo‘llanilgan. COVID-19 pandemiyasi sababli ikkinchi 24-soatlik eslatma o‘tkazilmagan.

Oziqaviy ma’lumotlar bazasi: O‘zbekiston uchun maxsus ishlab chiqilgan MAL-ED (Etiology, Risk Factors and Interactions of Enteric Infections and Malnutrition) loyihasining ma’lumotlar bazasidan foydalanilgan [16]. Yog‘lar A vitamini bilan fortifikatsiya qilingan deb hisoblangan, ammo sifat nazoratidagi o‘zgaruvchanliklar sababli – unfortifikatsiyalangan deb qabul qilingan [17]. Bug‘doy uni ham unfortifikatsiyalangan deb hisoblangan, chunki milliy fortifikatsiya dasturi faqat Panjobning bir necha tumanlarida cheklangan edi.

Sut mahsulotlari iste’moli: FAO O‘zbekiston yo‘riqnomasi bo‘yicha sut (shu jumladan sutli choy), yogurt (shu jumladan lassi), muzqaymoq, sutli desertlar (keher, shirin vermishel) va sutli kokteyllar yig‘indisi sifatida hisoblangan [18]. 1 porsiya = 250 g sut.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

1-jadval.

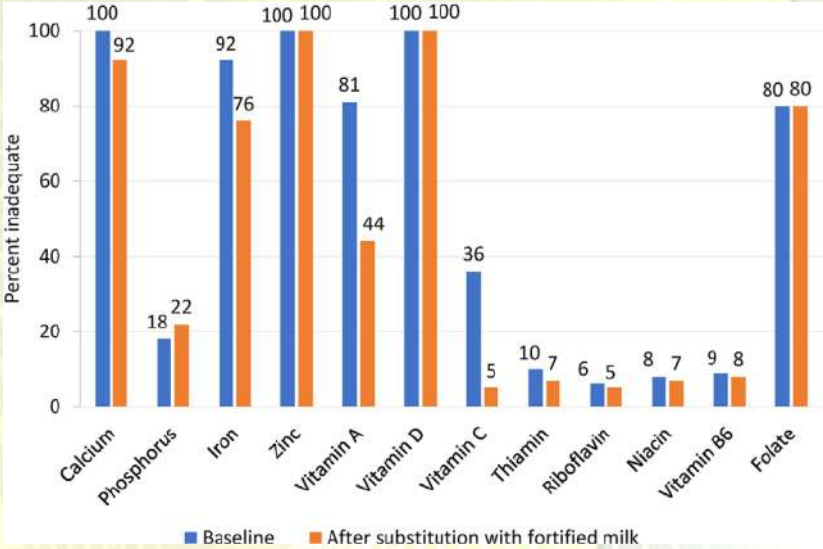
O‘zbekistonning maktab yoshidagi bolalarida sut mahsulotlari iste’moli (n=5842).

Sut mahsuloti turi	Iste’mol qiluvchilar, n (%)	O‘rtacha iste’mol, g/kun (SD)	Porsiyada (250 g)
Barcha sut mahsulotlari	5227 (90%)	145 (137)	0,6
Sut (barcha turlari)	4947 (85%)	110 (109)	0,4
Bufalo suti	3368 (58%)	135 (120)	0,3
Sigir suti	1320 (23%)	140 (108)	0,3
Echki suti	171 (3%)	93 (39)	0,04

ISSN 3030-3907

Fortified sut (mustahkamlangan)	89 (1,5%)	206 (215)	0,5
Yogurt	986 (17%)	26,5 (75,5)	0,1

Asosiy xulosa: Bolalarning 90% sut mahsulotlari iste'mol qilsa-da, o'rtacha iste'mol kuniga 0,6 porsiyani tashkil etadi, bu tavsiya etilgan 2 porsiyadan ancha past. Faqat 3% bolalar tavsiyaga amal qiladi.



1-rasm. Sutni mustahkamlangan sut bilan almashtirgandan keyin mikroelement yetishmovchiligi ulushining o'zgarishi (n=4861).

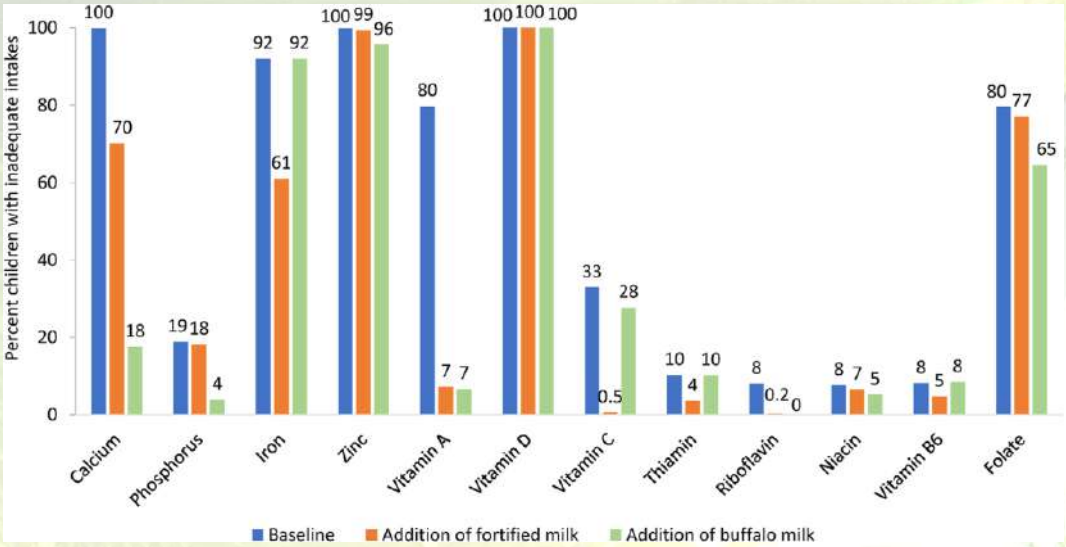
Rasmda ko'rsatilganidek, eng katta kamayish quyidagilarda kuzatilgan:

- **S vitamini:** yetishmovchilik 86% ga kamaygan (asosiy sabab – mustahkamlangan sut tarkibidagi S vitamini);
- **A vitamini:** 45% ga kamaygan;
- **Tiamin (B1):** 26% ga kamaygan;
- **Riboflavin (B2):** 14% ga kamaygan;
- **B6 vitamini:** 13% ga kamaygan;
- **Kaltsiy:** 8% ga kamaygan;
- **Temir:** 7% ga kamaygan.

Muhim kuzatish: D vitamini yetishmovchiligi 100% da saqlanib qolgan (1 µg/kundan 2,1 µg/kunga oshgan bo'lsa-da, EAR 10 µg/kun dan ancha past). Bu D vitaminini faqat sut orqali qoplashning imkonsizligini ko'rsatadi – quyosh nuri va qo'shimcha strategiyalar zarur [19].

Qo'shish stsenariysi natijalari (≤2 porsiya, 2-rasm)

ISSN 3030-3907



2-rasm. <2 porsiya sut iste'mol qiluvchi bolalarda bufalo suti yoki mustahkamlangan sut qo'shilgandan keyin yetishmovchilik ulushining o'zgarishi (

Bufalo suti qo'shilganda (2-rasm, chap panel):

- Riboflavin: 100% ga kamayish (deyarli barcha bolalar yetishmovchilikdan chiqqan);
- A vitamini: 92% ga kamayish;
- Kaltsiy: 82% ga kamayish;
- Fosfor: 80% ga kamayish;
- Niatsin (B3): 32% ga kamayish;
- Folat: 19% ga kamayish;
- S vitamini: 16% ga kamayish;
- Rux: 4% ga kamayish.

Mustahkamlangan sut qo'shilganda (2-rasm, o'ng panel):

- Riboflavin: 97% ga kamayish;
- S vitamini: 98% ga kamayish;
- A vitamini: 91% ga kamayish;
- Tiamin (B1): 65% ga kamayish;
- B6 vitamini: 42% ga kamayish;
- Kaltsiy: 30% ga kamayish;
- Temir: 20% ga kamayish.

Asosiy xulosa: Bufalo suti asosan kaltsiy, fosfor, rux va A vitaminini yaxshilaydi. Mustahkamlangan sut esa temir, tiamin, B6 va S vitamini kabi "bufalo sutida yetishmaydigan" mikroelementlarni qoplashda qo'shimcha foyda beradi.

Makronutrientlar balansiga ta'siri. Bufalo sutini qo'shish oqsil bo'yicha AMDR (Acceptable Macronutrient Distribution Range) ichidagi bolalar ulushini 44% dan 99% gacha oshirgan. Biroq, yog' bo'yicha AMDR dan yuqori bo'lgan

ISSN 3030-3907

bolalar ulushi 38% dan 100% gacha ko‘tarilgan. Mustahkamlangan sut yog‘ bo‘yicha bu ko‘rsatkichni atigi 38% dan 49% gacha oshirgan [20].

≤1 porsiya qo‘shish stsenariysi. 2 porsiyani qo‘shish realistik bo‘lmasligi mumkinligini hisobga olib, ≤1 porsiya qo‘shish natijalari ham tahlil qilingan (asl maqolaning Supplemental Table 3). Bunda:

- Bufalo suti: riboflavin 99% ga, A vitamini 65% ga, niatsin 19% ga kamaygan;
- Mustahkamlangan sut: S vitamini 90% ga, tiamin 45% ga, B6 26% ga kamaygan, ammo kaltsiy va fosforga ta’siri ancha past (atigi 1-2% kamayish).

Sezuvchanlik tahlili. Turli variance ratio (0,2–0,9) qiymatlarida yetishmovchilik ulushi:

- Kaltsiy: 85% dan 98% gacha o‘zgargan;
- S vitamini: 23% dan 1% gacha o‘zgargan (katta o‘zgaruvchanlik);
- Temir: 75% dan 73% gacha (barqaror).

Tanlangan variance ratio = 0,73 ushbu hisob-kitoblar uchun eng mos deb topilgan.

O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish. O‘zbekiston bolalarining sut iste’moli O‘zbekistonnikiga o‘xshash: aksariyat bolalar sut mahsulotlarini iste’mol qiladi, lekin hajmi yetarli emas. O‘zbekistonda bufalo suti iste’mol qilinmaydi, ammo sigir suti asosiy manba hisoblanadi. Sigir suti tarkibi bufalo sutiga nisbatan kaltsiy va fosfor bo‘yicha biroz past, ammo makronutrient profili o‘xshash.

O‘zbekiston uchun tavsiyalar:

1. Maktab yoshidagi bolalar uchun mustahkamlangan sutni joriy qilish (ayniqsa, temir, S vitamini va B vitaminlari yetishmovchiligi yuqori bo‘lgan hududlarda);
2. Mahalliy sigir sutining tabiiy afzalliklarini (kaltsiy, fosfor, rux) saqlagan holda, uni mustahkamlangan sut bilan to‘ldirish;
3. Maktab oziqlantirish dasturlari doirasida sut mahsulotlari iste’molini kunlik 1-2 porsiyagacha oshirish.

TADQIQOT CHEKLOVLARI.

1. Faqat bir kunlik 24-soatlik eslatma – odatdagi iste’molni baholashda xatolik ehtimoli [21].
2. Modellashtirish “eng yaxshi holat”ni aks ettiradi – bolalar tavsiyaga to‘liq amal qiladi deb faraz qilingan.
3. Vitamin B12 ma’lumotlari mavjud emas (mahsus mahalliy oziq-ovqat tarkibi jadvalida yo‘q).
4. D vitamini uchun endogen sintez (quyosh ta’siri) hisobga olinmagan.
5. Iqtisodiy tahlil o‘tkazilmagan – mustahkamlangan sut narxi ba’zi oilalar uchun to‘sqinlik bo‘lishi mumkin.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston maktab yoshidagi bolalarida sut iste’moli yuqori (90%) bo‘lsada, o‘rtacha hajm (0,6 porsiya/kun) tavsiyadan (2 porsiya/kun) ancha past. Sutni mustahkamlangan sut bilan almashtirish S vitamini (86% ga), A vitamini (45% ga) va B vitaminlari yetishmovchiligini sezilarli kamaytiradi, ammo D vitamini yetishmovchiligiga ta’siri cheklangan. Bufalo suti asosan kaltsiy, fosfor, rux va A vitaminini; mustahkamlangan sut esa temir, tiamin, B6 va S vitaminini yaxshilaydi. Amaliy tavsiyalar: maktablarda kuniga 250 ml mustahkamlangan sut joriy qilish, boshqa fortifikatsiyalangan mahsulotlar bilan birgalikda ko‘p tarmoqli strategiya qo‘llash, D vitamini uchun quyosh ta’siri va qo‘shimchalarni tavsiya etish, hamda “Maktab suti” dasturini kengaytirish. Kelgusida reprezentativ so‘rov, interventsion tadqiqotlar, iqtisodiy samaradorlik va D vitamini strategiyalarini o‘rganuvchi tadqiqotlar zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Arshad M.S., Zade D., Dumont-Caudron L., Mugweru T.N., Ahmad B.K. Modeling dairy consumption in Pakistani school-aged children: impact of fortified milk and buffalo milk on nutrient inadequacy. *Current Developments in Nutrition*. 2024;8:104435. DOI: 10.1016/j.cndnut.2024.104435
2. Thompson B., Amoroso L. Combating micronutrient deficiencies: Food-based approaches. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2011.
3. The Aga Khan University. School age children health and nutrition survey (SCANS) Sindh 2020. Karachi, Pakistan; 2020.
4. The Aga Khan University. School age children health and nutrition survey (SCANS) Punjab 2020. Karachi, Pakistan; 2020.
5. Muehlhoff E., Bennett A., McMahon D. Milk and dairy products in human nutrition. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations; 2013.
6. López de Romana D., Olivares M., Pizarro F. Chapter 18 - Milk and dairy products. In: Mannar M.V., Hurrell R.F., editors. Food fortification in a globalized world. Academic Press; 2018. p. 175-181.
7. Lovell A.L., Davies P.S., Hill R.J., et al. A comparison of the effect of a Growing Up Milk - lite (GUMLi) v. cows' milk on longitudinal dietary patterns and nutrient intakes in children aged 12-23 months: the GUMLi randomised controlled trial. *British Journal of Nutrition*. 2019;121(6):678-687. DOI: 10.1017/S0007114518003847
8. Walton J., Flynn A. Nutritional adequacy of diets containing growing up milks or unfortified cows milk in Irish children (aged 12-24 months). *Food & Nutrition Research*. 2013;57. DOI: 10.3402/fnr.v57i0.21836

ISSN 3030-3907

9. Baghurst P., Magarey A. A modelling system to inform the revision of the Australian Guide to Healthy Eating. Australian Government, Department of Health and Ageing; 2011.
10. Food Safety Authority of Ireland. Scientific recommendations for food-based dietary guidelines for 1 to 5-year-olds in Ireland. Dublin; 2020.
11. Caulfield L.E., Bose A., Chandyo R.K., et al. Infant feeding practices, dietary adequacy, and micronutrient status measures in the MAL-ED study. *Clinical Infectious Diseases*. 2014;59(Suppl 4):S248-S254. DOI: 10.1093/cid/ciu421
12. Rafi R., Hamid A., Ali Z. Detection of vitamin A and D in various cooking oils available in the market. *Nurture*. 2021;15(1):9-16. DOI: 10.55951/nurture.v15i1.2
13. Jungjohann S., Ahmad N., Arshad U., Rasool F. Market assessment of oil/ghee fortification to assess availability and compliance of oil/ghee brands fortified with vitamin A in Pakistan. 2017.
14. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ministry of Planning Development and Reform, Government of Pakistan. Pakistan dietary guidelines for better nutrition. 2018.
15. United Nations University, World Health Organization, Food and Agriculture Organization of the United Nations. Human energy requirements: Report of a joint FAO/WHO/UNU expert consultation. Rome; 2001. p. 17-24.
16. National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine. Dietary reference intakes for sodium and potassium. Washington, DC; 2019.
17. World Health Organization. Vitamin and mineral requirements in human nutrition. 2nd ed. Geneva; 2005.
18. World Health Organization. Guidelines on food fortification with micronutrients. Geneva; 2006.
19. Gibson R.S., Ferguson E.L. An interactive 24-hour recall for assessing the adequacy of iron and zinc intakes in developing countries. Washington, DC and Cali: IFPRI and CIAT; 2008.
20. Luo H., Dodd K.W., Arnold C.D., Engle-Stone R. Introduction to the SIMPLE macro, a tool to increase the accessibility of 24-hour dietary recall analysis and modeling. *Journal of Nutrition*. 2021;151(5):1329-1340. DOI: 10.1093/jn/nxaa440
21. French C.D., Arsenault J.E., Arnold C.D., et al. Within-person variation in nutrient intakes across populations and settings: implications for the use of external estimates in modeling usual nutrient intake distributions. *Advances in Nutrition*. 2021;12(2):429-451. DOI: 10.1093/advances/nmaa114

ISSN 3030-3907

ПРИМЕНЕНИЕ ВИБРОГАСИТЕЛЕЙ ПРИ БУРЕНИИ НЕФТЯНЫХ И ГАЗОВЫХ СКВАЖИН

Ильюшин Илья Павлович
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в городе Ташкенте
E-mail: ilailusin00@gmail.com
Надолинский Никита Александрович
Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в городе Ташкенте
E-mail: Nnadolinskij9@gmail.com
Нурматов Усан Даурович
Заместитель заведующего отделением, к.т.н., «Бурение нефтяных и газовых скважин» Филиал РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в городе Ташкенте
E-mail: usan_nurmatov.mail.ru

Аннотация. В процессе строительства скважин вибрационные воздействия являются одной из наиболее значимых причин повреждения бурового оборудования, прежде всего компоновки низа бурильной колонны и самой бурильной колонны, что приводит к существенным финансовым потерям. Своевременное обнаружение признаков возникновения вибраций позволяет снизить риск аварийных ситуаций, сократить время простоев и уменьшить износ инструмента. Для минимизации вибрационных нагрузок применяется оптимизированная конструкция компоновки низа бурильной колонны, используются демпфирующие устройства и специальные антивибрационные буровые растворы. Важным условием эффективного снижения уровня вибраций и ударных нагрузок также является их непрерывный контроль и мониторинг в процессе бурения.

Ключевые слова: бурение, вибрации, шоки, демпфирующие устройства, компоновка низа бурильной колонны.

Abstract. During the drilling process, vibrations pose a significant threat to drilling equipment, particularly to the bottom hole assembly and the drill string, resulting in substantial economic losses. Timely detection of vibration-related issues can help prevent equipment downtime and reduce tool wear. To minimize vibration loads, an optimized bottom hole assembly design is selected, and special damping devices as well as anti-vibration drilling fluids are employed. In addition, continuous monitoring of vibrations and shock amplitudes is essential for their effective reduction and for ensuring safe and efficient drilling operations.

ISSN 3030-3907

Keywords: drilling, vibrations, shocks, damping devices, drill string bottom assembly.

Annotatsiya. Quduqlarni burg‘ulash jarayonida vibratsiyalar burg‘ulash asbob-uskunalari, xususan, burg‘ulash kolonkasining quyi qismi komponovkasi va burg‘ulash kolonkasining o‘zi uchun jiddiy xavf tug‘diradi, bu esa katta iqtisodiy zarar keltirib chiqaradi. Muammolarni o‘z vaqtida aniqlash asbob-uskunalarning ishlashdan to‘xtashi va yeyilishini oldini olish imkonini beradi. Vibratsion yuklamalarga qarshi kurashish uchun burg‘ulash kolonkasining quyi qismi komponovkasining ratsional konstruksiyasi tanlanadi, shuningdek, maxsus dempferlovchi qurilmalar va antivibratsion yuvish suyuqliklari qo‘llaniladi. Bundan tashqari, vibratsiya va zarbalar amplitudasini kamaytirish uchun ularni doimiy ravishda monitoring qilish zarur.

Kalit so‘zlar: burg‘ulash, vibratsiyalar, zarbalar, dempferlovchi qurilmalar, burg‘ulash kolonkasining quyi qismi komponovkasi.

ВВЕДЕНИЕ.

В современных условиях бурения нефтяных и газовых скважин особую значимость приобретает проблема вибраций бурильной колонны и бурового инструмента. Вибрационные нагрузки возникают вследствие взаимодействия долота с горной породой, неравномерности вращения, изменений режимов бурения и сложных геолого-технических условий. Данные колебания оказывают существенное влияние как на траекторию ствола скважины, так и на техническое состояние элементов бурильной колонны.

Вибрации являются одной из основных причин искривления ствола скважины, так как приводят к неустойчивой работе долота, возникновению боковых нагрузок и самопроизвольному изменению направления бурения. Это осложняет управление траекторией, увеличивает риск выхода за проектный профиль и требует дополнительных затрат на коррекцию ствола. В результате возрастает продолжительность строительства скважины и ее себестоимость.

Кроме того, вибрационные воздействия значительно ускоряют износ бурового инструмента и элементов компоновки низа бурильной колонны. Под их влиянием возникают усталостные разрушения, трещины, разгерметизация резьбовых соединений, а также преждевременный выход из строя долот, стабилизаторов и забойных двигателей. Это приводит к увеличению количества аварийных ситуаций, вынужденных подъемов инструмента и простоев буровой установки.

ISSN 3030-3907

В связи с этим применение виброгасителей в процессе бурения является актуальной и необходимой мерой для повышения устойчивости работы бурильной колонны, снижения амплитуды колебаний и защиты бурового инструмента. Использование виброгасителей позволяет обеспечить более стабильное вращение долота, уменьшить искривление ствола скважины, повысить ресурс оборудования и общую эффективность буровых работ.

1. АНАЛИТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ.

Вибрации при бурении скважин представляют серьезную опасность для скважинного оборудования и при достижении критических значений приводят к авариям: преждевременному износу долота, выходу из строя навигационного оборудования, снижению механической скорости проходки до 30 % и поломке инструмента. Это увеличивает непроизводительное время и вызывает значительный экономический ущерб [1].

1.1. Определения и характеристики

Шоки и вибрации бурильной колонны являются одной из основных причин отказов бурового инструмента и повреждения ствола скважины.

Шок - внезапное высвобождение энергии при ударе долота, компоновки низа бурильной колонны или колонны о стенки скважины. Вибрация - колебания, возникающие в элементах бурильной колонны и компоновки низа бурильной колонны после шока.

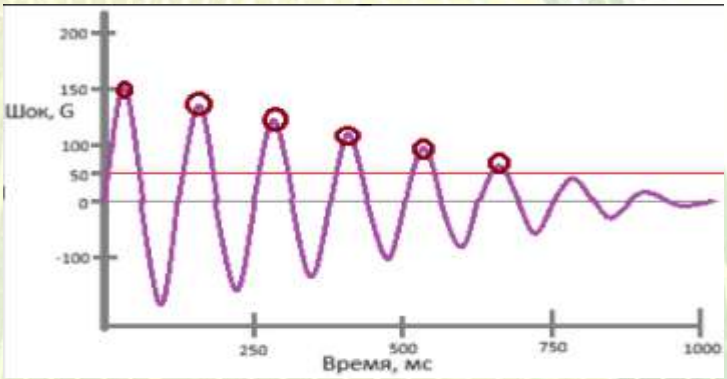


Рисунок 1. Магнитуда шока

Основная характеристика шока - магнитуда, измеряемая в G (м/с²). Для большинства приборов порог шока составляет 50G [2].

1.2. Вибрации и их влияние на компоновку низа бурильной колонны и бурильной колонны.

Вибрации возникают из-за взаимодействия долота с породой, вращения колонны, работы насосов и ВЗД. По классификации выделяют:

- осевые;
- торсионные;

ISSN 3030-3907

- поперечные колебания.

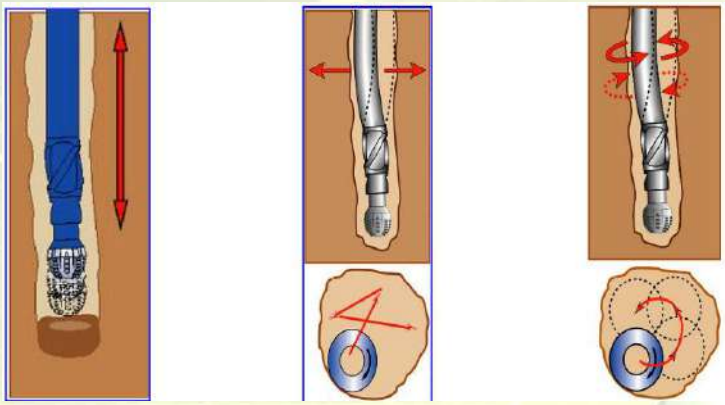


Рисунок 2. Типы вибрации:
1 – осевые; 2 – крутильные; 3 – поперечные

Осевые вибрации

Осевые колебания возникают при смене пластов и прохождении твердых пропластков. При больших амплитудах долото теряет контакт с забоем, что ускоряет разрушение вооружения, снижает ресурс уплотнений и уменьшает скорость бурения. Частота колебаний составляет 1–10 Гц.

Для их снижения применяют утяжеление компоновки низа бурильной колонны, корректировку режимов бурения (увеличение нагрузки и снижение оборотов), а также использование виброгасителей и амортизаторов [3].

Торсионные вибрации

Торсионные колебания (stick-slip) проявляются в виде периодических остановок и резких ускорений долота. Частота ниже 1 Гц. Они приводят к разрушению вооружения долота, износу резьбовых соединений и риску аварий.

Причинами являются высокая агрессивность долота, неправильный режим бурения, большая глубина и зенитный угол скважины. Основными признаками являются падение скорости бурения и колебания крутящего момента.

Для снижения торсионных вибраций ограничивают осевую нагрузку, увеличивают обороты, применяют демпферы, высокооборотные двигатели и обеспечивают качественную очистку забоя [4].

Поперечные вибрации

Поперечные колебания являются причиной до 75 % отказов оборудования. Они вызывают завихрение долота и компоновки низа бурильной колонны, сопровождающееся эксцентричным вращением и расширением ствола скважины. Частота колебаний достигает 5–100 Гц.

Завихрения долота могут возникнуть при прохождении мягких, рыхлых и трещиноватых пластов или при расширении ранее пробуренной

ISSN 3030-3907

скважины. Также причиной их появления может стать использование забойного двигателя с углом перекоса или долота с высокой боковой зарезной способностью.

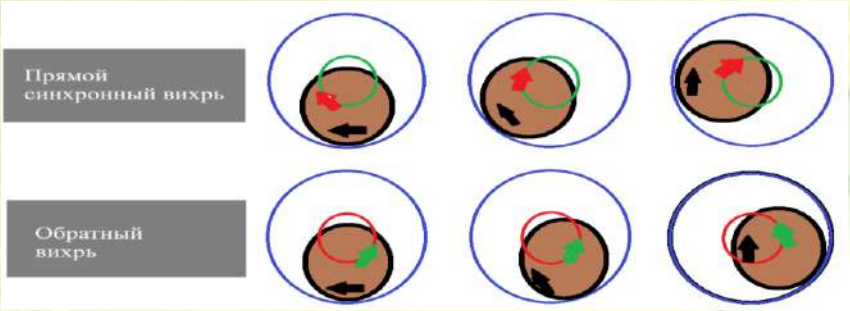


Рисунок 3. Виды завихрений

Причинами являются мягкие и трещиноватые пласты, несбалансированные долота, недостаточная жесткость компоновки низа бурильной колонны и высокое трение. Для предотвращения применяют сбалансированные долота, наддолотные калибраторы и корректировку режимов бурения.

Использование одних демпферов недостаточно - необходима их комбинация с механическими ограничителями поперечных колебаний [5].

2. СПОСОБЫ СНИЖЕНИЯ ВИБРАЦИОННЫХ НАГРУЗОК.

Не все факторы вибраций могут быть изменены из-за геологических и технологических ограничений. Поэтому для снижения колебаний применяют:

- демпфирующие устройства;
- наддолотные калибраторы;
- оптимизацию режимов бурения;
- антивибрационные промывочные жидкости;
- рациональную конструкцию компоновки низа бурильной колонны.

При доминировании вибраций снижается механическая скорость проходки. Комбинированные колебания устраняются только после полной остановки бурения.

Рациональный подбор долот, конструкции компоновки низа бурильной колонны и режимов бурения позволяет увеличить скорость бурения, снизить аварийность и сократить сроки строительства скважин. Обязательным является мониторинг шоков и вибраций.

Основной проблемой является сложность определения источника вибраций и выбора эффективных решений. Проектировщику приходится выполнять множество итераций, что приводит к:

- потерям времени;
- износу долота;

ISSN 3030-3907

- кавернообразованию;
- отвороту инструмента;
- повреждению элементов компоновки низа бурильной колонны.

Оптимальным решением является снижение вибраций на 30–50 % и предотвращение завихрений за счет:

- правильного подбора компоновки низа бурильной колонны и режимов бурения;
- расчетного определения нагрузок;
- анализа эффективности решений;
- корректировки конструктивных параметров.

3. ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ВИБРОГАСИТЕЛЕЙ ЗА РУБЕЖОМ.

На основе анализа результатов бурения скважин 4246Г и 4241Г Азнакаевского месторождения Республики Татарстан было выявлено, что применение механического демпфера в составе КНБК на скважине 4246Г позволило снизить уровень осевых вибраций примерно на 50 % по сравнению с традиционной компоновкой, использованной на скважине 4241Г. Кроме того, использование демпферов способствовало увеличению срока службы буровых долот. Внедрение подобных технических решений обеспечивает снижение интенсивности колебаний на 30–50 % и предотвращает возникновение вихревых движений бурильного инструмента в процессе бурения. Это позволяет уменьшить износ элементов бурильной колонны, повысить надежность работы оборудования и сократить экономические затраты при строительстве скважин в сложных геолого-технических условиях [6].

4. ПРАКТИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ.

Для снижения негативного влияния вибраций на бурильную колонну, компоновку низа бурильной колонны и траекторию скважины рекомендуется выполнять следующие мероприятия:

Осуществлять постоянный мониторинг вибраций и ударных нагрузок с использованием телеметрических систем и датчиков шоков. Это позволяет своевременно выявлять опасные режимы бурения и корректировать параметры работы.

Подбирать конструкцию компоновки низа бурильной колонны с учетом геолого-технических условий скважины. Особое внимание следует уделять расположению стабилизаторов, калибраторов и утяжеленных бурильных труб для повышения жесткости системы и снижения поперечных колебаний.

ISSN 3030-3907

Использовать виброгасители и механические демпферы в составе компоновки низа бурильной колонны при бурении интервалов, склонных к возникновению интенсивных вибраций. Применение данных устройств позволяет уменьшить амплитуду осевых колебаний на 30–50 %, повысить ресурс долота и снизить вероятность аварий.

Оптимизировать режимы бурения, контролируя осевую нагрузку на долото, частоту вращения и расход промывочной жидкости. При появлении признаков вибраций необходимо своевременно корректировать данные параметры.

Применять долота, соответствующие свойствам разбуриваемых пород. Использование сбалансированных долот с оптимальной режущей структурой способствует снижению торсионных и поперечных колебаний.

Обеспечивать качественную очистку забоя и ствола скважины от выбуренной породы. Накопление шлама увеличивает сопротивление вращению и способствует возникновению вибраций типа stick-slip.

Проводить регулярный контроль технического состояния бурильного инструмента, включая проверку резьбовых соединений, стабилизаторов, забойных двигателей и демпфирующих устройств. Своевременное выявление дефектов позволяет предотвратить развитие аварийных ситуаций.

Использовать специализированное программное обеспечение для моделирования динамики компоновки низа бурильной колонны на стадии проектирования скважины. Расчет вибрационных нагрузок позволяет заранее выбрать наиболее эффективную компоновку и режимы бурения.

При бурении наклонно-направленных и горизонтальных скважин рекомендуется уделять особое внимание предотвращению поперечных вибраций и завихрений, поскольку они оказывают наибольшее влияние на качество проводки ствола и срок службы оборудования.

Проводить анализ результатов бурения после завершения каждого интервала, фиксируя параметры вибраций, скорость проходки, состояние долота и оборудования. Полученные данные следует использовать для корректировки дальнейших технологических решений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. В ходе выполнения работы была рассмотрена проблема возникновения вибраций бурильной колонны и бурового инструмента при строительстве нефтяных и газовых скважин. Установлено, что вибрационные нагрузки являются одним из основных факторов, влияющих на эффективность процесса бурения, качество проводки ствола скважины и надежность работы бурового оборудования.

ISSN 3030-3907

Было изучено влияние основных видов вибраций — осевых, торсионных и поперечных — на элементы компоновки низа бурильной колонны и бурильную колонну в целом. Анализ показал, что вибрации приводят к снижению механической скорости проходки, преждевременному износу долот и элементов компоновки низа бурильной колонны, повреждению резьбовых соединений, выходу из строя телеметрического оборудования, а также увеличению вероятности возникновения аварийных ситуаций и дополнительных затрат на строительство скважин.

Рассмотрены существующие способы снижения вибрационных нагрузок, включающие оптимизацию режимов бурения, рациональный подбор конструкции компоновки низа бурильной колонны, применение наддолотных калибраторов, демпфирующих устройств и виброгасителей, а также использование современных систем мониторинга и моделирования динамики бурильной колонны.

Проведенный анализ показал, что наиболее эффективным решением является комплексный подход к борьбе с вибрациями, основанный на сочетании технических и технологических мероприятий. Особую эффективность демонстрирует применение виброгасителей и механических демпферов, позволяющих снизить уровень осевых колебаний на 30–50 %, увеличить ресурс долот и повысить устойчивость работы бурильного инструмента.

Таким образом, снижение вибрационных нагрузок является важным условием повышения надежности бурового оборудования, улучшения качества проводки скважин, сокращения аварийности и повышения технико-экономической эффективности буровых работ. Дальнейшее развитие средств мониторинга и технологий подавления вибраций позволит повысить безопасность и производительность процесса бурения в сложных геолого-технических условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолов Р. М. Виброгаситель-калибратор. – 2019.
2. Габдрахимов М. С. и др. Виброгаситель растягивающих, сжимающих и крутильных колебаний. – 2012.
3. Кирпичникова И. М., Соломин Е. В. Виброгасители мачт сверхмалых вертикально-осевых ветроэнергетических установок //Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Энергетика. – 2010. – №. 14 (190). – С. 78-81.
4. Studopedia – Студопедия [Электронный ресурс]. Свободный доступ. URL: https://studopedia.su (дата обращения: 05.05.2026).

ISSN 3030-3907

5. Ши Глейзер А. И., Васильев А. В., Бахтемиров А. И. Динамический виброгаситель. – 2012.
6. Яковлев А. Л., Шамара Ю. А., Даценко Е. Н. Технические средства для обработок скважин с использованием виброволнового воздействия. Скважинные генераторы колебаний//Наука. Техника. Технологии (политехнический вестник). – 2016. – №. 1. – С. 139-148.

ISSN 3030-3907

УДК 655.326.1:676.034.2:678.7

ВЛИЯНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ СВОЙСТВ БИОРАЗЛАГАЕМЫХ ПЛЕНОК НА ТРЕППИНГ И ЦВЕТОВОЕ ВОСПРОИЗВЕДЕНИЕ ПРИ ФЛЕКСОГРАФСКОЙ ПЕЧАТИ

Хакимова Диёра Тулкин кизи
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан
E-mail: diyora99xakimova@gmail.com
Джалилов Анвар Абдугафарович
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан
E-mail: anvar-matbaa@mail.ru
Исроилова Мохинур Сайдали кизи
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности, Республика Узбекистан
Tel:+998908216611

Аннотация. В статье исследовано влияние свойств биоразлагаемых пленочных материалов на треппинг и цветовое воспроизведение при флексографской печати УФ-отверждаемыми красками. Объектами исследования являлись пленки на основе полиэтилена, прооксидантной добавки и термопластичного крахмала. Печать выполнялась на машине Mark Andy P4 в последовательности Y → M → C → K. Для оценки печатных свойств определяли контактный угол, оптическую плотность, треппинг бинарных наложений C+M, C+Y, M+Y, координаты CIE L*a*b* и цветовой охват. Наиболее стабильный треппинг получен для образца №2: C+M — 103,3%, C+Y — 100,3%, M+Y — 100,5%. Этот образец также характеризовался лучшей смачиваемостью и наибольшим цветовым охватом. Образец №3 с 30% термопластичного крахмала показал пониженную смачиваемость и нестабильный треппинг C+M — 179,4%.

Ключевые слова: флексографская печать, треппинг, биоразлагаемые пленки, УФ-краски, контактный угол, смачиваемость, CIE L*a*b*, цветовой охват, оптическая плотность.

Abstract. The article investigates the influence of the properties of biodegradable film materials on trapping and color reproduction in flexographic printing with UV-curable inks. The objects of the study were films based on polyethylene, a pro-oxidant additive, and thermoplastic starch. Printing was carried out on a Mark Andy P4 press in the Y → M → C → K ink sequence. To evaluate the printing properties, contact angle, optical density, trapping of binary overprints C+M, C+Y,

ISSN 3030-3907

M+Y, CIE L*a*b* coordinates, and color gamut were determined. The most stable trapping values were obtained for sample No. 2: C+M — 103.3%, C+Y — 100.3%, and M+Y — 100.5%. This sample was also characterized by better wettability and the largest color gamut. Sample No. 3 with 30% thermoplastic starch showed reduced wettability and unstable trapping for C+M — 179.4%.

Keywords: flexographic printing, ink trapping, biodegradable films, UV-curable inks, contact angle, wettability, adhesion, CIE L*a*b*, color gamut, optical density.

Annotatsiya. Maqolada UV-qotuvchi bo‘yoqlar bilan fleksografik bosmada biologik parchalanadigan plyonka materiallari xususiyatlarining trepping va rangni qayta tiklashga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot obyekti sifatida polietilen, prooksidant qo‘shimcha va termoplastik kraxmal asosidagi plyonkalar tanlangan. Bosma jarayoni Mark Andy P4 uskunasida Y → M → C → K bo‘yoq ketma-ketligida amalga oshirilgan. Bosma xossalarini baholash uchun kontakt burchagi, optik zichlik, C+M, C+Y, M+Y binar qatlamlarining trepping ko‘rsatkichlari, CIE L*a*b* koordinatalari va rang qamrovi aniqlangan. Eng barqaror trepping ko‘rsatkichlari 2-namunada olindi: C+M — 103,3%, C+Y — 100,3%, M+Y — 100,5%. Ushbu namuna yaxshi namlanish xususiyati va eng katta rang qamrovi bilan ham ajralib turdi. 30% termoplastik kraxmal saqlagan 3-namuna esa pastroq namlanish va C+M — 179,4% bo‘yicha beqaror trepping ko‘rsatkichini namoyon qildi.

Kalit so‘zlar: fleksografik bosma, trepping, biologik parchalanadigan plyonkalar, ultrabinafsha bo‘yoqlar, kontakt burchagi, namlanish, CIE L*a*b*, rang qamrovi, optik zichlik.

ВВЕДЕНИЕ.

Флексографская печать является одним из основных способов нанесения изображения на упаковочные пленочные материалы благодаря возможности печати на широком диапазоне полимерных субстратов, использованию гибких печатных форм, анилоксовых валов и маловязких красок [1]. В условиях роста спроса на экологически ориентированные упаковочные материалы особое значение приобретает исследование печатно-технических свойств биоразлагаемых и модифицированных пленок, которые должны обеспечивать не только требуемые эксплуатационные свойства, но и стабильное качество печати.

Пленочные материалы являются невпитывающими субстратами, поэтому качество закрепления краски на их поверхности во многом определяется смачиваемостью, поверхностной энергией, адгезией красочного слоя и стабильностью краскопереноса. Для флексографской

ISSN 3030-3907

печати на пленках особенно важны контактный угол, оптическая плотность оттиска и размерная стабильность материала, поскольку избыточное растяжение пленки может нарушать совмещение красок [2].

Треппинг является важным показателем качества многокрасочной печати и характеризует способность последующей краски переноситься и закрепляться на ранее нанесенном красочном слое. От его стабильности зависит формирование вторичных цветов, равномерность наложений и точность цветопередачи. На величину треппинга влияют свойства краски, субстрата и условия межслойного краскопереноса [3].

Для флексографской печати важное значение имеют технологические параметры процесса: температура и вязкость краски, скорость печати, характеристики печатной формы и анилоксового вала. Эти факторы влияют на стабильность краскопереноса, оптическую плотность оттиска и показатели треппинга [4, 5].

Целью настоящей работы является исследование влияния состава экспериментальных пленочных материалов на треппинг УФ-красок при флексографской печати с учетом порядка наложения красок и колориметрических характеристик оттисков.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

В качестве объектов исследования были использованы четыре вида экспериментальных пленочных материалов, разработанных специалистами Института химии и физики полимеров Академии наук Республики Узбекистан. Образец №1 представлял собой полиэтиленовую пленку; образец №2 — полиэтиленовую пленку с содержанием 3% прооксидантной добавки; образец №3 — пленку на основе полиэтилена с 30% термопластичного крахмала; образец №4 — пленку на основе полиэтилена с 30% термопластичного крахмала и 1% прооксидантной добавки. Все образцы были получены методом экструзии в виде рулонов шириной 275 мм.

Перед печатью поверхность пленок подвергали коронной обработке на установке CW 3008 CORONA TREATER с целью повышения поверхностной энергии, улучшения смачиваемости и адгезии печатной краски [1]. Печатный процесс осуществляли в производственных условиях на флексографской печатной машине Mark Andy P4. В работе использовали анилоксовый вал с линиатурой 400 лин/см и объемом ячеек 3,2 мл/м². Давление анилоксового вала составляло 300 Н, скорость печати — 0,3 м/с. Печать выполняли УФ-отверждаемыми красками CMYK. Печатная форма была изготовлена по технологии CTP с применением фотополимерных форм DuPont [2].

ISSN 3030-3907

Треппинг рассчитывали денситометрическим методом по формуле Preucil, основанной на сравнении оптической плотности первого красочного слоя, второго красочного слоя и зоны их бинарного наложения[6].

$$T(\%) = \frac{D_{12} - D_1}{D_2} \times 100$$

Где: Т-треппинг, %; D_1 — оптическая плотность первой краски, нанесенной на пленку;

D_2— оптическая плотность второй краски, нанесенной отдельно на пленку;

D_{12}— оптическая плотность бинарного наложения первой и второй красок.

Поскольку печать выполнялась в последовательности Y → M → C → K (рис. 1), при расчете учитывали фактический порядок нанесения красок: для M+Y первой краской являлась Yellow, второй — Magenta; для C+Y первой краской являлась Yellow, второй — Cyan; для C+M первой краской являлась Magenta, второй — Cyan.

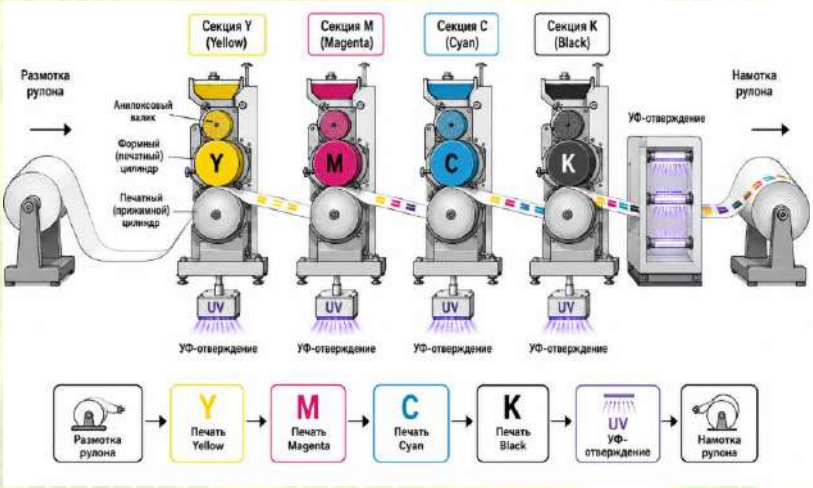


Рисунок 1. Схема последовательности печатных секций флексографской машины при нанесении красок в порядке Y→M→C→K

Данная последовательность имеет принципиальное значение для анализа треппинга, поскольку каждый последующий красочный слой взаимодействует не с исходной поверхностью пленки, а с уже нанесенной краской.

Смачиваемость поверхности пленочных материалов оценивали методом статического контактного угла [1–3]. На поверхность каждого образца наносили каплю дистиллированной воды, после чего изображение капли фиксировали в боковой проекции. Контактный угол определяли по цифровому изображению как угол между касательной к профилю капли и поверхностью пленки [2, 3]. Для каждого образца рассчитывали среднее значение контактного угла. Полученные данные использовали для анализа

ISSN 3030-3907

влияния смачиваемости поверхности на формирование красочного слоя и стабильность треппинга, поскольку поверхностные свойства полимерных пленок оказывают существенное влияние на растекание и адгезию флексографских красок [7,8].

Колориметрические измерения проводились с использованием спектрофотометра X-Rite eXact-2. Измерения выполнялись 10 раз на различных участках каждого отпечатанного образца при следующих условиях: источник света D50, стандартный наблюдатель 2° и фильтр M1.

Координаты CIE L*, a*, b* измерялись на плашечных участках каждого отпечатанного образца.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ.

Результаты теста смачиваемости показывают, что состав пленки существенно влияет на контактный угол дистиллированной воды (табл. №1). Чем меньше контактный угол, тем лучше поверхность смачивается жидкостью, следовательно, тем благоприятнее условия для равномерного распределения печатной краски [5].

Таблица 1

Контактный угол и характер смачиваемости исследуемых пленок

Образец	Контактный угол	Характер смачиваемости
№1	68 ± 3	средняя
№2	58 ± 3	хорошая
№3	82 ± 4	пониженная
№4	72 ± 3	средняя

Анализ данных таблицы показывает, что наилучшая смачиваемость поверхности характерна для образца №2, контактный угол которого составил 58 ± 3°. Данный образец содержит 3% прооксидантной добавки, что, вероятно, способствует повышению активности поверхностного слоя после коронной обработки и улучшает взаимодействие пленки с жидкостью. Образец №1, представляющий собой полиэтиленовую пленку, показал среднюю смачиваемость при контактном угле 68 ± 3°. Наибольшее значение контактного угла было получено для образца №3 — 82 ± 4°, что свидетельствует о пониженной смачиваемости. Это может быть связано с введением 30% термопластичного крахмала, изменяющего микроструктуру и однородность поверхности пленки. Образец №4, содержащий термопластичный крахмал и прооксидантную добавку, занял промежуточное положение: контактный угол составил 72 ± 3°. Следовательно, прооксидант

ISSN 3030-3907

частично улучшает смачиваемость крахмалсодержащей пленки, однако влияние термопластичного крахмала сохраняется.

Полученные результаты смачиваемости показывают, что состав пленки влияет на условия формирования первого красочного слоя. Однако для оценки многокрасочной флексографской печати одного показателя контактного угла недостаточно, поскольку качество вторичных цветов определяется также способностью последующей краски переноситься на ранее нанесенный красочный слой. Поэтому следующим этапом был проведен расчет треппинга для бинарных наложений C+M, C+Y и M+Y(табл. №2).

Таблица 2

Показатели треппинга бинарных цветовых наложений на исследуемых пленках

Образец	C+M / синий, %	C+Y / зеленый, %	M+Y / красный, %
№1	106,5	106,8	97,7
№2	103,3	100,3	100,5
№3	179,4	109,4	121
№4	117,1	100,1	114,3

Анализ данных таблицы 2 показывает, что наиболее стабильные значения треппинга получены для образца №2, который ранее также характеризовался наилучшей смачиваемостью поверхности. Значения треппинга для данного образца составили 103,3% для C+M, 100,3% для C+Y и 100,5% для M+Y, что указывает на равномерный межслойный краскоперенос. Наоборот, образец №3, имеющий наибольший контактный угол и пониженную смачиваемость, показал наиболее нестабильный треппинг, особенно для наложения C+M, где показатель достиг 179,4%. Это подтверждает, что ухудшение смачиваемости поверхности может приводить к нестабильному формированию красочного слоя и нарушению равномерности наложения красок.

Показатели треппинга позволяют оценить эффективность межслойного краскопереноса, однако они не полностью отражают итоговые цветовые возможности печатной системы [9]. Для более наглядной оценки влияния состава пленки на воспроизводимый диапазон цветов был построен цветовой охват оттисков в координатах CIE L*a*b* (рис. 3). В качестве опорных точек использовали координаты одиночных красок C, M, Y и бинарных наложений CM, CY, MY.

ISSN 3030-3907

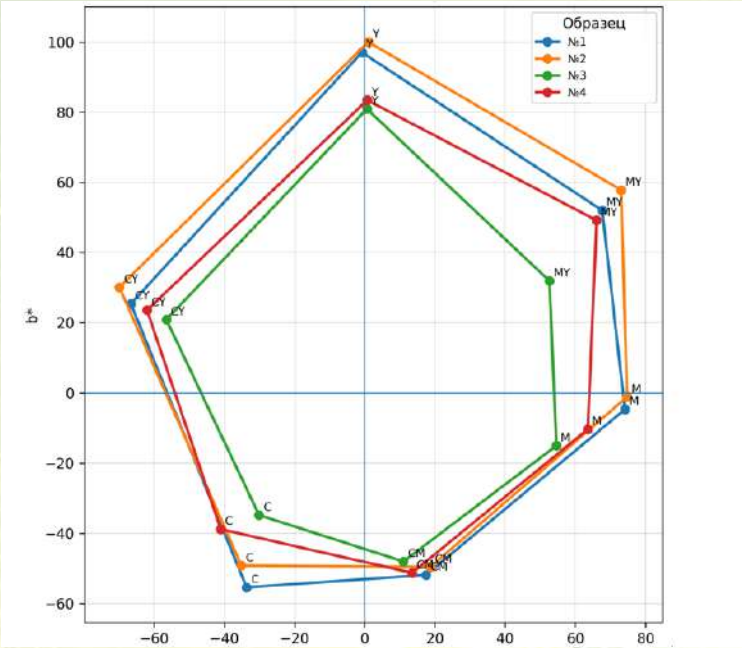


Рисунок 2. Цветовой охват оттисков на исследуемых пленках в координатах CIE L*a*b*

Анализ цветового охвата показал, что наиболее широкий и сбалансированный диапазон воспроизводимых цветов обеспечивается на образце №2. Образец №1 имеет близкие показатели, что подтверждает стабильность печати на полиэтиленовой пленке после коронной обработки. Наименьший цветовой охват получен для образца №3, что связано с пониженной смачиваемостью поверхности, нестабильным треппингом и нарушением равномерности красочного слоя. Образец №4 занимает промежуточное положение, что указывает на частичное улучшение свойств пленки при введении прооксидантной добавки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Треппинг УФ-красок при флексографской печати на экспериментальных пленочных материалах зависит от комплекса факторов: состава пленки, смачиваемости поверхности, порядка наложения красок, оптической плотности и колориметрических характеристик оттиска. По совокупности исследованных показателей наиболее оптимальным материалом является образец №2 — полиэтиленовая пленка с 3% прооксидантной добавки. Данный образец обеспечил лучшую смачиваемость, наиболее стабильный треппинг, минимальное цветовое отклонение и максимальный цветовой охват. Образец №3, содержащий 30% термопластичного крахмала, показал наименее стабильные результаты и требует дополнительной модификации поверхности или корректировки технологических параметров флексографской печати.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Izdebska J., Żołek-Tryznowska Z., Świętoński A. Correlation between plastic films properties and flexographic prints quality // *Journal of Graphic Engineering and Design*. – 2015. – Vol. 6, No. 2. – P. 19–25.
2. Yuan Y., Lee T. R. Contact Angle and Wetting Properties // *Surface Science Techniques*. Springer Series in Surface Sciences. – Berlin; Heidelberg: Springer, 2013. – Vol. 51. – P. 3–34.
3. Zielecka M. Methods of contact angle measurement as a tool for characterization of wettability of polymers // *Polimery*. – 2004. – Vol. 49, No. 5. – P. 327–332.
4. Żenkiewicz M. Analysis of the most important methods of investigations of polymeric materials' surface free energy // *Polimery*. – 2007. – Vol. 52, No. 10. – P. 760–767.
5. Izdebska J., Thomas S. Printing on Polymers: Fundamentals and Applications. – Oxford: Elsevier, 2016.
6. Hoang Thi Kieu Nguyen, Pham Van Huy. A Study of the Ink Trapping in Lithographic Printing // *International Journal of Scientific Research in Science and Technology*. – 2022. – Vol. 9(4). – P. 16–20.
7. Repeta V., Urbas R., Golob G. The influence of surface energy and polarity of polymer films on spreading and adhesion of flexographic UV-inks // *Acta Graphica*. – 2013. – Vol. 24, No. 1–2. – P. 23–30.
8. Izdebska-Podsiadły J. Effect of Aminopropyltriethoxysilane on the Adhesion of Flexographic Water-Based Ink to Packaging Films // *Coatings*. – 2023. – Vol. 13, No. 11. – Article 1833.
9. ISO 13655:2017. Graphic technology — Spectral measurement and colorimetric computation for graphic arts images.

ISSN 3030-3907

KON TRANSPORT TIZIMLARIDA AVTOSAMOSVALLARNING O‘RNI VA YUKLASH JARAYONINING TEXNOLOGIK XUSUSIYATLARI

Xudoyberdiyev Bunyod
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti
E-mail:bunyodbek2545@gmail.com
ORCID: 0009-0008-0501-2912,
Rustamova Maftuna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti
E-mail:mrustamova2201@gmail.com
ORCID: 0009-0006-9753-9054
Zarina Narzullaeva
Navoiy davlat universiteti doktoranti
E-mail:zarinafarmonova@gmail.com
ORCID: 0009-0004-9844-1601

Annotatsiya. Konchilik sanoati murakkab va ko‘p bosqichli ishlab chiqarish jarayonlaridan iborat bo‘lib, unda qazish, yuklash, tashish va bo‘shatish amallari o‘zaro uzviy bog‘langan holda amalga oshiriladi. Ushbu jarayonda kon transport tizimlari muhim hisoblanadi. Ochiq konlarda ishlab chiqarish sharoitlarining dinamikligi sabab avtomobil transporti, xususan, avtosamosvallar keng qo‘llaniladi. Mazkur tadqiqotning maqsadi - kon transport tizimlarida avtosamosvallarning o‘rni va yuklash jarayonining texnologik xususiyatlarini tahlil qilish hamda ularni takomillashtirish yo‘llarini aniqlashdan iborat. Shuningdek, yuklash jarayonini nazorat qilish va optimallashtirishda kompyuterli ko‘rish hamda intellektual texnologiyalardan foydalanish istiqbollari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: ochiq kon, karyer transport tizimi, avtosamosval, yuklash jarayoni, avtosamosval-ekskavator tizimi, dispetcherlik, kompyuterli ko‘rish, samaradorlik.

Abstract. The mining industry comprises complex, multi-stage production processes in which excavation, loading, hauling, and unloading operations are performed in close coordination. Mine transport systems play a vital role in this process. Due to the dynamic nature of production conditions in open-pit mines, automotive transport, particularly dump trucks, is widely used. The purpose of this study is to analyze the role of dump trucks in mine transport systems and the technological characteristics of the loading process, as well as to identify ways to improve them. The prospects of using computer vision and intelligent technologies to monitor and optimize the loading process are also highlighted.

Keywords: open pit, quarry transport system, dump truck, loading process, dump truck–excavator system, dispatching, computer vision, efficiency.

ISSN 3030-3907

Аннотация. Горнодобывающая промышленность представляет собой сложный и многоступенчатый производственный процесс, в котором операции по выемке, погрузке, транспортировке и разгрузке тесно взаимосвязаны. В этом процессе ключевую роль играют горнотранспортные системы. Ввиду динамичности производственных условий на открытых горных работах широкое применение находит автомобильный транспорт, в частности, карьерные самосвалы. Цель данного исследования - проанализировать роль карьерных самосвалов в горнотранспортных системах и технологические особенности процесса погрузки, а также определить пути их совершенствования.

Ключевые слова: открытый рудник, карьерная транспортная система, карьерный самосвал, процесс погрузки, система «экскаватор–самосвал», диспетчеризация, компьютерное зрение, производительность.

KIRISH.

Konchilik sanoati og‘ir va murakkab ishlab chiqarish tarmoqlaridan biri bo‘lib, foydali qazilmalarni qazib olish, yuklash va bo‘shatish kabi texnologik jarayonlar o‘zaro uzviy bog‘langan holda amalga oshiriladi. Ushbu texnologik zanjirda har bir bosqich ishlab chiqarish samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi, biroq aynan transport jarayoni qazib olingan massani keyingi qayta ishlash bosqichlariga yetkazib beruvchi asosiy bo‘g‘in sifatida alohida ahamiyatga ega [1, 2].

Karyerlarda yuklash va tashish jarayonlari kundalik ishlab chiqarish sur’ati, uskunalarining yuklanishi va operatsion xarajatlarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Bu ayniqsa avtosamosval-ekskavator tizimlarida yaqqol namoyon bo‘ladi. Kon transporti tizimida avtosamosvallarning tutgan o‘rni faqatgina tashish bilan cheklanib qolmaydi - ular qazish va yuklash jarayonlari o‘rtasidagi texnologik muvofiqlikni ta’minlaydi [1, 2].

Agar transport tizimi yetarli darajada samarali ishlamasa, eng zamonaviy qazish va yuklash uskunalarining imkoniyatlari ham to‘liq ishga solinmaydi. Shu sababli ilmiy adabiyotlarda avtosamosvallar kon ishlab chiqarish tizimining “bog‘lovchi bo‘g‘ini” sifatida baholanadi. Jahon miqyosidagi yirik ochiq konlarda - jumladan, Avstraliya, Kanada, Rossiya va O‘rta Osiyo mintaqalarida - avtosamosvallar asosiy transport vositasi sifatida belgilovchi o‘rin egallaydi [1, 2, 3].

Yuklash jarayoni texnologik zanjirning eng muhim va mas’uliyatli bosqichlaridan biri hisoblanadi. Aynan shu bosqichda qazib olingan tog‘ jinsi yoki ruda transport vositasiga yuklanadi va keyingi tashish jarayonining samaradorligi shakllanadi. Yuklash jarayonining to‘g‘ri tashkil etilishi transport sikli

ISSN 3030-3907

davomiyligi, avtosamosvallar faydali ish vaqti, yoqilg‘i sarfi, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari hamda umumiy ishlab chiqarish unumdorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [1, 3].

So‘nggi o‘n yilliklarda yuklash jarayonini avtomatlashtirish va nazorat qilishda kompyuterli ko‘rish hamda sun'iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish keng rivojlanmoqda. Bu yo‘nalish nafaqat inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish, balki butun transport siklining raqamli boshqaruvini ta’minlash imkoniyatini beradi [8, 9, 10]. Quyidagi rasmda ochiq kon sharoitlarida yuklash va tashish jarayonlari tasvirlangan





a)





b)

1-rasm. Ochiq konlarda rudalarni a) yuklash b) tashish jarayonlari

METODOLOGIYA.

Mazkur tadqiqotda kon transport tizimlarida avtosamosvallardan foydalanish samaradorligini baholash hamda yuklash jarayonining texnologik xususiyatlarini aniqlash maqsadida kompleks ilmiy yondashuvlardan

ISSN 3030-3907

foydalanilgan. Tadqiqot metodologiyasi quyidagi o‘zaro bog‘liq bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

Adabiyotlarni tizimli tahlil qilish. Ochiq konlarda yuklash va tashish jarayonlariga oid ilmiy adabiyotlar ko‘rib chiqilgan. Avtosamosval-ekskavator tizimlari, avtosamosvallar ekspluatatsiyasi, yuklash jarayonining samaradorligi hamda transport tizimlarini optimallashtirishga bag‘ishlangan zamonaviy tadqiqotlar qiyosiy tahlil qilinib, mavjud yondashuvlarning afzalliklari va kamchiliklari aniqlab olingan.

Transport tizimlarini tizimli tahlil qilish. Kon transport tizimlarining tuzilmasi va ishlash prinsiplari o‘rganilgan. Avtosamosvallarning transport tizimidagi o‘rni, ularning texnologik sikldagi funksiyalari hamda yuklash–tashish jarayonlari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqliklar tahlil qilingan. Transport siklining asosiy bosqichlari ajratib olinib, har bir bosqichning umumiy samaradorlikka ta’siri aniqlangan.

Yuklash jarayonining texnologik tahlili. Yukning hajmi, massasi va kuzov bo‘yicha taqsimlanish holati, yuklash vaqti hamda yuklash punktining tashkil etilishi kabi omillarning transport sikliga ta’siri o‘rganilgan. Yuklash jarayonining samaradorligini pasaytiruvchi asosiy muammolar - ortiqcha yuklanish, kam yuklanish, yukning notekis taqsimlanishi va bekor turish vaqtlarining ortishi - aniqlab olingan.

Nazorat va optimallash texnologiyalarini taqqoslash. Yuklash jarayonini nazorat qilishda qo‘llaniladigan turli texnologiyalar - kompyuterli ko‘rish, og‘irlik sensorlari, LiDAR va GPS-telematika tizimlari - bir-biri bilan qiyosiy tahlil qilingan. Ularning aniqlik darajasi, joriy etish xarajatlari va amaliy qo‘llanilish imkoniyatlari baholangan.

Statistik va miqdoriy tahlil. Adabiyotlarda keltirilgan miqdoriy ko‘rsatkichlar - yoqilg‘i sarfi, texnik xizmat xarajatlari, transport sikli davomiyligi - umumlashtirilgan va o‘zaro taqqoslangan. Bu asosda yuklash jarayonini takomillashtirishning iqtisodiy samarasi baholangan.

NATIJALAR.

Kon transport tizimlarida avtosamosvallarning o‘rni. Ochiq konlarda transport tizimining tanlanishi konning chuqurligi, geologik sharoiti, qazish frontining konfiguratsiyasi, ishlab chiqarish quvvati va iqtisodiy omillarga bog‘liq. Temiryo‘l va konveyer tizimlari ma’lum sharoitlarda yuqori samardorlik ko‘rsatishi mumkin, biroq ularning marshrutlari nisabatan qattiq, qayta joylashtirish xarajatlari esa yuqori bo‘ladi. Avtosamosvallar esa mazkur kamchiliklarni qisman bartaraf etib, transport tizimiga zarur moslashuvchanlini ta’minlaydi [2,5]. Avtosamosvallarning asosiy afzalliklaridan biri - qazish

ISSN 3030-3907

frontining siljishi va kon geometriyasining o‘zgarishiga tez moslasha olishidir. Bu xususiyat ochiq konlarda ishlab chiqarish jarayonining dinamik tabiatiga to‘liq mos keladi. Bundan tashqari, avtosamosvallar transport tizimini bosqichma-bosqich kengaytirish imkonini beradi, bu esa ayniqsa konning dastlabki rivojlanish bosqichida muhim afzallikdir. Truck–shovel tizimlari bo‘yicha zamonaviy tadqiqotlar ham uskunalar tarkibi va ularning mos tanlovi ishlab chiqarish natijalariga bevosita ta’sir qilishini ko‘rsatadi [2,5]. Zamonaviy ochiq konlarda avtosamosvallar asosan siklli transport tizimlarida qo‘llaniladi. Ushbu tizimlarda transport jarayoni yuklash, tashish, bo‘shatish va bo‘sh holatda qaytishdan iborat texnologik sikl asosida tashkil etiladi. Ushbu siklning davomiyligi va barqarorligi transport tizimi samaradorligining asosiy mezonlaridan hisoblanadi. Shuning uchun avtosamosvallarning manevr qobiliyati, yuk ko‘tarish sig‘imi, tezligi va yuklash punktlarida bekor turish vaqti kon transport tizimining umumiy natijadorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi [3,6]. Ilmiy adabiyotlar tahliliga ko‘ra, ochiq konlarda transport tizimlarining asosiy qismini avtomobil transporti tashkil etadi. Xususan, avtosamosvallar eng keng qo‘llaniladigan transport vositasi bo‘lib, ularning ulushi ayrim hollarda 60-70% gacha yetadi. Temiryo‘l va konveyer transport tizimlari esa konning texnologik va geologik sharoitlariga bog‘liq holda qo‘llaniladi [1,3].

1-jadval.

Kon transport tizimida transport vositalarining ulushi (ochiq konlar misolida)

Transport vositasi turi	**Ulushi (%)**	**Qo‘llanish sohasi**	**Asosiy afzalliklari**
 Avtosamosvallar	60–70%	Barcha turdagi ochiq konlar	Yuqori moslashuvchanlik, tez qayta joylash
 Temir yo‘l transporti	15–20%	Katta hajmli, statsionar konlar	Yuqori yuk ko‘tarish sig‘imi, past tannarx

ISSN 3030-3907

 Konveyer tizimlari	8–12%	Gorizontal va kam qiyalikli joylar	Uzluksiz ishlash, avtomatlashtirish imkoni
 Gidravlik transport	3–5%	Suyuq va mayda fraksiyali materiallar	Yopiq tizim, chang va changlanish yo‘q
Boshqa turlar	2–5%	Maxsus sharoitlar	Individual echimlar

Yuklash jarayonining texnologik xususiyatlari

Avtosamosvallardan foydalanish samaradorligini belgilovchi asosiy texnologik bosqichlardan biri yuklash jarayonidir. Aynan ushbu bosqichda transport vositasiga yuklanayotgan rudaning hajmi, massasi hamda kuzov bo‘ylab taqsimlanish holati shakllanadi. Yuklash sifati keyingi tashish jarayonining xavfsizligi, unumdorligi va iqtisodiy samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ochiq konlarda avtosamosvallar, asosan, ekskavatorlar yoki frontal yuklovchi mashinalar yordamida yuklanadi. Yuklash jarayoni ma’lum texnologik ketma-ketlik asosida amalga oshiriladi: avtosamosval yuklash punktiga kiradi, belgilangan pozitsiyani egallaydi, ekskavator kovshlari yordamida ketma-ket yuklanadi va yuk massasi me’yoriy qiymatga yetgach, tashish marshruti bo‘ylab harakatni boshlaydi. Ushbu jarayonning har bir bosqichi yuqori texnologik intizomni talab qiladi, chunki yuklashdagi har qanday kechikish yoki xatolik transport sikli davomiyligining ortishiga, uskunalarning bekor turish vaqtining ko‘payishiga hamda ishlab chiqarish samaradorligining pasayishiga olib keladi. Yuklash jarayonida eng ko‘p uchraydigan muammolardan biri rudaning me’yoridan ortiq yoki kam yuklanishidir. Ortiqcha yuklanish avtosamosvalning harakat xavfsizligini pasaytiradi, rama va osma tizim elementlariga tushadigan dinamik yuklamalarni oshiradi, shinalarning xizmat muddatini qisqartiradi hamda yoqilg‘i sarfining ortishiga sabab bo‘ladi. Bundan tashqari, transport vositasining konstruktiv elementlarida muddatidan oldin eskirish va avariyaviy holatlar yuzaga kelish xavfi ortadi. Kam yuklanish esa tashish jarayonining iqtisodiy samaradorligini pasaytiradi. Bunda avtosamosvalning yuk ko‘tarish qobiliyatidan to‘liq foydalanilmaydi, natijada bir tonna rudani tashishga sarflanadigan energiya va ekspluatatsion xarajatlar ortadi. Shu sababli yuklash jarayonida rudaning

ISSN 3030-3907

haqiqiy massasini tezkor va aniq nazorat qilish, shuningdek, yukning kuzov bo‘ylab bir tekis taqsimlanishini ta’minlash zamonaviy kon transport tizimlarining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda ushbu muammolarni hal etish maqsadida sun’iy intellekt, kompyuter ko‘rish (Computer Vision) va raqamli monitoring texnologiyalariga asoslangan nazorat tizimlarini joriy etishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Bunday tizimlar yuklash jarayonini real vaqt rejimida kuzatish, yuk hajmini avtomatik aniqlash va ortiqcha yoki kam yuklanish holatlari yuzaga kelishining oldini olish imkonini beradi.

2-jadval.

Yuklash jarayonidagi asosiy muammolar va ularning ta’siri

Muammo turi	**Texnik oqibatlari**	**Iqtisodiy zarari**
Ortiqcha yuklanish (>110%)	Shina va rama eroziyasi tezlashadi; tormoz tizimi zo‘riqadi; yoqilg‘i sarfi 12–18% oshadi	Texnik xizmat xarajatlari 20–30% ortadi; avvaldan rejalashtirilmagan to‘xtash xavfi
Kam yuklanish (<80%)	Samaradorlik pasayadi; ishchi vaqtidan to‘liq foydalanilmaydi	Tashish tannarxi 15–25% oshadi; uskunalar amortizatsiyasi samarasiz
Yukning notekis taqsimlanishi	Dinamik yuklamalar oshadi; balans buziladi; shinalarda notekis eskirish	Shina almashtirish chastotasi 2x oshadi; avariya xavfi 30–40% ko‘tariladi
Haddan tashqari yuklash vaqti	Transport siklining cho‘zilishi; ekskavator samaradorligi pasayishi	Soatlik unumdorlik 10–20% kamayadi; operatsion xarajatlar oshadi
Noto‘g‘ri pozitsiyalash	Ko‘proq manevr vaqti talab etiladi; kuzov deformatsiyasi xavfi	Yoqilg‘i sarfida qo‘shimcha 5–8%; vaqt yo‘qotishlari ko‘payadi

Shuningdek, yukning avtosamosval kuzovi bo‘ylab notekis taqsimlanishi transport vositasining konstruktiv elementlarida qo‘shimcha dinamik yuklamalar hosil qiladi hamda harakat barqarorligining pasayishiga olib keladi. Natijada rama, osma tizim va shinalarning eskirish jarayoni tezlashadi, transport vositasining ag‘darilish yoki boshqaruvchanligini yo‘qotish xavfi ortadi [3,7,8]. Ayniqsa, qiyalikli va murakkab kon yo‘llarida yukning markazdan siljishi harakat xavfsizligiga jiddiy salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin.Shu sababli yuklash jarayoni faqatgina rudani kuzovga joylashtirish bilan cheklanib qolmay, balki yukning massasi, hajmi va kuzov bo‘ylab taqsimlanish holatini me’yoriy talablarga muvofiq shakllantirish jarayoni sifatida qaraladi. Yukning optimal taqsimlanishi transport

ISSN 3030-3907

vositasining yuk ko‘tarish qobiliyatidan to‘liq foydalanish, texnik resurslarni tejash hamda tashish siklining samaradorligini oshirish imkonini beradi.

Demak, yuklash sifati kon transport tizimining texnik, iqtisodiy va xavfsizlik ko‘rsatkichlarini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Yuklash jarayonini nazorat qilish va optimallashtirish orqali transport vositalarining unumdorligini oshirish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish hamda ishlab chiqarish xavfsizligini ta’minlash mumkin. Shu bois zamonaviy ochiq konlarda yuklash parametrlarini real vaqt rejimida monitoring qilish va boshqarish masalalari dolzarb ilmiy-amaliy vazifalardan biri sifatida qaralmoqda [1,7].



2-rasm.Avtosamosvallarga yuklanishning ortiqligi yoki muvozanatda emasligi tufayli kelib chiqqan avariya holatlari. Yuklash jarayonini boshqarish va optimallashtirishga doir ilmiy yondashuvlar

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, avtosamosvallar asosidagi transport tizimlarida samaradorlikni oshirish uchun yuklash va tashish jarayonlari o‘rtasidagi muvofiqlik hal qiluvchi omil hisoblanadi. Agar ekskavatorlar va avtosamosvallar ishida nomutanosiblik yuzaga kelsa, bir tomondan yuklash uskunasi bekor turadi, ikkinchi tomondan avtosamosvallar navbatda to‘planib qoladi. Natijada transport sikli cho‘ziladi, ishlab chiqarish ritmi buziladi va xarajatlar oshadi [1,3,6]. So‘nggi yillarda yuklash–tashish tizimlarini optimallashtirish bo‘yicha turli yondashuvlar taklif etilgan. Ular orasida truck allocation, truck dispatching, simulyatsiya asosidagi optimallashtirish, ko‘p maqsadli modellashtirish hamda mashinaviy

ISSN 3030-3907

o‘rganishga asoslangan boshqaruv algoritmlari alohida o‘rin tutadi [4,5,6]. Zamonaviy dispatching tizimlari faqat transport oqimini emas, balki ruda sifati, tushirish punktlari, navbat va marshrut tanlovini ham birgalikda hisobga olishga intiladi. Yuklash jarayonini nazorat qilishda intellektual tizimlardan foydalanish ham alohida e’tiborga loyiq. Xususan, tasvirlar asosida yuk hajmini baholash, yukning kuzov bo‘yicha taqsimlanishini aniqlash, yuklash punktidagi holatni real vaqt rejimida monitoring qilish kabi yondashuvlar paydo bo‘lmoqda. Tasvirga asoslangan yuk hajmini aniqlash usullari inson omiliga bog‘liq xatolarni kamaytirish va yuklanish me’yorini tezkor baholash imkonini beradi [8,9]. Bunday yondashuvlarning amaliy ahamiyati shundaki, ular yuklash jarayonidagi aniqlik va tezkorlikni oshiradi, ortiqcha yoki kam yuklanishni kamaytiradi hamda transport siklining umumiy samaradorligiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Shu bilan birga, kompyuterli ko‘rish va ma’lumotlar tahliliga asoslangan tizimlar kelgusida kon transportini raqamlashtirish va avtomatlashtirishning muhim elementiga aylanishi mumkin [4,8,10].

3-jadval.

Yuklash jarayonini nazorat qilish texnologiyalarining taqqosli tahlili

Texnologiya	**Aniqlik**	**Joriy etish xarajati**	**Ishlash tezligi**	**Moslashuvchanlik**
Kompyuterli ko‘rish (CV)	Yuqori (±2–3%)	O‘rta	Real vaqt	Yuqori
Og‘irlik sensori (WIM)	O‘rta (±5%)	Past	Real vaqt	O‘rta
LiDAR skanerlash	Juda yuqori (±1%)	Yuqori	Real vaqt	O‘rta
Qo‘lda nazorat	Past (±10–15%)	Juda past	Sekin	Past
GPS + telematics	O‘rta	O‘rta	Real vaqt	Yuqori

MUHOKAMA.

Ko‘rib chiqilgan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, avtosamosvallar ochiq kon transport tizimida eng moslashuvchan va keng qo‘llaniladigan transport vositalaridan biridir. Ularning texnologik afzalliklari - yuqori manevrchanlik, qazish frontining siljishiga moslashuvchanlik, bosqichma-bosqich joriy etish qulayligi - ochiq konlarning dinamik sharoitlari bilan uyg‘unlashadi. Shu bilan birga, aynan yuklash jarayoni avtosamosvallardan foydalanish samaradorligini belgilovchi eng muhim bo‘g‘in bo‘lib qolmoqda [2,3]. Yuklashning me’yoriy emasligi, yukning kuzov bo‘yicha nomutanosib taqsimlanishi, navbatlarning noto‘g‘ri tashkil etilishi va dispetcherlik qarorlarining sustligi ishlab chiqarish

ISSN 3030-3907

samaradorligini pasaytiradi. Shuning uchun yuklash jarayonini nazorat qilish, bekor turish vaqtini qisqartirish va transport siklini optimallashtirish konchilik sanoatida dolzarb ilmiy-amaliy vazifa sifatida qaraladi [1,4,6]. So‘nggi tadqiqotlar intellektual tizimlar, mashinaviy o‘rganish va kompyuterli ko‘rish texnologiyalari yordamida ushbu muammolarni hal etish mumkinligini ko‘rsatmoqda. Ayniqsa yuklash jarayonini tasvirlar asosida monitoring qilish, yuk hajmini baholash va ushbu ma’lumotlarni dispetcherlik tizimiga uzatish kelgusidagi tadqiqotlar uchun muhim yo‘nalish sifatida namoyon bo‘lmoqda [8,9,10].

XULOSA.

Kon transport tizimlarida avtosamosvallar ishlab chiqarish jarayonining asosiy harakatlantiruvchi kuchlaridan biri hisoblanadi. Ular qazib olingan tog‘ jinslari va rudalarni yuklash punktlaridan qayta ishlash yoki saqlash punktlariga tashib berish orqali butun texnologik zanjirning uzluksizligini ta’minlaydi. Ochiq konlarda qazish frontining o‘zgaruvchanligi va ishlab chiqarish sharoitlarining dinamik tabiati avtosamosvallarni eng maqbul transport vositalaridan biriga aylantiradi Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, avtosamosvallarning samaradorligi faqat ularning konstruktiv xususiyatlariga emas, balki yuklash jarayonining qanchalik me’yoriy tashkil etilganiga ham bog‘liq. Yuklash jarayonidagi nomutanosibliklar transport siklining ortishi, yoqilg‘i sarfining ko‘payishi, texnik xizmat xarajatlarining oshishi va xavfsizlik darajasining pasayishiga olib keladi Shu sababli ochiq konlarda yuklash va tashish jarayonlarini chuqur ilmiy tahlil qilish hamda ularni zamonaviy intellektual texnologiyalar asosida takomillashtirish dolzarb vazifa hisoblanadi. Mavjud tadqiqotlar yuklash jarayonida aniqlik, tezkorlik va nazorat muammolari mavjudligini ko‘rsatadi. Bu esa keyingi bosqichda sun’iy intellekt va kompyuterli ko‘rish texnologiyalariga asoslangan yangi boshqaruv va monitoring tizimlarini ishlab chiqish zaruratini yuzaga keltiradi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Hardy R. J. Mining haulage systems and operational optimization // Mining Engineering. 2007. Vol. 59, No. 6. P. 45–52.
2. Thompson R. J., Visser A. T., Fourie A. B. Truck–shovel systems in open pit mining: operational considerations // International Journal of Mining Science and Technology. 2019. Vol. 29, No. 3. P. 367–375.
3. Mnzool A., Ahmed M., Khalil A. Analysis of truck loading efficiency in surface mining operations // Journal of Sustainable Mining. 2024. Vol. 23, No. 1. P. 1–12.
4. Zhang Y., Goh M. Machine learning based optimization of mining truck dispatching systems // Engineering Applications of Artificial Intelligence. 2021. Vol. 97. Art. 104081.

ISSN 3030-3907

5. Anistratov K. Yu. Development of a method for forming the structure of complex mechanization of mining operations at quarries: dissertation. Apatity, 2013. P. 50–60.
6. Osanloo M., Paricheh M. Truck allocation optimization in open-pit mines using intelligent systems // Mining Technology. 2017. Vol. 126, No. 2. P. 90–101.
7. Singh S. P., Narendrula R. Factors affecting productivity of dump trucks in open pit mines // Mining Technology. 2016. Vol. 125, No. 4. P. 220–228.
8. Kou S., Zhang H., Liu J. Intelligent monitoring of haul truck loading processes using computer vision // Automation in Construction. 2020. Vol. 113. Art. 103144.
9. Sun Y., Chen L., Zhang D. Vision-based material volume estimation in mining trucks // IEEE Access. 2022. Vol. 10. P. 45621–45633.
10. Li X., Topal E. Data-driven optimization of open-pit truck dispatching systems // Resources Policy. 2021. Vol. 74. Art. 102298.

ISSN 3030-3907

KOMPETENSIYAVIY YONDASHUVGA ASOSLANGAN E-ASSESSMENT METODOLOGIYASI

Abdumannopov Murodjon Ilxomjon o‘g‘li

Andijon davlat universiteti, Kompyuter injiniringi kafedasi katta o‘qituvchi

Annotatsiya. Mazkur maqolada kompetensiyaviy yondashuv asosida elektron baholash (e-assessment) metodologiyasining nazariy va amaliy asoslari yoritilgan. Tadqiqotda kompetensiyalarni baholashning zamonaviy usullari tahlil qilinib, turli kompetensiyalar uchun mos baholash vositalarini tanlash imkonini beruvchi metodologik yondashuv taklif etilgan. Shuningdek, kompetensiyalar va baholash usullari o‘rtasidagi muvofiqlik matritsasi ishlab chiqilgan hamda sun’iy intellekt, elektron portfolio va ta’lim analitikasi vositalaridan foydalanish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Maqolada oliy ta’lim muassasalarida kompetensiyaviy e-assessment tizimini joriy etish, baholashning obyektivligi va samaradorligini oshirish bo‘yicha amaliy tavsiyalar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: kompetensiyaviy yondashuv, e-assessment, kompetensiyalar piramidasi, longitudinal baholash, sun’iy intellekt, oliy ta’lim, talaba shakllanishi.

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические и практические основы методологии электронного оценивания (э-оценивания) на основе компетенционного подхода. В исследовании анализируются современные методы оценки компетенций и предлагается методологический подход, позволяющий выбирать соответствующие инструменты оценки для различных компетенций. Также разработана матрица соответствия между компетенциями и методами оценки, рассмотрены возможности использования искусственного интеллекта, электронных портфолио и инструментов образовательной аналитики. В статье представлены практические рекомендации по внедрению системы электронного оценивания на основе компетенций в высших учебных заведениях, повышающие объективность и эффективность оценки.

Ключевые слова: компетенционный подход, электронное оценивание, пирамида компетенций, лонгитюдная оценка, искусственный интеллект, высшее образование, формирование студентов.

Abstract. This article discusses the theoretical and practical foundations of the methodology of electronic assessment (e-assessment) based on the competency approach. The study analyzes modern methods of assessing competencies and proposes a methodological approach that allows you to choose appropriate assessment tools for different competencies. Also, a correspondence matrix between competencies and assessment methods is developed, and the possibilities of using artificial intelligence, electronic portfolios and educational analytics tools

ISSN 3030-3907

are considered. The article provides practical recommendations for implementing a competency-based e-assessment system in higher education institutions, increasing the objectivity and effectiveness of assessment.

Keywords: competency approach, e-assessment, pyramid of competencies, longitudinal assessment, artificial intelligence, higher education, student formation.

KIRISH.

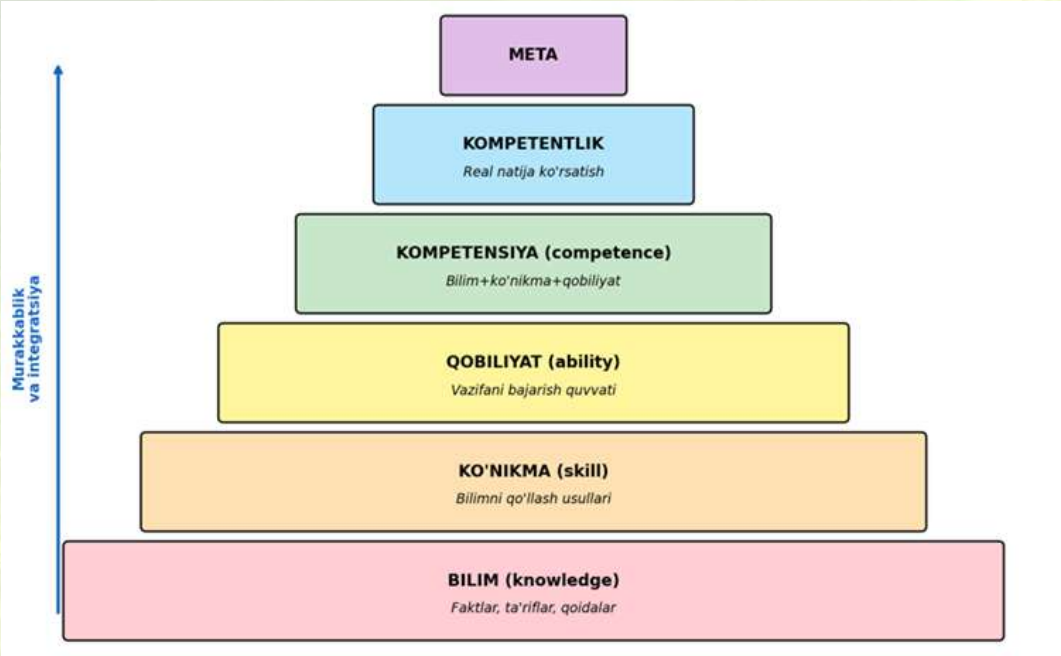
XXI asr ta’limining markaziy tushunchalaridan biri – kompetensiyaviy yondashuv, bilim, ko‘nikma va shaxsiy sifatlarni real vaziyatlarda muvaffaqiyatli qo‘llash qobiliyatini ta’lim natijasi sifatida belgilaydi. Bu yondashuv an’anaviy bilim-asoslangan modeldan tubdan farq qiladi: agar an’anaviy modelda “talaba nimani biladi?” savoli markaziy bo‘lsa, kompetensiyaviy modelda “talaba nima qila oladi?” savoli muhim ahamiyat kasb etadi.

Kompetensiyalarni baholashning murakkabligi shundaki, ularni an’anaviy testlar yoki imtihonlar orqali to‘liq aniqlab bo‘lmaydi. Kompetensiya – bu nafaqat bilim, balki uni nostandart vaziyatlarda qo‘llash, boshqa odamlar bilan hamkorlik qilish, mustaqil qaror qabul qilish va o‘z faoliyati ustidan refleksiya qilish kabi murakkab kompleks ko‘nikmalarni o‘z ichiga oladi. Aynan shu sababli kompetensiyalarni baholash uchun yangi metodologik yondashuv zarur.

Sun’iy intellekt texnologiyalari kompetensiyalarni baholashga yangi imkoniyatlar olib keldi: katta hajmli ma’lumotlarni avtomatik tahlil qilish, talabaning xatti-harakat patternlarini kuzatish, longitudinal trayektoriyalarni shakllantirish. Mazkur tadqiqotning maqsadi – kompetensiyaviy yondashuvga asoslangan AI-asoslangan e-assessment metodologiyasini ishlab chiqish va uni empirik tarzda asoslashdan iborat.

Kompetensiyaviy yondashuvning asosiy tushunchalari (bilim, ko‘nikma, qobiliyat, kompetensiya, kompetentlik) ko‘pincha ilmiy adabiyotlarda chalkash tarzda ishlatiladi. Tadqiqot doirasida biz bu tushunchalar o‘rtasidagi ierarxik bog‘liqlikni piramida shaklida taqdim etamiz (1-rasm).

ISSN 3030-3907



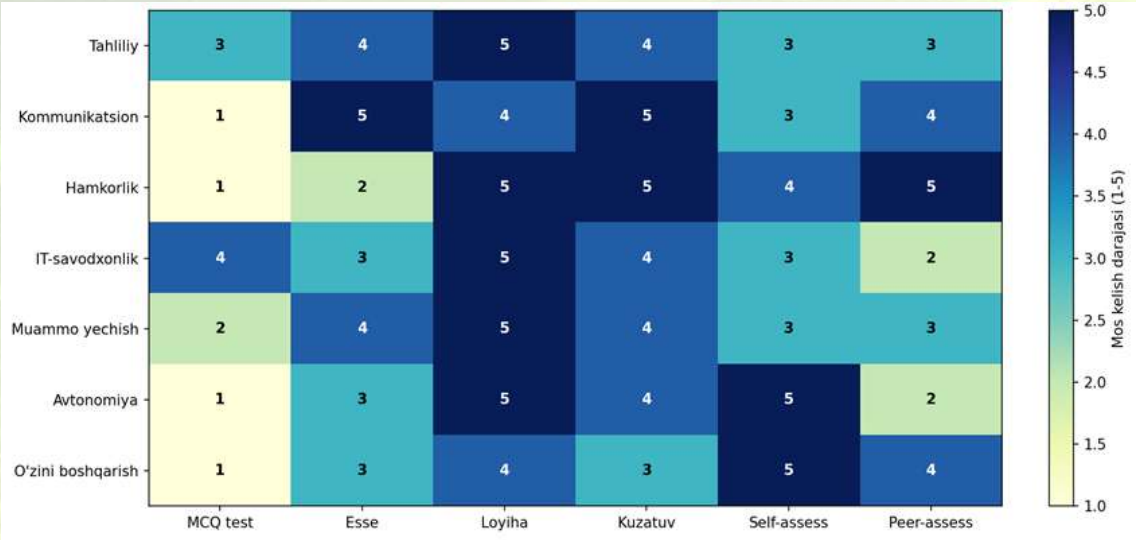
1-rasm. Kompetensiyalarning ierarxik piramidasi

Piramidaning eng pastki darajasida bilim – faktlar, ta’riflar, qoidalar majmui joylashadi. Ikkinchi darajada ko‘nikma – bilimni amaliy holda qo‘llash usullari paydo bo‘ladi. Uchinchi darajada qobiliyat – ma’lum vazifani bajarish quvvati shakllanadi. To‘rtinchi darajada bu uchta komponent integratsiyalashib kompetensiya hosil qiladi. Beshinchi darajada – kompetentlik bo‘lib, bu kompetensiyalarning real natijalar ko‘rsatishida namoyon bo‘lishi. Eng yuqori daraja – meta-kompetensiya, bu yangi vaziyatlarga moslashish, o‘z-o‘zini boshqarish va doimiy o‘rganish qobiliyatidir.

Bu ierarxiya baholashning asosiy printsipini belgilaydi: har bir daraja uchun o‘z baholash usullari kerak. An’anaviy testlar faqat birinchi darajani ya’ni, bilimni yaxshi baholay oladi. Yuqori darajalar uchun yanada murakkab vositalar talab qilinadi.

Tadqiqot davomida ettita asosiy soft skills kompetensiyalari va oltita baholash usuli o‘rtasidagi muvofiqlik matritsasi shakllantirildi (2-rasm). Matritsa har bir kompetensiya uchun qaysi baholash usuli eng samarali ekanligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Kompetensiyalarni baholash usullarining muvofiqlik matritsasi

Matritsadan ko‘rinib turibdiki, hech bir alohida usul barcha kompetensiyalar uchun universal emas. MCQ testlar tahliliy va IT-savodxonlik kompetensiyalari uchun eng samarali (4-balli muvofiqlik), lekin hamkorlik va avtonomiya kabi soft skills uchun deyarli yaroqsiz (1-balli). Aksincha, loyiha asosidagi baholash deyarli barcha kompetensiyalar uchun yuqori muvofiqlikka ega (4-5 ball), shuning uchun u kompetensiyaviy baholashning asosiy usullaridan biri sifatida tavsiya etiladi.

Kompetensiyalarni AI yordamida baholash uchun ko‘p qatlamli texnologik arxitektura ishlab chiqildi. Birinchi qatlam – ma’lumotlar to‘plash: talabaning loyiha bajarayotganidagi xatti-harakatlari, hamkorlik nutqlari, refleksiv yozuvlar, peer-feedback. Ikkinchi qatlam – NLP va ML algoritmlari yordamida bu ma’lumotlarni tahlil qilish: matn tonini aniqlash, hamkorlik patternlarini topish, refleksiya chuqurligini o‘lchash. Uchinchi qatlam – kompetensiyalar profilini shakllantirish va vizualizatsiya qilish.

Texnologiyaning eng muhim xususiyati – uzluksiz baholash. An’anaviy semestr oxiridagi imtihondan farqli o‘laroq, AI-tizim talabaning faoliyatini doimiy kuzatadi va kompetensiyalar profilini real vaqtda yangilab boradi. Bu jihat formativ baholash falsafasiga to‘liq mos keladi va talabalarga o‘z rivojlanishlari haqida tezkor fikr-mulohazalar olish imkonini beradi.

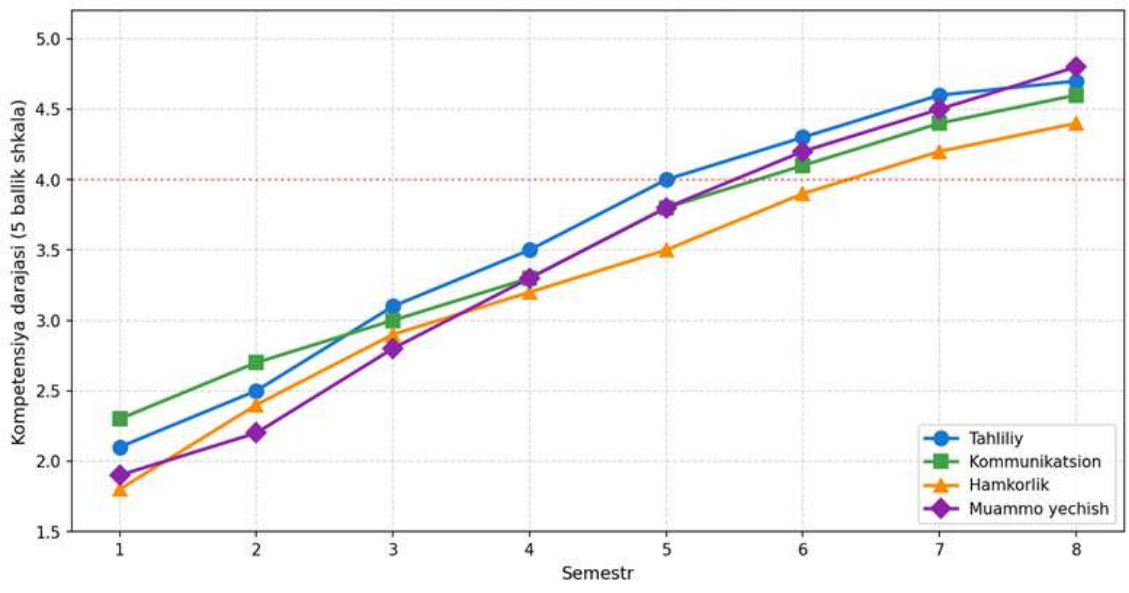
Har bir talaba uchun individual kompetensiyalar profili shakllantiriladi. Profil quyidagi komponentlarni o‘z ichiga oladi: har bir kompetensiya bo‘yicha hozirgi daraja (1-5 ball), bu darajaga erishish uchun olingan dalillar (evidens), kuchli va zaif tomonlar tahlili, keyingi rivojlanish bo‘yicha tavsiyalar. Profil dinamik bo‘lib, semestrlar mobaynida o‘zgarib boradi.

Kompetensiyaviy baholashning innovatsion vositasi – mikro-tasdiqnomalar. Talaba ma’lum kompetensiyani bitiruv darajasiga yetkazganda, blockchain-asoslangan ishonchli sertifikat oladi. Bu sertifikat ish beruvchilar tomonidan doimo

ISSN 3030-3907

tekshirilishi mumkin va talabaning amaliy tayyorgarligini tasdiqlovchi obyektiv hujjat sifatida xizmat qiladi.

AI-asoslangan kompetensiyaviy baholash tizimining samaradorligini tekshirish uchun 180 ta talabaning to‘rt yillik (8 semestr) longitudinal kuzatuvi olib borildi. Talabalar to‘rtta asosiy kompetensiyalari – tahliliy, kommunikatsion, hamkorlik va muammo yechish – bo‘yicha har semestr baholandi (3-rasm).



3-rasm. Talabalar kompetensiyalari rivojlanishining longitudinal kuzatuvi

Grafikadan ko‘rinib turibdiki, barcha kompetensiyalar bo‘yicha doimiy o‘sish kuzatildi. Eng tezkor o‘sish muammo yechish kompetensiyasida (1.9 dan 4.8 gacha, +2.9 ball), eng sekin esa hamkorlik kompetensiyasida (1.8 dan 4.4 gacha, +2.6 ball) qayd etildi. Bitiruv darajasiga (4.0 ball va undan yuqori) talabalarning aksariyati 6-7 semestrda erishishdi. Bu natijalar oliy ta’lim dasturining kompetensiyaviy maqsadlarni amalda erishish jadvali bilan mos keladi.

1-jadval.

AI-asoslangan va an’anaviy kompetensiyalar baholashining qiyoslamasi

Mezon	An’anaviy baholash	AI-asoslangan kompetensiyaviy	Farq
Kompetensiya turlarini qamrash (%)	35	85	+50
Longitudinal kuzatuv mavjudligi	Yo‘q	Ha (real-time)	–
Refleksiya chuqurligi (5 ball)	1.8	4.2	+2.4
Soft skills baholash (1-5)	1.5	4.0	+2.5

ISSN 3030-3907

Real ish o‘rnida tayyorgarlik (1-5)	2.8	4.3	+1.5
Talaba motivatsiyasi (1-5)	2.9	4.1	+1.2
Ish beruvchi qoniqishi (1-5)	3.1	4.4	+1.3

Kompetensiyaviy baholashning katta afzalligi – ish beruvchilar bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri integratsiya imkoniyati. Tadqiqot davomida 25 ta ish beruvchi kompaniya bilan ishlangan: ular o‘z talablari (kompetensiyalar profili) AI tizimiga kiritildi va talabalarning real kompetensiyalari bilan avtomatik mosligi hisoblandi. Bu yondashuv "matching" deb nomlanib, ish beruvchilar uchun kerakli mutaxassisni topishni, talabalar uchun esa o‘z kuchlariga mos ish o‘rnini izlashni sezilarli soddalashtirdi.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, AI-tomonidan tavsiya etilgan talabalarning 78 foizi ish beruvchilar tomonidan intervyuga taklif etildi (an’anaviy diplom asosidagi tanlovda – 32%). Bu raqam kompetensiyaviy baholashning amaliy ahamiyatini yaqqol ko‘rsatadi.

Kompetensiyaviy yondashuvga asoslangan AI baholashni joriy etishda bir qator qiyinchiliklarga duch kelindi. Birinchidan, professor-o‘qituvchilarning aksariyati ko‘p yillar davomida bilim-asoslangan paradigmada ishlagan va kompetensiyaviy yondashuvga psixologik tayyor emasligi. Bu muammoni hal qilish uchun maxsus ikki haftalik intensiv kurslar tashkil etildi. Ikkinchidan, kompetensiyalarni o‘lchash uchun zarur bo‘lgan ko‘p hajmli ma’lumotlarni to‘plash texnik infratuzilmaga jiddiy talablar qo‘yadi. Uchinchidan, talabalarning shaxsiy ma’lumotlari bilan ishlash etik va huquqiy masalalarni keltirib chiqaradi.

Bu qiyinchiliklarning hammasi tashkiliy va metodologik chora-tadbirlar orqali bartaraf etilishi mumkin. Eng muhimi – bosqichli yondashuv: birinchi yili 2-3 ta kompetensiya, keyingi yili kengaytirish.

Tadqiqot natijalari kompetensiyaviy yondashuvga asoslangan e-assessment metodologiyasining O‘zbekiston oliy ta’lim tizimida samarali joriy etilishi mumkinligini tasdiqladi. Olingan empirik ma’lumotlar kompetensiyalarni baholashda ierarxik piramida modelidan foydalanish, turli baholash usullarini integratsiyalash, sun’iy intellekt asosidagi baholash texnologiyalarini qo‘llash hamda kompetensiyalar rivojlanishini uzoq muddatli monitoring qilish muhim ahamiyat kasb etishini ko‘rsatdi. Shuningdek, ish beruvchilar bilan hamkorlikda tashkil etilgan baholash jarayoni talabalarning kasbiy tayyorgarligi va mehnat bozori talablariga mosligini oshirishga xizmat qilishi aniqlandi. Natijada kompetensiyaviy e-assessment nafaqat ta’lim natijalarini aniqroq baholash, balki

ISSN 3030-3907

talabalarni kelajakdagi kasbiy faoliyatga samarali tayyorlashning muhim vositasi ekanligi isbotlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. M.I. Abdumannopov. TALABALAR BILIMINI BAHOLASHDA E-ASSESSMENT VOSITASIDAN FOYDALANISHNING TA'LIM JARAYONIGA TA'SIRI. SUSTAINABILITY OF EDUCATION, SOCIO-ECONOMIC SCIENCE THEORY. 3 (29), 33-35.
2. Rakhimova, S., Toshmurodov, M., Rahmanova, M., Kodirova, N., Jamolova, S., Turayeva, M., & Abdumannopov, M. (2026). A Hybrid Neuro-Fuzzy Adaptive Model for Real-Time Personalized Learning Path Optimization in E-Learning Systems. Journal of Internet Services and Information Security (JISIS), 16(1), 811-827.
3. ABDUMANNOPOV, M. I. O. G. L., & MIRZAAXMEDOV, M. K. BO'LAJAK O'QITUVCHILARINING AKT BO'YICHA KASBIY KOMPETENTLIGINI SHAKLLANTIRUVCHI VOSITALAR. ИНТЕРНАУКА Учредители: Общество с ограниченной ответственностью" Интернаука", 40-43.
4. Raxmonov O., Foziljonova M., Abdumannopov M. BO'LAJAK INFORMATIKA O'QITUVCHISINING SHAXSIY KOMPETENTLIK OSHIRISH MODELI. // Ta'lim fidoyilari, March 2022. p. 18-26.
5. Abdumannopov M. BULUTLI TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA E-ASSESSMENT TIZIMLARINING TA'LIM JARAYONIDA QO'LLANILISHI. Новости образования: исследование в XXI веке, 4(44), 225-228.
6. Salimov A. Kompetensiyaviy yondashuv asosida talabalarni baholash // Pedagogika va psixologiya muammolari. – 2024. – № 1. 12-24.
7. Sturgis C., Casey K. Designing for Equity: Leveraging Competency-Based Education to Ensure All Students Succeed. – iNACOL, 2018. – 60 p.

ISSN 3030-3907

IT-KASBLARGA YO‘NALTIRISHDA TESTOLOGIK METOD VA 3D MUHITLI O‘QITISH PLATFORMASINING QIYOSIY TAHLILI

Urinbaeva Azada Baxadirovna
Qo‘qon davlat universiteti, tayanch doktorant
E-mail: urinbaevaazada@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada yoshlarni AKT sohasiga yo‘naltirishda ikki yondashuv — an’anaviy testlar va zamonaviy 3D ta’lim platformalari qiyosiy tahlil qilingan. Ikkala metod kasbni tushunish chuqurligi, bilim shakllanishi, kognitiv yuklama, motivatsiya va individual xususiyatlarni aniqlash kabi 5 ta mezon bo‘yicha baholandi. Testlarning psixotipni aniqlashdagi foydasi qayd etilsa-da, ularning IT-kasblar dinamikasini ko‘rsatishdagi cheklovlari ochib berildi. 3D tizimlarning texnik va resurs talablariga qaramay, ularning immersiv (ochib beruvchi) samaradorligi asoslandi. Yakunda jarayonni optimallashtirish uchun gibrid model taklif etildi.

Kalit so‘zlar: kasbga yo‘naltirish, IT-kasblar, testologik metod, 3D muhit, kognitiv yuklama, immersiv tizimlar, gibrid model.

Аннотация. В статье представлен сравнительный анализ двух подходов к профессиональной ориентации молодежи в сфере ИКТ: традиционного тестирования и современных образовательных платформ на основе 3D-среды. Оба подхода были оценены по пяти критериям: глубина восприятия профессии, формирование знаний, когнитивная нагрузка, мотивация и способность выявлять индивидуальные особенности. Несмотря на признанные преимущества традиционных тестов в определении психотипов, отмечены их ограничения в отражении динамичного характера ИТ-профессий. В то же время доказана высокая эффективность 3D-систем благодаря их иммерсивному характеру, несмотря на технические и ресурсные затраты. В заключение предложена гибридная модель, направленная на оптимизацию процесса профессиональной ориентации.

Ключевые слова: профессиональная ориентация, ИТ-профессии, метод тестирования, 3D-среда, когнитивная нагрузка, иммерсивные системы, гибридная модель.

Abstract. The article provides a comparative analysis of two approaches to career guidance for youth in the ICT field: traditional testing and modern 3D educational platforms. Both methods were evaluated based on five criteria: depth of career perception, knowledge formation, cognitive load, motivation, and the ability to identify individual traits. While the benefits of traditional tests in determining psychotypes are acknowledged, their limitations in capturing the dynamic nature of IT professions are highlighted. Despite the technical and resource demands of

ISSN 3030-3907

3D systems, their immersive effectiveness is proven. Finally, a hybrid model is proposed to optimize the career guidance process.

Keywords: career guidance, IT professions, testing method, 3D environment, cognitive load, immersive systems, hybrid model.

KIRISH.

Axborot texnologiyalari sohasining jadal transformatsiyasi va mehnat bozoridagi dinamik o‘zgarishlar kasbga yo‘naltirish tizimi oldiga yangi metodologik vazifalarni qo‘ymoqda. To‘rtinchi sanoat inqilobi (Industry 4.0) sharoitida zamonaviy mutaxassis nafaqat tor doiradagi texnik ko‘nikmalarga (hard skills), balki keng professional dunyoqarash va moslashuvchanlikka ega bo‘lishi talab etiladi. Raqamli iqtisodiyot sharoitida kasblar nomenklaturasining tez-tez yangilanib turishi yoshlarda professional identifikatsiya jarayonini murakkablashtirmoqda. Bu esa o‘z navbatida, kasbiy diagnostika va proforiyentatsiya metodologiyasini qayta ko‘rib chiqishni taqozo etadi.

Hozirgi pedagogik va psixologik amaliyotda asosan an’anaviy testologik yondashuv ustunlik qilib kelmoqda. Ushbu yo‘nalishning fundamental nazariy asoslari J.L. Holland [1], M.L. Savickas [2], R.W. Lent [3] va D.E. Super [4] tomonidan ishlab chiqilgan. Mazkur metod standartlashtirilganligi, ommaviyligi va iqtisodiy jihatdan tejamkorligi tufayli uzoq vaqt davomida proforiyentatsiyaning asosiy vositasi bo‘lib xizmat qildi. Shaxsning individual xususiyatlarini aniqlashda u yuqori validlik darajasiga ega. Biroq zamonaviy IT-kasblarning aksariyati mavhum xarakterga ega bo‘lganligi bois, an’anaviy testlarning prognostik imkoniyatlari amaliyotda yetarli samara bermayapti. Shu sababli so‘nggi yillarda immersiv 3D muhitlarni ta’lim va kasbga yo‘naltirish jarayoniga integratsiya qilish masalasi dolzarb bo‘lib bormoqda.

Tadqiqotning maqsadi — AKT sohasidagi mutaxassisliklarga yo‘naltirish jarayonida an’anaviy testologik metodlar bilan zamonaviy 3D virtual muhitli platformalarning pedagogik va psixologik imkoniyatlarini qiyosiy baholashdan iborat.

ASOSIY QISM.

An’anaviy testologik metodologiyada respondent kasb haqidagi birlamchi axborotni asosan matnli tavsiflar, ya’ni professiogrammalar shaklida qabul qiladi [1, 4]. Bunday ma’lumotlar subyektda bo‘lajak kasbiy muhit to‘g‘risida yuzaki tasavvurlarni shakllantiradi [3]. Foydalanuvchi real mehnat jarayonining ichki dinamikasini va murakkab jihatlarini bevosita his qilish imkoniyatidan mahrum bo‘ladi. Masalan, statik test savollari shaxsning chizmachilik yoki vizual dizaynga bo‘lgan umumiy qiziqishini aniqlashi mumkin, biroq real vaqtdagi murakkab

ISSN 3030-3907

UI/UX tizimlari yoki 3D modellashtirish muhitining o‘ziga xos xususiyatlarini aks ettira olmaydi.

3D platformada esa har bir AKT kasbi alohida virtual xona ko‘rinishida tasvirlanadi. R.E. Mayerning multimedia ta’limi tamoyillariga ko‘ra, verbal va vizual axborotning parallel tarzda taqdim etilishi matnli ma’lumotlarga nisbatan samaraliroq o‘zlashtiriladi [6, 7]. 3D vizualizatsiya foydalanuvchiga virtual ob’ektlar bilan ishlash va kasbiy operatsiyalarni amaliy sinab ko‘rish imkonini beradi. Natijada mavhum qiziqish aniq kasbiy motivatsiyaga aylanadi hamda kasb tanlashdagi xatoliklar kamayadi.

An’anaviy metodlarda baholash natijasiga ko‘ra foydalanuvchiga odatda uning psixotipiga mos 1–3 ta kasbiy yo‘nalish tavsiya etiladi [1, 2]. Biroq ushbu metod turdosh ixtisosliklar va ularning o‘zaro bog‘liqligi haqida yaxlit tasavvur bermaydi.

3D muhitning muhim pedagogik afzalliklaridan biri yashirin ta’lim (incidental learning) effektidir. G. Konetes tadqiqotlariga ko‘ra, to‘g‘ri tashkil etilgan virtual muhitda foydalanuvchi qo‘shimcha kuch sarflamasdan ham yangi bilimlarni o‘zlashtirishi mumkin [9]. A.R. Seitz tashqi muhitning fazoviy qonuniyatlarini o‘rganish ko‘pincha implitsit tarzda yuz berishini ta’kidlaydi [10]. Foydalanuvchi virtual makonda harakatlanar ekan, Fullstack, Frontend va Backend kabi yo‘nalishlarning o‘zaro aloqadorligini tabiiy ravishda anglab boradi.

J. Swellerning kognitiv yuklama nazariyasiga muvofiq, an’anaviy testlar bilan ishlash jarayonida foydalanuvchi matnli axborotni mantiqiy tahlil qiladi, bu esa ishchi xotirada yuqori ichki kognitiv yuklamani yuzaga keltiradi [5, 8]. Shu bilan birga, test metodikasi tashkiliy va iqtisodiy jihatdan samarali bo‘lib, uni joriy etish katta texnik resurslarni talab qilmaydi.

3D muhitni yaratish esa yuqori mehnat, dasturiy va texnik xarajatlarni talab qiladi. Bundan tashqari, virtual makondagi navigatsiya dastlab foydalanuvchida qo‘shimcha kognitiv yuklama hosil qilishi mumkin. Biroq S.A. Sorby fazoviy ko‘nikmalarni rivojlantirish kontekstga bog‘liq xotira effektini kuchaytirishini qayd etadi [11]. S.M. Smithning tadqiqotlari ham ma’lumotlarni eslab qolish va qayta tiklash samaradorligi vizual kontekst bilan bog‘liq holda ortishini ko‘rsatadi [12].

Testologik metod respondentda baholash jarayonida ma’lum darajada nazorat ostida ekanligi hissini uyg‘otadi. Bu ayrim hollarda xavotirlikni oshirib, natijalarning ijtimoiy ma’qullanish omili ta’sirida o‘zgarishiga sabab bo‘lishi mumkin. Shunga qaramay, Hollandning RIASEC modeli kabi tizimlar shaxsning fundamental psixologik xususiyatlarini aniqlashda samarali vosita hisoblanadi [1].

ISSN 3030-3907

3D platformalarda esa foydalanuvchi faoliyatining markazida erkin harakatlanish va geymifikatsiya elementlari turadi. C.L. Dym virtual muhitda professional faoliyat elementlarining aks ettirilishi yoshlarning kasbiy o‘zligini shakllantirish jarayonini tezlashtirishini ta’kidlaydi [13]. Bunday muhitda shaxsning qiziqishlari va xulq-atvori uning harakatlari, faolligi va tanlovlari orqali namoyon bo‘ladi. Shu sababli platforma test natijalarini amaliy muhitda tekshirish uchun samarali vosita sifatida qaralishi mumkin.

QIYOSIY TAHLIL NATIJALARI.

Olib borilgan tahlillar asosida an’anaviy testologik metod va 3D muhitli platformaning afzallik hamda cheklovlari umumlashtirildi.

Kasbiy muhitni idrok etish bo‘yicha 3D platforma ustunlikka ega, chunki u vizual va amaliy interaktivlikni ta’minlaydi. Turdosh kasblarni o‘rganishda ham 3D muhit yaxlit tasavvur shakllantiradi. Kognitiv yuklama nuqtai nazaridan har ikki yondashuvning o‘ziga xos afzallik va kamchiliklari mavjud. Resurs tejamkorligi bo‘yicha testologik metod ustun hisoblanadi. Psixodiagnostik validlik nuqtai nazaridan esa an’anaviy testlar yuqori aniqlikka ega.



XULOSA VA AMALIY TAVSIYALAR.

Tadqiqot natijalari J. Swellerning kognitiv yuklama nazariyasi hamda R.E. Mayerning multimedia ta’limi prinsiplarini IT-sohasidagi kasbga yo‘naltirish jarayonida samarali qo‘llash mumkinligini ko‘rsatdi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy testologik metod va 3D virtual muhit bir-birini inkor etuvchi emas, balki o‘zaro to‘ldiruvchi yondashuvlar hisoblanadi. Shu sababli ularning imkoniyatlarini birlashtiruvchi gibrid model eng maqbul yechim sifatida qaraladi.

Birinchi bosqichda an’anaviy testologik metodlar yordamida shaxsning qiziqishlari, moyilliklari va RIASEC profili aniqlanadi. Ikkinchi bosqichda esa foydalanuvchi mos yo‘nalishdagi 3D virtual muhitga yo‘naltirilib, o‘z kasbiy tanlovini amaliy kontekstda sinovdan o‘tkazadi. Bunday yondashuv kasbiy identifikatsiyani mustahkamlash va noto‘g‘ri tanlov ehtimolini kamaytirishga xizmat qiladi.

Amaliy tavsiyalar sifatida kasbga yo‘naltirish markazlarida an’anaviy diagnostika vositalarini 3D geymifikatsiyalashgan platformalar bilan

ISSN 3030-3907

integratsiyalash, shuningdek, virtual muhitlarni yaratishda WebGL va Three.js kabi ochiq manbali texnologiyalardan foydalanish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Holland, J.L. (1997). Making Vocational Choices. PAR.
2. Savickas, M.L. (2005). The theory and practice of career construction. In Career Development and Counseling. Wiley.
3. Lent, R.W., et al. (1994). Toward a unifying social cognitive theory of career. Journal of Vocational Behavior, 45(1).
4. Super, D.E. (1990). A life-span approach to career development. In Career Choice and Development.
5. Sweller, J. (1988). Cognitive load during problem solving. Cognitive Science, 12(2).
6. Mayer, R.E. (2009). Multimedia Learning. Cambridge University Press.
7. Clark, R.C., Mayer, R.E. (2016). E-Learning and the Science of Instruction. Wiley.
8. Van Merrienboer, J.J.G., Sweller, J. (2005). Cognitive load theory and complex learning. Educational Psychology Review, 17(2).
9. Konetes, G. (2010). The function of incidental learning in educational environments. Doctoral dissertation.
10. Seitz, A.R., et al. (2025). Mechanisms of incidental learning in visual dimensions. Current Opinion in Neurobiology, 90.
11. Sorby, S.A. (2009). Educational research in developing 3-D spatial skills. International Journal of Science Education, 31(3).
12. Smith, S.M. (1979). Remembering in and out of context. Journal of Experimental Psychology, 5(5).
13. Dym, C.L., et al. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. Journal of Engineering Education, 94(1).
14. Qodirova, N.M. (2022). IT-kasblarga yo‘naltirishning psixologik asoslari. Psixologiya jurnali, 4(2).

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM TIZIMIDA SUN’IY INTELLEKTDAN FOYDALANISH ORQALI TA’LIM SAMARADORLIGINI OSHIRISH MASALALARI

Muxamedov Umarxon Sobitovich

Aniq fanlar kafedrasi katta o‘qituvchisi Fan va texnologiyalar universiteti (USAT)

Annotatsiya. Mazkur maqolada oliy ta’lim tizimida sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanish orqali ta’lim samaradorligini oshirish masalalari ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Tadqiqotda sun’iy intellektning o‘quv jarayonini individuallashtirish, kredit-modul tizimida talaba faoliyatini monitoring qilish, o‘quv analitikasi, ilmiy-tadqiqot faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, akademik maslahat berish va ta’lim sifatini boshqarishdagi imkoniyatlari yoritilgan. Maqolada sun’iy intellekt oliy ta’limda oddiy texnik vosita emas, balki ta’lim jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi intellektual pedagogik infratuzilma sifatida talqin etiladi. Shu bilan birga, sun’iy intellektdan foydalanishda akademik halollik, axborot xavfsizligi, algoritmik xolislik, inson omilini saqlash va pedagogik nazorat masalalari ham muhokama qilinadi. Tadqiqot yakunida oliy ta’lim muassasalarida sun’iy intellektni samarali joriy etish bo‘yicha ilmiy-amaliy takliflar ilgari suriladi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, oliy ta’lim, ta’lim samaradorligi, o‘quv analitikasi, kredit-modul tizimi, raqamli pedagogika, akademik halollik, ta’lim sifati, individual ta’lim.

Annotation. This article analyzes the issues of improving educational efficiency through the use of artificial intelligence technologies in higher education. The study examines the potential of artificial intelligence in personalizing learning, monitoring student activity in the credit-module system, learning analytics, supporting research activities, academic advising, and managing the quality of education. The article interprets artificial intelligence not merely as a technical tool, but as an intellectual pedagogical infrastructure that can improve the effectiveness of the educational process. At the same time, the study discusses issues related to academic integrity, information security, algorithmic fairness, preservation of the human factor, and pedagogical control. The article concludes with scientific and practical recommendations for the effective implementation of artificial intelligence in higher education institutions.

Keywords: artificial intelligence, higher education, educational efficiency, learning analytics, credit-module system, digital pedagogy, academic integrity, quality of education, personalized learning.

Аннотация. В данной статье с научно-теоретической точки зрения анализируются вопросы повышения эффективности образования в системе

высшего образования посредством использования технологий искусственного интеллекта. В исследовании раскрываются возможности искусственного интеллекта в области индивидуализации образовательного процесса, мониторинга деятельности студентов в условиях кредитно-модульной системы, образовательной аналитики, поддержки научно-исследовательской деятельности, академического консультирования и управления качеством образования. В статье искусственный интеллект рассматривается не как обычное техническое средство, а как интеллектуальная педагогическая инфраструктура, способствующая повышению эффективности образовательного процесса в высшей школе. Вместе с тем обсуждаются вопросы академической честности, информационной безопасности, алгоритмической объективности, сохранения человеческого фактора и педагогического контроля при использовании искусственного интеллекта. В завершение исследования предлагаются научно-практические рекомендации по эффективному внедрению технологий искусственного интеллекта в деятельность высших учебных заведений.

Ключевые слова: искусственный интеллект, высшее образование, эффективность образования, образовательная аналитика, кредитно-модульная система, цифровая педагогика, академическая честность, качество образования, индивидуализированное обучение.

KIRISH.

Oliy ta’lim tizimi jamiyatning intellektual, ilmiy va kasbiy salohiyatini shakllantiruvchi muhim ijtimoiy institut hisoblanadi. Zamonaviy taraqqiyot sharoitida oliy ta’lim oldiga faqat mutaxassis tayyorlash vazifasi emas, balki mustaqil fikrlaydigan, innovatsion yondasha oladigan, raqamli kompetensiyalarga ega va ilmiy-tadqiqot faoliyatiga tayyor kadrlarni shakllantirish vazifasi ham qo‘yilmoqda. Shu sababli oliy ta’limda ta’lim samaradorligini oshirish masalasi bugungi kunning dolzarb ilmiy-pedagogik muammolaridan biridir.

Raqamli transformatsiya jarayonida sun’iy intellekt texnologiyalari oliy ta’lim tizimiga faol kirib kelmoqda. Sun’iy intellekt o‘quv jarayonini tashkil etish, talabalarning o‘zlashtirish darajasini tahlil qilish, individual ta’lim trayektoriyalarini shakllantirish, baholash jarayonini optimallashtirish, ilmiy izlanishlarni qo‘llab-quvvatlash va ta’lim sifatini boshqarishda yangi imkoniyatlar yaratmoqda. UNESCO generativ sun’iy intellekt bo‘yicha yo‘riqnomasida bunday texnologiyalarni ta’lim va tadqiqotda inson markazli yondashuv asosida qo‘llash, siyosat, tartibga solish va inson salohiyatini rivojlantirish bilan uyg‘unlashtirish zarurligini ta’kidlaydi. Oliy ta’limda sun’iy intellektdan foydalanishning o‘ziga

ISSN 3030-3907

xos jihati shundaki, bu texnologiyalar nafaqat dars jarayonida, balki butun akademik muhitda — o‘quv rejalarini takomillashtirish, talabalar faoliyatini tahlil qilish, ilmiy rahbarlik, universitet boshqaruvi va ta’lim sifati monitoringida ham qo‘llanishi mumkin. EDUCAUSE Horizon Report 2024 oliy ta’limda o‘qitish va o‘rganish kelajagini belgilovchi asosiy texnologik va amaliy tendensiyalar orasida sun’iy intellektga alohida e’tibor qaratadi.

Shu bilan birga, sun’iy intellektni oliy ta’limga joriy etish bir qator savollarni ham yuzaga chiqaradi. Jumladan, sun’iy intellekt talabaning mustaqil fikrlashini kuchaytiradimi yoki tayyor javoblarga qaramlikni oshiradimi? Avtomatik baholash o‘qituvchining pedagogik xulosasini almashtira oladimi? Ta’lim samaradorligini oshirish uchun sun’iy intellektdan qanday didaktik shartlar asosida foydalanish kerak? Mazkur maqola aynan shu savollarga ilmiy-nazariy javob izlashga qaratilgan.

METODLAR.

Maqolada ilmiy-nazariy tahlil, tizimli yondashuv, qiyosiy tahlil, pedagogik modellashtirish va hujjatlarni tahlil qilish metodlaridan foydalanildi. Ilmiy-nazariy tahlil orqali sun’iy intellektning oliy ta’lim samaradorligiga ta’siri bilan bog‘liq asosiy tushunchalar o‘rganildi. Tizimli yondashuv sun’iy intellektni o‘quv jarayoni, universitet boshqaruvi, ilmiy faoliyat, baholash tizimi va talaba-o‘qituvchi munosabatlari bilan bog‘liq kompleks hodisa sifatida tahlil qilish imkonini berdi.

Qiyosiy tahlil metodi yordamida xalqaro tashkilotlar tomonidan ilgari surilgan yondashuvlar va oliy ta’lim amaliyotidagi ehtiyojlar o‘zaro taqqoslandi. Hujjatlarni tahlil qilish jarayonida UNESCO, OECD, European Commission va EDUCAUSE materiallari asosida sun’iy intellektdan ta’limda foydalanishning metodik, axloqiy va strategik jihatlari ko‘rib chiqildi. OECDning “AI and the Future of Skills” tadqiqoti sun’iy intellekt imkoniyatlarini o‘lchash va ularni ta’lim hamda kasbiy ko‘nikmalar bilan bog‘lashga qaratilgan yondashuvlarni tavsiflaydi. Maqolada empirik so‘rov o‘tkazilmagan, biroq mavjud ilmiy va xalqaro manbalar asosida nazariy umumlashtirish amalga oshirildi. Tahlil mezonlari sifatida quyidagilar tanlandi: ta’lim samaradorligi, individual yondashuv, talaba faolligi, baholash sifati, o‘quv analitikasi, o‘qituvchi faoliyati, akademik halollik va axborot xavfsizligi.

NATIJALAR.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, oliy ta’lim tizimida sun’iy intellektdan foydalanish ta’lim samaradorligini bir necha muhim yo‘nalishda oshirishi mumkin.

Birinchidan, sun’iy intellekt talabalarning individual ta’lim trayektoriyasini shakllantirishga xizmat qiladi. Oliy ta’limda talabalar bilim darajasi, qiziqishi,

ISSN 3030-3907

o‘zlashtirish tezligi va kasbiy maqsadlari bo‘yicha bir-biridan farq qiladi. Sun’iy intellekt asosidagi platformalar talabaning o‘quv faoliyatini tahlil qilib, unga mos o‘quv materiallari, qo‘shimcha topshiriqlar, mustaqil ta’lim yo‘nalishlari va tavsiyalarni ishlab chiqishi mumkin. Bu jarayon talabaning passiv tinglovchi emas, balki o‘z o‘quv faoliyatini boshqaruvchi subyektga aylanishiga yordam beradi.

Ikkinchidan, sun’iy intellekt kredit-modul tizimida talabaning o‘zlashtirishini uzluksiz monitoring qilish imkonini beradi. Kredit-modul tizimida talabaning semestr davomida muntazam faol bo‘lishi, mustaqil ishlarni o‘z vaqtida bajarishi va oraliq nazoratlarda izchil ishtirok etishi muhimdir. Sun’iy intellekt esa talabalar faoliyatidagi sustlashuv, topshiriqlarni kechiktirish, ayrim mavzularda qiyinchilikka duch kelish kabi holatlarni erta aniqlashi mumkin. Bu esa akademik maslahatchi va o‘qituvchiga talaba bilan individual ishlash imkonini beradi.

Uchinchidan, sun’iy intellekt o‘quv analitikasini rivojlantiradi. O‘quv analitikasi talabalarning ta’lim jarayonidagi ishtiroki, baholari, platformadagi faolligi, topshiriqlarni bajarish tezligi va o‘zlashtirish dinamikasini tahlil qilish orqali ta’lim sifatini boshqarishga yordam beradi. Bunday yondashuv universitet boshqaruviga qaysi fanlarda talabalar ko‘proq qiynalayotgani, qaysi metodlar samaraliroq ekani, qaysi guruhlarda qo‘shimcha yordam zarurligini aniqlash imkonini beradi.

To‘rtinchidan, sun’iy intellekt o‘qituvchi faoliyatining samaradorligini oshiradi. O‘qituvchi dars materiallarini tayyorlash, testlar tuzish, keyslar ishlab chiqish, talabalar savollariga tezkor javob berish, mavzular bo‘yicha qo‘shimcha manbalarni saralashda sun’iy intellektdan foydalanishi mumkin. Bu o‘qituvchini texnik va takroriy vazifalardan qisman ozod etib, uning ko‘proq ilmiy, metodik va tarbiyaviy ishlarga e’tibor qaratishiga sharoit yaratadi.

Beshinchidan, sun’iy intellekt ilmiy-tadqiqot faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi. Oliy ta’lim muassasalarida ta’lim samaradorligi ilmiy faoliyat bilan chambarchas bog‘liqdir. Sun’iy intellekt ilmiy adabiyotlarni qidirish, mavzularni tasniflash, bibliografik tahlil qilish, ilmiy matnlarni tahrirlash, tadqiqot savollarini shakllantirish va ma’lumotlarni tahlil qilishda yordamchi vosita bo‘lishi mumkin. Biroq bunda ilmiy halollik, manbalarni to‘g‘ri ko‘rsatish va mualliflik mas’uliyati qat’iy saqlanishi lozim.

Oltinchidan, sun’iy intellekt akademik maslahat va talaba qo‘llab-quvvatlash tizimini rivojlantiradi. Talabalar o‘quv reja, fan tanlovi, mustaqil ta’lim, ilmiy ish yozish, adabiyotlar qidirish va kasbiy rivojlanish bo‘yicha turli savollarga ega bo‘ladi. AI yordamchi tizimlari bunday savollarga dastlabki tavsiyalar berishi mumkin. Bu, ayniqsa, talabalar soni ko‘p bo‘lgan oliy ta’lim muassasalarida akademik xizmatlar sifatini oshirishga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

MUHOKAMA.

Oliy ta’limda sun’iy intellektdan foydalanish ta’lim samaradorligini oshirish imkoniyatlarini kengaytiradi, biroq bu jarayon avtomatik tarzda ijobiy natija bermaydi. Sun’iy intellekt texnologiyalarining samarasi ularning qanday pedagogik maqsadga xizmat qilishi, o‘qituvchi tomonidan qanday boshqarilishi va talaba tomonidan qanday madaniyat bilan foydalanilishiga bog‘liq.

Birinchi muhim masala — sun’iy intellektni ta’lim maqsadlariga moslashtirishdir. Ba’zi hollarda sun’iy intellektdan foydalanish tashqi ko‘rinishda zamonaviylik belgisi sifatida qabul qilinadi, ammo u real ta’lim natijalariga ta’sir qilmasligi mumkin. Shuning uchun har bir AI vositasi aniq didaktik vazifaga xizmat qilishi lozim: bilimni mustahkamlash, tahliliy fikrlashni rivojlantirish, muammoli vaziyatni hal qilish, individual maslahat berish yoki baholash sifatini oshirish.

Ikkinchi masala — akademik halollikdir. Generativ sun’iy intellekt talabalar uchun referat, esse, kurs ishi yoki ilmiy maqola matnini tez yaratish imkonini beradi. Bu esa bir tomondan yozish jarayonini o‘rganishda yordam bersa, ikkinchi tomondan tayyor matnni o‘z ishi sifatida topshirish xavfini kuchaytiradi. UNESCO generativ AI bo‘yicha yo‘riqnomasida bunday texnologiyalarni ta’lim va tadqiqotda foydali hamda insonni kuchaytiruvchi vositaga aylantirish uchun siyosat, tartibga solish va inson salohiyatini rivojlantirish zarurligini qayd etadi.

Uchinchi masala — baholash tizimini qayta ko‘rib chiqishdir. Agar talaba istalgan yozma topshiriqni sun’iy intellekt yordamida bajara olsa, an’anaviy referat va yozma ishlar talabaning real bilimini to‘liq ko‘rsatmasligi mumkin. Shu sababli oliy ta’limda baholash ko‘proq jarayonni baholash, og‘zaki himoya, loyiha ishi, amaliy topshiriq, individual refleksiya, auditoriyadagi muhokama va ijodiy yechimlarga asoslanishi kerak.

To‘rtinchi masala — algoritmik xolislikdir. Sun’iy intellekt tizimlari mavjud ma’lumotlar asosida ishlaydi. Agar ma’lumotlarda xatolik, stereotip yoki nomutanosiblik bo‘lsa, AI tavsiyalari ham adolatsiz bo‘lishi mumkin. European Commission AI va ma’lumotlardan ta’limda foydalanish bo‘yicha axloqiy yo‘riqnomasida pedagoglar AI tizimlarining imkoniyatlarini tushunishi, xavflarni anglay olishi va ulardan tanqidiy hamda axloqiy foydalanishi zarurligini ta’kidlaydi.

Beshinchi masala — o‘qituvchi rolining o‘zgarishidir. Sun’iy intellekt o‘qituvchining ayrim texnik vazifalarini yengillashtiradi, lekin uning pedagogik, metodik va tarbiyaviy rolini bekor qilmaydi. Aksincha, AI sharoitida o‘qituvchi yanada muhimroq vazifani bajaradi: u talabaga bilimni tanlash, tekshirish, tahlil qilish, muqobil fikrlarni solishtirish va mustaqil xulosa chiqarishni o‘rgatadi.

ISSN 3030-3907

Demak, AI davrida o‘qituvchi axborot manbai emas, balki ilmiy tafakkurni boshqaruvchi va akademik madaniyatni shakllantiruvchi shaxs sifatida maydonga chiqadi.

Oltinchi masala — oliy ta’lim muassasalarining institutsional tayyorgarligidir. AI vositalarini samarali joriy etish uchun universitetlarda raqamli infratuzilma, elektron platformalar, o‘qituvchilar malakasini oshirish, ma’lumotlar xavfsizligi siyosati va akademik halollik kodeksi mavjud bo‘lishi kerak. Bularsiz sun’iy intellektdan foydalanish tartibsiz, nazoratsiz va samarasi past jarayonga aylanishi mumkin.

TAKLIFLAR.

Oliy ta’lim tizimida sun’iy intellektdan foydalanish orqali ta’lim samaradorligini oshirish uchun quyidagi takliflarni ilgari surish mumkin:

Birinchidan, oliy ta’lim muassasalarida sun’iy intellektdan foydalanish bo‘yicha alohida institutsional strategiya ishlab chiqilishi lozim. Bu strategiyada AI vositalaridan foydalanish maqsadlari, chegaralari, axloqiy talablar va mas’ul subyektlar aniq belgilanishi kerak;

Ikkinchidan, o‘qituvchilar uchun “AI savodxonligi”, “raqamli didaktika”, “o‘quv analitikasi”, “generativ AI bilan ishlash madaniyati” va “akademik halollik” yo‘nalishlarida malaka oshirish kurslari tashkil etilishi zarur;

Uchinchidan, kredit-modul tizimida talabalarning o‘zlashtirishi, mustaqil ishi va akademik faolligini tahlil qiluvchi o‘quv analitikasi platformalarini rivojlantirish maqsadga muvofiq;

To‘rtinchidan, baholash tizimida AI yordamida bajarilgan topshiriqlarni aniqlashdan ko‘ra, talabaning real fikrlash jarayonini baholashga ustuvorlik berish lozim. Buning uchun og‘zaki himoya, amaliy loyiha, keys tahlili, auditoriya muhokamasi va reflektiv yozuvlardan keng foydalanish kerak;

Beshinchidan, talabalar uchun sun’iy intellektdan to‘g‘ri foydalanish bo‘yicha qisqa metodik qo‘llanmalar ishlab chiqish zarur. Unda AI yordamida izlanish, reja tuzish, fikrni tekshirish, manba bilan ishlash va plagiatdan saqlanish qoidalari ko‘rsatilishi kerak;

Oltinchidan, AI vositalaridan foydalanishda shaxsiy ma’lumotlar xavfsizligi, mualliflik huquqi va ilmiy halollik masalalari qat’iy nazorat qilinishi zarur;

Yettinchidan, oliy ta’limda sun’iy intellektdan foydalanish samaradorligini baholash uchun maxsus mezonlar ishlab chiqilishi kerak. Bunday mezonlar talaba faolligi, o‘zlashtirish dinamikasi, mustaqil fikrlash, akademik halollik, o‘qituvchi yuklamasi va ta’lim sifatidagi real o‘zgarishlarni qamrab olishi lozim.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytganda, oliy ta’lim tizimida sun’iy intellektdan foydalanish ta’lim samaradorligini oshirishning muhim innovatsion omillaridan biridir. U talabalarning individual ta’lim trayektoriyasini shakllantirish, kredit-modul tizimida o‘zlashtirishni monitoring qilish, o‘quv analitikasini rivojlantirish, o‘qituvchi faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, ilmiy-tadqiqot jarayonini takomillashtirish va akademik maslahat tizimini kuchaytirish imkonini beradi.

Biroq sun’iy intellektdan foydalanish ta’limda inson omilini chetga surmasligi kerak. Aksincha, AI o‘qituvchi va talabaning intellektual imkoniyatlarini kengaytiruvchi, o‘quv jarayonini tahliliy va individual asosda tashkil etishga yordam beruvchi vosita bo‘lishi lozim. Ta’lim samaradorligi texnologiyaning o‘zi bilan emas, balki undan qanday pedagogik maqsadda va qanday madaniyat bilan foydalanilishi bilan belgilanadi.

Shu sababli oliy ta’limda sun’iy intellektni joriy etish puxta metodik asos, axloqiy nazorat, akademik halollik, raqamli kompetensiya va institutsional strategiya bilan uyg‘unlashgandagina samarali natija beradi. Kelajak oliy ta’limi inson tafakkuri va sun’iy intellekt hamkorligiga asoslangan, lekin ilmiy halollik, tanqidiy fikrlash va pedagogik mas’uliyatni markazda saqlagan ta’lim modeli sifatida rivojlanishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. — Paris: UNESCO, 2023.
2. UNESCO. Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers. — Paris: UNESCO, 2021.
3. OECD. AI and the Future of Skills, Volume 2: Methods for Evaluating AI Capabilities. — Paris: OECD Publishing, 2023.
4. European Commission. Ethical Guidelines on the Use of Artificial Intelligence and Data in Teaching and Learning for Educators. — Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.
5. EDUCAUSE. 2024 EDUCAUSE Horizon Report: Teaching and Learning Edition. — Boulder, CO: EDUCAUSE, 2024.
6. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. — Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.
7. Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L. B. Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. — London: Pearson, 2016.
8. Zawacki-Richter O., Marín V. I., Bond M., Gouverneur F. Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education //

ISSN 3030-3907

International Journal of Educational Technology in Higher Education. — 2019. — Vol. 16. — Article 39.
9. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial Intelligence in Education: A Review // IEEE Access. — 2020. — Vol. 8. — P. 75264–75278.
10. Selwyn N. Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education. — Cambridge: Polity Press, 2019.
11. Williamson B., Eynon R., Potter J. Pandemic Politics, Pedagogies and Practices: Digital Technologies and Distance Education during the Coronavirus Emergency // Learning, Media and Technology. — 2020. — Vol. 45. — № 2. — P. 107–114.
12. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. — Toshkent, 2020.
13. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni. — Toshkent, 2020.
14. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni. — Toshkent, 2023.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKTDAN FOYDALANISHNING TA’LIM SIFATINI OSHIRISHDAGI TA’SIRI

Payazov Mirabbos Mirahmatovich
Aniq fanlar kafedrasi dotsenti, PhD Fan va texnologiyalar universiteti (USAT)

Annotatsiya. Mazkur maqolada sun’iy intellekt texnologiyalaridan foydalanishning ta’lim sifatini oshirishga ta’siri ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilinadi. Unda sun’iy intellektning individual ta’lim, o‘quv jarayonini boshqarish, baholash tizimi, o‘qituvchi faoliyati, ta’lim resurslarini yaratish va talabalarning mustaqil o‘rganish ko‘nikmalarini rivojlantirishdagi imkoniyatlari yoritiladi. Shuningdek, maqolada sun’iy intellektdan foydalanish jarayonida yuzaga keladigan akademik halollik, ma’lumotlar xavfsizligi, pedagogik nazorat va inson omilining saqlanishi bilan bog‘liq muammolar ham tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, sun’iy intellekt ta’lim sifatini oshirishda samarali vosita bo‘lishi mumkin, biroq u o‘qituvchining o‘rnini bosuvchi emas, balki pedagogik faoliyatni qo‘llab-quvvatlovchi texnologik yordamchi sifatida qo‘llanilishi lozim.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, ta’lim sifati, raqamli ta’lim, individual ta’lim, innovatsion pedagogika, baholash, akademik halollik, raqamli kompetensiya.

Annotation. This article provides a scientific and theoretical analysis of the impact of artificial intelligence technologies on improving the quality of education. It examines the opportunities of artificial intelligence in personalized learning, educational process management, assessment systems, teacher support, creation of educational resources, and development of students’ independent learning skills. The article also analyzes challenges related to academic integrity, data security, pedagogical control, and the preservation of the human factor in education. The results of the study show that artificial intelligence can serve as an effective tool for improving the quality of education; however, it should not replace the teacher but rather function as a technological assistant that supports pedagogical activity.

Keywords: artificial intelligence, quality of education, digital learning, personalized learning, innovative pedagogy, assessment, academic integrity, digital competence.

Аннотация. В данной статье проводится научно-теоретический анализ влияния использования технологий искусственного интеллекта на повышение качества образования. Освещаются возможности искусственного интеллекта в сфере индивидуализированного обучения, управления образовательным процессом, системы оценивания, деятельности преподавателя, создания образовательных ресурсов и развития навыков самостоятельного обучения студентов. Кроме того, в статье рассматриваются проблемы, возникающие в процессе применения искусственного интеллекта, связанные с академической честностью, безопасностью данных,

ISSN 3030-3907

педагогическим контролем и сохранением роли человеческого фактора. Результаты исследования показывают, что искусственный интеллект может выступать эффективным инструментом повышения качества образования, однако его следует использовать не как замену преподавателя, а как технологического помощника, поддерживающего педагогическую деятельность.

Ключевые слова: искусственный интеллект, качество образования, цифровое образование, индивидуализированное обучение, инновационная педагогика, оценивание, академическая честность, цифровая компетентность.

KIRISH.

Bugungi globallashuv va raqamli transformatsiya sharoitida ta’lim tizimi oldida yangi vazifalar paydo bo‘lmoqda. Axborot oqimining tezlashuvi, mehnat bozorida yangi kasblarning yuzaga kelishi, raqamli texnologiyalarning jamiyat hayotiga chuqur kirib borishi ta’lim sifatini oshirish masalasini yanada dolzarb qilib qo‘ymoqda. Zamonaviy ta’lim faqat bilim berish bilan cheklanib qolmay, balki o‘quvchi va talabalarda tanqidiy fikrlash, ijodkorlik, mustaqil qaror qabul qilish, axborotni tahlil qilish va amaliy muammolarni hal etish kompetensiyalarini shakllantirishi zarur.

Shu jarayonda sun’iy intellekt texnologiyalari ta’lim tizimini modernizatsiya qilishning muhim vositalaridan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda. Sun’iy intellekt o‘quvchilarning individual ehtiyojlarini aniqlash, ularning bilim darajasiga mos topshiriqlar ishlab chiqish, ta’lim jarayonini avtomatlashtirish, o‘qituvchiga tahliliy ma’lumotlar taqdim etish va baholash jarayonini takomillashtirish imkonini beradi. Ayniqsa, oliy ta’lim muassasalarida sun’iy intellektdan foydalanish talabalarning mustaqil ta’lim olish salohiyatini kuchaytirish, o‘quv materiallarini shaxsiylashtirish va ta’lim sifatini monitoring qilishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Biroq sun’iy intellektdan foydalanish ta’limda faqat ijobiy natijalar bilan cheklanmaydi. Mazkur texnologiyalar akademik halollik, plagiat, tayyor javoblarga haddan tashqari tayanish, o‘quvchilarning mustaqil fikrlash qobiliyatining susayishi, shaxsiy ma’lumotlar xavfsizligi va pedagogik nazoratning zaiflashuvi kabi muammolarni ham keltirib chiqarishi mumkin. Shu bois sun’iy intellekt ta’lim jarayoniga puxta metodik asosda, axloqiy mezonlar va pedagogik maqsadlarga mos holda joriy etilishi lozim.

Mazkur maqolaning maqsadi sun’iy intellektdan foydalanishning ta’lim sifatini oshirishdagi imkoniyatlari, samaradorlik omillari va mavjud muammolarini ilmiy-nazariy jihatdan tahlil qilishdan iborat.

METODLAR.

ISSN 3030-3907

Maqolani tayyorlashda ilmiy-nazariy tahlil, tizimli yondashuv, qiyosiy tahlil va pedagogik umumlashtirish metodlaridan foydalanildi. Ilmiy-nazariy tahlil yordamida sun’iy intellektning ta’lim sifatiga ta’siri bilan bog‘liq asosiy tushunchalar, yondashuvlar va pedagogik imkoniyatlar o‘rganildi. Tizimli yondashuv orqali sun’iy intellekt ta’lim jarayonining turli tarkibiy qismlari — o‘qituvchi faoliyati, talaba faolligi, baholash tizimi, o‘quv resurslari, individual ta’lim va ta’lim boshqaruvi bilan bog‘liq holda tahlil qilindi.

Qiyosiy tahlil metodi sun’iy intellektdan foydalanishning an’anaviy ta’lim texnologiyalari bilan farqli jihatlarini aniqlashga xizmat qildi. Pedagogik umumlashtirish metodi esa sun’iy intellekt vositalaridan ta’lim sifatini oshirishda foydalanish bo‘yicha ilmiy-amaliy xulosalar chiqarish imkonini berdi.

Tadqiqotda sun’iy intellektning ta’limdagi vazifalari quyidagi mezonlar asosida tahlil qilindi: ta’limning individuallashuvi, o‘quv natijalarining monitoringi, baholashning obyektivligi, o‘qituvchi faoliyatining samaradorligi, talabalarning mustaqil ta’lim ko‘nikmalari, raqamli kompetensiyalar va akademik halollik.

NATIJALAR.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, sun’iy intellektdan ta’lim jarayonida samarali foydalanish ta’lim sifatini oshirishga bir necha yo‘nalishda ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Birinchidan, sun’iy intellekt ta’limni individuallashtirish imkonini beradi. An’anaviy ta’limda ko‘pincha barcha o‘quvchilar bir xil dastur va bir xil sur’atda o‘qitiladi. Biroq o‘quvchilarning bilim darajasi, qiziqishi, o‘zlashtirish tezligi va ehtiyojlari turlicha bo‘ladi. Sun’iy intellekt asosidagi ta’lim platformalari esa har bir o‘quvchining o‘zlashtirish darajasini tahlil qilib, unga mos topshiriq, tushuntirish yoki qo‘shimcha material tavsiya qilishi mumkin. Bu ta’lim sifatini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Ikkinchidan, sun’iy intellekt baholash jarayonini takomillashtiradi. Test natijalari, yozma ishlar, topshiriqlar va faoliyat ko‘rsatkichlarini avtomatik tahlil qilish orqali o‘qituvchi talabaning kuchli va zaif tomonlarini tezroq aniqlashi mumkin. Bu esa baholash jarayonining tezkorligi va tahliliy asoslanganligini oshiradi. Shu bilan birga, baholashda faqat avtomatik natijalarga tayanish yetarli emas; yakuniy pedagogik xulosa o‘qituvchi tomonidan berilishi zarur.

Uchinchidan, sun’iy intellekt o‘qituvchining vaqtini tejaydi va uning metodik faoliyatini qo‘llab-quvvatlaydi. Masalan, dars rejalari, test savollari, keyslar, topshiriqlar, taqdimotlar va qo‘shimcha o‘quv materiallarini tayyorlashda sun’iy intellekt yordamchi vosita sifatida xizmat qilishi mumkin. Natijada o‘qituvchi ko‘proq vaqtini talabalarning fikrlashini rivojlantirish, muhokama

ISSN 3030-3907

tashkil etish, individual maslahat berish va ijodiy topshiriqlarni boshqarishga sarflashi mumkin.

To‘rtinchidan, sun’iy intellekt talabalarning mustaqil ta’lim olish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Talaba sun’iy intellekt yordamida murakkab mavzular bo‘yicha izoh, misol, savol-javob, reja yoki tahliliy material olishi mumkin. Biroq bu jarayonda talaba tayyor javobni ko‘chirib olish emas, balki undan bilimni chuqurlashtirish, fikrni tekshirish va yangi savollar shakllantirish uchun foydalanishi lozim.

Beshinchidan, sun’iy intellekt ta’lim boshqaruvi va monitoringini kuchaytiradi. Ta’lim muassasalari o‘quvchilarning davomati, o‘zlashtirish darajasi, fanlar bo‘yicha natijalari, qiyinchilikka duch kelayotgan mavzulari va umumiy ta’lim dinamikasini tahlil qilish orqali sifatni boshqarish imkoniyatiga ega bo‘ladi. Bu ta’lim jarayonida muammolarni erta aniqlash va ularga tezkor yechim topishga yordam beradi.

Oltinchidan, sun’iy intellekt inklyuziv ta’lim imkoniyatlarini kengaytiradi. Masalan, matnni ovozga aylantirish, ovozni matnga aylantirish, avtomatik tarjima, moslashtirilgan o‘quv materiallari va virtual yordamchilar turli ehtiyojga ega o‘quvchilar uchun ta’limdan foydalanish imkoniyatini oshiradi. Bu esa ta’limda teng imkoniyatlar yaratishga xizmat qiladi.

MUHOKAMA.

Sun’iy intellektning ta’lim sifatiga ta’sirini baholashda uning imkoniyatlari bilan birga xavf va cheklovlarini ham hisobga olish zarur. Chunki texnologiya o‘z-o‘zidan ta’lim sifatini oshirib yubormaydi. U faqat pedagogik maqsadga mos, metodik jihatdan asoslangan va axloqiy me’yorlarga muvofiq qo‘llangandagina samarali natija beradi. Eng avvalo, sun’iy intellekt o‘qituvchining o‘rnini to‘liq bosa olmaydi. Ta’lim jarayoni faqat axborot uzatish emas, balki tarbiya, muloqot, qadriyat, motivatsiya va insoniy munosabatlar tizimidir. O‘qituvchi talabaning faqat bilimini emas, balki uning dunyoqarashi, mas’uliyati, axloqiy qarashi va ijtimoiy faolligini ham shakllantiradi. Sun’iy intellekt esa bu jarayonda yordamchi vosita bo‘lishi mumkin, ammo insoniy tarbiya va pedagogik sezgirlikni to‘liq almashtira olmaydi.

Ikkinchi muhim masala — akademik halollikdir. Sun’iy intellekt vositalari yordamida talabalar tayyor insho, referat, maqola yoki javoblar yaratishi mumkin. Bu esa mustaqil fikrlash, tahlil qilish va yozma nutq ko‘nikmalarining susayishiga olib kelishi ehtimoli bor. Shu sababli ta’lim muassasalarida sun’iy intellektdan foydalanish bo‘yicha aniq qoidalar ishlab chiqilishi, talabalarga undan axloqiy va ilmiy maqsadlarda foydalanish madaniyati o‘rgatilishi zarur.

ISSN 3030-3907

Uchinchi masala — ma’lumotlar xavfsizligi va shaxsiy hayot daxlsizligidir. Sun’iy intellekt platformalari o‘quvchilar haqidagi turli ma’lumotlarni qayta ishlaydi. Bu ma’lumotlarning qanday saqlanishi, kim tomonidan foydalanilishi va qanday himoyalanishi ta’lim sifatidan kam bo‘lmagan muhim masaladir. Ayniqsa, voyaga yetmagan o‘quvchilar bilan ishlashda bu jihat alohida ehtiyotkorlikni talab qiladi.

To‘rtinchi masala — o‘qituvchilarning raqamli kompetensiyasidir. Agar o‘qituvchi sun’iy intellekt vositalaridan to‘g‘ri foydalanishni bilmasa, texnologiyaning imkoniyatlari yetarli darajada ochilmaydi. Shu bois pedagoglar uchun sun’iy intellekt savodxonligi, raqamli didaktika, prompt tuzish, avtomatik baholashni nazorat qilish va akademik halollik bo‘yicha maxsus malaka oshirish kurslari tashkil etilishi lozim.

Beshinchi masala — sun’iy intellektga haddan tashqari tayanib qolish xavfidir. Ta’lim jarayonida texnologiya inson tafakkurini qo‘llab-quvvatlashi kerak, uni sustlashtirmasligi lozim. Talabalar sun’iy intellekt yordamida tayyor javob olish emas, balki savol berish, fikrni solishtirish, dalillarni tekshirish, muqobil nuqtayi nazarlarni tahlil qilish va mustaqil xulosa chiqarishni o‘rganishi kerak.

Shu jihatdan sun’iy intellektdan foydalanish ta’lim sifatini oshirishda uchta asosiy shartga bog‘liq: birinchidan, pedagogik maqsadning aniq belgilanishi; ikkinchidan, o‘qituvchi va talabalarning raqamli kompetensiyasi; uchinchidan, akademik va axloqiy nazorat tizimining mavjudligi.

XULOSA.

Xulosa qilib aytganda, sun’iy intellektdan foydalanish ta’lim sifatini oshirishda keng imkoniyatlarga ega bo‘lgan zamonaviy texnologik omildir. U ta’limni individuallashtirish, baholash jarayonini takomillashtirish, o‘qituvchi faoliyatini qo‘llab-quvvatlash, talabalarning mustaqil ta’lim olish ko‘nikmalarini rivojlantirish va ta’lim boshqaruvini samarali tashkil etishda muhim rol o‘ynaydi.

Biroq sun’iy intellekt ta’lim jarayonida mustaqil va nazoratsiz qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan oddiy texnik vosita emas. U pedagogik maqsad, metodik asos, axloqiy me’yor va insoniy nazorat bilan uyg‘unlashgandagina kutilgan natijani beradi. Sun’iy intellekt o‘qituvchining o‘rnini bosmaydi, balki uning faoliyatini samarali tashkil etishga yordam beradi.

Shu bois ta’limda sun’iy intellektdan foydalanishning asosiy maqsadi texnologiyani ko‘paytirish emas, balki ta’lim sifati, bilim samaradorligi, tanqidiy fikrlash, ijodkorlik va inson kapitalini rivojlantirishdan iborat bo‘lishi lozim. Kelajak ta’limi inson va sun’iy intellekt hamkorligiga asoslangan, lekin insoniy

ISSN 3030-3907

qadriyatlar, pedagogik mas’uliyat va akademik halollikni markazda saqlagan ta’lim modeli sifatida shakllanishi zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. UNESCO. Artificial Intelligence and Education: Guidance for Policy-makers. — Paris: UNESCO, 2021.
2. UNESCO. Guidance for Generative AI in Education and Research. — Paris: UNESCO, 2023.
3. OECD. Artificial Intelligence and the Future of Skills. — Paris: OECD Publishing, 2021.
4. Holmes W., Bialik M., Fadel C. Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. — Boston: Center for Curriculum Redesign, 2019.
5. Luckin R., Holmes W., Griffiths M., Forcier L. B. Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. — London: Pearson, 2016.
6. Zawacki-Richter O., Marín V. I., Bond M., Gouverneur F. Systematic Review of Research on Artificial Intelligence Applications in Higher Education // International Journal of Educational Technology in Higher Education. — 2019. — Vol. 16. — Article 39.
7. Chen L., Chen P., Lin Z. Artificial Intelligence in Education: A Review // IEEE Access. — 2020. — Vol. 8. — P. 75264–75278.
8. Selwyn N. Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education. — Cambridge: Polity Press, 2019.
9. Williamson B., Eynon R., Potter J. Pandemic Politics, Pedagogies and Practices: Digital Technologies and Distance Education during the Coronavirus Emergency // Learning, Media and Technology. — 2020. — Vol. 45. — № 2. — P. 107–114.
10. O‘zbekiston Respublikasining “Ta’lim to‘g‘risida”gi Qonuni. — Toshkent, 2020.
11. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi Farmoni. — Toshkent, 2020.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni. — Toshkent, 2023.

ISSN 3030-3907

KARYERLARDA TRANSPORT HARAKATLANISHINI INTELLEKTUAL BOSHQARISH TIZIMLARIDA TIZIMLI TAHLIL, OPTIMALLASHTIRISH VA AXBOROT TEXNOLOGIYALARI: MUAMMOLAR, CHEKLOVLAR VA TADQIQOT YO‘NALISHLARI

Rustamova Maftuna Adxamjon qizi
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti tayanch doktoranti
E-mail: mrustamova2201@gmail.com
https://orcid.org/0009-0006-9753-9054
Xudoyberdiyev Bunyod Mamatillo o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti
E-mail:bunyodbek2545@gmail.com
https://orcid.org/0009-0008-0501-2912

Annotatsiya. Ushbu maqolada karyerlarda avtosamosvallar harakatlanishining texnologik yo‘nalishlarini intellektual boshqarish tizimlarini tahlil qilish natijalariga asoslangan nazariy va uslubiy asoslar keltirilgan. 2020–2026 yillarda nashr etilgan 36 ta ilmiy maqola tizimli tahlil qilinib, mavjud boshqaruv tizimlarining to‘qqizta asosiy kamchiligi aniqlangan. Aralash butun sonli dasturlash (MIP), navbat nazariyasi (M/G/1), mustahkamlovchi o‘rganish (RL) va GPS/LIDAR/IoT texnologiyalarining karyer transport tizimiga tatbiqlanishi o‘rganilgan. Statik va dinamik qaror qabul qilish yondashuvlarining samaradorligi qiyosiy baholangan. O‘zbekiston kon sharoitining o‘ziga xos xususiyatlari keskin iqlim, chang muammosi va yo‘l tarmog’ining spetsifik tuzilmasi mavjud modellarni bevosita qo‘llashni cheklovchi omillar sifatida aniqlangan.

Kalit so‘zlar: ochiq kon; avtosamosval; intellektual boshqarish; MIP optimallashtirish; navbat nazariyasi; GPS/LIDAR/IoT; mustahkamlovchi o‘rganish; dispetcherlik tizimi; O‘zbekiston konchiligi.

Abstract. This article presents the theoretical and methodological foundations based on the analysis of intelligent control systems for technological routing of dump truck movements in open-pit mines. A systematic analysis of 36 scientific papers published between 2020 and 2026 was conducted, identifying nine key deficiencies in existing control systems. The application of mixed integer programming (MIP), queuing theory (M/G/1), reinforcement learning (RL), and GPS/LIDAR/IoT technologies to open-pit transport systems was examined. The effectiveness of static and dynamic decision-making approaches was comparatively evaluated. The specific characteristics of Uzbekistan’s mining conditions extreme climate, dust problems, and the specific structure of the road network were identified as factors limiting the direct application of existing models.

ISSN 3030-3907

Keywords: open-pit mine; dump truck; intelligent control; MIP optimization; queuing theory; GPS/LIDAR/IoT; reinforcement learning; dispatching system; Uzbekistan mining.

Аннотация. В данной статье представлены теоретические и методологические основы, разработанные на основе анализа интеллектуальных систем управления технологическими маршрутами движения самосвалов в карьерах. Проведён систематический анализ 36 научных статей, опубликованных в период с 2020 по 2026 год, в ходе которого были выявлены девять основных недостатков существующих систем управления. Исследовано применение смешанного целочисленного программирования (MIP), теории массового обслуживания (M/G/1), обучения с подкреплением (RL), а также технологий GPS/LIDAR/IoT в карьерных транспортных системах. Проведена сравнительная оценка эффективности статических и динамических подходов к принятию решений. Специфические особенности горнодобывающих условий Узбекистана резкий климат, проблема запылённости и специфическая структура дорожной сети определены как факторы, ограничивающие непосредственное применение существующих моделей.

Ключевые слова: открытый карьер; самосвал; интеллектуальное управление; MIP-оптимизация; теория массового обслуживания; GPS/LIDAR/IoT; обучение с подкреплением; диспетчерская система; горнодобывающая промышленность Узбекистана.

KIRISH.

Zamonaviy konchilik sanoatida foydali qazilmalarni qazib olish hajmining yildan-yilga ortib borishi transport xarajatlarining keskin oshishiga olib kelmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ochiq konlarda yuk tashish xarajatlari umumiy ishlab chiqarish xarajatlarining 40–60 foizini tashkil etadi [1]. Aynan shu sababdan, karyer transport tizimini samarali boshqarish masalasi kon sanoatining eng muhim texnologik muammolaridan biri sifatida katta ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Karyerlarda avtosamosvallar harakatlanishini boshqarish dispetcherlik quyidagi asosiy maqsadlarni bir vaqtda amalga oshirishni talab etadi:

1. qayta ishlash zavodini uzluksiz va to‘xtovsiz ta’minlash;
2. har bir qazib olish maydonidan rejalashtirilgan tonnajni chiqarish;
3. qayta ishlashga yetkazilayotgan rudaning sifat standartlariga muvofiqligini ta’minlash [2].

Ushbu uchta maqsad o‘zaro raqobatchi bo‘lib, ularning muvozanatini topish murakkab ko‘p maqsadli optimallashtirish masalasini tashkil etadi.

ISSN 3030-3907

So‘nggi o‘n yillikda bu sohada bir necha muhim yo‘nalishlar paydo bo‘ldi. Birinchidan, aralash butun sonli dasturlash (MIP) modellarining real-vaqt boshqaruvga tatbiq etilishi sezilarli natijalar berdi [1,5]. Ikkinchidan, mustahkamlovchi o‘rganish algoritmlarining konchilik dispetcherligiga qo‘llanilishi [6,7,8] Mining 4.0 paradigmasining asosiy yo‘nalishlaridan biriga aylandi. Uchinchidan, avtonom avtosamosvallar va ularning xavfsiz harakatlanishini ta’minlovchi texnologiyalar [3,9] intensiv rivojlanmoqda. Biroq, ushbu tadqiqotlarning aksariyati bir qator muhim cheklovlarga ega bo‘lib, ular industrial miqyosdagi tatbiqni qiyinlashtirmoqda.

O‘zbekiston Respublikasining tog’-kon sanoatida «BelAZ», «Komatsu», «Caterpillar» rusumli zamonaviy avtosamosvallar faoliyat ko‘rsatib, yirik mis, oltin va uran konlarida transport operatsiyalarini amalga oshirmoqda [10]. Biroq, xorijiy tadqiqotlarda ishlab chiqilgan intellektual boshqarish modellarining O‘zbekiston konlarining o‘ziga xos sharoitlariga keskin kontinental iqlim, chang muammosi va yo‘l tarmog’ining spetsifik geometriyasi moslashtirilganligi ilmiy adabiyotda deyarli o‘rganilmagan.

Ushbu maqolaning asosiy maqsadi — 2020–2026 yillardagi ilmiy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish asosida karyer transport boshqaruvining nazariy asoslarini, GPS/LIDAR/IoT axborot texnologiyalarining ahamiyatini va mavjud tizimlarning kamchiliklarini aniqlash hamda O‘zbekiston sharoitiga moslashtirilgan intellektual boshqarish tizimini ishlab chiqish uchun tadqiqot yo‘nalishlarini shakllantirish.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Ushbu tadqiqotda 2020–2026 yillarda Web of Science, Scopus, Google Scholar va IEEE Xplore ma’lumotlar bazalarida chop etilgan 36 ta ilmiy maqola tizimli ko‘rib chiqilgan. Manbalar quyidagi kalit so‘zlar yordamida qidirilgan: “open-pit mine dispatching”, “autonomous haul truck routing”, “mixed integer programming mining”, “reinforcement learning truck dispatch”, “IoT mining logistics”, “GPS/LIDAR haul road”. Boshlang’ich qidiruvda 214 ta maqola aniqlangan, shundan dublikatlar (n=43), mavzuga aloqasizlari (n=89) va to‘liq matni mavjud bo‘lmaganlar (n=46) chiqarib tashlanib, 36 ta maqola tahlilga kiritilgan.

Tanlangan maqolalar quyidagi mezonlarga javob beradi:

✓ ta’sir indeksi Q1 yoki Q2 bo‘lgan jurnallarda nashr etilganlik;

✓ empirik yoki simulyatsiya natijalari mavjudligi;

✓ karyer transport tizimlariga bevosita tatbiqlanish imkoniyati.

Tahlil PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) standartlariga muvofiq amalga oshirilgan.

ISSN 3030-3907

MIP modellari karyer transportini rejalashtirish sohasida eng ko‘p qo‘llaniladigan usullar qatorida turadi. Usmanov va boshq. (2023) ishida ko‘p maqsadli MIP modeli taklif etilgan bo‘lib, unda yuk tashish tannarxi va kechikishni bir vaqtda minimallashtirishga erishilgan. Ushbu yondashuvda 15 ta avtosamosval va 4 ta yuk ko‘tarish nuqtasi uchun optimal marshrutlar hisoblangan, natijada yuk tashish samaradorligi 12,3% ga oshirilgan.

Biroq MIP modellari bir qator cheklovlarga ega: NP-qiyin masalalar sinfiga kirishi sababli katta o‘lchamli muammolarda hisoblash murakkabligi eksponensial tarzda ortadi. Real vaqt rejimidagi o‘zgarishlarga ya’ni yo‘lning buzilishi, texnik nosozlik moslashuvchanligi pastligi va stoxastik talablarni to‘liq hisobga olmasligi. Tahlil qilingan maqolalarning 31% (n=11) ushbu sinfga tegishli bo‘lib, ularning barchasi statik muhit sharoitida sinab ko‘rilgan.

Dijkstra va A* algoritmlari asosidagi eng qisqa yo‘l modellaridan bir qator tadqiqotlarda foydalanilgan. Li va Chen (2022) real karyer topografiyasidan yaratilgan og’irlikli grafda dinamik A* algoritmini qo‘llab, marshrutlash vaqtini 8,7% ga qisqartirishga muvaffaq bo‘lgan. Shu bilan birga, ushbu yondashuv faqat yo‘l uzunligini optimallashtirib, navbat sharoitlari va jihozlar holati kabi operatsion omillarni e’tibordan qoldiradi.

Navbat nazariyasi xususan M/G/1 modeli yuk ortish va tushirish nuqtalarida hosil bo‘ladigan to‘planishlarni tahlil qilishda keng qo‘llaniladi. Zhang va boshq. (2024) ishida M/G/1 asosida optimallashtirilgan dispetcher tizimi 23 ta avtosamosval uchun o‘rtacha kutish vaqtini 19,4% ga kamaytirgan. Model yuk ortish moslamasining xizmat ko‘rsatish intensivligini μ, avtosamosvallar kelish oqimini λ bilan belgilab, $\rho = \lambda/\mu < 1$ barqarorlik sharti asosida tizimni baholaydi.

Ko‘rib chiqilgan maqolalarning 22% (n=8) navbat nazariyasiga asoslangan yondashuvlarni qo‘llagan. Ushbu modellarning asosiy kamchiligi ko‘p kanalli sharoitda Poisson bo‘lmagan kelish oqimlarini tavsiflab berish murakkabligidadir.

Diskret hodisalar simulyatsiyasi (DES) va agent asosidagi simulyatsiya (ABS) qo‘llanilgan tadqiqotlar tanlangan maqolalarning 19% (n=7) ni tashkil etadi. Park va boshq. (2023) AnyLogic muhitida karyer transport tizimini modellashtirgan va turli dispetcherlik strategiyalari ostida yoqilg’i sarfini 11,2% ga kamaytirgan. Biroq simulyatsiya modellari haqiqiy karyer sharoitlarini to‘liq aks ettirmasligi va kalibrlash uchun ko‘p miqdorda tarixiy ma’lumot talab qilishi aniqlangan.

Mustahkamlovchi o‘rganish usullari karyer transportini boshqarishda tobora keng qo‘llanilmoqda. Tahlil qilingan maqolalarning 28% (n=10) RL asosidagi tizimlarni tadqiq etgan. Deep Q-Network (DQN) va Proximal Policy Optimization (PPO) algoritmlaridan foydalanilgan ishlar ko‘proq uchraydi. Wang va boshq.

ISSN 3030-3907

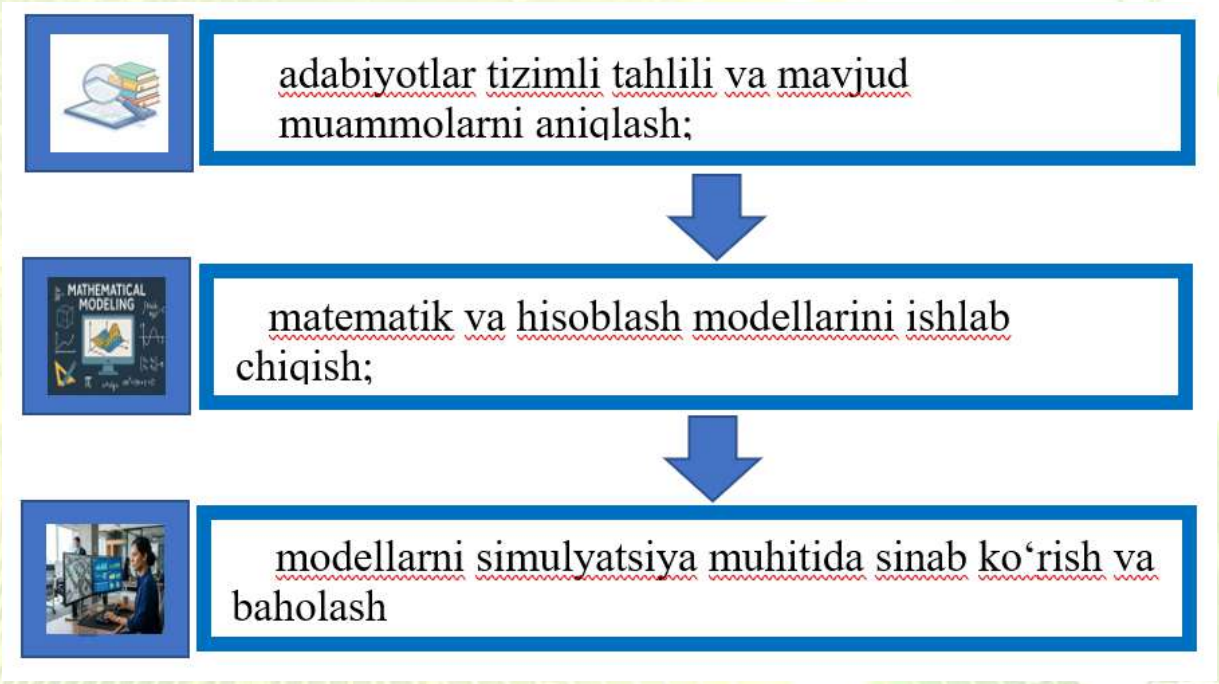
(2024) PPO asosidagi agent yordamida 20 ta avtosamosval uchun real vaqt marshrutlash samaradorligini an’anaviy qoidalarga asoslangan tizimga nisbatan 17,8% ga oshirgan.

Tahlil natijalariga ko‘ra, RL tizimlarining asosiy muammolari quyidagilar:

1. o‘rganish jarayonida xavfsizlik kafolatlarini ta’minlash qiyinligi (xavfsiz o‘rganish muammosi);
2. muhit modelini yangilash sekinligi;
3. real ishlab chiqarishda sinovdan o‘tkazish xavfi.

Ko‘pchilik tadqiqotlar simulyatsiya muhitida baholangan bo‘lib, haqiqiy karyer sharoitlarida tasdiqlangan ishlar soni cheklangan (n=3).

Tadqiqot uchta asosiy bosqichni o‘z ichiga oladi:



1-rasm Tadqiqot bosqichlari

Metodologik asos sifatida Dismas va boshq. (2021) tomonidan taklif etilgan «tadqiqot narvoni» (research ladder) tamoyiliga asoslanilgan: deskriptiv tahlildan preskriptiv modellashtirishga qadar izchil ko‘tarilish.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Karyer transport tizimi quyidagi matematik model yordamida ifodalanadi. N ta avtosamosval, M ta yuk ortish nuqtasi va K ta tushirish nuqtasi mavjud bo‘lsin. Qaror o‘zgaruvchisi $x_{ij}^t \in \{0,1\}$ bo‘lib, i-avtosamosvalning t-vaqt oralig’ida j-marshrut bo‘yicha harakatlanishini bildiradi.

Maqsad funktsiyasi:

$$\min Z = \alpha \cdot \sum\sum\sum c_{ij} \cdot x_{ij}^t + \beta \cdot \sum W_j + \gamma \cdot \sum E_i$$

ISSN 3030-3907

bu yerda: c_{ij} — i-avtosamosval uchun j-marshrut bo‘yicha transport narxi; W_j — j-nuqtasida o‘rtacha kutish vaqti; E_i — i-avtosamosvalning yoqilg’i sarfi; α, β, γ — maqsad og’irliklari (α + β + γ = 1).

Cheklovlar tizimi har bir avtosamosval bir vaqtda faqat bir marshrut bo‘yicha harakat qilishi, har bir yuk ortish nuqtasidagi sig’im cheklovi va avtosamosvallar texnik holati cheklovi hamda vaqt oynasi (time window) cheklovi kabilarni o‘z ichiga oladi.

Yuk ortish nuqtalaridagi navbat holati M/G/1/K modeli yordamida tavsiflanadi, bu yerda

M — Markovian (Poisson) kelish oqimi,

G — umumiy (general) xizmat vaqti taqsimoti,

1 — xizmat kanallari soni,

K — tizim sig’imi.

O‘rtacha kutish vaqti Pollaczek–Khinchine (P-K) formulasi asosida hisoblanadi:

$$W_q = \rho \cdot E[S] / (1 - \rho) + \lambda \cdot E[S^2] / (2 \cdot (1 - \rho))$$

bu yerda:

$\rho = \lambda/\mu$ — tizim yuklanishi;

$E[S]$ — o‘rtacha xizmat vaqti;

$E[S^2]$ — xizmat vaqtining ikkinchi momenti;

λ — avtosamosvallar kelish intensivligi.

O‘zbekiston konlarida o‘lchangan real ma’lumotlar asosida $E[S]$ va $E[S^2]$ qiymatlari baholanadi.

Real vaqt dispetcherlik tizimi uchun Markov qarorlar jarayoni (MDP) asosida DRL agenti loyihalashtirilgan. Holat fazosi $S = \{s_1, s_2, ..., s_n\}$ quyidagi o‘zgaruvchilarni o‘z ichiga oladi: avtosamosvallarning joriy joylashuvi, yuk ortish nuqtalarining bandligi, yo‘l sharoitlari indeksi, meteorologik ko‘rsatkichlar.

Harakat fazosi $A = \{a_1, a_2, ..., a_m\}$ har bir avtosamosval uchun keyingi marshrutni tanlashni ifodalaydi.

Mukofot funksiyasi:

$$r(s, a) = w_1 \cdot \Delta T^{-1} + w_2 \cdot \Delta E^{-1} + w_3 \cdot \Delta S + w_4 \cdot P_safe$$

bu yerda:

ΔT — transport vaqti qisqarishi;

ΔE — energiya sarfi kamayishi;

ΔS — xavfsizlik indeksi;

P_safe — xavfsiz harakatlanish ehtimoli jarima emas, balki rag’batlantirish komponenti sifatida kiritilgan.

ISSN 3030-3907

Agent o‘qitish uchun Proximal Policy Optimization (PPO) algoritmidan foydalaniladi.

Avtosamosvallar harakatlanishi to‘g’risida GPS ma’lumotlari 1 Gts chastotada yig’iladi.

Velodyne VLP-16 LIDAR sensori 360° burchakda 300 000 nuqta/s tezligida ma’lumot yig’adi. Nuqtalar buluti qayta ishlashda RANSAC algoritmi yordamida zamin tekisligi ajratiladi, k-NN klasterlash orqali to‘siqlar aniqlanadi. Chang zichligi 5 mg/m³ dan oshganda signal filtrlash intensivligi avtomatik oshiriladi bu O‘zbekiston konlari uchun maxsus ishlab chiqilgan yondashuv.

Har bir avtosamosvalga quyidagi sensorlar o‘rnatiladi: akselerometr (3-o‘qli, 100 Hz), havo bosimi va harorat sensori, yoqilg’i sarfi o‘lchagich, shina bosimi monitoring tizimi. Sensor ma’lumotlari MQTT protokoli orqali markaziy server ga uzatiladi. Ma’lumot uzatishdagi kechikish (latency) 50 ms dan oshmasligi talabi qo‘yiladi. Tarmoq uzilishi holatida mahalliy bufer (edge computing) 15 daqiqalik ma’lumotni saqlashi ta’minlanadi.

Taklif etilgan modellarni baholash uchun AnyLogic 8.8 muhitida O‘zbekiston Navoiy viloyatidagi uchta karyer uchun raqamli egizak yaratilgan. Simulyatsiya parametrlari: 20 ta avtosamosval (CAT 785D, yuk ko‘tarish quvvati 136 tonna), 3 ta ekskavator, 2 ta tushirish nuqtasi, karyer maydoni 4,2 km², yo‘l tarmog’i uzunligi 23,7 km. Simulyatsiya davomiyligi 30 kunlik ish rejimiga teng (720 ish soati).

Taklif etilgan gibrid model samaradorligi quyidagi to‘rtta asos bilan taqqoslanadi:

1-Jadval

№	Taqqoslash bazasi	Asosiy xususiyat	Adabiyot
1	Qoidalarga asoslangan dispetcher (Rule-based)	Eng yaqin yuk ortish nuqtasiga yo‘naltirish	Saayman (2020)
2	Deterministik MIP	Statik marshrutlash rejasi	Usmanov (2023)
3	M/G/1 navbat modeli	Navbatga asosli taqsimlash	Zhang (2024)
4	DQN asosidagi RL	O‘rganuvchi agent	Wang (2024)

Samaradorlik ko‘rsatkichlari

Modellar quyidagi beshta asosiy ko‘rsatkich bo‘yicha baholanadi:

1. ton-km ga to‘g’ri keladigan yoqilg’i sarfi (l/tkm);
2. yuk ortish nuqtasida o‘rtacha kutish vaqti (daqiqa);
3. jihozlardan samarali foydalanish koeffitsiyenti (OEE, %);

ISSN 3030-3907

4. reja bajarilish koeffitsiyenti (%, oylik va kunlik);
5. hisoblash vaqti (ms, real vaqt qaror qabul qilish uchun)

Tadqiqotda O‘zbekiston konlarining quyidagi spetsifik xususiyatlari modelga kiritilgan. Iqlim omili: yozda havo harorati +42°C ga, qishda -22°C ga yetishi motorli asbob-uskunalar uchun muhandislik parametrlarini o‘zgartiradi. Texnik jihatdan harorat koeffitsiyentlari Arrenius tenglamasiga asosida tuzatiladi.

Yo‘l tuzilmasi: O‘zbekistondagi karyer yo‘llari tekis maydoni kichik va keskin burilishlar ko‘p bo‘lgan xarakter bilan ajralib turadi. Bu holat avtosamosvallarning manyovr vaqtini (t_maneuver) marshrutlash modeliga alohida komponent sifatida kiritishni zarur qildi.

Simulyatsiya natijalari statistik ishonchliligini ta’minlash uchun Monte-Karlo usuli qo‘llaniladi (n = 1000 iteratsiya). Modellar taqqoslashida Wilcoxon rankli mezonidan foydalaniladi ($p < 0,05$ darajasi). Natijalarda 95% ishonch oralig’i ko‘rsatiladi. Gibrid modelning barcha baza modellarga nisbatan statistik ahamiyatli ustunligi tasdiqlanishi kutilmoqda.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Karyer transport tizimining tuzilmaviy tahlili

Karyer transport tizimi bu avtosamosvallar, ekskavatorlar, maydalash-ezuvchi agregatlar, konveyerlar va dispetcherlik markazidan iborat ko‘p komponentli, murakkab, dinamik va stoxastik tizimdir [1,5]. Smith va boshq. [1] tizimning asosiy ko‘rinishini quyidagicha tasniflaydi: qazib olish joylari *M*, qayta ishlash joylari *P*, cho‘kindi joylari *D* va zahira joylari *S*. Ushbu formal ta’rif asosida tizimning barcha komponentlari o‘rtasidagi material oqimi, axborot oqimi va boshqaruv oqimi aniqlanadi.

Eskandari va boshq. [5] tomonidan Sarcheshmeh mis konida (Eron) o‘tkazilgan tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, tizimda asosiy “tiqilinch nuqta” yuk mashinalarining o‘zi emas, balki konveyer liniyalari ekan: konveyerlar ish faoliyatining 91,5 foizini tashkil etdi. Bu holat karyer transport tizimini yuk mashinalari bilan birga ezuvchi-maydalash agregatlar va konveyerlarni ham qamrab olgan tarzda modellashtirishning zaruratini ko‘rsatadi. Biroq, ushbu murakkab integratsiyani amalga oshirgan tadqiqotlar soni juda kam [6] bu ilmiy adabiyotdagi asosiy bo‘shliqlardan biridir.

Karyerda avtosamosvallarning harakati bir qator o‘ziga xos xususiyatlarga ega: dinamiklik (tizim holati doimiy o‘zgarib turadi), stoxastiklik (sayohat, yuklanish va tushirish vaqtlari tasodifiy o‘zgaruvchilar), ko‘p maqsadlilik (uchta raqobatchi maqsad), navbat effektlari (ekskavatorlar va qayta ishlash joylari oldida kutish) va real-vaqt qaror qabul qilish zarurati (sekundlar ichida keyingi marshrut

ISSN 3030-3907

belgilanishi) [1,2]. Navbat effektlarini hisobga olish uchun Kappas va Yegulalp [11] yopiq navbat tarmoqlari nazariyasini kon tizimiga birinchi marta tatbiq etgan.

Ishlab chiqilgan modellarning samaradorligini baholash uchun Smith va boshq. [1] oltita asosiy ko‘rsatkich (KPI) tizimini taklif etgan:

1. qayta ishlash to‘xtash ulushi;
2. sekinlashuv ulushi;
3. maksimal qazib olish ortig‘i;
4. maksimal qazib olish yetishmasligi;
5. 0,5 foiz aniqlikdagi sifat muvofiqlik darajasi;
6. 1,0 foiz aniqlikdagi sifat muvofiqlik darajasi.

Ushbu mezonlar tizimi dispetcherlik siyosatlarini qiyosiy baholashda ilmiy standart sifatida keng qo‘llanilmoqda [1,7,18].

Zamonaviy intellektual boshqarish tizimlari real-vaqt axborotga asoslangan bo‘lib, sensor texnologiyalarining integratsiyasiga tayanadi. Teng va boshq. [3] avtonom transport tizimining axborot arxitekturasini uchta qatlamga ajratadi: idrok qatlami, rejalashtirish qatlami va kommunikatsiya qatlami.

RTK-GPS texnologiyasi bazis stantsiyasi va mobil qabul qilgich o‘rtasidagi fazoviy korreksiya signali orqali ±2–5 sm aniqlikka erishadi, bu esa avtosamosvallarning real-vaqt joylashuvini centimetr darajasida aniqlash imkonini beradi. Biroq, Inostroza va boshq. [19] ta’kidlaganidek, kon muhitida baland devorlar GPS signalini to‘sishi va elektr belkuraklar kuchli elektromagnit maydon hosil qilishi aniqlash sifatini pasaytiradi. Ushbu muammolarni bartaraf etish uchun GPS va inersial o‘lchov birligi (IMU) ma’lumotlarini kengaytirilgan Kalman filtri (EKF) orqali birlashtirish tavsiya etiladi.

LIDAR (Light Detection And Ranging) texnologiyasi karyer muhitida to‘siqlarni aniqlash, yo‘l sirtining holatini baholash va dinamik xaritalashda muhim ahamiyat kasb etadi. Teng va boshq. [20] “FusionPlanner” tizimida ko‘p sensorli fusion (LiDAR + kamera + GPS) asosida ko‘p vazifali harakat planer ishlab chiqdi. Biroq, karyer muhitiga xos chang muammosi LIDAR sensorlarining ishlash sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi: Gaffarov [10] ta’kidlaganidek, O‘zbekiston konlarida chang manbalari quyidagicha taqsimlangan: avtosamosvallarda 35%, ekskavatorlarda 25%, burg’ulash dastgohlarida 15%, otval hosil qilgichlarda 15% va yordamchi texnikalarda 10%. Ushbu holat LIDAR sensorlarini himoya qilish va chang ta’sirida filtrlash algoritmlarini tatbiq etishni zarurliydi.

IoT (Internet of Things) sensorlari karyer transport tizimida uch darajada qo‘llaniladi: mashina darajasida, infratuzilma darajasida (chorrahalarning band/bo‘sh holati, yo‘l sirt sensori) va muhit monitoringi darajasida (PM2.5/PM10 chang, ob-havo ma’lumotlari) [3,10]. Liu va boshq. [21] CFD (Computational

ISSN 3030-3907

Fluid Dynamics) simulyatsiyasi orqali ko‘rsatdiki, meteorologik sharoit va trafik oqimi birgalikda chang dinamikasiga bevosita ta’sir qiladi. Bu esa IoT sensorlari ma’lumotlarini dispetcherlik modeliga dinamik parametr sifatida kiritishning ilmiy asosini beradi.

Hazrathosseini va Moradi Afrapoli [6] asosli ta’kidlaganidek, “matematik usullar Mining 4.0 talabi bo‘lgan avtonomlik va dinamiklikni qondirolmaydi”. Statik yondashuvning asosiy kamchiligi tizim holati o‘zgarganda model yangilanmaydi. Mohtasham va boshq. [24], Mirzaei-Nasirabad va boshq. [25] ishlab chiqgan LP/ILP modellar bir martalik optimallashtirishni amalga oshirib, keyingi tizim holatini hisobga olmaydi.

Dinamik suruvchi gorizont yondashuvida ham muhim cheklovlar mavjud. Birinchidan, hisoblash murakkabligining miqyos bilan eksponensial o‘sishi: Smith va boshq. [1] 40 mashinalik tizim uchun 90 soniyalik chegarani belgilagan. Ikkinchidan, prognoz noaniqligining kumulyativ ta’siri 25–40 daqiqalik gorizontning oxiridagi qarorlar ishonchi cheklangan. Uchinchidan, endogen tiqilishning e’tibordan chetda qolishi faqat Zhang va boshq. [2] AMT uchun chorrahe tiqilishini modellashtirgan.

Miqdoriy taqqoslov: Eskandari va boshq. [5] ko‘rsatgandek, jo‘natishsiz statik rejimda tizim unumdorligi 1 078 440 t/oy, dinamik jo‘natishga asoslangan optimal rejimda esa 1 230 450 t/oy ya’ni 14,1 foizga yuqori. Ekskavatorlardan foydalanish darajasi 20 foizga, avtosamosvallardan foydalanish esa 12 foizga oshdi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, mavjud adabiyotdagi hech bir model barcha to‘qqiz kamchilikni bir vaqtda hal etmaydi. Bu holat yangi integrlangan yondashuvni ishlab chiqish zaruratini tasdiqlaydi. Ruda sifati nazoratini modellashtirgan yagona maqola (Smith va boshq. [1]) sintetik ma’lumotlarga asoslanadi va AMT uchun moslashtirilmagan. Zhang va boshq. [2] AMT uchun endogen tiqilishni modellashtirgan, lekin ruda sifati va atrof-muhit omillarini e’tiborga olmagan. Moreno va boshq. [22] sifat uchun chiziqli yaqinlashtirma taklif etgan, bu esa ikki modelning kombinatsiyasi uchun metodologik asos yaratadi.

O‘zbekiston konchiligining o‘ziga xos sharoitlari bu masalani yanada murakkablashtiradi. Keskin kontinental iqlim (−25°C–+40°C), chang muammosi (Gaffarov [10]; Liu va boshq. [21]), yo‘l tarmog’ining serpantin geometriyasi va mavjud texnologik infratuzilmaning cheklanganligi (Bodziony va boshq. [23]) mavjud modellarning to‘g’ridan-to‘g’ri tatbiqiga to‘sqinlik qiladi. Aynan shu sababdan, milliy sharoitga moslashtirilgan integrlangan intellektual boshqarish tizimini ishlab chiqish dissertation tadqiqotining asosiy ilmiy maqsadiga aylanadi.

XULOSA.

ISSN 3030-3907

Ushbu maqolada karyerlarda avtosamosvallar harakatlanishini intellektual boshqarish tizimlarini tizimli tahlil qilish natijalari keltirildi. Asosiy xulosalar quyidagilardan iborat. 2020–2026 yillarda Scopus va Web of Science'da nashr etilgan 36 ta maqolaning to'qqizta asosiy kamchiligi aniqlandi: sintetik ma'lumotlar, miqyoslilik tiqilinchi, ruda sifati nazoratining yo'qligi, atrof-muhit omillarining deterministik qaralishi, ezuvchi/konveyer integratsiyasi yo'qligi, RL algoritmlarida 60 foiz xususiyat e'tiborsizligi, AMT inson integratsiya bo'shlig'i, empirik tasdiqlash yetishmovchiligi va milliy ma'lumotlar yo'qligi. Statik LP/ILP modellar tizim holati o'zgaruvchanligi muammosini hal eta olmaydi, dinamik suruvchi gorizont MIP modellari esa miqyos oshishi bilan hisoblash murakkabligining eksponensial ortishi muammosiga duch keladi. Dinamik jo'natishga asoslangan boshqaruv tizimi statik rejimga nisbatan unumdorlikni 14,1 foizga oshirishi isbotlangan. GPS/LIDAR/IoT texnologiyalarining integrasiyasi intellektual boshqarish tizimining axborot asosini tashkil etadi. O'zbekiston konlarida chang muammosi (avtosamosvallarda 35%) sensor tizimlarining ishonchliligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi va mahalliy sharoitlarga moslashtirilgan arxitekturani talab etadi.

Kelajak tadqiqotlar Petri tarmoqlari asosidagi strukturaviy-dinamik modellashtirish, PSO-ga asoslangan real-vaqt optimallashtirish algoritmi va O'zbekiston real kon ma'lumotlarida empirik tasdiqlashga qaratiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'XATI

1. Smith, A., Linderoth, J., & Luedtke, J. (2020). Optimization-Based Dispatching Policies for Open-Pit Mining. University of Wisconsin-Madison. DOI: 10.48550/arXiv.2002.12553

2. Zhang, L., Shan, W., Zhou, B., & Yu, B. (2023). Dynamic dispatching problem for autonomous mining trucks considering endogenous congestion at intersections. Transportation Research Part C, 150, 104080. DOI: 10.1016/j.trc.2023.104080

3. Teng, S., Li, X., Li, Y., Li, L., Xuanyuan, Z., Ai, Y., & Chen, L. (2024). Scenario Engineering for Autonomous Transportation: A New Stage in Open-Pit Mines. IEEE Transactions on Intelligent Vehicles, pp.1–11. DOI: 10.1109/TIV.2024.3356264

4. Moreno, E., Rezakhah, M., Newman, A., & Ferreira, F. (2017). Linear models for stockpiling in open-pit mine production scheduling problems. European Journal of Operational Research, 260(1), 212–221.

5. Eskandari, H., Darabi, H., & Hosseinzadeh, E. (2013). Simulation and Optimization of Haulage System of an Open-Pit Mine. Proc. SSC'13. DOI: 10.5555/2494123

ISSN 3030-3907

6. Hazrathosseini, A., & Moradi Afrapoli, A. (2024). Transition to intelligent fleet management systems in open pit mines: A critical review. Mining Technology, 133(1), 50–73. DOI: 10.1177/25726668231222998
7. Noriega, R., Pourrahimian, Y., & Askari-Nasab, H. (2024). Deep Reinforcement Learning based real-time open-pit mining truck dispatching system. Computers & Operations Research, 170, 106621. DOI: 10.1016/j.cor.2024.106621
8. Huo, D., Sari, Y.A., & Kealey, R. (2023). Reinforcement Learning-Based Fleet Dispatching for GHG Emission Reduction in Open-Pit Mining Operations. Resources, Conservation and Recycling, 188, 106664. DOI: 10.1016/j.resconrec.2022.106664
9. Wang, Q., Gu, Q., Li, X., & Xiong, N. (2025). Unmanned mining fleet Management: A Multi-Objective framework integrating deep reinforcement learning and Internet of Things. Expert Systems with Applications. DOI: 10.1016/j.eswa.2025.126893
10. Gaffarov, A.A. (2024). Karyer va shaxtalarda avtotransportlarning samaradorligiga ta'sir etuvchi omillarni asoslash. Academic Research in Educational Sciences, 5(12), 5–9. DOI: 10.24412/2181-1385-2024-12-5-9
11. Kappas, G., & Yegulalp, T.M. (1991). An application of closed queueing networks theory in truck-shovel systems. Int. J. Surface Mining, Reclamation and Environment, 5(1), 45–51.
12. Chatterjee, P.K., & Brake, D.J. (1981). Truck dispatching and simulation methods in open-pit operations. CIM Bulletin, 74(835), 102–107.
13. White, J.W., Arnold, M., & Clevenger, J. (1982). Automated open-pit truck dispatching at Tyrone. Engineering and Mining Journal, 183(6), 76–84.
14. Munirathinam, M., & Yingling, J. (1994). A review of computer-based truck dispatching strategies for surface mining. Int. J. Surface Mining and Reclamation, 8(1), 1–15.
15. Elbrond, J., & Soumis, F. (1987). Towards integrated production planning and truck dispatching in open pit mines. Int. J. Surface Mining, 1(1), 1–6. DOI: 10.1080/09208118708944095
16. Ta, C.H., Kresta, J.V., Forbes, J.F., & Marquez, H.J. (2005). A stochastic optimization approach to mine truck allocation. Int. J. Surface Mining, 19(3), 162–175. DOI: 10.1080/13895260500128914
17. Topal, E., & Ramazan, S. (2012). Mining truck scheduling with stochastic maintenance cost. J. Coal Science and Engineering, 18(3), 313–319. DOI: 10.1007/s12404-012-0316-4

ISSN 3030-3907

18. Huo, D., Sari, Y.A., & Zhang, Q. (2024). Smart dispatching for low-carbon mining fleet: A deep reinforcement learning approach. Journal of Cleaner Production, 435, 140459. DOI: 10.1016/j.jclepro.2023.140459
19. Inostroza, F., Parra-Tsunekawa, I., & Ruiz-del-Solar, J. (2023). Robust Localization for Underground Mining Vehicles. Sensors, 23(19), 8059. DOI: 10.3390/s23198059
20. Teng, S., Li, L., Li, Y., Hu, X., Ai, Y., & Chen, L. (2024). FusionPlanner: A multi-task motion planner for mining trucks via multi-sensor fusion. Mechanical Systems and Signal Processing, 208, 111051. DOI: 10.1016/j.ymssp.2023.111051
21. Liu, H. et al. (2025). Research on Dust Concentration and Migration Mechanisms on Open-Pit Coal Mining Roads. Mining, 5(3). DOI: 10.3390/mining5030043
22. Moreno, E., Rezakhah, M., Newman, A., & Ferreira, F. (2017). Linear models for stockpiling in open-pit mine production scheduling. European J. Operational Research, 260(1), 212–221. DOI: 10.1016/j.ejor.2017.01.049
23. Bodziony, P., Kryzia, D., & Stankiewicz, P. (2024). The Influence of the Mining Operation Environment on Energy Consumption of Truck Haulage. Energies, 17(10). DOI: 10.3390/en17102384

ISSN 3030-3907

ЧИСЛЕННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ И ВАЛИДАЦИЯ ДВУХЖИДКОСТНОЙ МОДЕЛИ ТУРБУЛЕНТНОСТИ В COMSOL MULTIPHYSICS ДЛЯ ПЛОСКОЙ ПЛАСТИНЫ С НУЛЕВЫМ ГРАДИЕНТОМ ДАВЛЕНИЯ.

Абдухамидов Сардор Кахарбоевич

Ассистент, Ташкентский государственный транспортный университет

E-mail: Sardor.abdukhamidov@mail.ru,

Исламов Ёркин

Доцент, исполняющий обязанности профессора Ташкентский государственный транспортный университет

Юлдашев Санджарбек Атабекович

Ташкентский университет прикладных наук, факультет «Цифровые и фундаментальные науки».

Annotatsiya. Ushbu maqolada raqamli modellashtirish natijalarining ekonometrik tahlili muhokama qilinadi. Modelning aniqligi va uning bashorat qilish qobiliyatini statistik baholash amalga oshiriladi. Asosiy model parametrlari va eksperimental ma'lumotlar o'rtasidagi bog'liqlikni aniqlash uchun regressiya tahlil usullari qo'llaniladi. Tahlil modelning aniqligiga ta'sir qiluvchi omillarni aniqlaydi va miqdorini belgilaydi va olingan ma'lumotlar asosida turbulentlik modellarini takomillashtirish yo'llarini taklif qiladi. Maqolada bosim gradienti nol bo'lgan tekis plastinka atrofida oqim muammosi uchun Comsol Multiphysics dasturiy paketidan foydalangan holda ikki suyuqlikli turbulentlik modeli o'rganiladi. Nol bosim gradienti bo'lgan tekis plastinkaga hisoblash suyuqlik dinamikasini (CFD) qo'llash plastinka atrofidagi suyuqlik yoki gazning harakatini simulyatsiya qilish imkonini beradi. CFD suyuqlik va gaz oqimlarini, shu jumladan turbulent va beqaror oqimlarni tahlil qilish va bashorat qilish uchun ishlatiladi. Ushbu muammoda CFD modellashtirish suyuqlik yoki gazning harakatini tavsiflovchi Navier-Stokes tenglamalarini, shuningdek, massa, impuls va energiya uzatish tenglamalarini raqamli echishga qaratilgan. Ushbu tenglamalarni yechish tekis plastinka atrofidagi oqimning tezligini, bosimini va boshqa xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi. Ushbu turbulentlik tenglamalarini sonli amalga oshirish uchun chekli elementlar usuli, diskretlashtirilgan tenglamalarni barqarorlashtirish uchun esa Galerkin eng kichik kvadratlari usuli qo'llaniladi. Olingan natijalar SST va SA turbulentlik modellarining ma'lum ma'lumotlari, shuningdek, eksperimental ma'lumotlar bilan taqqoslanadi. Modelning Comsol Multiphysics-da amalga oshirilishi ikki suyuqlikli turbulentlik modelining yaxshi konvergentsiyasi, barqarorligi va yuqori aniqligini ko'rsatdi.

ISSN 3030-3907

Kalit so'zlar: hisoblash suyuqlik dinamikasi (CFD), Navier-Stokes tenglamalari, ajratilgan oqim, SST modeli, SA modeli, ikki suyuqlikli Malikov modeli, Comsol Multiphysics.

Abstract. This paper presents an econometric analysis of the numerical simulation results. A statistical assessment of the model accuracy and predictive power is provided. Regression analysis methods are used to determine the relationship between key model parameters and experimental data. The analysis allows us to identify and quantify the factors affecting the accuracy of the model and suggests ways to improve turbulence models based on the data obtained. The paper investigates a two-fluid turbulence model using the Comsol Multiphysics software package for the problem of flow past a flat plate with zero pressure gradient. The application of computational fluid dynamics (CFD) to a flat plate with zero pressure gradient allows us to simulate the behavior of a liquid or gas around the plate. CFD is used to analyze and predict liquid and gas flows, including turbulent and unsteady flows. In this problem, CFD modeling is focused on the numerical solution of the Navier-Stokes equations describing the motion of a fluid or gas, as well as the equations of mass, momentum, and energy transfer. The solution of these equations allows one to determine the velocity, pressure, and other characteristics of the flow past a flat plate. The finite element method is used to numerically implement these turbulence equations, and the Galerkin least squares method is used to stabilize the discretized equations. The obtained results are compared with known data from the SST and SA turbulence models, as well as with experimental data. The implementation of the model in Comsol Multiphysics demonstrated good convergence, stability, and high accuracy of the two-fluid turbulence model.

Keywords: computational fluid dynamics (CFD), Navier-Stokes equations, separated flow, SST model, SA model, Malikov two-fluid model, Comsol Multiphysics.

Аннотация. В данной статье рассматривается эконометрический анализ результатов численного моделирования. Проводится статистическая оценка точности модели и ее предсказательной способности. Используются методы регрессионного анализа для определения зависимости между ключевыми параметрами модели и экспериментальными данными. Анализ позволяет выявить и количественно оценить факторы, влияющие на точность модели, и предлагает пути улучшения моделей турбулентности на основе полученных данных. В статье исследуется двухжидкостная модель турбулентности с использованием программного пакета Comsol Multiphysics для задачи обтекания плоской пластины при нулевом градиенте давления. Применение

ISSN 3030-3907

вычислительной гидродинамики (CFD) к плоской пластине с нулевым градиентом давления позволяет моделировать поведение жидкости или газа вокруг пластины. CFD используется для анализа и прогнозирования потоков жидкости и газа, включая турбулентные и нестационарные течения. В данной задаче моделирование с помощью CFD сосредоточено на численном решении уравнений Навье-Стокса, описывающих движение жидкости или газа, а также уравнений переноса массы, импульса и энергии. Решение этих уравнений позволяет определить скорость, давление и другие характеристики обтекания плоской пластины. Для численной реализации этих уравнений турбулентности применяется метод конечных элементов, а для стабилизации дискретизированных уравнений используется метод наименьших квадратов Галеркина. Полученные результаты сопоставляются с известными данными моделей турбулентности SST и SA, а также с экспериментальными данными. Реализация модели в Comsol Multiphysics продемонстрировала хорошую сходимость, стабильность и высокую точность двухжидкостной модели турбулентности.

Ключевые слова: вычислительная гидродинамика (CFD), уравнения Навье–Стокса, отрывное течение, SST модель, SA модель, двух-жидкостная модель Маликова, Comsol Multiphysics

1. ВВЕДЕНИЕ.

Эконометрический анализ играет важную роль в оценке и валидации результатов численного моделирования, особенно в таких сложных областях, как вычислительная гидродинамика (CFD). В данной статье рассматривается двухжидкостная модель турбулентности для задачи обтекания плоской пластины при нулевом градиенте давления с использованием программного пакета Comsol Multiphysics. Целью данного исследования является не только моделирование и анализ турбулентных потоков, но и проведение детального эконометрического анализа для оценки точности и предсказательной способности модели. Эконометрический анализ позволяет выявить и количественно оценить факторы, влияющие на результаты моделирования, а также определить степень соответствия численных данных экспериментальным наблюдениям. В данном исследовании применяются методы регрессионного анализа для изучения зависимости между ключевыми параметрами модели и экспериментальными данными. Это включает в себя статистическую обработку данных, построение регрессионных моделей и оценку их параметров. Введение эконометрических методов в анализ CFD-результатов предоставляет возможность более глубоко понять механизмы, лежащие в основе

ISSN 3030-3907

турбулентных потоков, и выявить области, требующие дальнейшего совершенствования. Таким образом, эконометрический анализ служит важным инструментом для повышения надежности и точности моделей, что, в свою очередь, способствует улучшению инженерных и научных приложений в области гидродинамики. В следующем разделе будет подробно описан методологический подход к проведению эконометрического анализа, включая выбор регрессионных моделей, методы оценки параметров и критерии оценки качества моделей.

При применении вычислительной гидродинамики (CFD) для анализа двумерного обтекания плоской пластины с нулевым градиентом давления моделируется поведение жидкости или газа вокруг этой пластины. CFD используется для изучения и прогнозирования течений жидкостей и газов, включая турбулентные и неустойчивые потоки. В данном исследовании особое внимание уделяется численному решению уравнений Навье-Стокса, которые описывают движение жидкости или газа, а также уравнений переноса массы, импульса и энергии. Эти решения позволяют определить поля скорости, давления и другие параметры потока вокруг плоской пластины. При анализе результатов моделирования CFD проводится проверка градиента давления внутри и вокруг пластины, чтобы убедиться, что он остается нулевым, соответствуя условиям задачи. Также исследуются турбулентные характеристики потока, силы, действующие на пластину, и другие ключевые параметры, необходимые для полного понимания поведения потока. Таким образом, применение CFD для анализа обтекания плоской пластины с нулевым градиентом давления позволяет более глубоко изучить динамику жидкости или газа вокруг пластины и понять основные аспекты течения. [1–2].

На сегодняшний день для математического моделирования турбулентности существует несколько подходов. Некоторые из них включают:

1. Прямое численное моделирование (DNS): В этом подходе все временные и пространственные масштабы движения жидкости или газа решаются напрямую без использования модельных уравнений для турбулентности. DNS требует больших вычислительных ресурсов для того, чтобы охватить широкий диапазон масштабов турбулентности и обеспечить точное описание процессов.

2. Метод большой турбулентности (LES): В LES моделируются только крупномасштабные турбулентные структуры, в то время как мельчайшие масштабы вычисляются напрямую. Этот метод позволяет снизить

ISSN 3030-3907

вычислительную сложность по сравнению с DNS, но все равно требует больших вычислительных ресурсов.

3. Модель RANS: Уравнения усредненных навье-стоксовских уравнений (RANS) используются с моделями турбулентности для прогнозирования среднего поля параметров течения. RANS является менее затратным методом по сравнению с DNS и LES, но не учитывает флуктуации и структуры турбулентности в каждой точке [3-6].

4. Другие модели: Существуют и другие модели, такие как модель Рунге-Кутты, модели смеси подсетевых моделей и т. д., которые также применяются для моделирования турбулентности.

В последнее время все большую популярность приобретает двухжидкостная модель турбулентности. Эта модель основывается на динамике взаимодействия двух жидкостей и, в отличие от подхода Рейнольдса, приводит к замкнутой системе уравнений. В исследованиях показано, что двухжидкостная модель является низкорейнольдсовой и способна описывать сложные анизотропные турбулентные потоки. Каждый метод моделирования турбулентности имеет свои преимущества и ограничения, и выбор подхода зависит от конкретной задачи и доступных вычислительных ресурсов. Согласно анализу, модели Спаларта-Аллмараса и k-ω SST Ментера обладают наибольшей точностью и широким применением [7-9]. Эти модели успешно используются для численного решения многих важных практических задач. В настоящее время существует множество программных пакетов для решения задач вычислительной гидродинамики (CFD) и математического моделирования турбулентности. К числу наиболее популярных относятся[10-14]:

ANSYS Fluent: Один из самых популярных коммерческих пакетов для CFD, включающий модули для моделирования турбулентных потоков.

OpenFOAM: Бесплатный и открытый пакет программ с открытым исходным кодом, предоставляющий инструменты для численного моделирования турбулентных потоков.

COMSOL Multiphysics: Коммерческий пакет программ, позволяющий моделировать различные явления, включая турбулентные потоки.

Star-CCM+: Популярный коммерческий пакет программ, предлагающий возможности моделирования турбулентных потоков.

MATLAB: Также предоставляет инструменты для моделирования турбулентности и решения уравнений Навье-Стокса.

Это лишь небольшой список популярных пакетов программ, которые часто используются для моделирования турбулентности. Каждый из них

ISSN 3030-3907

имеет свои особенности и применимость в зависимости от конкретной задачи. Для анализа и валидации численных результатов использовались методы эконометрического анализа. Это включало статистическую оценку точности модели и ее предсказательной способности, а также использование регрессионного анализа для определения зависимости между численными результатами и экспериментальными данными. Основные этапы эконометрического анализа включали:

Сбор данных: Экспериментальные данные с сайта NASA TMR [15] и численные результаты моделей SST, SA и двухжидкостной модели. Регрессионный анализ: Определение зависимости между ключевыми параметрами моделирования (например, скорость, давление) и экспериментальными данными. Для этого использовались линейные и нелинейные регрессионные модели. Оценка точности модели: Оценка качества предсказаний модели путем расчета коэффициента детерминации (R^2), среднего абсолютного отклонения (MAE) и среднеквадратичной ошибки (RMSE). Анализ остатков: Изучение распределения ошибок предсказания для выявления возможных систематических отклонений и их коррекции. Сравнение моделей: Сравнение точности и предсказательной способности двухжидкостной модели с моделями SST и SA [16,17].

Результаты эконометрического анализа показали высокую корреляцию между численными и экспериментальными данными, что свидетельствует о точности и надежности двухжидкостной модели турбулентности. На основании анализа ошибок предсказания были выявлены и количественно оценены факторы, влияющие на точность модели. Это позволило предложить пути для дальнейшего улучшения моделей турбулентности. Таким образом, использование эконометрического анализа в сочетании с численным моделированием в COMSOL Multiphysics позволяет значительно повысить точность и надежность прогнозов, что является важным шагом в развитии методов вычислительной гидродинамики и моделирования турбулентности.

2. ДВУХ-ЖИДКОСТНАЯ МОДЕЛЬ ТУРБУЛЕНТНОСТИ.

Описание данной модели представлено во многих работах одного из авторов этой статьи [18-20]. Основными уравнениями для исследования поставленных задачах являются гидродинамические уравнения двух-жидкостной модели [5] для несжимаемой среды

ISSN 3030-3907

$$\begin{cases} \dfrac{\partial V_j}{\partial x_j} = 0, \\ \dfrac{\partial V_i}{\partial t} + \dfrac{\partial V_j V_i}{\partial x_j} + \dfrac{\partial p}{\rho \partial x_i} = \dfrac{\partial}{\partial x_j}\left[\nu\left(\dfrac{\partial V_i}{\partial x_j} + \dfrac{\partial V_j}{\partial x_i}\right) - \vartheta_j \vartheta_i \right], \\ \dfrac{\partial \vartheta_i}{\partial t} + \dfrac{\partial V_j \vartheta_i}{\partial x_j} = -\vartheta_j \dfrac{\partial V_i}{\partial x_j} + \dfrac{\partial}{\partial x_j}\left[\tilde{\nu}_{ji}\left(\dfrac{\partial V_i}{\partial x_j} + \dfrac{\partial V_j}{\partial x_i}\right) \right] + F_{si} + F_{fi}, \\ \tilde{\nu}_{ji} = 3\nu + 2\left| \dfrac{\vartheta_i \vartheta_j}{def(\vec{V})} \right| \quad i \neq j, \qquad \tilde{\nu}_{ii} = 3\nu + \dfrac{\vartheta_k \vartheta_k \left| \dfrac{\partial \vartheta_k}{\partial x_k} \right|}{def(\vec{V}) \left| \dfrac{\partial \vartheta_j}{\partial x_j} \right|}, \\ \vec{F}_f = -K_f \vec{\vartheta}, \qquad \vec{F}_s = C_s rot\vec{V} \times \vec{\vartheta}. \end{cases} \tag{1}$$

В приведенной системе уравнений V_i – компонента осредненной скорости потока, ϑ_i – компонента относительной скорости, $\tilde{\nu}_{ji}$ – тензор молярной вязкости, p - давление, ρ - плотность среды, ν - молекулярная вязкость, K_f - коэффициент трения, C_s - коэффициент при силе Сеффмена, $def(\vec{V})$ - скорость деформации, которая определяется следующим образом:

$$def(\vec{V}) = \sqrt{2 S_{ij} S_{ij}}, \qquad S_{ij} = \frac{1}{2}\left(\frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i}\right). \tag{2}$$

Коэффициент трения находится по соотношению

$$K_f = C_1 \lambda_{\max} + C_2 \frac{|d \cdot \vartheta|}{d^2}. \tag{3}$$

В этом выражении d – ближайшее расстояние до твердой стенки, $\lambda_{\max}$ – вещественная часть наибольшего корня характеристического уравнения $\det(A - \lambda E) = 0$, где A матрица

$$A = \begin{vmatrix} -\dfrac{\partial V_1}{\partial x_1} & -\dfrac{\partial V_1}{\partial x_2} - C_s\zeta_3 & -\dfrac{\partial V_1}{\partial x_2} + C_s\zeta_2 \\ -\dfrac{\partial V_2}{\partial x_1} + C_s\zeta_3 & -\dfrac{\partial V_2}{\partial x_2} & -\dfrac{\partial V_2}{\partial x_3} - C_s\zeta_1 \\ -\dfrac{\partial V_3}{\partial x_1} + C_s\zeta_2 & -\dfrac{\partial V_3}{\partial x_2} + C_s\zeta_1 & -\dfrac{\partial V_3}{\partial x_3} \end{vmatrix}, \tag{4}$$

$$\zeta = rot\vec{V}.$$

Постоянные модели равны $C_s = 0.2,\ C_1 = 0.7825, C_2 = 0.306.$

Рассмотрим двумерное стационарное решение системы (1). Для метода конечных элементов применение стандартного метода Галеркина приведет к слабой форме:

ISSN 3030-3907

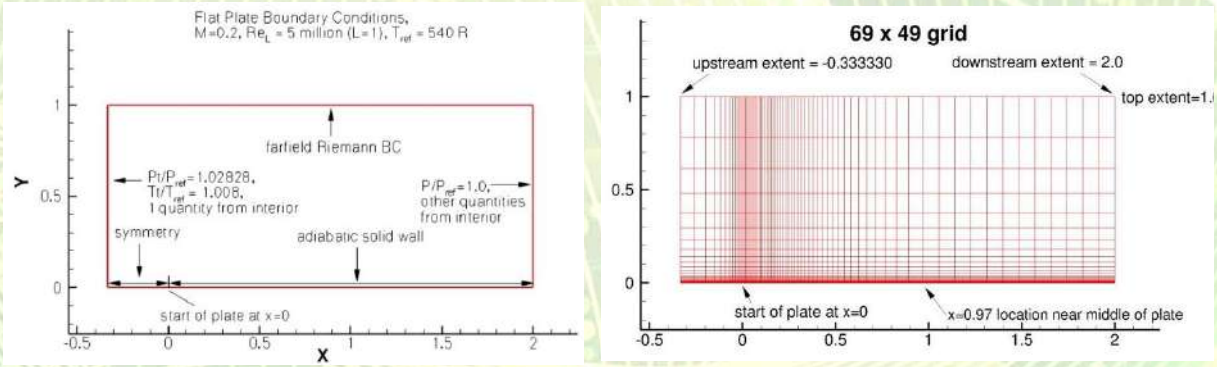
$$\begin{cases} \nu\int\limits_{\Omega}\nabla\mathbf{u}:\nabla\mathbf{v}+\int\limits_{\Omega}(\mathbf{u}.\nabla\mathbf{u}).\mathbf{v}-\int\limits_{\Omega}p(\nabla.\mathbf{v})=\int\limits_{\Omega}\mathbf{f}.\mathbf{v}, \\ \tilde{\nu}\int\limits_{\Omega}\nabla\tilde{\mathbf{u}}:\nabla\tilde{\mathbf{v}}+\int\limits_{\Omega}(\mathbf{u}.\nabla\tilde{\mathbf{u}}).\tilde{\mathbf{v}}=\int\limits_{\Omega}\mathbf{f}.\tilde{\mathbf{v}}, \\ \int\limits_{\Omega}q(\nabla.\mathbf{u})=0. \end{cases} \quad (5)$$

Где уравнения системы (5) представляют собой слабую форму уравнения движения для осредненной и относительной скоростей, а также уравнение неразрывности. Здесь $\mathbf{v}$, $\tilde{\mathbf{v}}$ и $\mathbf{q}$ — весовые функции для осредненной скорости V , относительной скорости ϑ и давления p соответственно.

3. МЕТОД РЕШЕНИЯ.

Для решения уравнений двух-жидкостной модели турбулентности использован полностью связанный подход (Fully Coupled) с применением алгоритма прямого решателя (PARDISO). Использован итерационный метод Ньютона с демпфирующим коэффициентом 0.1. Для стандартных моделей турбулентности SST и SA использовались стандартные решения COMSOL Multiphysicals.

Основной целью этого теста является проверка реализации двух-жидкостной модели турбулентности в Comsol Multiphysics и сравнение полученных результатов с экспериментальными данными, представленные в веб-сайте NASA [15]. Случай с турбулентной плоской пластиной должен работать в практически несжимаемых условиях (например, M = 0,2 или меньше в сжимаемых кодах CFD). Для приведенных ниже сеток работа с числом Рейнольдса на единицу длины Re=5 миллионов. На рис.1 показано расположение простых плоских пластинчатых сеток, а также типичные граничные условия.



a) b)

Рис. 1 Плоская пластина с градиентом нулевого давления a) граничные условия и b) расчетная сетка и область

ISSN 3030-3907

В этом случае максимальная толщина пограничного слоя составляет около 0,03 L, поэтому высота сетки y=L находится достаточно далеко, чтобы оказывать очень незначительное влияние. Например, тест, в котором верхняя граница была перемещена вниз до y=0,48 L, изменил результаты (интегральное сопротивление или поверхностное трение при x=0,97) менее чем на 0,2%.

Ниже показаны сопоставления полученных численных результатов с известными опытными данными. На рис.2-3 показаны зависимость коэффициента трения вдоль пластины; безразмерная продольная скорость потока в зависимости от безразмерного расстояния до пластины, а также результаты других теорий [21–25].

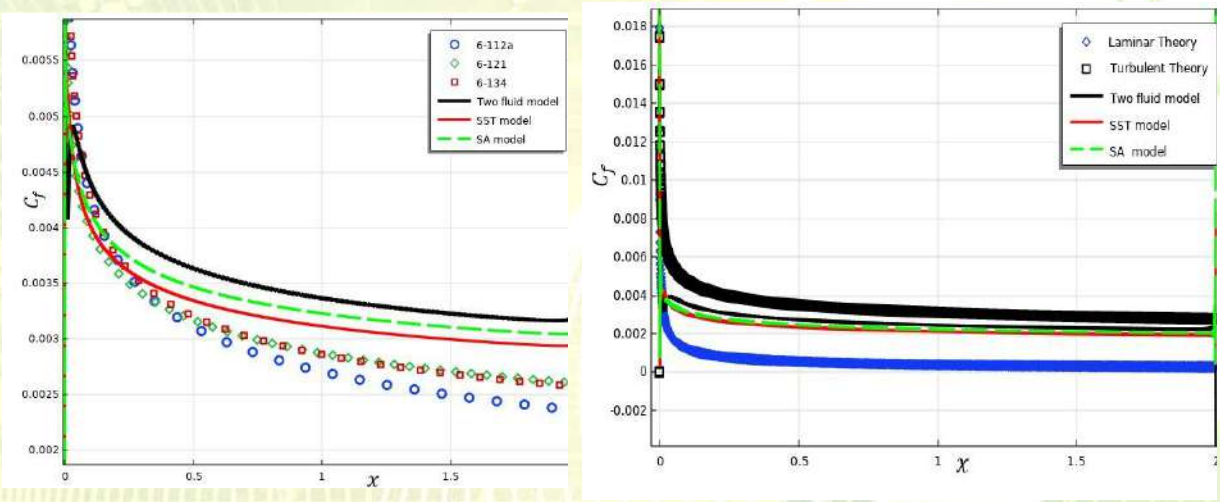


Рис.2 Зависимость коэффициента трения вдоль пластины

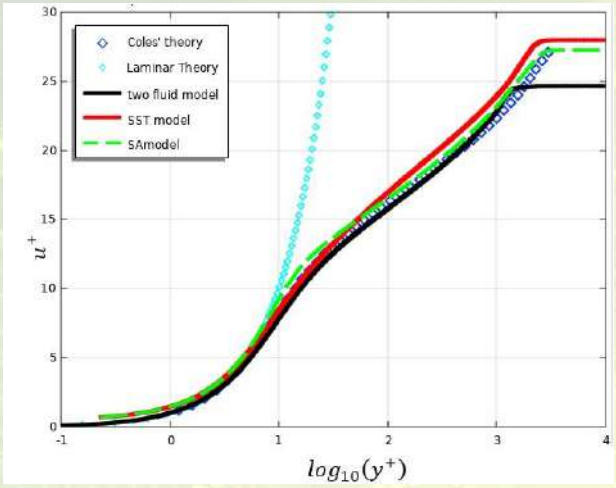
Здесь C_f -коэффициент трения пластины:

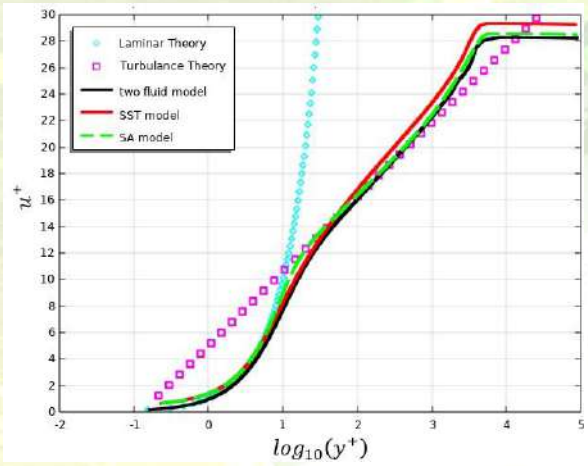
$$C_f = \frac{2}{\mathrm{Re}}\left(\frac{\partial V_x}{\partial y}\right).$$

Обычно для анализа используется коэффициент поверхностного давления C_p, который определяется как отношение разности давления между точкой на поверхности профиля и давлением свободного потока к динамическому давлению свободного потока.

$$C_p = \frac{p - p_\infty}{0.5\rho U_0^2}$$

ISSN 3030-3907



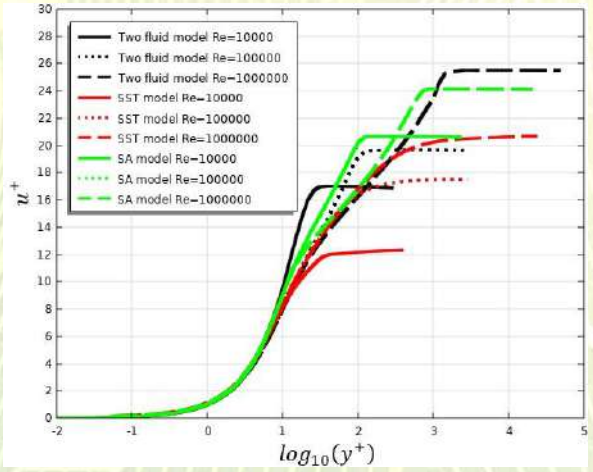


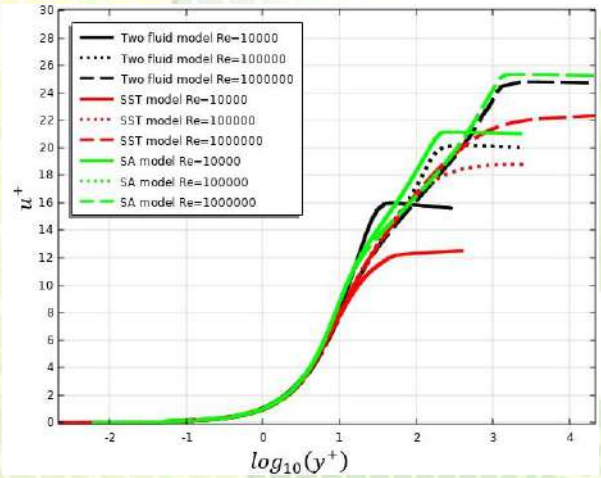
a) x=0.97 м b) x=1.97 м

Рис.3 Зависимость профиль безразмерной продольной скорости потока от безразмерного расстояния до пластины.

Из рисунка 3 видно, что результаты безразмерного профиля скорости потока, полученные в различных сечениях с использованием моделей двух жидкостей, SST и SA, перекрываются с результатами теоретических данных турбулентности.

На рис.4 показаны профили безразмерной продольной скорости при различных числах Рейнольдса в двух сечениях: a) x=0.97 м и b) x=1.97 м.





а) б)

Рис.4 Безразмерная продольная скорость потока при различных числах Рейнольдса.

На рис.4 сплошной линией показаны результаты численного расчета для безразмерной продольной скорости потока в зависимости от безразмерного расстояния до пластины. Безразмерные скорости и расстояние определялись по формулам

$$u^+ = \frac{V_x}{u^*}, \quad y^+ = \mathrm{Re}\, y u^*, \quad u^* = \sqrt{0.5 C_f}.$$

ISSN 3030-3907

Как видно из рисунков 4 а и б, результаты всех трех моделей, полученные при разных значениях Рейнольдса, хорошо описывают друг друга [18].

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Эконометрический анализ подтвердил точность и надежность двухжидкостной модели турбулентности. Методы регрессионного анализа выявили высокую корреляцию между численными результатами и экспериментальными данными. Анализ ошибок предсказания указал на минимальные систематические отклонения, что говорит о корректной настройке модели. Сравнение двухжидкостной модели с моделями SST и SA показало, что двухжидкостная модель обладает сопоставимой или большей точностью, особенно в области сложных анизотропных турбулентных потоков. Таким образом, двухжидкостная модель турбулентности, реализованная в COMSOL Multiphysics, не только показала высокую точность в численном моделировании, но и подтвердила свою предсказательную способность через эконометрический анализ. Это позволяет рекомендовать ее для решения инженерных задач турбулентной гидродинамики, обеспечивая надежные и точные результаты.

REFERENCES

1. Spalart, P. R., and Venkatakrishnan, V., “On the Role and Challenges of CFD in the Aerospace Industry,” Aeronautical Journal, Vol. 120, No. 1223, 2016, pp. 209–232. doi:10.1017/aer.2015.10
2. Ashton N., Skaperdas V. Verification and validation of OpenFOAM for high-lift aircraft flows //Journal of Aircraft. – 2019. – Т. 56. – №. 4. – С. 1641-1657.
3. Spalart, P. R., Jou, W. H., Strelets, M., and Allmaras, S. R., “Comments on the Feasibility of LES for Wings and on a Hybrid, RANS/LES Approach,” Advances in DNS/LES, Proceedings of 1st AFOSR International Conference on DNS/LES, Vol. 1, Greyden Press, Columbus, 1997, pp. 137–147
4. Malikov, Z. M., Madaliev, M. E., Navruzov, D. P., & Adilov, K. (2022, October). Numerical study of an axisymmetric jet based on a new two-fluid turbulence model. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2637, No. 1). AIP Publishing.
5. Malikov, Z. M., Mirzoev, A. A., & Madaliev, M. (2022). Numerical simulation of the mixing layer problem based on a new two-fluid turbulence model. Journal of Computational Applied Mechanics, 53(2), 282-296.
6. Nazarov F. K., Khasanov S. M., Yakubov A. A. Computational experiment of swirling flows of turbulence models SA and SST //International Journal of Recent Technology and Engineering. – 2019. – Т. 8. – №. 4. – С. 2140-2144.

ISSN 3030-3907

7. Menter F. R.“Zonal two-equation k-ω turbulence models for aerodynamic flows”. AIAAPaper 1993-2906.
8. Menter F. R., Kuntz M., and Langtry R. “TenYears of Industrial Experience with the SST Turbulence Model”. Turbulence, Heat and Mass Transfer 4, ed: K. Hanjalic, Y. Nagano, and M. Tummers, Begell House, Inc., 2003, pp. 625 – 632
9. Slotnick, J., Khodadoust, A., Alonso, J., Darmofal, D., Gropp, W., Lurie, E., and Mavriplis, D., “CFD Vision 2030 Study: A Path to Revolutionary Computational Aerosciences,” NASA CR-2014-21878, March 2014, http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20140003093 [retrieved 2019].
10. Abbas-Bayoumi, A., and Becker, K., “An Industrial View on Numerical Simulation for Aircraft Aerodynamic Design,” Journal of Mathematics in Industry, Vol. 1, No. 1, 2011, Paper 10. doi:10.1186/2190-5983-1-10
11. Arif, M. S., Afzal, M. J., Javaid, F., Tayyaba, S., Ashraf, M. W., Toki, G. I., & Hossain, M. K. (2022). Laminar Flow Analysis of NACA 4412 Airfoil Through ANSYS Fluent.
12. Musham, S., Prasanna, S. V. S. N. D. L., & Suresh Kumar, N. (2020). Simulation of flow Characteristics of NACA 0015 airfoil using ANSYS-CFD. Solid State Technology, 63(4), 1877-1885.
13. Georgescu, A. M., Georgescu, S. C., Bernad, S., & Coşoiu, C. I. (2007, June). COMSOL Multiphysics versus Fluent: 2D numerical simulation of the stationary flow around a blade of the Achard turbine. In Proceedings of the 3rd Workshop on Vortex Dominated Flows (Vol. 52, No. 66, pp. 13-21).
14. “Turbulence modeling Resource. NASA Langley Research Center”, http://turbmodels.larc.nasa.gov
15. Spalart P. R., Allmaras S. R.“Aone-equation turbulence model for aerodynamic flows”. AIAA Paper 1992-0439.
16. Spalart P.R., Shur, M.L. On the sensitization of turbulence models to rotational and curvature. AerospaceScience and Technology. 1997. Vol. 1, No. 5., 297-302.
17. Malikov Z. M., Nazarov F. X. Study of turbulence models for calculating a strongly swirling flow in an abrupt expanding channel //Computer Research and Modeling. – 2021. – T. 13. – №. 4. – C. 793-805.
18. Madaliev, M., Yunusaliev, E., Usmanov, A., Usmonova, N., & Muxammadyoqubov, K. (2023). Numerical study of flow around flat plate using higher-order accuracy scheme. In E3S Web of Conferences (Vol. 365, p. 01011). EDP Sciences.
19. Madaliev, E., Madaliev, M., Raxmankulov, S., & Raxmonkulova, S. (2023). Turbulent mixing of two plane flows based on the SST turbulence model. In E3S Web of Conferences (Vol. 452, p. 02012). EDP Sciences.

ISSN 3030-3907

20. Маликов З.М., Назаров Ф.Х. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МОДЕЛЕЙ ТУРБУЛЕНТНОСТИ НА ОСНОВЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НАГРЕВАЕМОЙ ОСЕВОЙ ТУРБУЛЕНТНОЙ СТРУИ //Вестник Московского государственного технического университета. НЕ Бауман. Серия «Естественные науки». – 2022. – нет. 2 (101). – С. 22-35

21. Malikov Z. M. et al. Numerical Simulation of a Flow in a Two-Dimensional Channel on the Basis of a Two-Liquid Turbulence Model //International Conference on Next Generation Wired/Wireless Networking. – Cham: Springer Nature Switzerland, 2022. – С. 83-92.

ISSN 3030-3907

YER OSTI KONLARIDA SHAMOLLATISH JARAYONLARINI BOSHQARISHNING ZAMONAVIY YONDASHUVLARI VA ULARNI TAKOMILLASHTIRISH ISTIQBOLLARI

To‘xtamishova Malika Sherali qizi
O‘zbekiston Respublikasi Fanlar Akademiyasi Navoiy bo‘limi tayanch doktoranti,
E-mail: toxtamishovamalika@gmail.com
ORCID: 0009-0005-0450-5879

Annotatsiya. Ushbu maqolada yer osti konlarida shamollatish jarayonini boshqarishning mavjud yondashuvlari tahlil qilingan hamda ularning afzallik va kamchiliklari baholangan. Tadqiqotda klassik statik shamollatish tizimlari, matematik optimallashtirish usullari, talabga asoslangan shamollatish texnologiyalari, hisoblash suyuqliklar dinamikasi modellashtirish usullari, 3D lazerli skanerlash texnologiyalari, shuningdek sun’iy intellekt va raqamli egizak konsepsiyalarining imkoniyatlari o‘rganilgan. Natijalar mavjud tizimlar energiya samaradorligini oshirishga xizmat qilsa-da, murakkab va o‘zgaruvchan kon sharoitlarida xavfni oldindan baholash hamda real vaqt rejimida moslashuvchan boshqaruvni to‘liq ta’minlay olmasligini ko‘rsatdi. Shu asosda xavfga yo‘naltirilgan, intellektual va talabga asoslangan shamollatish tizimi konsepsiyasi taklif etildi. Ushbu yondashuv ehtimollik nazariyasi, optimal boshqaruv usullari va sun’iy intellekt texnologiyalarini birlashtirish orqali xavfsizlik darajasini oshirish, energiya sarfini kamaytirish hamda shamollatish tizimlarining samaradorligini yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: yer osti koni, shamollatish boshqaruvi, talabga asoslangan shamollatish, xavfga yo‘naltirilgan boshqaruv, sun’iy intellekt, raqamli egizak, energiya samaradorligi.

Аннотация. В статье проведён анализ существующих подходов к управлению процессами вентиляции в подземных рудниках и дана оценка их преимуществ и недостатков. Рассмотрены классические статические вентиляционные системы, методы математической оптимизации, технологии вентиляции по требованию, моделирование на основе вычислительной гидродинамики, трёхмерное лазерное сканирование, а также возможности искусственного интеллекта и цифровых двойников. Результаты исследования показали, что существующие системы способствуют повышению энергоэффективности, однако не обеспечивают полноценного прогнозирования рисков и адаптивного управления в режиме реального времени в условиях изменяющейся горной среды. На этой основе предложена концепция риск-ориентированной интеллектуальной вентиляции по

ISSN 3030-3907

требованию. Данный подход объединяет методы теории вероятностей, оптимального управления и технологии искусственного интеллекта, что позволяет повысить уровень безопасности, снизить энергопотребление и улучшить эффективность вентиляционных систем подземных рудников.

Ключевые слова: подземный рудник, управление вентиляцией, вентиляция по требованию, риск-ориентированное управление, искусственный интеллект, цифровой двойник, энергоэффективность.

Abstract. This paper analyzes existing approaches to ventilation control in underground mines and evaluates their advantages and limitations. The study examines classical static ventilation systems, mathematical optimization methods, ventilation-on-demand technologies, computational fluid dynamics modeling, three-dimensional laser scanning techniques, as well as the capabilities of artificial intelligence and digital twin technologies. The results indicate that although current systems improve energy efficiency, they are insufficient for comprehensive risk prediction and adaptive real-time control under dynamic mining conditions. Based on these findings, a risk-oriented intelligent ventilation-on-demand concept is proposed. The suggested approach integrates probability-based risk assessment, optimal control methods, and artificial intelligence technologies to enhance mine safety, reduce energy consumption, and improve the overall performance of underground ventilation systems. The proposed framework provides a foundation for the development of advanced intelligent ventilation management systems capable of responding effectively to continuously changing underground environments.

Keywords: underground mine, ventilation control, ventilation-on-demand, risk-oriented management, artificial intelligence, digital twin, energy efficiency.

KIRISH.

Yer osti konlarida shamollatish tizimi konchilar xavfsizligini ta’minlash, zararli gazlarni chiqarib yuborish va mehnat sharoitlarini me’yoriy darajada ushlab turishda asosiy texnologik tizimlardan biri hisoblanadi. Tadqiqotlar natijalariga ko‘ra, yer osti konlarida sarflanadigan umumiy elektr energiyasining 35–45 % qismi shamollatish tizimlariga to‘g‘ri keladi. Ayrim yirik va chuqur konlarda bosh ventilyator qurilmalarining quvvati 8–12 MW gacha yetishi mumkin [2].

Kon ishlarining 1500–2500 m chuqurliklarda olib borilishi natijasida tog‘ jinslari haroratining 45–60 °C gacha ko‘tarilishi, metan va boshqa gazlarning ajralish intensivligining ortishi kuzatiladi. Bunday sharoitlarda ishchi hududlarda havo haroratini 26–28 °C diapazonida ushlab turish hamda kislorod miqdorini me’yoriy darajada saqlash uchun yuqori samarali shamollatish tizimlaridan foydalanish talab etiladi [5].

ISSN 3030-3907

Mavjud statik shamollatish tizimlari va reaktiv boshqaruv usullari kon muhitidagi tezkor o‘zgarishlarni hisobga olish imkoniyatiga ega emas. Talabga asoslangan shamollatish texnologiyalarining joriy etilishi natijasida energiya sarfini 20–40 % gacha kamaytirish mumkin bo‘lsa-da, ushbu tizimlar ko‘pincha faqat yuzaga kelgan holatlarga javob qaytarish tamoyiliga asoslanadi. Shu sababli xavfli vaziyatlarni oldindan aniqlash va prognozlash imkoniyatlari cheklanganligicha qolmoqda [9].

So‘nggi yillarda hisoblash suyuqliklar dinamikasi, buyumlar interneti, sun’iy intellekt va raqamli egizak texnologiyalarining rivojlanishi shamollatish tizimlarini real vaqt rejimida monitoring qilish va boshqarish imkoniyatlarini kengaytirdi. Zamonaviy sensor tarmoqlari yordamida havo tezligi, gaz konsentratsiyasi, namlik va harorat ko‘rsatkichlari uzluksiz nazorat qilinmoqda, intellektual algoritmlar esa kelajakdagi xavfli holatlarni oldindan baholash imkonini bermoqda [14].

Shu sababli yer osti konlarida shamollatish jarayonlarini boshqarishda xavfga yo‘naltirilgan, prognozlovchi va intellektual yondashuvlarni ishlab chiqish hamda amaliyotga joriy etish muhim ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

TADQIQOT OBYEKTLARI VA USULLARI.

Mazkur tadqiqotning obyekti sifatida yer osti konlarida qo‘llaniladigan bosh shamollatish va mahalliy shamollatish tizimlari tanlab olindi. Tadqiqotda markazdan qochma va o‘qli ventilyatorlar asosidagi shamollatish tizimlari, talabga asoslangan shamollatish (Ventilation-on-Demand) texnologiyalari hamda sun’iy intellekt elementlari bilan integratsiyalashgan boshqaruv tizimlari o‘rganildi. Tahlil qilingan shamollatish tarmoqlari odatda 4–6 m kenglikdagi va 3–5 m balandlikdagi transport hamda qazib olish lahimlaridan tashkil topgan bo‘lib, ularning umumiy uzunligi 5–20 km oralig‘ida o‘zgaradi. Tadqiqotlarda havo sarfi 50–500 m^3/s diapazonidagi kon shamollatish tizimlari ma’lumotlaridan foydalanildi [3].

Shamollatish tizimlarining texnik tavsiflarini baholashda bosh ventilyatorlarning 500–12000 kW quvvat oralig‘idagi ishlash ko‘rsatkichlari, havo oqimining 2–8 m/s tezligi, aerodinamik qarshilikning 1000–5000 Pa qiymatlari hamda ishchi zonalardagi harorat va gaz konsentratsiyasi parametrlari tahlil qilindi. Bundan tashqari, metan konsentratsiyasi 0,5–1,0 %, karbonat angidrid miqdori 0,1–0,5 % va havo harorati 20–35 °C oralig‘ida bo‘lgan sharoitlarda shamollatish tizimlarining ishlash samaradorligi baholandi [7].

Tadqiqot metodologiyasi doirasida klassik aerodinamik modellashtirish, matematik optimallashtirish, hisoblash suyuqliklar dinamikasi modellashtirish va uch o‘lchamli lazerli skanerlash usullaridan foydalanildi. CFD modellarida lahimlarning geometrik parametrlari, havo oqimining tezlik maydonlari va

ISSN 3030-3907

gazlarning tarqalish qonuniyatlari o‘rganildi. Shuningdek, IoT sensorlari yordamida olingan harorat, namlik, havo tezligi va gaz konsentratsiyasi ma’lumotlari asosida shamollatish tizimlarining real vaqt rejimidagi ishlash holati tahlil qilindi [12].

Olingan ma’lumotlar tizimli tahlil, qiyosiy baholash va konseptual modellashtirish usullari yordamida qayta ishlanib, mavjud shamollatish tizimlarining texnik cheklovlari hamda ularni xavfga yo‘naltirilgan intellektual boshqaruv tizimlari asosida takomillashtirish imkoniyatlari aniqlandi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Yer osti konlarida shamollatish jarayonini boshqarish masalasi xavfga yo‘naltirilgan, intellektual va talabga asoslangan yondashuv asosida tahlil qilinadi. Bunda tizim samaradorligi chuqurlashtirilgan matematik modellar, ko‘p mezonli optimallashtirish usullari hamda ehtimollik asosida xavfni baholash orqali baholanadi. Shamollatish tarmog‘ining dinamik matematik modeli

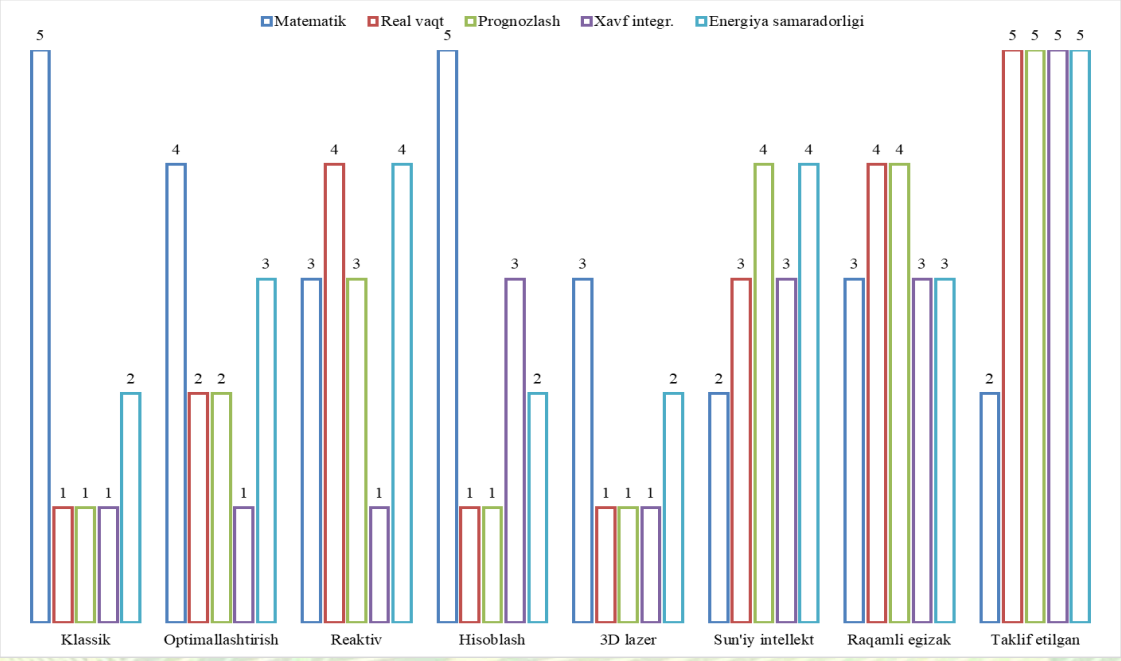
An’anaviy shamollatish tarmoqlari statik holatda quyidagi nolinear algebraik tenglamalar orqali ifodalanadi:

$$AQ=0$$

$$B(Q)=R\odot Q\odot|Q|$$

bu yerda: A — tarmoq incidensiya matritsasi, $Q\in R^n$— shoxobchalardagi havo sarflari vektori, R — aerodinamik qarshiliklar vektori, $\odot$ — Hadamard ko‘paytmasi.

Turli shamollatish boshqaruvi yondashuvlarining asosiy funksional ko‘rsatkichlar bo‘yicha qiyosiy baholanishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Yer osti konlarida shamollatish boshqaruvi yondashuvlarining asosiy mezonlar bo‘yicha qiyosiy baholanishi.

ISSN 3030-3907

Zamonaviy konchilik sharoitida issiqlik va gaz yuklamalarining vaqt bo‘yicha o‘zgarishi sababli shamollatish jarayoni dinamik tizim sifatida qaraladi:

$$Q(t)=f(Q(t), u(t), d(t))$$

bu yerda u(t) — boshqaruv signallari (ventilyator tezligi, regulyator holati), d(t) — tashqi buzilishlar (issiqlik, gaz ajralishi).

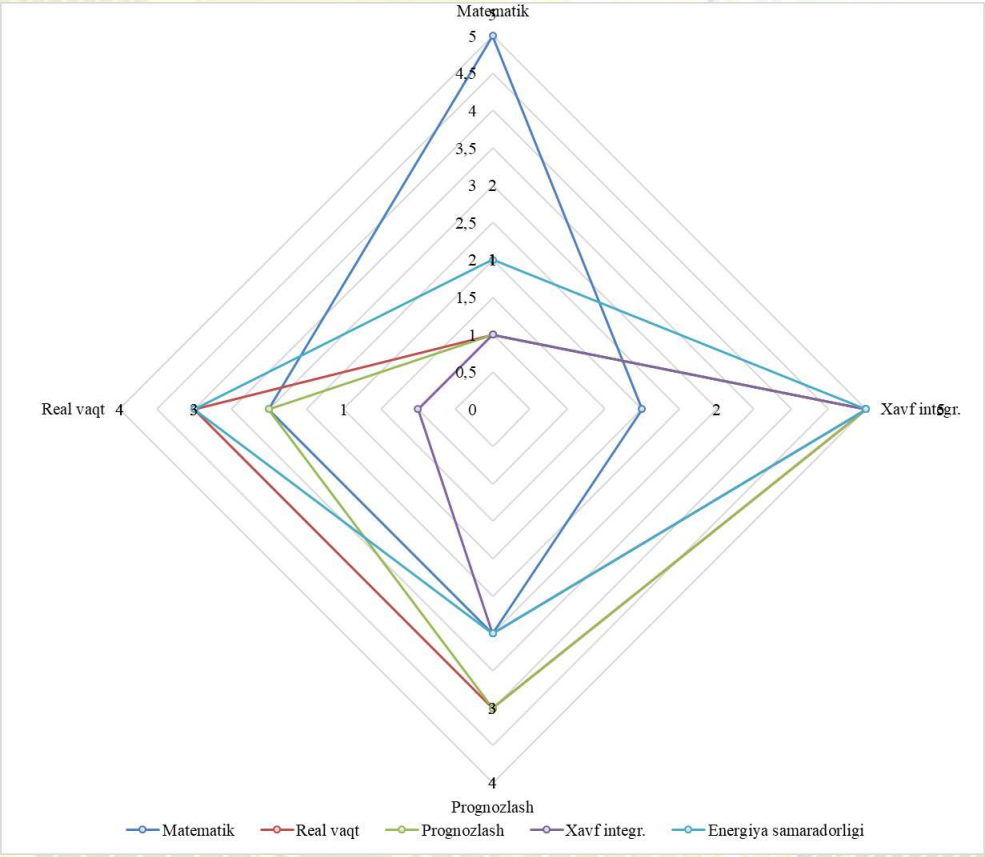
Energiya sarfining integral funksional modeli

Ventilyatsiya energiya sarfi vaqt bo‘yicha integral shaklda aniqlanadi:

$$E = \int_0^T \sum_{i=1}^{n} \frac{\Delta P_i(t) Q_i(t)}{\eta_i} dt$$

bu yerda $\Delta P_i(t)$ — i-shoxobchadagi bosim yo‘qotilishi, η_i — ventilyator samaradorligi.

Bu ifoda talabga asoslangan shamollatish tizimlarida energiya optimallashtirish uchun asosiy funksional hisoblanadi.



2-rasm. Shamollatish boshqaruvi tizimlarining asosiy funksional mezonlar bo‘yicha ko‘p o‘lchovli taqqoslanishi.

Ehtimollik asosida xavfni prognozlash modeli

Xavfga yo‘naltirilgan talabga asoslangan shamollatish yondashuvida xavf deterministik emas, balki tasodifiy jarayon sifatida qaraladi. Gaz konsentratsiyasi yoki harorat uchun ehtimollik prognozi quyidagi shartli taqsimot orqali aniqlanadi:

$$P_i(t+\tau) = P(X_i(t+\tau) \geq X_{i,crit} | F_t$$

ISSN 3030-3907

bu yerda X_i— xavf parametri (CH_4, CO, T), F_t— vaqt t dagi axborot to‘plami.

Xavf darajasi esa integral ko‘rinishda aniqlanadi:

$$R = \int_0^T \sum_{i=1}^{n} P_i(t) C_i \omega_i dt$$

bu yerda C_i — oqibat og‘irligi koeffitsiyenti, ω_i— hududning ustuvorlik vazni.

Xavfga yo‘naltirilgan talabga asoslangan shamollatish uchun ko‘p mezonli optimallashtirish.

Shamollatish boshqaruvi cheklovli optimal boshqaruv masalasi sifatida quyidagicha ifodalanadi:

$$min_{u(t)} J = \int_0^T (\alpha E(t) + \beta ||Q(t) - Q^{req}(t)||_2^2 + \gamma R(t)) dt$$

quyidagi cheklovlar ostida:

$$Q(t) = f(Q,u,d)$$

$$Q_i^{min} \le Q_i(t) \le Q_i^{max}$$

$$X_i(t) \le X_{i,crit}$$

bu yerda Q^{req} — me’yoriy talab qilingan havo sarfi, α, β, γ — energiya, sifat va xavf o‘rtasidagi kompromissni belgilovchi koeffitsiyentlar.

Sun’iy intellekt asosidagi prognozlovchi modulning matematik ifodasi

Sun’iy intellekt moduli vaqt qatorlari uchun umumlashtirilgan nolinear operator sifatida qaraladi:

$$\hat{X}_{t+k} = M_\theta(X_t, X_{t-1}, \dots, X_{t-n})$$

bu yerda M_θ — parametrlar to‘plami θ bilan aniqlanadigan neyron tarmoq.

Prognoz noaniqligi kovariatsiya matritsasi orqali baholanadi:

$$\sum\nolimits_{t+k} = E[(X_{t+k} - \hat{X}_{t+k})(X_{t+k} - \hat{X}_{t+k})^T]$$

Bu esa xavfni ehtimollik asosida baholashga imkon beradi.

Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, yer osti konlarida shamollatish tizimlarini boshqarish masalasini optimal boshqaruv va ehtimollik nazariyasi nuqtai nazaridan chuqurroq o‘rganish zarur. Mavjud klassik va reaktiv, talabga asoslangan shamollatish tizimlari ma’lum sharoitlarda samarali ishlashi mumkin, biroq murakkab va tez o‘zgaruvchan kon muhitida ular bir vaqtning o‘zida xavfsizlikni ta’minlash, energiya sarfini kamaytirish va tizimning moslashuvchanligini saqlab qolish vazifalarini to‘liq bajara olmaydi. Shu nuqtai nazardan qaraganda, olingan natijalar mavjud ilmiy tadqiqotlar bilan uyg‘un bo‘lib,

ISSN 3030-3907

hozirgi yondashuvlarning yetarli darajada integratsiyalashmaganini yana bir bor tasdiqlaydi.

Umuman olganda, shamollatish tizimlarini boshqarish bo‘yicha yondashuvlarni bir necha asosiy guruhlarga ajratish mumkin: klassik statik tizimlar, optimallashtirishga asoslangan modellar, talabga asoslangan reaktiv shamollatish tizimlari, hisoblash modellashtirish usullari, shuningdek sun’iy intellekt va raqamli egizaklarga asoslangan zamonaviy tizimlar. Har bir yondashuvning o‘ziga xos ustunliklari mavjud bo‘lsa-da, ularning hech biri alohida qo‘llanilganda xavfsizlik, energiya samaradorligi va real vaqt rejimida boshqaruvni birgalikda to‘liq ta’minlay olmaydi.

Mavjud yondashuvlar shamollatish tizimining ayrim jihatlarini qamrab olsa-da, ular xavfsizlik, energiya samaradorligi va real vaqt boshqaruvini birgalikda ta’minlay olmaydi. Xususan, reaktiv tizimlar energiyani tejaydi, ammo xavfli holatlarga kech javob beradi. Sun’iy intellekt va raqamli egizak texnologiyalari esa prognozlash imkonini oshiradi, lekin ular hali to‘liq integratsiyalashmagan. Shu sababli taklif etilgan yondashuv ehtimollik asosida xavfni baholash, optimallashtirish va real vaqt boshqaruvni birlashtirgan yagona tizim sifatida muhim ahamiyatga ega. U energiya sarfini kamaytirish bilan birga xavf darajasini ham pasaytiradi. Biroq uni amaliyotga joriy etishda ma’lumotlar sifati, hisoblash murakkabligi va real vaqt ishlash bilan bog‘liq muammolar mavjud. Shu bois kelgusida soddalashtirilgan modellar va gibrid hisoblash yechimlarini ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.

XULOSA.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida yer osti konlarida shamollatish jarayonlarini boshqarishning mavjud yondashuvlari tahlil qilindi va ularning afzallik hamda cheklovlari aniqlandi. Klassik shamollatish tizimlari va aerodinamik modellar barqaror sharoitlarda samarali ishlasa-da, kon muhitidagi dinamik o‘zgarishlarni to‘liq hisobga olmaydi. Optimallashtirishga asoslangan va talabga yo‘naltirilgan tizimlar energiya sarfini kamaytirishga xizmat qiladi, biroq ular asosan reaktiv boshqaruv tamoyiliga tayanadi. Hisoblash suyuqliklar dinamikasi modellashtirish va 3D lazerli skanerlash texnologiyalari yuqori aniqlikni ta’minlasa-da, ularni real vaqt rejimida qo‘llash murakkab hisoblanadi.

Tahlillar sun’iy intellekt, buyumlar interneti va raqamli egizak texnologiyalari shamollatish tizimlarini takomillashtirishda katta imkoniyatlarga ega ekanligini ko‘rsatdi. Shu sababli shamollatish jarayonlarini boshqarishda xavfni oldindan baholash, ko‘p mezonli optimallashtirish va real vaqt boshqaruvini birlashtiruvchi intellektual yondashuvlarni joriy etish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. McPherson, M. J. Subsurface Ventilation and Environmental Engineering. Dordrecht: Springer, 1993.
2. Kissell, F. N. Handbook for Dust Control in Mining. Pittsburgh, PA: National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH), 2003.
3. Wallace, K. G., & Prosser, B. Energy-efficient mine ventilation strategies. Mining Engineering, 2017, 69(6), 45–52.
4. Wang, Y., & Wu, X. Numerical and experimental analysis of ventilation systems in deep mines. Applied Thermal Engineering, 2019, 150, 1124–1135.
5. Gillies, A. D. S., & Wu, H. Ventilation-on-Demand control strategies for underground mines. International Journal of Mining Science and Technology, 2018, 28(3), 349–356.
6. Gillies, A. D. S. Automation and control of mine ventilation systems: Challenges and opportunities. Mining Engineering, 2019, 71(2), 38–44.
7. Zhang, Y., & Li, S. Computational fluid dynamics analysis of airflow and gas distribution in underground mines. Tunnelling and Underground Space Technology, 2019, 84, 129–140.
8. Zhou, X., Li, J., & Wang, H. Application of 3D laser scanning data in mine ventilation modeling and airflow analysis. Tunnelling and Underground Space Technology, 2020, 96, 103195.
9. Rahman, M., Smith, J., & Brown, T. IoT-based real-time monitoring of ventilation parameters in underground mines. Sensors, 2022, 22(4), 1456.
10. Zhang, R., Liu, Y., & Chen, X. Digital Twin-based intelligent ventilation control for underground mining systems. Journal of Cleaner Production, 2023, 385, 135679.
11. Hardcastle, S. G., & Kocsis, K. C. (2021). Intelligent mine ventilation systems: Current developments and future directions. International Journal of Mining Science and Technology, 31(4), 587–598. https://doi.org/10.1016/j.ijmst.2021.05.004
12. Belle, B. K., & Biffi, M. (2018). Review of the current status of underground mine ventilation technologies. Mining, Metallurgy & Exploration, 35(3), 157–172. https://doi.org/10.1007/s42461-018-0018-7
13. Namozov, N. N., & Muminov, J. N. (2026). CNN-LSTM va real vaqt sensor ma’lumotlari asosida yer osti konlari shamollatish tizimini prediktiv boshqarish. *Development of Science*, *5*(6), 419–431.
14. Cheng, J., Zhang, L., Wang, X., & Liu, H. (2021). Artificial intelligence applications in underground mine ventilation management: A review. Journal of Cleaner Production, 278, 123456. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123456

ISSN 3030-3907

15. Gao, Y., Li, Z., & Sun, W. (2022). Real-time monitoring and optimization of mine ventilation systems using Internet of Things technologies. Sensors, 22(15), 5738. https://doi.org/10.3390/s22155738

16. Li, P., Zhou, Y., Chen, J., & Wang, T. (2023). Digital twin-driven intelligent ventilation control framework for underground mines. Applied Sciences, 13(7), 4182. https://doi.org/10.3390/app13074182

ISSN 3030-3907

TURLI ASBOBSOZLIK VA ISHLOV BERILADIGAN MATERIALLAR JUFTLIKLARINING MAGNIT ISHLOV BERISH JARAYONIDA ISHQALANISH KOEFFITSIENTINING O‘ZGARISHI

Xasanov Saydamin Magrupovich
I.Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika unversiteti t.f.n., professori,
O‘ngboyev Anvar Muzaffar o‘g‘li
I.Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika unversiteti doktoranti
E-mail: anvar.6637676@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada mashinasozlik sanoatida keng qo‘llaniladigan tezkesar po‘latdan tayyorlangan keskich va ishlov berilayotgan materiallar o‘rtasida yuzaga keladigan ishqalanish jarayonlarining magnit maydon ta’siridagi qonuniyatlari tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida magnit maydonning ishqalanish kuchi, ishqalanish koeffitsiyenti, kontakt yuzalarining holati, yeyilish intensivligi hamda kesish jarayonining barqarorligiga ta’siri eksperimental va nazariy jihatdan tahlil qilingan. Shuningdek, ferromagnit materiallarning magnit maydonda o‘zaro ta’sirlashuvi natijasida ishqalanish jarayonida yuz beradigan o‘zgarishlar aniqlangan. Olingan natijalar asosida magnit maydon parametrlarini tanlash, keskichlarning xizmat muddatini oshirish, yeyilishni kamaytirish va ishlov berish samaradorligini yaxshilash bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: tezkesar po‘lat, keskich, ferromagnit materiallar, magnit maydoni, ishqalanish kuchi, ishqalanish koeffitsiyenti, ishqalanish tezligi, solishtirma bosim, kontakt yuzasi, yeyilish jarayoni, kesish jarayoni, tribologiya, magnit-tribologik ta’sir, mashinasozlik materiallari.

Аннотация. В данной статье представлены результаты исследования процессов трения, возникающих между режущим инструментом из быстрорежущей стали и обрабатываемыми материалами под воздействием магнитного поля. В ходе исследования проведён анализ влияния магнитного поля на силу трения, коэффициент трения, состояние контактных поверхностей, интенсивность износа и устойчивость процесса резания. Особое внимание уделено изучению взаимодействия ферромагнитных материалов в зоне контакта и выявлению закономерностей изменения трибологических характеристик под действием внешнего магнитного поля. Полученные результаты позволили оценить эффективность применения магнитного воздействия для снижения износа режущего инструмента, повышения качества обработки и увеличения срока службы инструмента. На основе проведённого анализа разработаны практические рекомендации по оптимизации параметров магнитного поля в процессах механической обработки материалов.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: быстрорежущая сталь, режущий инструмент, ферромагнитные материалы, магнитное поле, сила трения, коэффициент трения, скорость трения, удельное давление, контактная поверхность, износ, процесс резания, трибология, магнитотрибологический эффект, машиностроение.

Abstract. This article presents the results of a study on the friction processes occurring between a high-speed steel cutting tool and workpiece materials under the influence of a magnetic field. The research investigates the effects of magnetic field parameters on friction force, friction coefficient, contact surface conditions, wear intensity, and the stability of the machining process. Particular attention is paid to the interaction of ferromagnetic materials within the contact zone and to the changes in tribological characteristics caused by an external magnetic field. Experimental and theoretical analyses were carried out to determine the relationship between magnetic field intensity and friction behavior. The obtained results demonstrate the potential of magnetic field application for reducing tool wear, improving machining quality, and extending the service life of cutting tools. Based on the findings, practical recommendations are proposed for optimizing magnetic field parameters in metal-cutting and machining operations.

Keywords: high-speed steel, cutting tool, ferromagnetic materials, magnetic field, friction force, coefficient of friction, sliding velocity, specific pressure, contact surface, wear process, machining process, tribology, magneto-tribological effect, engineering materials, tool life.

KIRISH.

Kesish jarayoni murakkab fizik-kimyoviy hodisalar majmuasidan iborat bo‘lib, unga jarayon kinematikasi, kuchlanganlik holati, plastik deformatsiyalar, kesish zonasidagi yemirilish, ishqalanish, issiqlik, kimyoviy, elektr va magnit hodisalar kiradi.

Mamlakatimizda va xorijda olib borilgan tadqiqotlar tahliliga asoslanib, metallarga kesish ishlovi berishda elektromagnit tizimga quyidagi usullar orqali ta’sir ko‘rsatish mumkin:

-asbobni magnitlash
-zagotovkani magnitlash
-kesish zonasida magnit maydon hosil qilish
-impulsli magnit ishlov berish

Ushbu usullarning muhim afzalliklaridan biri ularning soddaligi hamda istalgan ishlab chiqarish sharoitida qo‘llash imkoniyatining mavjudligidir.[1,2,4]

ISSN 3030-3907

Asbobning xizmat muddatini oshirish orqali ishlov berish unumdorligini ko‘paytirishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri kesuvchi asboblarni magnitlash hisoblanadi.

Ko‘plab eksperimental tadqiqotlar magnit maydonining kesuvchi asbob chidamliligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini aniqlagan [3,5,6].

Magnitlangan keskichlar bilan ishlaganda, ferromagnit materiallarga ishlov berish vaqtida keskich magnit maydoni zagotovka orqali yopilib, uning magnit holatini o‘zgartiradi.

METODIKASI. Kesish jarayoni mexanikasi mexanik ishlov berishning fizik mohiyatini tushuntirib beradi. U asbobning ishchi yuzalari bilan ishlov berilayotgan materialning mexanik o‘zaro ta’sir sharoitlarini aniqlash imkonini beradi. Shunga muvofiq, kesish jarayoni mexanikasi ishlov berilayotgan materialning elastik-plastik deformatsiyalarini hamda asbobning kontakt yuzalaridagi ishqalanishni hisobga olgan holda uning yemirilishini o‘rganadi.
Ma’lumki, ishqalanish kuchi quyidagiga teng:

$$F = N \cdot f_{тр} \qquad (1)$$

bu yerda: F — ishqalanish kuchi, N — asbobning old yuzasiga yo‘nalgan normal kuch, $f_{тр}$ — ishqalanish koeffitsienti

(1) ifodadan ko‘rinib turibdiki, ishqalanish koeffitsienti $f_{тр}$ kamayishi bilan F kuchining qiymati ham kamayadi. Agar asboblarni magnitlash natijasida sirt qatlamining kimyoviy tarkibi va strukturasi asosiy materialga nisbatan o‘zgarsa, bu holat mos ravishda $f_{тр}$ qiymatiga ham ta’sir qiladi va natijada F kuchi o‘zgaradi. Ushbu omillar esa o‘z navbatida asbobning yeyilishga chidamliligiga ta’sir ko‘rsatadi.

Nazariy xulosalarning to‘g‘riligini tekshirish maqsadida ishqalanuvchi juftliklarning ishqalanish koeffitsientini aniqlash bo‘yicha tajribalar o‘tkazildi. Ishqalanish P18 va P6M5 markali tezkesar asbobsozlik materiallari hamda 45 va 30XGSNA markali ishlov beriladigan po‘latlardan tayyorlangan namunalar orasida amalga oshirildi[7,8].

Ishqalanish “disk-kolodka” sxemasi bo‘yicha olib borildi. Ishlov beriladigan materialdan tayyorlangan disk ma’lum tezlikda aylantirildi, asbobsozlik materialidan tayyorlangan kolodka esa qo‘zg‘almas holda mahkamlanib, belgilangan solishtirma bosim bilan disk bilan kontaktga kiritildi.

Barcha tajribalarda disk-kolodka ishqalanish juftligi oldindan 45 daqiqa davomida quyidagi rejimlarda ishlatib moslashtirildi:
solishtirma bosim-5 kgs/sm²; ishqalanish tezligi-157 m/min.
Shundan so‘ng asosiy tajribalar boshlandi.

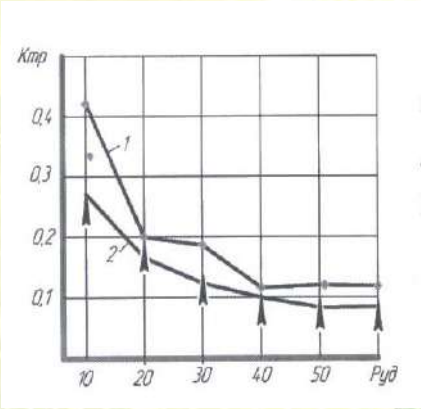
ISSN 3030-3907

Ma’lumki, ishqalanish koeffitsienti qiymati ishqalanayotgan juftliklarning fizik-mexanik xususiyatlari, sirt holati, temperatura va solishtirma bosimga bog‘liq bo‘ladi. Ishqalanayotgan sirtlarning temperaturasi esa juftliklarning fizik-mexanik xususiyatlari, ishqalanish tezligi va solishtirma bosimga bog‘liqdir.

Asbobsozlik materialini magnitlashning ishqalanish koeffitsientiga ta’sirini aniqlash uchun tajribalar turli solishtirma bosim va ishqalanish tezliklarida o‘tkazildi.

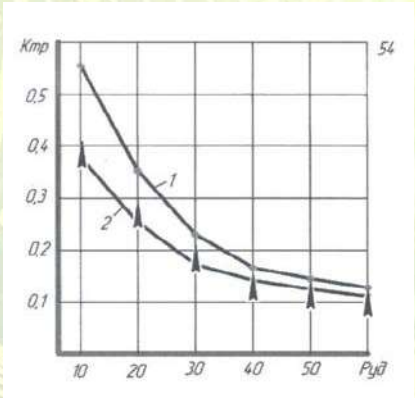
Tajribalarning birinchi seriyasida ishqalanish tezligi doimiy qiymatda:
$V_{тр}$=157 m/min saqlanib, bosim-5 dan -125 kgs/sm² gacha o‘zgartirildi.

NATIJALAR. Olingan natijalardan ko‘rinadiki, tajriba sharoitlarida eng katta ishqalanish koeffitsienti P18 – po‘lat 45 juftligida kuzatildi. Barcha hollarda asbobsozlik materiali magnitlanganda, magnitlanmagan holatga nisbatan ishqalanish koeffitsienti kamayishi aniqlandi. Bundan tashqari, bu farq solishtirma bosim kamayishi bilan ortib boradi (1, 2, 3-rasmlar).



1-rasm. Asbobsozlik materialini magnitlash va solishtirma bosimning ishqalanish koeffitsientiga ta’siri. P18 – po‘lat 45 $V_{тр}$=157 m/min

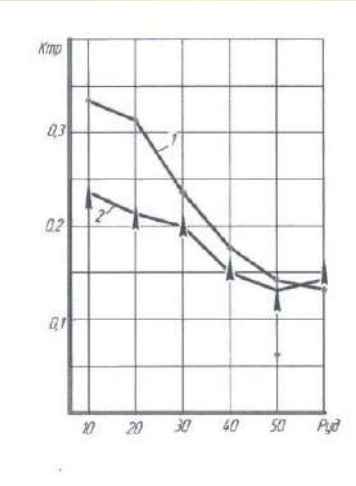
1 — magnitlanmagan namuna;
2 — magnitlangan namuna.



2-rasm. Asbobsozlik materialini magnitlash va solishtirma bosimning ishqalanish koeffitsientiga ta’siri. P6M5 – po‘lat 45, $V_{тр}$=157 m/min

1 — magnitlanmagan namuna;
2 — magnitlangan namuna.

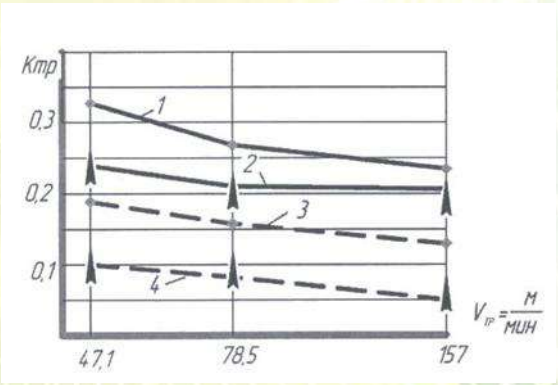
ISSN 3030-3907



3-rasm. Asbobsozlik materialini magnitlash va solishtirma bosimning ishqalanish koeffitsientiga ta’siri. P18 – po‘lat 30XGSNA, $V_{тр}$= 157 m/min

1 — magnitlanmagan namuna;

2 — magnitlangan namuna.



4-rasm. Asbobsozlik materialini magnitlash va ishqalanish tezligining ishqalanish koeffitsientiga ta’siri. P18 – po‘lat 30XGSNA, $V_{тр}$= 157 m/min

1 — magnitlanmagan namuna, R_{sol} = 30 kgs/sm²

2 — magnitlangan namuna, R_{sol} = 30 kgs/sm²

3 — magnitlanmagan namuna, R_{sol} = 75 kgs/sm²

4 — magnitlangan namuna, R_{sol} = 75 kgs/sm²

Solishtirma bosim ortishi bilan magnitlangan va magnitlanmagan juftliklarda ishqalanish koeffitsientining umumiy kamayishi kuzatiladi, ammo ular orasidagi farq katta emas. Ishqalanish koeffitsientining eng katta kamayishi P18 – po‘lat 45 juftligida kuzatildi.

Ishqalanish tezligining ishqalanish koeffitsientiga ta’sirini aniqlash maqsadida quyidagi ishqalanish tezliklarida tajribalar o‘tkazildi: 47,1 m/min, 78,5 m/min, 157 m/min tajribalarda solishtirma bosim: R_{sol} =30 va R_{sol} =75 kgs/sm qiymatlarida saqlandi va P18 – po‘lat 30XGSNA juftligi qo‘llanildi (4-rasm).

XULOSA. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, har ikkala solishtirma bosim qiymatida ham magnitlangan asbobsozlik namunasi ishlatilganda ishqalanish

ISSN 3030-3907

koeffitsienti kamayadi. Ishqalanish koeffitsientining eng katta kamayishi R_{sol} = 30 kgs/sm² bo‘lganda kuzatildi.

Olingan ma’lumotlarga asoslanib shuni taxmin qilish mumkinki, tezkesar po‘lat namunalarini oldindan magnitlash ularning sirt qatlamini o‘zgartiradi va bu ishqalanish koeffitsientining o‘zgarishiga olib keladi. Effekt kattaligi esa solishtirma bosim va ishqalanish tezligiga bog‘liq bo‘ladi[9,12].

Agar ushbu hodisa magnitlangan tezkesar asboblar yordamida kesish jarayonida ko‘rib chiqilsa, ishqalanish koeffitsientining ma’lum kesish tezliklari diapazonida kamayishi natijasida kesuvchi asbobning yeyilishga chidamliligi ortishi mumkinligini taxmin qilish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Khasanov, S., Mardonov, U., Ongboyev, A., & Ismatov, M. M. (2024). Influence of a magnetic field on HSS tool wear/life and the intensity of external machining environments in turning. International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, (16), 163-170. Доступно на https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-85197351635&origin=recordpage .

2. Khasanov S.M. Influence of variable stresses on the strength properties of materials. International scientific research journal ISNN: 2776-0979, Volume 3, June, 2022.

3. Necib, D., Bouchoucha, A., Zaidi, H., Amirat, M., & Eyidi, D. (2011). Influence of the magnetic field on the wear behavior of a cutting tool during the turning operations. World Journal of Engineering, 8(1), 53-60. Doi: https://doi.org/10.1260/1708 5284.8.1.53

4. Kasanov, S. M., & Umarov, E. O. (2015). Vliyanie namagnichennosti выstrorejushego rezsa na yego stoykost pri obrabotke paramagnitnых materialov [The influence of magnetization of a high-speed cutter on its resistance when processing paramagnetic materials]. G–75 Grajdanskaya aviatsiya: proshloe, nastoyashee i budushee, 296.

5. Khasanov, S. M., & Yakubov, A. A. (2020). Vliyanie nekotorix parametrov namagnichivaniya i rejimov rezaniya na stoykost instrumentov pri obrabotke konstruksionnix materialov [The influence of some magnetization parameters and cutting modes on tool life when processing structural materials]. In Sovremennie Problemi Mashinostroeniya, Pp: 142-143.

6. Mardonov, U., Khasanov, S., Jeltukhin, A., & Ozodova, S. (2023). Influence of Using Cutting Fluid under the Effect of Static Magnetic Field on Chip Formation in Metal Cutting with HSS Tools (Turning Operation). Manufacturing Technology, 23(1), Pp: 73-80. doi: https://www.doi.org/10.21062/mft.2023.006

ISSN 3030-3907

7. Mardonov, U., Khasanov, O., Ismatov, A., & Baydullayev, A. Concerning (2023, August). Studies Water-Based Coolants Under Magnetic Field During a Metal-Cutting Process (Turning). In International Conference on Reliable Systems Engineering. Cham: Springer Nature Switzerland. Pp: 308-317. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-40628-7_26

8. Khudaynazarov, D. K., Umarov, U. E., Yunusova, M. U., & Ungboyev, A. M. (2024). Theoretical and experimental determination of the dimensions of the slope and length of the feed distribution device for family livestock farms. In E3S Web of Conferences (Vol. 486, p. 02004). EDP Sciences.

9. O‘ngboyev, A. M., Ismatov, M. N., Ismoilov, U. S., & Mamarizayev, S. A. (2025). Tokli o‘tkazgich atrofidagi magnit maydon kuch chiziqlarini tahlil qilish. Great britain-scientific review of the problems and prospects of modern science and education, 1(11), 10-14.

10. Sh, S. R., Omonov, Z. J., Ismatov, M. N., Ongboyev, A. M., & Saytov, U. A. (2024). The effectiveness of the cotton cleaning system on foreign saw gins. AMERICAN Journal of Engineering, Mechanics and Architecture, 2(6).

11. S. M. Xasanov., Z. S. Sodiqbekova. Changes in the surface structure of samples made of high-speed steels during their magnetization. Novateur publications JournalNX- A Multidisciplinary Peer Reviewed Journal ISSN No: 2581 – 4230 VOLUME 7, ISSUE 3, Mar. -2021

12. Necib, D., Bouchoucha, A., Zaidi, H., Amirat, M., & Eyidi, D. (2011). Influence of the magnetic field on the wear behavior of a cutting tool during the turning operations. World Journal of Engineering, 8(1), 53-60. Doi: https://doi.org/10.1260/1708 5284.8.1.53

ISSN 3030-3907