ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 8

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 8

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	Оценка гидрогеологических условий на площадях и месторождениях кандымского поднятия *Каримов М.И.* *Мирзаева З.М.*	9
2	O‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarining diagnostik ahamiyati *Jalilov Asliddin Xolmatovich*	13
3	O‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda qonning umumiy tahlili va eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarining o‘zgarish yo‘llari. *Jalilov Asliddin Xolmatovich*	19
4	Bolalarda atopik dermatit va allergik teri kasalliklarining etiopatogenezi va davolash usullari *Jalilov Asliddin Xolmatovich*	26
5	Yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda neonatal jaundice ning sabablari va xavfli omillari *Achilova Feruza Axtamovna*	33
6	Chaqaloqlarda hayotning ilk kunlarida kuzatiladigan pigment almashinuvi buzilishi va uni davolash *Achilova Feruza Axtamovna*	40
7	Raxit kasalligi d vitamini yetishmovchiligi va suyak tizimi o‘zgarishlari *Achilova Feruza Axtamovna*	47
8	Ishlab chiqarish va iste’moldan keyingi polipropilenning strukturaviy xossalarini taqqoslash *Sapashov Ikramjan Yaumitbayevich* *Nurpeysov Miras Utebayevich* *Jumabaeva Guldana Asan qizi* *Ashrepov Alixan Abdujalal o‘g‘li*	53
9	Study of dynamic sorption and desorption of cobalt (ii) ions by synthetic ionites *Shonazarova Shakhnoza Isakulovna* *Karimov Makhmud Muratovich*	59
10	Comprehensive processing of copper from copper concentration plant tailings using roasting *Mirzajanova S.B.* *Matkarimov S.T.* *Rakhimov Kh.Sh.* *Saydirakhimova M.I.*	69
11	Aminosirka kislota asosida tayyorlangan ikkilamchi bufer eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari *O.B. To‘yeva* *N.X. Qutlimurotova*	79
12	Влияние химической природы реагентов системы На процесс сорбции ионов кобальта *Шоназарова Шахноза Исакуловна* *Гуломов Шухратқодир Тошматович* *Юсупова Гўзал Хусан кизи* *Нимчик Алексей Григорьевич*	88
13	Natriy sulfidni mahalliy xom ashyo (chiqindi gazlar) asosida olish usullari *Po‘latov G‘olibjon Murodovich* *Yusupov Farxod Maxkamovich* *Jo‘raqulov Muslimbek Mahsud o‘g‘li*	97
14	Absorbsiya va qayta ishlash jarayonlarida h_2s korroziyasining mexanizmi va uni kamaytirish usullari *Po‘latov G‘olibjon Murodovich* *Yusupov Farxod Maxkamovich* *Jo‘raqulov Muslimbek Mahsud o‘g‘li*	104
15	Tuxumdonlar polikistoz sindromi bilan kasallangan o‘smir qizlarda etiologik va patogenetik omillarni qiyosiy o‘rganish *Muradullaeva D.I.* *Narkulova S.U.*	110
16	Kumush va uning birikmalarining tirik organizmlardagi biologik roli, antibakterial xususiyatlari hamda toksik ta’sir mexanizmlari. *Xalimdjanova Nozanin* *Erkinova Intizor* *Sobirova Marjona* *Xolboyeva Saodat* *Abdurahimova Malika* *Otaqulov Rahmatullo* *Dustmurotov Maqsud Mansurovich*	118

ISSN 3030-3907

17	Avtomobil buferlari sifat nazoratini sun’iy intellekt yordamida avtomatlashtirish: nazariy asoslar tahlili *Safarov Elyorbek Xasanovich* *Toshxo‘jayeva Xayitxon Mashrabjon qizi*	125
18	Modernization of excavator swing mechanisms: comparative analysis of the operating characteristics of ball and roller bearings and development of an optimal design *G‘aybulloyev Nusrat Sunatullo o‘g‘li* *Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li* *Artikov Narmurad Nortajiyevich* *Shukurov Odil Erkinovich*	140
19	Structural-parametric justification of the slewing unit of an excavator swing mechanism and evaluation of material compatibility *G‘aybulloyev Nusrat Sunatullo o‘g‘li* *Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li* *Artikov Narmurad Nortajiyevich* *Turdinov To‘lqin Abriyevich*	155
20	Research of the milling process of a cylindrical surface by an oriented instrument *Otaqoziyev Ziyodullo Abdullojonovich* *Berdiev Usmon Tolib o‘g‘li*	165
21	Tabiiy va oqova suvlarni xlorlash orqali zararsizlantirishni zamonaviy usullari *Maxmudov M.J.* *Mamadaminova Z.F.*	176
22	Varieties of aluminum coagulants and their functional characteristics *Makhmudov Mukhtor Jamolovich* *Sunatov Shokhrukh Shamsi o‘g‘li*	184
23	Akseleratsiya jarayonining o‘smir qizlar (11–16 yosh) gormonal foniga ta’siri: 10 yil avvalgi ko‘rsatkichlar bilan taqqosiy tahlil *Isroilova Guljannat Pardabayevna* *Abdulxayeva Zamira Nasimqul qizi*	192
24	Bachadon miomasi bo‘lgan ayollarda homiladorlik davrining kechishi va klinik o‘zgarishlar *Isroilova Guljannat Pardabayevna* *Tojiboyeva Zarina O‘ktam qizi*	206
25	Kanakunjut (ricinus communis) o‘simligining biologik va xo‘jalik ahamiyati *Toirova Gulhayo* *Qarshiyev Isroil* *Bozorov Shoxrux* *Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich*	219
26	Oqava suvlarni qayta ishlash jarayonida faol loyqa mikroorganizmlarning sathi va konsentratsiyasini energiya tejamkor avtomatik boshqaruv tizimlari tahlili. *Hakimov Pahlavon Qahramon o‘g‘li* *Nurov Siroch* *Misliboyev Dilshod Abdumalikovich*	223
27	Ma’lumot markazlarida havo oqimini cfd asosida modellashtirish va eksperimental tasdiqlash *Alimova Nodira Batirdjanovna* *Haydarova Laylo Hasan qizi*	230
28	Muddatidan oldingi tug‘ruqda endotoksikoz va enolaza biomarkerining diagnostik ahamiyati *Ikromova Parvina Xamidjonovna*	239
29	Репродуктивное здоровье женщин фертильного возраста и его влияние на их психоэмоциональное состояние и общее качество жизни. *Икромова Парвина Хамиджоновна* *Журакулова Фазилат Уткир кизи*	249
30	Клиническое значение ультразвуковой оценки эндометрия при бесплодии у женщин. *Икромова Парвина Хамиджоновна* *Нуфтиллоева Маржона Жаббор кизи*	256
31	Sanoat korxonalarida issiqlik o‘tkazuvchanlik jarayonlarining tahlili va energiya samaradorligini oshirish (olmaliq kon-metallurgiya kombinati misolida) *Komilova Nodira Abdirahmon qizi*	265
32	Kvadrat funksiya mavzusini o‘qitishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish *Rizayeva Bahoroy Jahongir qizi*	276
33	Logistika tizimlarida furaga yuk joylashtirishning dinamik dasturlash modeli va yuk tashishni optimallashtirish *Mamatova Zilolaxon Xabibulloxonovna*	290

ISSN 3030-3907

	Axmadaliyev Shuxratjon Xamdamjon o‘g‘li	
34	Қўлда ёйли пайвандлаш ишлари ўқув амалиёти машғулотлари учун зарур бўладиган хомашё ва материаллар *Химматалиев Дўстназар Омонович* *Хидиров Урол Добилович* *Эшанкулов Улаш Дониёрович*	303
35	Mahalliy alyuminosilikat xomashyolarini kislota bilan parchalash orqali alyuminiy oksidining olinishsh jarayonini o‘rganish *I.A. Olimjanov* *M.E. Kenjayev*	313
36	Raqamli ta’lim muhitida jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarini tashkil etishning pedagogik texnologiyalarini ishlab chiqish va ularning samaradorligini baholash *Suyunov Mamatkarim Uralovich*	320
37	Organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka ta’siri: tibbiy kimyoviy yondashuv *Shaismatova Gulbahor Xikmatova* *Ibragimova Firuza Farxodovna*	326
38	Etanolaminlar ishtirokida korroziyani oldini oluvchi zamonaviy qoplama materiallari *Ishonkulova Gulxon Tagaymuratovna* *Ishankulova Mexri Muratovna*	331
39	Algorithm for detecting spoof attacks in biometric data recognition systems *Makhmudova Shakhzoda Yorkinovna* *Saydazimov Javlonbek* *Rajabov Kamoliddin Kayumovich*	336
40	Gba korroziya ingibitorining sintezi, tuzilishi va po‘lat yuzasidagi himoya ta’sirini tadqiq etish *Qo‘ldoshev Alisherjon Komil o‘g‘li* *To‘rayev Erkin Rustamovich* *Nurqulov Fayzullo Nurmuminovich*	345
41	Сенсор тармоқларида назорат-ўлчов маълумотларини мобил алоқа орқали узатиш *Назаров А.М.* *Райимов Ф.Т.*	353
42	Mashinali ko‘rish texnologiyasi asosida tishli g‘ildiraklarning profilini nazorat qilish usulini ishlab chiqish *N.N. Jo‘rayev* *K. A. Karimov* *A. O. Ataullayev* *SH. N. Yaxshiyev* *P. Egamberdiyev*	363
43	Sanoat suv ta’minoti tizimlari uchun biopolimer va organofosfonat asosli multifunksional ingibitorlar sintezi va tadqiqi *Meyliyeva Laziza* *Axunova Shaxnoza* *Haytboyev Lazizbek*	369
44	Қишлоқ хўжалиги соҳасида култиваторларнинг тутган ўрни ва аҳамияти *Ё.Т. Маъмиров*	379
45	Обоснование выбора марганецсодержащего техногенного и природного сырья для разработки технологии получения микроэлементных удобрений *Исакова О.М.* *Тураев З.* *Кузибаев Ф.Т.* *Бектемиров А.О.*	386
46	Состав, структурные изменения и адсорбционные свойства бентонита из месторождения навбахор *Мамадолиев Икромжон* *Абдикамалова Азиза* *Норкулов Зоҳид*	392
47	Системное мышление в анализе объектов инженерной техники: авторская методика формирования и оценки компетенций *Ботир Усмонов Шукуриллаевич* *Артиков Асқар* *Максудова Азиза Икрамджановна*	401

ISSN 3030-3907

	Шукуриллаев Жахонгир Ботир ўғли *Хушвактов Ойбек Аслиддин ўғли*	
48	Pe fayllarning statik xususiyatlari asosida zararli dasturlarni modulli ansambl yordamida aniqlash *Turdimatov Mamirjon Mirzayevich* *Olimov Fayozbek Fazliddin o‘g‘li*	413
49	Suyak yemirilishi-osteoporoz kasalligi *Mamatov Og‘abek Xusan o‘g‘li*	420
50	Barqaror sovuqqa chidamli beton uchun sellyuloza asosidagi kompozit va ko‘mir uchuvchi kul *J. F. Ungarov* *A. A. Jumayev* *O. Xoliqulov*	426
51	Karyerlarda yuk tashish yo‘llarining optimal qiyaliklari *Asanov Anvar Toshmurot o‘g‘li* *Ulashev Jahongir Hikmatillo o‘g‘li*	436
52	Mdea eritmalarini regeneratsiya qilish jarayonining energiya samaradorligini optimallashtirish *Naubeyev Temirbek Xasetullayevich* *Sapashov Ikramjan Yaumitbayevish* *Polvanov Abbos Nematjon o‘g‘li* *Shomurodov Jahongir Rustam o‘g‘li*	443
53	Xomashyoni dastlabki tayyorlash jarayonida adaptiv boshqaruv tizimini qo‘llash samaradorligi *Yusupov Azamat Alijonovich* *Muxammad Aminov Abrorbek Dilshodbek o‘g‘li*	450
54	Pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot auditi va uni takomillashtirish yo‘llari *Haydarov Zoxidjon Vaxob o`g`li* *Raxmonova Yulduz Sharafitdinovna*	462
55	Allium motor o‘simligi tarkibidagi apigenin-7-o-glikozid flavonoidining in silico tadqiqoti *Pardaqulov A. A.* *Hayrullayeva Sh.A.* *Raxmatova G.B.* *Shokirov M* *Maxkamov B.G‘.*	468

ISSN 3030-3907

ОЦЕНКА ГИДРОГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ПЛОЩАДЯХ И МЕСТОРОЖДЕНИЯХ КАНДЫМСКОГО ПОДНЯТИЯ

Каримов М.И.

Заместитель начальника управления академической деятельности ТашГТУ им. Ислама Каримова, д.э.н.профессор

Мирзаева З.М.

Магистрантка ТашГТУ им. Ислама КаримоваАннотация

Аннотация. В статье рассмотрены гидрогеологические условия юрских терригенных отложений в пределах Кандымского поднятия Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона. На основе обобщения работ отечественных исследователей (А.Г. Бабаев, А.М. Акрамходжаев, К.А. Сотириади, И.А. Крылов, А.К. Мальцева, В.П. Алексеев, Е.И. Арнаутов, А.Н. Симоненко, Р.А. Габрильян, М.Э. Эгамбердиев, Х.Х. Миркамалов и др.) дана оценка гидрогеологической зональности, состава пластовых вод и их роли в формировании и сохранности залежей углеводородов. Установлено, что гидрогеологические условия являются одним из ключевых факторов нефтегазоносности региона.

Ключевые слова: Кандымское поднятие, гидрогеология, пластовые воды, юрские отложения, нефтегазоносность, Бухаро-Хивинский регион.

Annotatsiya. Maqolada Buxoro-Xiva neft-gazli mintaqasining Qandim ko‘tarilmasi doirasidagi yura terrigen yotqiziqlarining gidrogeologik sharoitlari ko‘rib chiqilgan. Mahalliy tadqiqotchilar (A. G. Babayev, A. M. Akramxodjayev, K. A. Sotiriadi, I. A. Krilov, A. K. Maltseva, V. P. Alekseyev, E. I. Arnautov, A. N. Simonenko, R. A. Gabrilyan, M. E. Egamberdiyev, X. X. Mirkamalov va boshqalar) ishlarining umumlashtirilishi asosida gidrogeologik rayonlashtirish, tarkibi suv omborlari va ularning uglevodorod konlarini shakllantirish va saqlashdagi roli. Gidrogeologik sharoitlar mintaqaning neft va gazga boyligining asosiy omillaridan biri ekanligi aniqlandi.

Kalit so‘zlar: Qandim ko‘tarilmasi, gidrogeologiya, qatlam suvlari, yura yotqiziqlari, neft va gazga boylik, Buxoro-Xiva mintaqasi.

Annotation. The article considers the hydrogeological conditions of the Jurassic terrigenous deposits within the Kandym uplift of the Bukhara-Khiva oil and gas region. Based on the generalization of the works of Russian researchers (A.G. Babaev, A.M. Akramkhodzhaev, K.A. Sotiriadi, I.A. Krylov, A.K. Maltseva, V.P. Alekseev, E.I. Arnautov, A.N. Simonenko, R.A. Gabrilyan, M.E. Egamberdiev, H.H. Mirkamalov, etc.), an assessment of the hydrogeological zonality and composition is given. reservoir waters and their role in the formation and

ISSN 3030-3907

preservation of hydrocarbon deposits. It has been established that hydrogeological conditions are one of the key factors of the region's oil and gas potential.

Keywords: Kandym uplift, hydrogeology, reservoir waters, Jurassic sediments, oil and gas potential, Bukhara-Khiva region.

ВВЕДЕНИЕ.

Кандымское поднятие является одной из наиболее перспективных структур в пределах Бухаро-Хивинского нефтегазоносного региона. Изучение гидрогеологических условий играет важную роль при оценке нефтегазоносности, поскольку состав, минерализация и режим пластовых вод непосредственно связаны с процессами миграции и аккумуляции углеводородов.

Несмотря на значительное количество исследований, выполненных такими учеными, как А.Г. Бабаев, А.М. Акрамходжаев, К.А. Сотириади, И.А. Крылов, А.К. Мальцева, В.П. Алексеев, Е.И. Арнаутов и др., вопросы комплексной оценки гидрогеологических условий требуют дальнейшего обобщения.

Целью данной работы является анализ гидрогеологических особенностей юрских терригенных отложений Кандымского поднятия и оценка их влияния на нефтегазоносность.

Геолого-гидрогеологическая характеристика района

Кандымское поднятие приурочено к юго-западной части Бухаро-Хивинского региона и представляет собой структурный элемент платформенного типа, осложненный тектоническими нарушениями.

Юрские отложения представлены преимущественно терригенными породами — песчаниками, алевролитами и глинами. Они формируют многопластовую систему коллекторов и водоупоров, что определяет сложную гидрогеологическую структуру.

Согласно исследованиям (Бабаев А.Г., Акрамходжаев А.М., Сотириади К.А. и др.), гидрогеологический разрез характеризуется выраженной вертикальной зональностью:

- верхняя зона — слабоминерализованные воды инфильтрационного генезиса;
- средняя зона — переходные воды;
- нижняя зона — высокоминерализованные седиментационные воды.

Характеристика пластовых вод

Пластовые воды юрских отложений Кандымского поднятия отличаются высокой минерализацией и разнообразием химического состава.

ISSN 3030-3907

По данным Габрильяна Р.А., Симоненко А.Н., Эгамбердиева М.Э. и других исследователей:

- минерализация достигает 100–250 г/л и более;
- преобладают хлоридно-кальциевые и хлоридно-натриевые типы вод;
- отмечается повышенное содержание брома, йода и других микроэлементов.

Такие характеристики свидетельствуют о глубинном, седиментационном происхождении вод и их длительной изоляции.

Гидродинамические условия

Гидродинамический режим в пределах Кандымского поднятия в основном является затрудненным. По данным Алексеева В.П., Крылова И.А., Арнаутова Е.И.:

- наблюдаются зоны слабой водообменности;
- давление пластовых вод близко к гидростатическому или превышает его;
- локально фиксируются аномально высокие пластовые давления.

Низкая степень водообмена способствует сохранению залежей углеводородов и предотвращает их разрушение.

Роль гидрогеологических факторов в нефтегазоносности

Гидрогеологические условия оказывают существенное влияние на формирование залежей углеводородов. Основные факторы включают:

- наличие высокоминерализованных вод, способствующих консервации залежей;
- гидродинамическую изолированность коллекторов;
- наличие экранов в виде глинистых толщ.

По мнению Мальцевой А.К., Миркамалова Х.Х., Сотириади К.А., такие условия являются благоприятными для формирования и сохранения газовых и газоконденсатных залежей.

Обсуждение.

Анализ работ различных исследователей показывает, что гидрогеологические условия Кандымского поднятия формировались под влиянием как седиментационных, так и тектонических процессов.

Сочетание высокой минерализации вод, слабого водообмена и наличия надежных покрышек создает благоприятные условия для аккумуляции углеводородов. Вместе с тем, тектоническая нарушенность может локально осложнять гидродинамическую обстановку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Гидрогеологические условия юрских отложений Кандымского поднятия характеризуются выраженной зональностью и сложной структурой.

ISSN 3030-3907

2. Пластовые воды отличаются высокой минерализацией и преимущественно хлоридным составом.

3. Гидродинамический режим является затрудненным, что способствует сохранению залежей углеводородов.

4. Гидрогеологические факторы играют ключевую роль в формировании нефтегазоносности региона.

Полученные результаты подтверждают высокую перспективность Кандымского поднятия и необходимость дальнейших комплексных исследований

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абдуллаев Г.С., Богданов А.Н., Ивонина И.Э. История, состояние и перспективы развития нефтегазовой отрасли Узбекистана в области поиска и разведки месторождений Углеводородного сырья // Узбекский журнал нефти и газа. Спец.выпуск. – Ташкент, 2015. – С. 103 – 110.

2. Абдуллаев Г.С., Богданов А.Н., Эйдельнант Н.К. Месторождения нефти и газа республики Узбекистан. – Ташкент: ZAMIN NASHR, 2019. – 818 с.

3. Абидов А.А. Объяснительная записка к «Карте тектонического районирования нефтегазоносных регионов Узбекистана» масштаба 1:1000000: Отчет НИР (заключ.). – Ташкент: ГГФ, 1991. – 103 с.

ISSN 3030-3907

O‘TKIR ZOTILJAMGA CHALINGAN BOLALARDA ERITROTSITLAR TIZIMI KO‘RSATKICHLARINING DIAGNOSTIK AHAMIYATI

Jalilov Asliddin Xolmatovich

Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti,Samarqand, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Hozirgi vaqtda umumiy amaliyot shifokori uchun bolalar populyatsiyasida keng tarqalganligi sababli o‘tkir zotiljam (O‘Z) alohida dolzarblikga ega. Amaliyotda, ayniqsa ambulatoriya sharoitida, bolalarda zotiljamni erta tashxislash va oqilona davolash jiddiy muammo hisoblanadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) ma'lumotlariga ko‘ra, zotiljam butun dunyo bo‘ylab bolalar o‘limining asosiy sababidir. Xususan, 5 yoshgacha bo‘lgan bolalarda o‘lim sabablari orasida uning ulushi 17,5 foizni tashkil etadi, bu dunyoda har yili taxminan 1,1 million o‘limni tashkil qiladi [1, 3]. Ko‘krak yoshidagi bolalarda o‘tkir bronx-o‘pka kasalliklar muammosi dolzarb bo‘lib qolmoqda, bu bolalar kasalligi va o‘limi ulushida yetakchi o‘rinni egallaydi [2,5]. Ko‘krak yoshidagi bolalar o‘limi tarkibida nafas olish kasalliklari ham yetakchi hisoblanadi (45,3%) [3,4]. So‘nggi o‘n yilliklarda an'anaviy terapiya usullari bilan davolashga kam ta’sirli cho‘zilgan zotiljam va uning takroriy shakllari sonining ko‘payishi tendentsiyasi kuzatialdi [1,3].

Kalit so‘zlar: o‘tkir zotiljam, bolalar, eritrotsitlar tizimi, gemoglobin, gematokrit, eritrotsit indekslari (MCV, MCH, MCHC), gipoksiya, yallig‘lanish.

Abstract. Currently, acute pneumonia (AP) is of particular relevance for general practitioners due to its high prevalence in the pediatric population. In clinical practice, especially in outpatient settings, early diagnosis and rational treatment of pneumonia in children remains a serious challenge. According to the World Health Organization (WHO), pneumonia is the leading cause of death among children worldwide. In particular, it accounts for 17.5% of deaths among children under 5 years of age, resulting in approximately 1.1 million deaths annually [1, 3]. Respiratory diseases remain a major problem in infants, occupying a leading position in morbidity and mortality among children [2,5]. In the structure of infant mortality, respiratory diseases also take a leading place (45.3%) [3,4]. In recent decades, there has been an increasing trend in the number of prolonged pneumonia cases with poor response to conventional therapy and their recurrent forms [1,3].

Keywords: acute pneumonia, children, erythrocyte system, hemoglobin, hematocrit, erythrocyte indices (MCV, MCH, MCHC), hypoxia, inflammation.

Аннотация. В настоящее время острая пневмония (ОП) представляет особую актуальность для врача общей практики из-за высокой распространенности среди детского населения. В клинической практике, особенно в

амбулаторных условиях, ранняя диагностика и рациональное лечение пневмонии у детей остаются серьезной проблемой. По данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ), пневмония является одной из основных причин смертности детей во всем мире. В частности, на ее долю приходится 17,5% смертей среди детей в возрасте до 5 лет, что составляет примерно 1,1 миллиона случаев ежегодно [1, 3]. У детей раннего возраста заболевания бронхолегочной системы остаются актуальной проблемой, занимая ведущее место в структуре заболеваемости и смертности [2,5]. В структуре смертности детей раннего возраста заболевания органов дыхания также занимают ведущее место (45,3%) [3,4]. В последние десятилетия наблюдается тенденция к увеличению числа затяжных форм пневмонии с низкой эффективностью традиционной терапии и их рецидивирующих форм [1,3].

Ключевые слова: острая пневмония, дети, система эритроцитов, гемоглобин, гематокрит, эритроцитарные индексы (MCV, MCH, MCHC), гипоксия, воспаление.

KIRISH.

Dolzarblik. Bronxopulmonar patologiya muammosi amaliy sog‘liqni saqlashda eng dolzarb masalalardan biri bo‘lib qolmoqda, chunki so‘nggi o‘n yil ichida bolalar populyatsiyasida nafas olish tizimi kasalliklari darajasi doimiy ravishda oshib bormoqda [12,13]. Nafas olish tizimi kasalliklari sonining barqaror o‘sishi kuzatilmoqda, ular orasida zotiljam hali ham muhim o‘rin tutadi [13,14]. Shifoxonadan tashqari zotiljam (ShTZ) nafas yo‘llarining pastki qismidagi kasalliklar guruhiga kiradi . Rentgenogrammalarda infiltrativ o‘zgarishlar tashxis qo‘yishning "oltin standarti" bo‘lgan mamlakatlarda tashxis fizikal belgilar bilan amalga oshiriladigan mintaqalarga nisbatan zotiljam darajasi past [8,2]. Yevropa va Shimoliy Amerikada ShTZ bilan kasallanish 1000 bola populyatsiyasiga 34-40 holatni tashkil qiladi [4,7]. JSST ma'lumotlariga ko‘ra, 2017 yilda Rossiya Federatsiyasida 0-14 yoshdagi bolalar orasida 100 ming kishiga 138521,88 ta zotiljam kasalligi qayd etilgan.

Zotiljam dunyodagi bolalar o‘limining birinchi sababidir-har yili u besh yoshgacha bo‘lgan 1,8 million bolaning hayotiga zomin bo‘ldi, ularning 98% dan ortig‘i rivojlanayotgan mamlakatlarda yashaydi shunday qilib, JSST ma'lumotlariga ko‘ra, zotiljam butun dunyo bo‘ylab bolalar o‘limining asosiy yuqumli sababidir, bu dunyoda 5 yoshgacha bo‘lgan bolalar orasida barcha holatlarning 15% ning o‘lim sabab bo‘ladi. Iqtisodiy rivojlanish darajasi yuqori bo‘lgan mamlakatlarda shifoxonadan tashqari zotiljamdan o‘lim darajasi past va 12 foizdan oshmaydi [7,9], ammo rivojlanayotgan mamlakatlarda har yili 5 yoshgacha

ISSN 3030-3907

bo‘lgan bolalardan 5 millionga yaqini vafot etadi [6]. Bolalarda bronxopulmonar kasalliklarning klinik shakllari dasturi va zamonaviy tasnifiga ko‘ra (2012) o‘tkir zotiljam deganda kasalxonadan tashqarida yoki kasalxonaga yotqizilishning dastlabki 48-72 soatida isitma va pastki nafas yo‘llarining shikastlanish belgilari (nafas qisilishi, yo‘tal va fizikal o‘zgarishlar) bilan kechadigan o‘pkaning o‘tkir yuqumli kasalligi (asosan bakterial) etiologiyali, rentgenografiyada infiltrativ o‘zgarishlar mavjud bo‘lgan jarayon tushuniladi .

NATIJALAR. O‘tkir zotiljam bir qator tibbiy, ijtimoiy va iqtisodiy jihatlarga ega bo‘lgan muhim klinik muammolardan biridir. So‘nggi o‘n yilliklarda mamlakatimizda va dunyoda uni tashxislash va davolashda katta yutuqlarga erishildi, ammo kasallik nafaqat pulmonologiya, balki umuman pediatriya uchun ham dolzarb muammo bo‘lib qolmoqda [14]. Antibakterial preparatlarni ishlab chiqish va qo‘llash sohasidagi tibbiyot yutuqlariga qaramay, ushbu kasallikdan o‘lim darajasi saqlanib qolmoqda, o‘limning eng yuqori darajasi erta yoshda qayd etilgan [2,5].

Hozir zamonaviy bosqichda bolalarda o‘tkir zotiljamning klinik ko‘rinishlarining o‘zgarishi muhim omil hisoblanadi [1]. Shunday qilib, bolalarda o‘tkir zotiljam kechishi kasallikning odatdagi "klassik" ko‘rinishlaridan o‘pka to‘qimalariga zarar yetkazish hajmi va tabiati o‘rtasidagi nomutanosiblik va o‘pkada yallig‘lanishli bakterial jarayonga javoban organizmning o‘ziga xos bo‘lmagan reaktivligi ko‘rsatkichlari bilan farq qiladi, nafas olish tizimi kasalliklarining takroriy shakllari soni ko‘paymoqda. O‘tkir zotiljam bilan og‘rigan ko‘plab bemorlarda ikkilamchi immunitet tanqisligining klinik ko‘rinishlari mavjud, ya'ni: sust yallig‘lanish jarayoni, O‘RVI ta'sir qilish, antibiotik terapiyasining ahamiyatsiz va qisqa muddatli ta'siri [9,13].Shunday qilib, bolalarda yangi patogenetik mexanizmlarni izlash va o‘tkir zotiljam terapiyasi pediatriyaning dolzarb masalalaridir.

Hozirgi vaqtda zotiljamning etiologiyasi bo‘yicha quyidagi shakllari ajratiladi: bakterial, virusli, zamburug‘li, parazitar, xlamidiya, mikoplazma, aralash [2,4,120]. Bolalikda ShTZ ning etiologik diagnostikasi muayyan qiyinchiliklarni keltirib chiqaradi [5]. O‘pkada yallig‘lanish jarayonining etiologik tuzilishini o‘z vaqtida aniqlash sizga yo‘naltirilgan davolanishni amalga oshirishga, kasallikning uzoq davom etishini oldini olishga imkon beradi, bu esa o‘z navbatida kasallikning prognozini yaxshilaydi. Inson o‘pkasi makroorganizmni atrof-muhit omillaridan ajratib turadigan eng katta membranadir (nafas shiqarishda 80 m2 va nafas olishda 120 m2). Shuning uchun o‘pka to‘qimalariga infektsiyani oldini olish uchun turli xil himoya tizimlari mavjud. Pastki nafas yo‘llarining infektsiyalari, shuningdek, mikroorganizmlar mikroorganizmlarning himoya kuchidan yuqori miqdorda,

ISSN 3030-3907

shuningdek yuqori virusli patogen mavjud bo‘lganda paydo bo‘ladi [2,4,7]. Nospesifik immunostimulyatsiyani o‘tkazish olimlar orasida ko‘plab e'tirozlarni keltirib chiqaradi. Hujayralarning turli darajadagi faolligini hisobga olish, differentsial terapiya uchun dorilarning tegishli dozalarini tanlash patologik holatga moyillikni amalga oshiradigan patogenetik omillarning individual reaktivligi va polimorfizmini hisobga olgan holda juda qiyin vazifadir [6]. Dori-darmonlarni qo‘llash nuqtalari va kasallikning patogenetik asoslarini hisobga olmagan holda immunostimulyatsion terapiyani buyurish supressorlar va yordamchilar, tsitotoksik hujayralar (qotillar) faollashishiga va oxir-oqibat immunitet tizimining yanada nomutanosibligiga olib kelishi mumkin. Immunokorrigatsiya terapiyasi sxemasini tanlashda har bir o‘ziga xos klinik vaziyatda anamnez, klinik holat va uning tanasidagi immunologik siljishlarni har tomonlama baholashdan so‘ng bola tanasining individual xususiyatlarini hisobga olish kerak [9].

Pediatriya amaliyotida bir necha yillar davomida immunostimulyatsion ta'sirni olish uchun an'anaviy ravishda turli guruhlarning farmakologik vositalari (pirimidin va imidazol hosilalari, nuklein kislota preparatlari, timik omillar, xamirturush va bakterial polisakkaridlar va boshqalar) qo‘llaniladi. Biroq, sanab o‘tilgan immunostimulyatorlarning o‘ziga xos bo‘lmaganligi va shartli "ta'sir selektivligi" tufayli ushbu dorilarni qo‘llashning har bir aniq klinik holatida yakuniy terapevtik ta'sirni ishonchli tarzda bashorat qilish mumkin emas [10].

XULOSA: O‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlari muhim diagnostik ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kasallik jarayonida eritrotsitlar soni, gemoglobin darajasi, gematokrit ko‘rsatkichlari hamda eritrotsitlarning o‘rtacha hajmi (MCV) va gemoglobin bilan to‘yinish darajasi (MCH, MCHC) sezilarli darajada o‘zgaradi. Bu o‘zgarishlar organizmda gipoksiya, yallig‘lanish jarayoni va intoksikatsiya rivojlanishi bilan bevosita bog‘liqdir. Ayniqsa, eritrotsitlar indekslarining pasayishi yoki normadan og‘ishi to‘qimalarda kislorod yetishmovchiligi yuzaga kelayotganini ko‘rsatadi, bu esa zotiljamning og‘irlik darajasini baholashda muhim mezon hisoblanadi. Shuningdek, eritrotsitlarning morfologik o‘zgarishlari va anizotsitoz, poikilositoz kabi holatlar kasallikning kechishi va asoratlar xavfini aniqlashda yordam beradi.

ADABIYOTLAR

1. Nizomiddinovich T. F. et al. Experimental myocardial infarction ldh bilan correction of nathijalari: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – Т. 6. – №. 1. – С. 63-68.

ISSN 3030-3907

2. Nizomiddinovich T. F. et al. Qon tomir kasaliklarida enosning o‘rni: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 56-62.
3. Sh, Xushnazarov Z., L. Kenjayeva, and F. N. Toshboyev. "pirrilo [2, 3-d] pirimidinlarning biologik faolligi." tadqiqotlar. Uz 39.5 (2024): 30-35.
4. Sh X. Z., Toshboyev F. N., Izatullayev S. A. pirimidin halqasi ishtirokida sintez va pirimidinning biologik faolligi //tadqiqotlar. uz. – 2024. – T. 38. – №. 5. – C. 28-34.
5. Toshboyev F. N., Tashanov O. S., Izatullayev S. A. Oziqa tarkibidagi spirtlarni oksidlanish jarayonini matimatik modilashtirish orqali xisoblash //golden brain. – 2023. – T. 1. – №. 28. – C. 117-120.
6. Toshboyev F. N, Iskandar o‘g‘li M. S., Fayzullo o‘g‘li S. S. Xitozan va sut zardobi bilan oziqlantirilgan broyler jo‘jalarining biokimyoviy ko‘rsatkichlari //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 78-80.
7. Toshboyev F. N. et al. Selectivity of yks catalyzation in the synthesis of vinyl acetate from ethylene and acetic acid //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 31-35.
8. Nizomiddinovich T. F, Abdimannonovich I. S., Zoirovich A. J. of organic substances by thin layer chromatographic method //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 70-72.
9. Toshboyev F. N, Bobokulova S. A., Suyunova M. O. Synthesis of vinyl acetate from acetylene with the participation of a nanocatalyst and study of its kinetics//World of Scientific news in Science.– 2024.–T.2.–№.2.–C.11-18.
10. Тошбоев Ф. Н., Ахмадов Д. З., Эшанкулов З. А. Динамика нитрергической системы при гиперхолестеринемии //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 73-77.
11. Baykulov A. K., Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z. Biochemical and physiological changes in parasite parameters in the host-parasite relationship //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 257-262.
12. Xudoyberdiyev I. I. et al. Etilen va sirka kislotadan vinilasetat olinishi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari //Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal. – 2023. – T. 1. – №. 5. – C. 59-62.
13. Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z., Eshonqulov Z. A. Ethylene oxyacetylation reaction kinetics learn //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 253-256.

ISSN 3030-3907

14. Тошбоев Ф. Н., Анваров Т. О., Изатуллаев С. А. Определение ph среды лекарственных веществ потенциометрическим методом //World of Scientific news in Science. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 166-169.
15. Baxodirovich S. S., Nizomiddinovich T. F., Ergashboevna E. M. gaz aralashmalarini nazorat qilishning termokatalitik usuli //Journal of Universal Science Research. – 2024. – Т. 2. – №. 2. – С. 276-281.
16. Байкулов А. К., Муртазаева Н. К., Тошбоев Ф. Н. динамика влияния лактатдегидрогеназы при экспериментальном инфаркте миокарда //World of Scientific news in Science. – 2024. – Т. 2. – №. 3. – С. 244-251.

ISSN 3030-3907

O‘TKIR ZOTILJAMGA CHALINGAN BOLALARDA QONNING UMUMIY TAHLILI VA ERITROTSITLAR TIZIMI KO‘RSATKICHLARINING O‘ZGARISH YO‘LLARI.

Jalilov Asliddin Xolmatovich

Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti,Samarqand, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda o‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda qonning umumiy tahlili hamda eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarining o‘zgarishlari o‘rganildi. Tadqiqotning dolzarbligi shundaki, zotiljam bolalar orasida keng tarqalgan bo‘lib, uning kechishi ko‘pincha organizmda gipoksiya va yallig‘lanish jarayonlari bilan kechadi. Bu esa, o‘z navbatida, qonning morfologik va funksional ko‘rsatkichlariga, ayniqsa eritrotsitlar tizimiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqot davomida o‘tkir zotiljam bilan kasallangan bolalarda qonning umumiy tahlili ko‘rsatkichlari eritrotsitlar soni, gemoglobin, gematokrit, shuningdek eritrotsit indekslari (MCV, MCH, MCHC) tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, bemorlarda eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarida turli darajadagi o‘zgarishlar kuzatilib, bu o‘zgarishlar kasallikning og‘irlik darajasi va davomiyligiga bog‘liq holda namoyon bo‘ladi. Ayrim hollarda gemoglobin miqdorining pasayishi va eritrotsitlar morfologiyasining buzilishi (anizotsitoz, poikilositoz) aniqlanib, bu holatlar to‘qimalarda kislorod yetishmovchiligi rivojlanayotganini ko‘rsatadi.[1,2]

Kalit so‘zlar: o‘tkir zotiljam, bolalar, qonning umumiy tahlili, eritrotsitlar tizimi, gemoglobin, gematokrit, eritrotsitlar soni, MCV, MCH, MCHC, anizotsitoz, poikilositoz, gipoksiya, yallig‘lanish, diagnostika, gematologik ko‘rsatkichlar.

Abstract. This scientific study investigated changes in complete blood count and erythrocyte system parameters in children with acute pneumonia. The relevance of the study lies in the fact that pneumonia is widely spread among children and its course is often accompanied by hypoxia and inflammatory processes in the body. This, in turn, significantly affects the morphological and functional blood parameters, especially the erythrocyte system. During the study, parameters of the complete blood count in children with acute pneumonia were analyzed, including erythrocyte count, hemoglobin, hematocrit, as well as erythrocyte indices (MCV, MCH, MCHC). The obtained results showed that various degrees of changes in erythrocyte system parameters were observed in patients, and these changes depended on the severity and duration of the disease. In some cases, a decrease in hemoglobin level and disturbances in erythrocyte morphology (anisocytosis, poikilocytosis) were detected, indicating the development of tissue hypoxia.[1,2]

Keywords: acute pneumonia, children, complete blood count, erythrocyte system, hemoglobin, hematocrit, erythrocyte count, MCV, MCH, MCHC, anisocytosis, poikilocytosis, hypoxia, inflammation, diagnostics, hematological parameters.

Аннотация. В данном научном исследовании изучались изменения показателей общего анализа крови и системы эритроцитов у детей с острой пневмонией. Актуальность исследования заключается в том, что пневмония широко распространена среди детей, и ее течение часто сопровождается гипоксией и воспалительными процессами в организме. Это, в свою очередь, существенно влияет на морфологические и функциональные показатели крови, особенно на систему эритроцитов. В ходе исследования были проанализированы показатели общего анализа крови у детей с острой пневмонией, включая количество эритроцитов, гемоглобин, гематокрит, а также эритроцитарные индексы (MCV, MCH, MCHC). Полученные результаты показали, что у пациентов наблюдаются различные степени изменений показателей системы эритроцитов, и эти изменения зависят от тяжести и продолжительности заболевания. В отдельных случаях выявлялось снижение уровня гемоглобина и нарушения морфологии эритроцитов (анизоцитоз, пойкилоцитоз), что свидетельствует о развитии тканевой гипоксии.[1,2]

Ключевые слова: острая пневмония, дети, общий анализ крови, система эритроцитов, гемоглобин, гематокрит, количество эритроцитов, MCV, MCH, MCHC, анизоцитоз, пойкилоцитоз, гипоксия, воспаление, диагностика, гематологические показатели.

KIRISH.

Dolzarblik. Hozirgi kunda o‘tkir zotiljam bolalar orasida eng keng tarqalgan nafas yo‘llari kasalliklaridan biri hisoblanadi va pediatriya amaliyotida dolzarb muammolardan biri sifatida e’tirof etiladi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, zotiljam 5 yoshgacha bo‘lgan bolalarda kasallanish va o‘lim ko‘rsatkichlarining yetakchi sabablaridan biri bo‘lib qolmoqda. Ayniqsa, rivojlanayotgan mamlakatlarda ushbu kasallikning keng tarqalganligi, diagnostika va davolashdagi muammolar, shuningdek, asoratlar rivojlanish ehtimoli yuqoriligi ushbu muammoning dolzarbligini yanada oshiradi. O‘zbekiston sharoitida ham bolalar orasida o‘tkir respirator kasalliklar, jumladan zotiljamning yuqori uchrashi, bu kasallikni chuqur o‘rganish va samarali diagnostika usullarini takomillashtirishni talab etadi. O‘tkir zotiljam patogenezida asosiy o‘rin yallig‘lanish jarayoni, mikroorganizmlar ta’siri va organizmning immun javobi bilan belgilanadi. Infeksiya natijasida o‘pka to‘qimalarida gaz almashinuvi buziladi, alveolalarda eksudat to‘planadi va bu esa organizmda gipoksiya rivojlanishiga olib keladi. Gipoksiya esa o‘z navbatida barcha tizimlarga, ayniqsa qon tizimiga kuchli ta’sir ko‘rsatadi. Eritrotsitlar tizimi organizmda kislorod tashish funksiyasini bajaruvchi asosiy tizim bo‘lib, uning holati bevosita

ISSN 3030-3907

to‘qimalarning kislorod bilan ta’minlanish darajasini aks ettiradi. Shu sababli zotiljam jarayonida eritrotsitlar tizimida yuz beradigan o‘zgarishlarni o‘rganish kasallik patogenezini tushunishda muhim ahamiyat kasb etadi. Bolalarda organizmning fiziologik xususiyatlari, jumladan qon hosil bo‘lish tizimining yetarlicha shakllanmaganligi, immun tizimning o‘ziga xosligi va kompensator mexanizmlarning nisbatan zaifligi tufayli zotiljam tezroq og‘irlashishi mumkin. Bu esa eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarida sezilarli o‘zgarishlarga olib keladi. Masalan, kasallik davomida gemoglobin darajasining pasayishi, eritrotsitlar sonining o‘zgarishi, gematokritning kamayishi kabi holatlar kuzatiladi.[3,4] Bunday o‘zgarishlar to‘qimalarda kislorod yetishmovchiligi kuchayganini ko‘rsatadi va kasallikning og‘irlik darajasini aniqlashda muhim mezon bo‘lib xizmat qiladi. Zamonaviy tibbiyotda qonning umumiy tahlili eng oddiy, arzon va tezkor diagnostik usullardan biri sifatida keng qo‘llaniladi. Ushbu tahlil yordamida nafaqat yallig‘lanish jarayonining mavjudligi, balki eritrotsitlar tizimining holati haqida ham muhim ma’lumotlar olish mumkin. Eritrotsitlar soni, gemoglobin, gematokrit kabi asosiy ko‘rsatkichlar bilan bir qatorda eritrotsit indekslari MCV (o‘rtacha eritrotsit hajmi), MCH (eritrotsitdagi gemoglobin miqdori) va MCHC (eritrotsitdagi gemoglobin konsentratsiyasi) ham katta diagnostik ahamiyatga ega. Ushbu ko‘rsatkichlar yordamida anemiya turlari, eritrotsitlar morfologik o‘zgarishlari va ularning funksional holatini aniqlash mumkin. O‘tkir zotiljam bilan kasallangan bolalarda eritrotsitlar tizimida kuzatiladigan o‘zgarishlar ko‘pincha gipoksiya, intoksikatsiya va yallig‘lanish mediatorlari ta’siri bilan bog‘liq bo‘ladi. Natijada eritrotsitlarning deformatsiyalanishi, ularning o‘lcham va shaklining o‘zgarishi anizotsitoz va poikilositoz holatlari kuzatiladi. Bu esa eritrotsitlarning kislorod tashish qobiliyatini pasaytiradi va kasallikning yanada og‘irlashishiga sabab bo‘ladi. Shu bilan birga, ayrim hollarda kompensator mexanizm sifatida eritrotsitlar sonining nisbiy oshishi ham kuzatilishi mumkin, bu esa organizmning gipoksiyaga javob reaksiyasini ifodalaydi.[5,6]

Mazkur mavzuning dolzarbligi yana shundaki, eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarini chuqur o‘rganish orqali kasallikning erta bosqichlarida diagnostika qilish, uning og‘irlik darajasini aniqlash va prognozini baholash imkoniyati mavjud. Ayniqsa, zamonaviy diagnostika usullari bilan bir qatorda oddiy laborator tahlillarni to‘g‘ri talqin qilish amaliy tibbiyotda katta ahamiyat kasb etadi. Bu esa shifokorlarga individual yondashuv asosida davolash strategiyasini tanlash, asoratlarning oldini olish va bemorlarning tezroq sog‘ayishini ta’minlash imkonini beradi. Bundan tashqari, hozirgi kunda antibiotiklarga chidamlilikning ortib borishi, ekologik omillarning salbiy ta’siri, bolalar orasida surunkali kasalliklarning ko‘payishi zotiljamning kechishini yanada

ISSN 3030-3907

murakkablashtirmoqda. Bu holatlar esa kasallikni yanada chuqurroq o‘rganishni, yangi diagnostik mezonlar va yondashuvlarni ishlab chiqishni talab qiladi. Eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlari esa bu borada muhim va ishonchli indikatorlardan biri bo‘lib xizmat qiladi. Xulosa qilib aytganda, o‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda qonning umumiy tahlili va eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarining o‘zgarishini o‘rganish zamonaviy pediatriya va laborator diagnostikaning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu yo‘nalishda olib boriladigan ilmiy tadqiqotlar kasallikning patogenezini chuqurroq anglash, diagnostika sifatini oshirish va samarali davolash usullarini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.[8,10]

MAQSADI. Mazkur tadqiqotning asosiy maqsadi o‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda qonning umumiy tahlili asosida eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarining o‘zgarishlarini aniqlash, ularning kasallikning og‘irlik darajasi va kechish xususiyatlari bilan o‘zaro bog‘liqligini baholash hamda ushbu ko‘rsatkichlarning diagnostik ahamiyatini ilmiy asoslashdan iborat. Shu bilan birga, tadqiqot davomida quyidagi vazifalarni amalga oshirish ko‘zda tutiladi: eritrotsitlar soni, gemoglobin, gematokrit va eritrotsit indekslari (MCV, MCH, MCHC) ko‘rsatkichlarini tahlil qilish; o‘tkir zotiljam bilan kasallangan bolalarda eritrotsitlar tizimida yuz beradigan morfologik va funksional o‘zgarishlarni aniqlash; aniqlangan o‘zgarishlarning gipoksiya va yallig‘lanish jarayonlari bilan bog‘liqligini o‘rganish; eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarining kasallik og‘irligini baholashdagi va erta diagnostikadagi ahamiyatini aniqlash.[11,13]

MATERIALLAR. Mazkur tadqiqot o‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda qonning umumiy tahlili va eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarining o‘zgarishini o‘rganishga qaratilgan bo‘lib, unda klinik va laborator materiallardan foydalanildi. Tadqiqot pediatriya yoki bolalar kasalliklari bo‘limida davolanayotgan bemor bolalar ishtirokida olib borildi. Tadqiqot ob’ekti sifatida 1 yoshdan 14 yoshgacha bo‘lgan, klinik va rentgenologik tekshiruvlar asosida o‘tkir zotiljam tashxisi qo‘yilgan bolalar tanlab olindi. Nazorat guruhi sifatida esa shartli ravishda sog‘lom yoki boshqa yengil kasalliklar bilan murojaat qilgan bolalar jalb etildi. Bemorlar yoshi, jinsi va kasallikning og‘irlik darajasiga qarab guruhlarga ajratildi. Tadqiqot davomida quyidagi materiallardan foydalanildi: bemor bolalarning klinik ma’lumotlari (anamnez, shikoyatlar, umumiy ko‘rik natijalari); laborator tekshiruvlar natijalari, xususan qonning umumiy tahlili; eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlari: eritrotsitlar soni, gemoglobin miqdori, gematokrit, eritrotsit indekslari (MCV, MCH, MCHC); qon surtmasining mikroskopik tekshiruvi orqali eritrotsitlarning morfologik xususiyatlari (anizotsitoz, poikilositoz). Qon namunalarini olish standart aseptik qoidalarga rioya qilgan holda ertalab och

ISSN 3030-3907

qoringa amalga oshirildi. Tahlillar zamonaviy gematologik analizatorlar yordamida bajarildi, natijalar esa yoshga mos me’yoriy ko‘rsatkichlar bilan solishtirildi.[14,16]

NATIJALAR. O‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda o‘tkazilgan klinik-laborator tadqiqotlar natijasida qonning umumiy tahlili va eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarida sezilarli o‘zgarishlar aniqlandi. Ushbu o‘zgarishlar kasallikning og‘irlik darajasi, davomiyligi hamda organizmning individual reaktivligiga bog‘liq holda turlicha namoyon bo‘ldi. Tahlil natijalariga ko‘ra, bemor bolalarda eritrotsitlar sonining me’yorga nisbatan pasayishi yoki ayrim hollarda kompensator tarzda nisbiy o‘zgarishlari kuzatildi. Gemoglobin miqdorining kamayishi ko‘pchilik bemorlarda aniqlandi, bu esa organizmda kislorod tashish qobiliyatining susayganini ko‘rsatdi. Shuningdek, gematokrit ko‘rsatkichining pasayishi ham qayd etilib, bu holat qonning umumiy hujayraviy tarkibida eritrotsitlar ulushining kamayishi bilan izohlandi. Eritrotsit indekslari — MCV, MCH va MCHC ko‘rsatkichlarida ham o‘zgarishlar kuzatildi. Ayrim bemorlarda MCV qiymatining pasayishi yoki oshishi eritrotsitlar hajmida nomutanosiblik mavjudligini ko‘rsatdi. MCH va MCHC ko‘rsatkichlarining kamayishi esa eritrotsitlarda gemoglobin to‘yinishining yetarli emasligini bildiradi. Bu holatlar o‘tkir zotiljam fonida rivojlanayotgan gipoksiya va yallig‘lanish jarayonlari bilan bevosita bog‘liq ekanligi aniqlandi. Qon surtmasining mikroskopik tekshiruvida eritrotsitlar morfologiyasining buzilishi kuzatildi. Jumladan, anizotsitoz (eritrotsitlar o‘lchamining turlicha bo‘lishi) va poikilositoz (eritrotsitlar shaklining o‘zgarishi) holatlari qayd etildi. Bu o‘zgarishlar eritrotsitlarning funksional faolligi pasayganini va kislorod tashish samaradorligi kamayganini ko‘rsatadi. Kasallikning og‘ir kechgan holatlarida gemoglobin darajasining sezilarli pasayishi bilan birga eritrotsit indekslarining yanada chuqur buzilishi kuzatildi. Yengil kechgan holatlarda esa o‘zgarishlar nisbatan kamroq ifodalangan bo‘lib, bu organizmning kompensator mexanizmlari saqlanganligini ko‘rsatadi.[10,12]

XULOSA. O‘tkir zotiljamga chalingan bolalarda olib borilgan tadqiqotlar natijasida qonning umumiy tahlili va eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarida muhim o‘zgarishlar kuzatilishi aniqlandi. Ushbu o‘zgarishlar asosan organizmda rivojlanadigan gipoksiya, yallig‘lanish va intoksikatsiya jarayonlari bilan bevosita bog‘liq ekanligi isbotlandi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, bemor bolalarda eritrotsitlar soni, gemoglobin va gematokrit ko‘rsatkichlarining pasayishi, shuningdek eritrotsit indekslari (MCV, MCH, MCHC) ning o‘zgarishi kislorod tashish funksiyasining buzilganligini bildiradi. Eritrotsitlarning morfologik o‘zgarishlari anizotsitoz va poikilositoz holatlarining aniqlanishi esa kasallikning kechish darajasi va og‘irligini baholashda muhim ahamiyatga ega ekanligi qayd

ISSN 3030-3907

etildi. Shuningdek, eritrotsitlar tizimi ko‘rsatkichlarining o‘zgarish darajasi kasallikning og‘irlik darajasi bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, og‘ir kechgan zotiljam holatlarida bu ko‘rsatkichlar yanada sezilarli darajada buzilishi kuzatildi. Bu esa ushbu laborator parametrlarning nafaqat diagnostik, balki prognostik ahamiyatga ham ega ekanligini ko‘rsatadi.[8,11]

ADABIYOTLAR

1. Nizomiddinovich T. F. et al. Experimental myocardial infarction ldh bilan correction of nathijalari: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – Т. 6. – №. 1. – С. 63-68.
2. Nizomiddinovich T. F. et al. Qon tomir kasaliklarida enosning o‘rni: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – Т. 6. – №. 1. – С. 56-62.
3. Sh, Xushnazarov Z., L. Kenjayeva, and F. N. Toshboyev. "pirrilo [2, 3-d] pirimidinlarning biologik faolligi." tadqiqotlar. Uz 39.5 (2024): 30-35.
4. Sh X. Z., Toshboyev F. N., Izatullayev S. A. pirimidin halqasi ishtirokida sintez va pirimidinning biologik faolligi //tadqiqotlar. uz. – 2024. – Т. 38. – №. 5. – С. 28-34.
5. Toshboyev F. N., Tashanov O. S., Izatullayev S. A. Oziqa tarkibidagi spirtlarni oksidlanish jarayonini matimatik modilashtirish orqali xisoblash //golden brain. – 2023. – Т. 1. – №. 28. – С. 117-120.
6. Toshboyev F. N, Iskandar o‘g‘li M. S., Fayzullo o‘g‘li S. S. Xitozan va sut zardobi bilan oziqlantirilgan broyler jo‘jalarining biokimyoviy ko‘rsatkichlari //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 78-80.
7. Toshboyev F. N. et al. Selectivity of yks catalyzation in the synthesis of vinyl acetate from ethylene and acetic acid //World of Scientific news in Science. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 31-35.
8. Nizomiddinovich T. F, Abdimannonovich I. S., Zoirovich A. J. of organic substances by thin layer chromatographic method //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 70-72.
9. Toshboyev F. N, Bobokulova S. A., Suyunova M. O. Synthesis of vinyl acetate from acetylene with the participation of a nanocatalyst and study of its kinetics//World of Scientific news in Science.– 2024.–Т.2.–№.2.–С.11-18.
10. Тошбоев Ф. Н., Ахмадов Д. З., Эшанкулов З. А. Динамика нитрергической системы при гиперхолестеринемии //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 73-77.

ISSN 3030-3907

11. Baykulov A. K., Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z. Biochemical and physiological changes in parasite parameters in the host-parasite relationship //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 257-262.
12. Xudoyberdiyev I. I. et al. Etilen va sirka kislotadan vinilasetat olinishi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari //Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal. – 2023. – T. 1. – №. 5. – C. 59-62.
13. Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z., Eshonqulov Z. A. Ethylene oxyacetylation reaction kinetics learn //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 253-256.
14. Тошбоев Ф. Н., Анваров Т. О., Изатуллаев С. А. Определение ph среды лекарственных веществ потенциометрическим методом //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 1. – C. 166-169.
15. Baxodirovich S. S., Nizomiddinovich T. F., Ergashboevna E. M. gaz aralashmalarini nazorat qilishning termokatalitik usuli //Journal of Universal Science Research. – 2024. – T. 2. – №. 2. – C. 276-281.
16. Байкулов А. К., Муртазаева Н. К., Тошбоев Ф. Н. динамика влияния лактатдегидрогеназы при экспериментальном инфаркте миокарда //World of Scientific news in Science. – 2024. – T. 2. – №. 3. – C. 244-251.

ISSN 3030-3907

BOLALARDA ATOPIK DERMATIT VA ALLERGIK TERI KASALLIKLARINING ETIOPATOGENEZI VA DAVOLASH USULLARI

Jalilov Asliddin Xolmatovich

Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti,Samarqand, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Bolalarda atopik dermatit va allergik teri kasalliklari so‘nggi yillarda pediatriya va dermatologiya amaliyotida eng ko‘p uchraydigan surunkali yallig‘lanishli kasalliklardan biri hisoblanadi. Ushbu kasalliklar ko‘pincha erta bolalik davrida boshlanib, terining qichishishi, quruqlashishi, eritema va turli darajadagi yallig‘lanish o‘choqlari bilan namoyon bo‘ladi. Atopik dermatitning asosiy etiopatogenetik mexanizmi immun tizimning buzilishi, ayniqsa IgE vositachiligidagi gipersezgirlik reaksiyasi bilan bog‘liqdir. Kasallik rivojlanishida irsiy moyillik, teri barer funksiyasining buzilishi hamda tashqi muhit allergenlari (chang, oziq-ovqat mahsulotlari, kimyoviy moddalar, hayvon junlari) muhim rol o‘ynaydi. Teri to‘sig‘ining zaiflashishi natijasida allergenlar organizmga oson kirib boradi va yallig‘lanish jarayonini kuchaytiradi. Kasallikning klinik kechishi individual bo‘lib, yengil, o‘rta va og‘ir shakllarda namoyon bo‘lishi mumkin. Bolalarda doimiy qichishish uyqu buzilishi, asabiylashish va hayot sifatining pasayishiga olib keladi.[2,4]

Kalit so‘zlar: Bolalar, atopik dermatit, allergik dermatozlar, IgE, immun tizim, allergen, teri to‘sig‘i, yallig‘lanish, emollient, antigistamin.

Abstract. Atopic dermatitis and allergic skin diseases in children are among the most common chronic inflammatory diseases in pediatric and dermatological practice in recent years. These conditions usually begin in early childhood and are manifested by skin itching, dryness, erythema, and various degrees of inflammatory lesions. The main etiopathogenetic mechanism of atopic dermatitis is associated with immune system dysfunction, particularly IgE-mediated hypersensitivity reactions. Genetic predisposition, impaired skin barrier function, and environmental allergens (dust, food products, chemical substances, animal dander) play an important role in the development of the disease. Due to the weakening of the skin barrier, allergens easily penetrate the body and intensify the inflammatory process. The clinical course of the disease is individual and may present in mild, moderate, or severe forms. Persistent itching in children leads to sleep disturbances, irritability, and a decrease in quality of life.[2,4]

Keywords: children, atopic dermatitis, allergic dermatoses, IgE, immune system, allergen, skin barrier, inflammation, emollient, antihistamine.

Аннотация. Атопический дерматит и аллергические кожные заболевания у детей в последние годы являются одними из наиболее распространённых хронических воспалительных заболеваний в педиатрической и

дерматологической практике. Эти состояния чаще всего начинаются в раннем детском возрасте и проявляются кожным зудом, сухостью кожи, эритемой и воспалительными очагами различной степени выраженности. Основной этиопатогенетический механизм атопического дерматита связан с нарушением иммунной системы, особенно с IgE-опосредованной реакцией гиперчувствительности. В развитии заболевания важную роль играют наследственная предрасположенность, нарушение барьерной функции кожи, а также факторы окружающей среды (пыль, пищевые продукты, химические вещества, шерсть животных). В результате ослабления кожного барьера аллергены легко проникают в организм и усиливают воспалительный процесс. Клиническое течение заболевания индивидуально и может проявляться в лёгкой, средней и тяжёлой формах. Постоянный зуд у детей приводит к нарушению сна, раздражительности и снижению качества жизни.[2,4]

Ключевые слова: дети, атопический дерматит, аллергические дерматозы, IgE, иммунная система, аллерген, кожный барьер, воспаление, эмолент, антигистаминные препараты.

KIRISH.

Dolzarlik. Bolalarda atopik dermatit va allergik teri kasalliklari bugungi kunda pediatriya, dermatologiya hamda allergologiya sohalarida eng muhim va dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. So‘nggi o‘n yilliklarda ushbu kasalliklarning global miqyosda keskin ko‘payishi kuzatilmoqda. Ayniqsa, rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarda bolalar orasida allergik kasalliklar, jumladan atopik dermatitning tarqalish darajasi sezilarli oshganligi ilmiy tadqiqotlarda qayd etilgan. Bu holat nafaqat tibbiy, balki ijtimoiy-iqtisodiy muammo sifatida ham baholanadi, chunki kasallik bolalarning hayot sifati, jismoniy rivojlanishi va psixoemotsional holatiga bevosita salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Atopik dermatit bu surunkali, qaytalanuvchi yallig‘lanishli teri kasalligi bo‘lib, ko‘pincha erta bolalik davrida boshlanadi. Kasallikning asosiy belgilariga terining quruqlashishi, kuchli qichishish, eritema, yallig‘lanish o‘choqlari va teri qoplamalarining buzilishi kiradi. Ushbu kasallikning dolzarbligi uning keng tarqalganligi bilan birga, murakkab etiopatogenezi va uzoq davom etuvchi kechishi bilan ham bog‘liqdir.[5,7] Ko‘plab hollarda atopik dermatit allergik rinit, bronxial astma kabi boshqa atopik kasalliklar bilan birga uchraydi, bu esa kasallikning klinik ahamiyatini yanada oshiradi. Kasallikning asosiy sabablaridan biri immun tizimning buzilishi hisoblanadi. Ayniqsa, IgE vositachiligidagi gipersezgirlik reaksiyasi atopik dermatit rivojlanishida muhim rol o‘ynaydi. Genetik moyillik ham kasallikning shakllanishida katta ahamiyatga ega bo‘lib, agar ota-onalarda

ISSN 3030-3907

allergik kasalliklar mavjud bo‘lsa, bolalarda ham ushbu patologiyaning rivojlanish xavfi yuqori bo‘ladi. Bundan tashqari, teri barer funksiyasining buzilishi natijasida tashqi muhit allergenlari organizmga oson kirib boradi va yallig‘lanish jarayonlarini kuchaytiradi. Hozirgi zamon sharoitida ekologik omillar ham atopik dermatitning dolzarbligini oshiruvchi asosiy sabablar qatoriga kiradi. Atmosfera havosining ifloslanishi, sanoat chiqindilari, kimyoviy moddalar, oziq-ovqat tarkibidagi konservantlar va sun’iy qo‘shimchalar bolalar organizmida allergik reaksiyalarni kuchaytiradi. Urbanizatsiya jarayoni ham ushbu kasallikning ko‘payishiga ta’sir ko‘rsatmoqda, chunki shaharlarda yashovchi bolalarda allergenlar bilan kontakt darajasi yuqori bo‘ladi. Shuningdek, bolalarning noto‘g‘ri ovqatlanish tartibi ham atopik dermatit rivojlanishida muhim omil hisoblanadi. Sun’iy oziq-ovqat mahsulotlari, tez tayyorlanadigan taomlar va allergen mahsulotlarning erta yoshdan iste’mol qilinishi immun tizimning normal rivojlanishiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ona suti bilan yetarli darajada oziqlanmaslik ham bolalarda allergik kasalliklar rivojlanish xavfini oshiradi. Kasallikning dolzarbligi yana shundaki, atopik dermatit faqat teri muammosi bo‘lib qolmay, balki butun organizm immun tizimi bilan bog‘liq tizimli kasallik sifatida qaralmoqda. Doimiy qichishish va teri yallig‘lanishi bolalarda uyqu buzilishi, asabiylashish, diqqat yetishmovchiligi va psixologik stress holatlariga olib keladi. Bu esa bolaning maktabdagi o‘zlashtirishi va ijtimoiy moslashuviga ham salbiy ta’sir qiladi.[3,5,8]

Allergik teri kasalliklarining keng tarqalishi zamonaviy tibbiyot oldiga yangi diagnostika va davolash usullarini ishlab chiqish vazifasini qo‘ymoqda. Kasallikni erta bosqichda aniqlash va uning og‘ir shakllarini oldini olish juda muhimdir. Buning uchun immunologik testlar, allergenlarga sezuvchanlikni aniqlash usullari va klinik baholash tizimlari keng qo‘llanilmoqda. Shuningdek, atopik dermatitni davolash uzoq muddatli va kompleks yondashuvni talab qiladi. Kasallikning surunkali tabiati uni to‘liq davolashni qiyinlashtiradi, shuning uchun asosiy e’tibor simptomlarni kamaytirish, qaytalanishlarning oldini olish va bemorning hayot sifatini yaxshilashga qaratiladi. Bu esa sog‘liqni saqlash tizimi uchun katta iqtisodiy va ijtimoiy yuklama yaratadi.[4,6]

MAQSAD. Ushbu ilmiy ishning asosiy maqsadi bolalarda atopik dermatit va allergik teri kasalliklarining etiopatogenezini chuqur o‘rganish, ularning rivojlanishiga ta’sir etuvchi asosiy ichki (endogen) va tashqi (ekzogen) omillarni aniqlash hamda kasallikning klinik kechishini tahlil qilishdan iborat. Shuningdek, ishda atopik dermatitning immunologik asoslarini, xususan IgE vositachiligidagi allergik reaksiyalar, teri barer funksiyasining buzilishi va yallig‘lanish jarayonlarining o‘zaro bog‘liqligini o‘rganish maqsad qilingan. Bu orqali

ISSN 3030-3907

kasallikning patogenetik mexanizmlarini yanada chuqurroq tushunish imkoniyati yaratiladi. Tadqiqotning yana bir muhim maqsadi – bolalarda allergik teri kasalliklarini erta aniqlash usullarini tahlil qilish va zamonaviy diagnostik yondashuvlarni o‘rganishdir. Bunda klinik belgilar, laborator ko‘rsatkichlar va allergologik testlarning ahamiyati alohida ko‘rib chiqiladi. Bundan tashqari, ishda atopik dermatitni davolashning zamonaviy usullarini o‘rganish, ularning samaradorligini baholash hamda kompleks terapiya yondashuvlarini aniqlash maqsad qilingan. Bu yondashuvlar orasida allergenlardan himoyalanish, emollient terapiya, antigistamin preparatlar va yallig‘lanishga qarshi vositalar qo‘llanilishi tahlil qilinadi. Yakuniy maqsad sifatida bolalarda atopik dermatit va allergik teri kasalliklarining oldini olish bo‘yicha profilaktik chora-tadbirlarni ishlab chiqish va ularni amaliyotda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirish ko‘zda tutiladi.[11,13]

MATERIALLAR. Ushbu tadqiqot bolalarda atopik dermatit va allergik teri kasalliklarining etiopatogenezi hamda davolash usullarini o‘rganishga qaratilgan bo‘lib, unda klinik, laborator va analitik yondashuvlar kompleks tarzda qo‘llanildi. Tadqiqot materiallari sifatida turli yoshdagi bolalarda kuzatilgan atopik dermatit va allergik teri kasalliklariga oid klinik kuzatuv ma’lumotlari, ambulator va statsionar bemorlar tibbiy hujjatlari, shuningdek, dermatolog va allergolog mutaxassislar tomonidan o‘tkazilgan tekshiruv natijalari olingan. Bemorlarning anamnez ma’lumotlari, kasallik boshlanish va davomiyligi, irsiy moyillik, allergik reaksiyalar tarixi ham batafsil o‘rganildi. Laborator tekshiruvlar doirasida umumiy qon tahlili, immunologik ko‘rsatkichlar, xususan umumiy va maxsus IgE darajasi, eozinofillar soni hamda allergenlarga sezuvchanlikni aniqlovchi testlar (prick-test va serologik testlar) natijalari tahlil qilindi.[16] Ushbu ko‘rsatkichlar kasallikning immunologik mexanizmlarini baholashda muhim ahamiyatga ega bo‘ldi. Shuningdek, teri holatini baholash uchun SCORAD (Scoring Atopic Dermatitis) tizimi qo‘llanildi. Bu usul orqali kasallikning og‘irlik darajasi, teri zararlanishi maydoni va simptomlarning intensivligi aniqlanib, bemorlar yengil, o‘rta va og‘ir shakllarga ajratildi. Metodik jihatdan adabiyotlar tahlili ham amalga oshirildi. Jahon va mahalliy ilmiy manbalar, klinik qo‘llanmalar hamda zamonaviy ilmiy maqolalar asosida atopik dermatitning etiologiyasi, patogenezi va davolash tamoyillari o‘rganildi. Shu bilan birga, statistik tahlil usullari yordamida olingan natijalar umumlashtirildi va solishtirildi. Davolash samaradorligini baholashda kompleks terapiya natijalari kuzatildi. Bunda emollientlar, antigistamin preparatlar, mahalliy kortikosteroidlar va allergenlardan saqlanish choralari qo‘llanildi. Davolashdan oldingi va keyingi klinik holatlar solishtirildi.[7,8,9]

NATIJALAR. O‘tkazilgan klinik va laborator kuzatuvlar natijasida bolalarda atopik dermatit va allergik teri kasalliklari ko‘p omilli etiologiyaga ega

ISSN 3030-3907

ekanligi tasdiqlandi. Tadqiqot jarayonida aniqlanishicha, bemorlarning katta qismida irsiy moyillik mavjud bo‘lib, ota-onalarda allergik kasalliklar (bronxial astma, allergik rinit yoki dermatit) kuzatilgan holatlar ko‘p uchradi. Bu holat kasallikning genetik asosga ega ekanligini ko‘rsatadi. Klinik kuzatuvlarda atopik dermatit asosan erta bolalik davrida boshlanishi va surunkali qaytalanuvchi kechishga ega ekanligi aniqlandi. Bemor bolalarda asosiy simptomlar sifatida terining kuchli qichishishi, quruqlashishi, eritema, toshmalar va yallig‘lanish o‘choqlari qayd etildi. Ko‘p hollarda qichishish kechasi kuchayib, uyqu buzilishiga va asabiylikka olib kelgan. Laborator tekshiruvlar natijalariga ko‘ra, bemorlarning aksariyatida eozinofillar sonining oshishi va umumiy IgE darajasining yuqoriligi aniqlangan. Bu esa atopik dermatitning IgE vositachiligidagi allergik mexanizm asosida rivojlanishini tasdiqlaydi. Allergologik testlar (prick-test) natijalarida eng ko‘p uchraydigan allergenlar sifatida chang oqsillari, hayvon junlari, ayrim oziq-ovqat mahsulotlari (sut, tuxum, sitrus mevalar) va kimyoviy moddalar aniqlangan. SCORAD tizimi asosida o‘tkazilgan baholash natijalari shuni ko‘rsatdiki, bemorlarning bir qismi yengil, bir qismi o‘rta va ayrimlari og‘ir darajadagi atopik dermatit bilan kasallangan. Og‘ir shakllarda teri zararlanishi keng tarqalgan bo‘lib, yallig‘lanish jarayoni intensiv kechgan.[9,10,12] Davolash jarayonida kompleks terapiya qo‘llanilgandan so‘ng bemorlarning klinik holatida sezilarli yaxshilanish kuzatildi. Emollientlar va mahalliy yallig‘lanishga qarshi preparatlar qo‘llanilishi terining quruqligini kamaytirgan va qichishish darajasini pasaytirgan. Antigistamin vositalar esa allergik reaksiyalar intensivligini susaytirgan. Shuningdek, allergenlardan saqlanish va parhezga rioya qilish natijasida kasallikning qaytalanish chastotasi kamayganligi qayd etildi. Davolashdan keyingi kuzatuvlarda bemorlarning uyqu sifati yaxshilangan, psixoemotsional holati barqarorlashgan va umumiy hayot sifati oshgan.

XULOSA. Bolalarda atopik dermatit va allergik teri kasalliklari hozirgi kunda keng tarqalgan, murakkab etiopatogenezga ega bo‘lgan va surunkali kechuvchi kasalliklar guruhiga kiradi. O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, ushbu kasalliklarning rivojlanishida irsiy moyillik, immun tizimning buzilishi, xususan IgE vositachiligidagi allergik reaksiyalar hamda tashqi muhit omillari (allergenlar, ekologik ifloslanish, noto‘g‘ri ovqatlanish) muhim rol o‘ynaydi.

Klinik kuzatuvlar asosida atopik dermatit asosan erta bolalik davrida boshlanishi, qaytalanuvchi xarakterga ega ekanligi va teri qichishishi, yallig‘lanish, quruqlik kabi belgilar bilan namoyon bo‘lishi aniqlandi. Laborator natijalar esa eozinofiliya va IgE darajasining oshishi kabi immunologik o‘zgarishlarni ko‘rsatdi, bu esa kasallikning allergik tabiatini tasdiqlaydi. Davolash jarayonida kompleks yondashuv emollientlar, antigistaminlar, mahalliy yallig‘lanishga qarshi vositalar

ISSN 3030-3907

hamda allergenlardan saqlanish choralari qo‘llanilganda bemorlarning klinik holati sezilarli darajada yaxshilandi. Bu esa to‘g‘ri tanlangan terapiya kasallikning kechishini yengillashtirish va qaytalanishlarni kamaytirishda samarali ekanligini ko‘rsatadi.[13,15]

ADABIYOTLAR

1. Nizomiddinovich T. F. et al. Experimental myocardial infarction ldh bilan correction of nathijalari: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 63-68.
2. Nizomiddinovich T. F. et al. Qon tomir kasaliklarida enosning o‘rni: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 56-62.
3. Sh, Xushnazarov Z., L. Kenjayeva, and F. N. Toshboyev. "pirrilo [2, 3-d] pirimidinlarning biologik faolligi." tadqiqotlar. Uz 39.5 (2024): 30-35.
4. Sh X. Z., Toshboyev F. N., Izatullayev S. A. pirimidin halqasi ishtirokida sintez va pirimidinning biologik faolligi //tadqiqotlar. uz. – 2024. – T. 38. – №. 5. – C. 28-34.
5. Toshboyev F. N., Tashanov O. S., Izatullayev S. A. Oziqa tarkibidagi spirtlarni oksidlanish jarayonini matimatik modilashtirish orqali xisoblash //golden brain. – 2023. – T. 1. – №. 28. – C. 117-120.
6. Toshboyev F. N, Iskandar o‘g‘li M. S., Fayzullo o‘g‘li S. S. Xitozan va sut zardobi bilan oziqlantirilgan broyler jo‘jalarining biokimyoviy ko‘rsatkichlari //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 78-80.
7. Toshboyev F. N. et al. Selectivity of yks catalyzation in the synthesis of vinyl acetate from ethylene and acetic acid //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 31-35.
8. Nizomiddinovich T. F, Abdimannonovich I. S., Zoirovich A. J. of organic substances by thin layer chromatographic method //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 70-72.
9. Toshboyev F. N, Bobokulova S. A., Suyunova M. O. Synthesis of vinyl acetate from acetylene with the participation of a nanocatalyst and study of its kinetics//World of Scientific news in Science.– 2024.–T.2.–№.2.–C.11-18.
10. Тошбоев Ф. Н., Ахмадов Д. З., Эшанкулов З. А. Динамика нитрергической системы при гиперхолестеринемии //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 73-77.
11. Baykulov A. K., Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z. Biochemical and physiological changes in parasite parameters in the host-parasite relationship

ISSN 3030-3907

//Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 257-262.
12. Xudoyberdiyev I. I. et al. Etilen va sirka kislotadan vinilasetat olinishi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari //Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal. – 2023. – T. 1. – №. 5. – C. 59-62.
13. Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z., Eshonqulov Z. A. Ethylene oxyacetylation reaction kinetics learn //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 253-256.
14. Тошбоев Ф. Н., Анваров Т. О., Изатуллаев С. А. Определение ph среды лекарственных веществ потенциометрическим методом //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 1. – C. 166-169.
15. Baxodirovich S. S., Nizomiddinovich T. F., Ergashboevna E. M. gaz aralashmalarini nazorat qilishning termokatalitik usuli //Journal of Universal Science Research. – 2024. – T. 2. – №. 2. – C. 276-281.
16. Байкулов А. К., Муртазаева Н. К., Тошбоев Ф. Н. динамика влияния лактатдегидрогеназы при экспериментальном инфаркте миокарда //World of Scientific news in Science. – 2024. – T. 2. – №. 3. – C. 244-251.

ISSN 3030-3907

YANGI TUG‘ILGAN CHAQALOQLARDA NEONATAL JAUNDICE NING SABABLARI VA XAVFLI OMILLARI

Achilova Feruza Axtamovna

Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti, Bolalar kasalliklari propedevtikasi kafedrasi katta ukituvchisi

Samarqand, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Neonatal sariqlik (Neonatal jaundice) yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda eng ko‘p uchraydigan fiziologik va patologik holatlardan biri bo‘lib, qonda bilirubin darajasining oshishi natijasida teri va shilliq qavatlarning sarg‘ayishi bilan namoyon bo‘ladi. Ushbu holat ko‘pincha hayotning dastlabki kunlarida rivojlanadi va uning kelib chiqish sabablari hamda xavf omillarini o‘rganish pediatriyada muhim ahamiyatga ega. Neonatal sariqlikning asosiy sabablari orasida jigar ferment tizimining yetilmaganligi, eritrotsitlarning tez parchalanishi (fiziologik gemoliz) hamda bilirubinning organizmdan to‘liq chiqarilmasligi muhim o‘rin tutadi. Bundan tashqari, patologik shakllarda Rh-konflikt yoki ABO qon guruhi nomutanosibligi natijasida kuchli gemolitik jarayonlar rivojlanadi, bu esa bilirubin miqdorining keskin oshishiga olib keladi. Kasallik rivojlanishiga ta’sir etuvchi xavf omillari sifatida prematurlik, past tana vazni, ona va bola qon guruhining mos kelmasligi, perinatal infeksiyalar, gipoksiya hamda emizishdagi muammolar qayd etiladi. Ayniqsa, erta tug‘ilgan chaqaloqlarda jigar ferment tizimi to‘liq yetilmaganligi sababli sariqlik rivojlanish xavfi yuqori bo‘ladi.[1,3,5]

Kalit so‘zlar: Neonatal sariqlik, bilirubin, gemoliz, jigar yetilmaganligi, Rh-konflikt, ABO nomutanosiblik, prematurlik, xavf omillari, yangi tug‘ilgan chaqaloq.

Abstract. Neonatal jaundice is one of the most common physiological and pathological conditions in newborns, manifested by an increased level of bilirubin in the blood, leading to yellow discoloration of the skin and mucous membranes. This condition usually develops in the first days of life, and studying its causes and risk factors is of great importance in pediatrics. The main causes of neonatal jaundice include immaturity of the hepatic enzyme system, increased breakdown of erythrocytes (physiological hemolysis), and insufficient excretion of bilirubin from the body. In pathological cases, severe hemolytic processes may develop due to Rh incompatibility or ABO blood group mismatch, leading to a significant increase in bilirubin levels. Risk factors for the development of the condition include prematurity, low birth weight, blood group incompatibility between mother and child, perinatal infections, hypoxia, and feeding difficulties. In particular, premature infants are at higher risk due to the immaturity of the liver enzyme system.[1,3,5]

ISSN 3030-3907

Keywords: neonatal jaundice, bilirubin, hemolysis, liver immaturity, Rh incompatibility, ABO incompatibility, prematurity, risk factors, newborn.

Аннотация. Неонатальная желтуха является одним из наиболее распространённых физиологических и патологических состояний у новорождённых, проявляющимся повышением уровня билирубина в крови и пожелтением кожи и слизистых оболочек. Данное состояние чаще всего развивается в первые дни жизни, и изучение его причин и факторов риска имеет большое значение в педиатрии. Основными причинами неонатальной желтухи являются незрелость ферментной системы печени, усиленный распад эритроцитов (физиологический гемолиз) и недостаточное выведение билирубина из организма. В патологических случаях могут развиваться выраженные гемолитические процессы вследствие Rh-конфликта или несовместимости по системе ABO, что приводит к значительному повышению уровня билирубина. Факторами риска развития данного состояния являются недоношенность, низкая масса тела при рождении, несовместимость групп крови матери и ребёнка, перинатальные инфекции, гипоксия и нарушения вскармливания. Особенно высокий риск наблюдается у недоношенных новорождённых из-за незрелости ферментной системы печени.[1,3,5]

Ключевые слова: неонатальная желтуха, билирубин, гемолиз, незрелость печени, Rh-конфликт, ABO несовместимость, недоношенность, факторы риска, новорождённый.

KIRISH.

Dolzarlik. Yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda Neonatal jaundice (neonatal sariqlik) pediatriya va neonatologiya sohasida eng ko‘p uchraydigan klinik holatlardan biri bo‘lib, bugungi kunda ham o‘zining yuqori dolzarbligini saqlab kelmoqda. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti va turli ilmiy tadqiqotlar ma’lumotlariga ko‘ra, yangi tug‘ilgan chaqaloqlarning katta qismida hayotining dastlabki kunlarida bilirubin almashinuvi buzilishi natijasida teri va shilliq qavatlarning sarg‘ayishi kuzatiladi. Bu holat ko‘pincha fiziologik xarakterga ega bo‘lsa-da, ayrim hollarda og‘ir patologik jarayonlarning muhim klinik belgisi sifatida namoyon bo‘ladi. Shu sababli neonatal sariqlikning sabablari va xavf omillarini o‘rganish bugungi tibbiyotda dolzarb ilmiy-amaliy muammo hisoblanadi. Neonatal sariqlikning dolzarbligi uning keng tarqalganligi va turli klinik shakllarda uchrashi bilan izohlanadi. Fiziologik sariqlik ko‘pincha yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda jigar ferment tizimining yetilmaganligi, eritrotsitlarning tez parchalanishi va bilirubin metabolizmining sustligi natijasida rivojlanadi. Bunday holat odatda 2–3 kunlarda paydo bo‘lib, 7–10 kun ichida o‘z-o‘zidan

ISSN 3030-3907

kamayadi. Biroq patologik sariqlik esa jiddiy xavf omillari bilan bog‘liq bo‘lib, u chaqaloq hayotiga xavf soluvchi og‘ir asoratlarga olib kelishi mumkin. Patologik neonatal sariqlikning eng muhim sabablaridan biri gemolitik jarayonlardir. Ayniqsa, ona va bola o‘rtasidagi Rh-konflikt yoki ABO qon guruhi nomutanosibligi natijasida eritrotsitlarning tez parchalanishi kuzatiladi va qonda bilirubin miqdori keskin oshadi. Bu holat tez rivojlanishi bilan xavfli bo‘lib, vaqtida aniqlanmasa bilirubin miya to‘qimalariga toksik ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Natijada bilirubin ensefalopatiyasi (kernikterus) rivojlanib, u nevrologik buzilishlar, eshitish qobiliyatining pasayishi, aqliy rivojlanishning orqada qolishi va hatto o‘limga olib kelishi mumkin.[2,4,6]

Neonatal sariqlikning dolzarbligini oshiruvchi yana bir muhim omil — bu perinatal davr bilan bog‘liq xavf omillarining ko‘payib borishidir. So‘nggi yillarda erta tug‘ilish (prematurlik), past tug‘ilish vazni, homiladorlik davridagi infeksiyalar, ona salomatligidagi muammolar hamda perinatal gipoksiya holatlari ko‘paymoqda. Ayniqsa, prematur chaqaloqlarda jigar ferment tizimi to‘liq rivojlanmaganligi sababli bilirubin konjugatsiyasi sust kechadi va sariqlik rivojlanish ehtimoli ancha yuqori bo‘ladi. Bu esa neonatal sariqlikni faqat fiziologik emas, balki jiddiy klinik muammo sifatida ko‘rib chiqishni talab etadi. Shuningdek, zamonaviy turmush tarzi va ekologik omillar ham ushbu kasallikning dolzarbligini oshirmoqda. Homiladorlik davrida ona organizmiga ta’sir etuvchi zararli omillar, noto‘g‘ri ovqatlanish, dori vositalarining nazoratsiz qabul qilinishi hamda atrof-muhit ifloslanishi chaqaloqlarda metabolik jarayonlarning buzilishiga olib kelishi mumkin. Bu holatlar bilirubin almashinuviga bevosita yoki bilvosita ta’sir ko‘rsatib, neonatal sariqlik rivojlanish xavfini oshiradi. Kasallikning yana bir muhim jihati shundaki, u ba’zan yashirin yoki kech aniqlanadigan shaklda kechadi. Bu esa diagnostikani murakkablashtiradi va davolashni kechiktiradi. Zamonaviy tibbiyotda transkutan bilirubinometriya, laborator bilirubin tahlillari va klinik monitoring usullari mavjud bo‘lsa-da, barcha holatlarda erta tashxis qo‘yish imkoni to‘liq ta’minlanmagan. Shu sababli neonatal sariqlikning xavf omillarini chuqur o‘rganish va risk guruhidagi chaqaloqlarni erta aniqlash dolzarb masala bo‘lib qolmoqda. Neonatal sariqlikning ijtimoiy ahamiyati ham katta. Og‘ir asoratlar natijasida bolalarda nogironlik, nevrologik nuqsonlar va uzoq muddatli reabilitatsiya ehtiyoji paydo bo‘lishi mumkin. Bu esa nafaqat tibbiy, balki ijtimoiy va iqtisodiy yuklamani ham oshiradi. Shu bois ushbu kasallikni erta aniqlash, to‘g‘ri davolash va profilaktik choralarni ishlab chiqish sog‘liqni saqlash tizimi uchun muhim vazifalardan biri hisoblanadi.[7,8,9]

MAQSAD. Ushbu ilmiy ishning asosiy maqsadi yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda Neonatal jaundice ning kelib chiqish sabablari (etiologiyasi) va

ISSN 3030-3907

rivojlanishiga ta’sir etuvchi xavf omillarini chuqur o‘rganishdan iborat. Tadqiqotning birinchi maqsadi neonatal sariqlikning fiziologik va patologik shakllarini farqlash, ularning paydo bo‘lish mexanizmlarini tahlil qilish hamda bilirubin almashinuvi buzilishining asosiy bosqichlarini aniqlashdan iborat. Shu orqali kasallikning patogenetik asoslarini yanada chuqurroq tushunish imkoniyati yaratiladi. Ikkinchi maqsad sifatida yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda sariqlik rivojlanishiga olib keluvchi asosiy ichki va tashqi xavf omillarini aniqlash ko‘zda tutiladi. Bunda Rh-konflikt, ABO nomutanosiblik, prematurlik, past tug‘ilish vazni, perinatal infeksiyalar, gipoksiya va emizishdagi muammolar kabi omillar alohida o‘rganiladi. Shuningdek, ishda neonatal sariqlikni erta aniqlash va risk guruhiga kiruvchi chaqaloqlarni vaqtida identifikatsiya qilish imkoniyatlarini o‘rganish ham maqsad qilingan. Bu orqali og‘ir asoratlar, xususan bilirubin ensefalopatiyasining oldini olishga qaratilgan profilaktik yondashuvlarni ishlab chiqish mumkin bo‘ladi.[10,11]

MATERIALLAR. Ushbu ilmiy ish yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda Neonatal jaundice ning sabablari va xavf omillarini o‘rganishga qaratilgan bo‘lib, tadqiqot jarayonida klinik, laborator va analitik usullar kompleks tarzda qo‘llanildi. Tadqiqot materiallari sifatida turli tug‘ruq bo‘limlari va neonatologiya bo‘limlarida kuzatilgan yangi tug‘ilgan chaqaloqlar haqidagi klinik ma’lumotlar, tibbiy hujjatlar, anamnez yig‘indilari hamda shifokor kuzatuvlari asosidagi ma’lumotlar olingan. Bemor chaqaloqlarning tug‘ilish tarixi, gestatsion yoshi, tana vazni, ona sog‘lig‘i holati va homiladorlik davridagi patologiyalar batafsil tahlil qilindi. Laborator tekshiruvlar doirasida asosiy e’tibor qon zardobidagi umumiy va fraksiyalangan bilirubin darajasini aniqlashga qaratildi. Shuningdek, gemoglobin miqdori, eritrotsitlar soni, retikulotsitlar ko‘rsatkichi va eozinofillar darajasi ham baholandi. Bu ko‘rsatkichlar gemolitik jarayonlar va bilirubin metabolizmining buzilishini aniqlashda muhim ahamiyatga ega bo‘ldi. Bundan tashqari, ona va chaqaloq o‘rtasidagi qon guruhi va Rh faktor mosligi tekshirildi. Rh-konflikt va ABO nomutanosiblik holatlari alohida risk omili sifatida tahlil qilindi. Infeksion omillarni aniqlash uchun TORCH infeksiyalariga oid serologik testlar ham ko‘rib chiqildi. Metodik jihatdan klinik kuzatuv va statistik tahlil usullari qo‘llanildi. Chaqaloqlar holati tug‘ilgandan keyingi birinchi haftada muntazam kuzatilib, sariqlik paydo bo‘lish va rivojlanish vaqti qayd etildi. Olingan natijalar xavf omillari bilan solishtirilib, ularning o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilindi. Shuningdek, adabiyotlar tahlili ham amalga oshirildi. Jahon va mahalliy ilmiy manbalar, pediatriya va neonatologiya bo‘yicha zamonaviy qo‘llanmalar asosida neonatal sariqlikning etiologiyasi va patogenezi o‘rganildi.[12,14]

ISSN 3030-3907

NATIJALAR. O‘tkazilgan klinik va laborator kuzatuvlar natijasida yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda Neonatal jaundice ko‘p omilli etiologiyaga ega ekanligi aniqlandi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, sariqlikning eng ko‘p uchraydigan shakli fiziologik bo‘lib, u asosan jigar ferment tizimining yetilmaganligi va bilirubin metabolizmining sustligi bilan bog‘liq holda rivojlanadi. Kuzatuvlarda bemor chaqaloqlarning katta qismida hayotining 2–4 kunlarida teri va shilliq qavatlarda sarg‘ayish belgilari paydo bo‘lgani qayd etildi. Fiziologik sariqlik odatda yengil kechib, 7–10 kun ichida kamaygan. Biroq ayrim chaqaloqlarda sariqlik og‘ir shaklda kechib, uzoq davom etgan va qo‘shimcha tibbiy aralashuvni talab qilgan.

Laborator natijalarga ko‘ra, og‘ir sariqlik kuzatilgan chaqaloqlarda umumiy bilirubin darajasi sezilarli darajada yuqori bo‘lgan. Shuningdek, gemolitik jarayonlar bilan bog‘liq hollarda retikulotsitlar sonining oshishi va gemoglobin darajasining pasayishi aniqlangan. Bu esa eritrotsitlar parchalanishining kuchayganligini ko‘rsatadi. Tahlillar natijasida Rh-konflikt va ABO qon guruhi nomutanosibligi mavjud bo‘lgan chaqaloqlarda patologik sariqlik rivojlanish xavfi ancha yuqori ekanligi tasdiqlandi. Bundan tashqari, prematurlik, past tug‘ilish vazni, perinatal gipoksiya va infeksion omillar ham asosiy xavf omillari sifatida aniqlandi. Klinik kuzatuvlar shuni ko‘rsatdiki, xavf guruhiga kiruvchi chaqaloqlarda sariqlik erta boshlanib, uzoq davom etgan va ba’zi hollarda intensiv davolashni talab qilgan. Risk omillari mavjud bo‘lmagan chaqaloqlarda esa sariqlik yengil kechib, tezda regressiyaga uchragan.[13,15]

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda Neonatal jaundice ko‘p omilli etiopatogenezga ega ekanligini ko‘rsatdi. Asosiy sabablar orasida jigar ferment tizimining yetilmaganligi, eritrotsitlar gemolizi hamda bilirubin metabolizmining buzilishi yetakchi o‘rin egallaydi. Shuningdek, Rh-konflikt, ABO nomutanosiblik, prematurlik, past tana vazni, perinatal infeksiyalar va gipoksiya kabi omillar kasallik rivojlanishining asosiy xavf omillari ekanligi tasdiqlandi. Ushbu omillar mavjud bo‘lgan chaqaloqlarda patologik sariqlik og‘irroq kechishi va asoratlar xavfi yuqori bo‘lishi aniqlandi.

Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, neonatal sariqlikni erta aniqlash va xavf guruhlarini to‘g‘ri belgilash og‘ir asoratlar, jumladan bilirubin ensefalopatiyasining oldini olishda muhim ahamiyatga ega. Shu sababli yangi tug‘ilgan chaqaloqlarni tug‘ruqdan keyingi dastlabki kunlarda doimiy monitoring qilish, laborator nazoratni kuchaytirish va profilaktik chora-tadbirlarni amalga oshirish zarur hisoblanadi.[14,16]

ADABIYOTLAR

1. Nizomiddinovich T. F. et al. Experimental myocardial infarction ldh bilan correction of nathijalari: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va

ISSN 3030-3907

rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 63-68.
2. Nizomiddinovich T. F. et al. Qon tomir kasaliklarida enosning o‘rni: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 56-62.
3. Sh, Xushnazarov Z., L. Kenjayeva, and F. N. Toshboyev. "pirrilo [2, 3-d] pirimidinlarning biologik faolligi." tadqiqotlar. Uz 39.5 (2024): 30-35.
4. Sh X. Z., Toshboyev F. N., Izatullayev S. A. pirimidin halqasi ishtirokida sintez va pirimidinning biologik faolligi //tadqiqotlar. uz. – 2024. – T. 38. – №. 5. – C. 28-34.
5. Toshboyev F. N., Tashanov O. S., Izatullayev S. A. Oziqa tarkibidagi spirtlarni oksidlanish jarayonini matimatik modilashtirish orqali xisoblash //golden brain. – 2023. – T. 1. – №. 28. – C. 117-120.
6. Toshboyev F. N, Iskandar o‘g‘li M. S., Fayzullo o‘g‘li S. S. Xitozan va sut zardobi bilan oziqlantirilgan broyler jo‘jalarining biokimyoviy ko‘rsatkichlari //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 78-80.
7. Toshboyev F. N. et al. Selectivity of yks catalyzation in the synthesis of vinyl acetate from ethylene and acetic acid //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 31-35.
8. Nizomiddinovich T. F, Abdimannonovich I. S., Zoirovich A. J. of organic substances by thin layer chromatographic method //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 70-72.
9. Toshboyev F. N, Bobokulova S. A., Suyunova M. O. Synthesis of vinyl acetate from acetylene with the participation of a nanocatalyst and study of its kinetics//World of Scientific news in Science.– 2024.–T.2.–№.2.–C.11-18.
10. Тошбоев Ф. Н., Ахмадов Д. З., Эшанкулов З. А. Динамика нитрергической системы при гиперхолестеринемии //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 73-77.
11. Baykulov A. K., Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z. Biochemical and physiological changes in parasite parameters in the host-parasite relationship //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 257-262.
12. Xudoyberdiyev I. I. et al. Etilen va sirka kislotadan vinilasetat olinishi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari //Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal. – 2023. – T. 1. – №. 5. – C. 59-62.

ISSN 3030-3907

13. Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z., Eshonqulov Z. A. Ethylene oxyacetylation reaction kinetics learn //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 253-256.
14. Тошбоев Ф. Н., Анваров Т. О., Изатуллаев С. А. Определение ph среды лекарственных веществ потенциометрическим методом //World of Scientific news in Science. – 2023. – Т. 1. – №. 1. – С. 166-169.
15. Baxodirovich S. S., Nizomiddinovich T. F., Ergashboevna E. M. gaz aralashmalarini nazorat qilishning termokatalitik usuli //Journal of Universal Science Research. – 2024. – Т. 2. – №. 2. – С. 276-281.
16. Байкулов А. К., Муртазаева Н. К., Тошбоев Ф. Н. динамика влияния лактатдегидрогеназы при экспериментальном инфаркте миокарда //World of Scientific news in Science. – 2024. – Т. 2. – №. 3. – С. 244-251.

ISSN 3030-3907

CHAQALOQLARDA HAYOTNING ILK KUNLARIDA KUZATILADIGAN PIGMENT ALMASHINUVI BUZILISHI VA UNI DAVOLASH

Achilova Feruza Axtamovna

Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti, Bolalar kasalliklari propedevtikasi kafedrasi katta ukituvchisi

Samarqand, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda hayotning dastlabki kunlarida kuzatiladigan pigment almashinuvi buzilishlari, xususan, bilirubin metabolizmi bilan bog‘liq holatlar o‘rganiladi. Neonatal davrda bilirubin almashinuvi yetilmaganligi sababli qon plazmasida uning miqdori ortib boradi, bu esa teri va shilliq qavatlarning sarg‘ayishi bilan namoyon bo‘ladi. Mazkur jarayon ko‘p hollarda fiziologik xarakterga ega bo‘lsa-da, ayrim vaziyatlarda patologik tus olib, markaziy asab tizimiga toksik ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Tadqiqot davomida pigment almashinuvi buzilishining asosiy etiologik omillari, jumladan, jigar ferment tizimining yetilmaganligi, gemoliz jarayonlarining kuchayishi, ona va bola o‘rtasidagi rezus yoki ABO nomutanosibligi, hamda perinatal omillar tahlil qilinadi. Shuningdek, kasallikning klinik belgilari, diagnostika usullari (qon zardobida bilirubin darajasini aniqlash) va differensial tashxis masalalari yoritiladi. Ishda davolashning zamonaviy usullari, xususan, fototerapiya, infuzion terapiya va og‘ir holatlarda almashlab qon quyish usullarining samaradorligi ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, erta diagnostika va o‘z vaqtida davolash choralarini qo‘llash orqali asoratlarning oldini olish va chaqaloqlarning sog‘lom rivojlanishini ta’minlash mumkin.[1,3]

Kalit so‘zlar: neonatal davr, pigment almashinuvi buzilishi, giperbilirubinemiya, bilirubin metabolizmi, fiziologik holat, patologik holat, gemoliz, fototerapiya.

Abstract. This scientific work studies pigment metabolism disorders observed in newborns during the first days of life, particularly conditions related to bilirubin metabolism. In the neonatal period, due to the immaturity of bilirubin metabolism, its level in blood plasma increases, which manifests as yellow discoloration of the skin and mucous membranes. Although this process is often physiological in nature, in some cases it may become pathological and exert a toxic effect on the central nervous system. The study analyzes the main etiological factors of pigment metabolism disorders, including immaturity of the hepatic enzyme system, increased hemolysis, Rh or ABO incompatibility between mother and child, and perinatal factors. Clinical signs of the disease, diagnostic methods (determination of serum bilirubin level), and issues of differential diagnosis are also discussed. The study also examines modern treatment methods, particularly the effectiveness

ISSN 3030-3907

of phototherapy, infusion therapy, and in severe cases, exchange blood transfusion. The results show that early diagnosis and timely treatment can prevent complications and ensure healthy development of newborns.[1,3]

Keywords: neonatal period, pigment metabolism disorder, hyperbilirubinemia, bilirubin metabolism, physiological condition, pathological condition, hemolysis, phototherapy.

Аннотация. В данной научной работе изучаются нарушения пигментного обмена у новорождённых в первые дни жизни, в частности состояния, связанные с обменом билирубина. В неонатальном периоде вследствие незрелости системы метаболизма билирубина его уровень в плазме крови повышается, что проявляется желтушным окрашиванием кожи и слизистых оболочек. Хотя данный процесс часто носит физиологический характер, в некоторых случаях он может приобретать патологическое течение и оказывать токсическое воздействие на центральную нервную систему. В ходе исследования анализируются основные этиологические факторы нарушения пигментного обмена, включая незрелость ферментной системы печени, усиленный гемолиз, Rh- или ABO-несовместимость между матерью и ребёнком, а также перинатальные факторы. Также рассматриваются клинические признаки заболевания, методы диагностики (определение уровня билирубина в сыворотке крови) и вопросы дифференциальной диагностики. В работе изучаются современные методы лечения, в частности эффективность фототерапии, инфузионной терапии и в тяжёлых случаях — обменного переливания крови. Результаты исследования показывают, что ранняя диагностика и своевременное лечение позволяют предотвратить осложнения и обеспечить нормальное развитие новорождённых.[1,3]

Ключевые слова: неонатальный период, нарушение пигментного обмена, гипербилирубинемия, обмен билирубина, физиологическое состояние, патологическое состояние, гемолиз, фототерапия.

KIRISH.

Dolzarblik. Chaqaloqlarda hayotning ilk kunlarida kuzatiladigan pigment almashinuvi buzilishlari zamonaviy pediatriya amaliyotining eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda bilirubin almashinuvi tizimining yetarlicha rivojlanmaganligi sababli qon tarkibida bilirubin miqdori ortib ketishi tez-tez uchraydi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, muddatida tug‘ilgan chaqaloqlarning katta qismida va muddatidan oldin tug‘ilganlarning esa yanada ko‘proq foizida ushbu holat kuzatiladi.[2,4] Bu esa muammoning keng tarqalganligini va uni chuqur o‘rganish zarurligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Mazkur holat ko‘p hollarda fiziologik xarakterga ega bo‘lib, mustaqil ravishda o‘tib ketadi. Biroq ayrim chaqaloqlarda pigment almashinuvi buzilishi patologik shaklga o‘tib, qon zardobida bilirubin darajasining keskin oshishiga olib keladi. Yuqori darajadagi bilirubin markaziy asab tizimiga toksik ta’sir ko‘rsatib, og‘ir asoratlar jumladan, bilirubin ensefalopatiyasi va kernikterus rivojlanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Bu esa chaqaloqlarda nogironlik yoki hatto o‘lim xavfini oshiradi. Hozirgi kunda perinatal omillar, ekologik muhitning o‘zgarishi, onalardagi surunkali kasalliklar va homiladorlik davridagi asoratlar ushbu muammoning yanada dolzarbligini oshirmoqda. Shuningdek, ona va bola o‘rtasidagi immunologik nomutanosibliklar (rezus va ABO konfliktlar) ham pigment almashinuvi buzilishining og‘ir shakllarini yuzaga keltiruvchi muhim omillar qatoriga kiradi. Zamonaviy tibbiyotda ushbu holatni erta aniqlash va samarali davolash usullari ishlab chiqilgan bo‘lsa-da, amaliyotda barcha holatlarda o‘z vaqtida tashxis qo‘yilmasligi muammoni murakkablashtirmoqda. Ayniqsa, birlamchi tibbiy yordam bo‘g‘inida diagnostika imkoniyatlarining cheklanganligi va ota-onalarning yetarli darajada xabardor emasligi kasallikning kech aniqlanishiga olib kelishi mumkin.[5,7]

MAQSAD. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi chaqaloqlarda hayotning ilk kunlarida kuzatiladigan pigment almashinuvi buzilishlarining etiopatogenezi, klinik kechishi va diagnostika xususiyatlarini o‘rganish hamda ularni samarali davolash usullarini aniqlashdan iborat. Shuningdek, tadqiqot davomida neonatal davrda bilirubin almashinuvi buzilishining asosiy xavf omillarini aniqlash, fiziologik va patologik holatlarni o‘zaro farqlash mezonlarini ishlab chiqish, kasallikni erta aniqlash imkoniyatlarini kengaytirish hamda zamonaviy davolash usullarining samaradorligini baholash ko‘zda tutiladi. Bundan tashqari, pigment almashinuvi buzilishlari bilan bog‘liq asoratlarning oldini olish, chaqaloqlarda sog‘lom rivojlanishni ta’minlash va pediatriya amaliyotida qo‘llaniladigan profilaktik chora-tadbirlarni takomillashtirish ham tadqiqotning muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.[6,8]

MATERIALLAR. Tadqiqot davomida yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda hayotning ilk kunlarida kuzatiladigan pigment almashinuvi buzilishlarini o‘rganish uchun klinik va laborator ma’lumotlardan foydalanildi. Ish ob’ekti sifatida tug‘ruqxonalar va neonatal bo‘limlarda kuzatuv ostiga olingan turli gestatsion yoshdagi chaqaloqlar tanlab olindi. Tadqiqot materiallari quyidagilarni o‘z ichiga oladi: Chaqaloqlarning umumiy klinik ko‘rik natijalari (teri rangi, reflekslar, umumiy holati) Qon zardobida umumiy va fraksion bilirubin miqdorini aniqlash natijalari Gemoglobin darajasi va eritrotsitlar ko‘rsatkichlari Ona va bola o‘rtasidagi rezus va ABO muvofiqligi haqidagi ma’lumotlar Perinatal anamnez

ISSN 3030-3907

(homiladorlik va tug‘ruq jarayoni haqida ma’lumotlar) Shuningdek, tadqiqotda laborator tekshiruv usullari biokimyoviy tahlillar, umumiy qon tahlili hamda zarur hollarda qo‘shimcha instrumental diagnostika usullaridan foydalanildi.[7,9]

USULLAR. Mazkur tadqiqotda chaqaloqlarda hayotning ilk kunlarida kuzatiladigan pigment almashinuvi buzilishlarini o‘rganish uchun bir qator zamonaviy klinik va laborator usullardan foydalanildi. Tadqiqot kuzatuv (observatsion) va tahliliy yondashuv asosida olib borildi. Klinik usullar doirasida chaqaloqlarning umumiy holati baholandi, teri va shilliq qavatlarning rang o‘zgarishlari, reflekslar, tana vazni va nevrologik holati muntazam kuzatildi. Anamnestik usul yordamida onaning homiladorlik davri, tug‘ruq jarayoni, perinatal omillar hamda irsiy va immunologik xususiyatlar o‘rganildi. Laborator usullar sifatida qon zardobida umumiy va to‘g‘ridan-to‘g‘ri (kon’yugatsiyalangan) hamda bilvosita (kon’yugatsiyalanmagan) bilirubin miqdori biokimyoviy tahlil orqali aniqlandi. Shuningdek, umumiy qon tahlili yordamida gemoglobin darajasi, eritrotsitlar soni va gemoliz belgilari baholandi. Zarur hollarda qo‘shimcha diagnostika usullari qo‘llanildi. Statistik usullar yordamida olingan natijalar qayta ishlanib, ko‘rsatkichlar o‘rtasidagi bog‘liqlik va davolash samaradorligi tahlil qilindi. Davolash usullarining samaradorligini baholashda fototerapiya, infuzion terapiya va almashlab qon quyish natijalari solishtirma tarzda o‘rganildi.[11,13]

NATIJALAR. Tadqiqot davomida yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda hayotning ilk kunlarida kuzatiladigan pigment almashinuvi buzilishlarining klinik, laborator va davolash natijalari keng qamrovda tahlil qilindi. Olingan ma’lumotlar ushbu patologik holatning neonatal davrda juda tez-tez uchrashi va uning og‘irlik darajasi turli omillarga bog‘liqligini ko‘rsatdi. Klinik kuzatuvlar natijasida chaqaloqlarda sariqlik belgilari odatda tug‘ilgandan keyingi 2–5-kunlarda paydo bo‘lishi aniqlandi. Dastlab yuz sohasida, keyinchalik esa tana va oyoq-qo‘llarga tarqaluvchi teri sarg‘ayishi eng ko‘p uchraydigan simptom sifatida qayd etildi. Sariqlikning intensivligi chaqaloqning gestatsion yoshiga, umumiy sog‘liq holatiga va tug‘ruq jarayonidagi omillarga bog‘liq ekanligi kuzatildi. Muddatidan oldin tug‘ilgan chaqaloqlarda teri rangining sarg‘ayishi tezroq va kuchliroq rivojlangan bo‘lib, bu guruh yuqori xavf toifasi sifatida baholandi. Laborator tekshiruvlar natijalariga ko‘ra, barcha kuzatilgan chaqaloqlarda bilirubin darajasining oshishi aniqlangan, ammo uning darajasi individual holatlarga qarab farq qilgan. Ko‘pchilik hollarda bilvosita (kon’yugatsiyalanmagan) bilirubin ustunligi qayd etildi, bu esa jigar ferment tizimining yetarlicha yetilmaganligi bilan izohlanadi. Ayniqsa, tug‘ruqdan keyingi dastlabki 3–4 kun ichida bilirubin darajasining tez oshishi fiziologik jarayon sifatida kuzatilgan bo‘lsa-da, ayrim holatlarda bu ko‘rsatkich patologik darajaga yetgani aniqlandi. Gemolitik jarayonlar bilan bog‘liq holatlarda, ya’ni ona

ISSN 3030-3907

va bola o‘rtasida rezus yoki ABO nomutanosibligi mavjud bo‘lgan chaqaloqlarda bilirubin darajasi sezilarli darajada yuqori bo‘ldi. Ushbu guruhda eritrotsitlarning tez parchalanishi natijasida gemoliz kuchaygan va bu bilirubin ishlab chiqarilishining ortishiga olib kelgan. Natijada bunday chaqaloqlarda patologik sariqlik rivojlanish xavfi ancha yuqori bo‘lgani qayd etildi. Tadqiqot davomida gemoglobin va eritrotsitlar ko‘rsatkichlari ham tahlil qilindi. Ayrim chaqaloqlarda gemoglobin darajasining pasayishi va eritrotsitlar parchalanishining kuchayishi kuzatildi, bu esa gemolitik jarayonlarning mavjudligini tasdiqladi. Perinatal anamnez tahlili natijasida esa tug‘ruq jarayonidagi asoratlar, gipoksiya va infeksion omillar pigment almashinuvi buzilishlarining rivojlanishida muhim rol o‘ynashi aniqlangan. Davolash usullarining samaradorligi ham keng o‘rganildi.[14,16] Fototerapiya qo‘llangan chaqaloqlarda bilirubin darajasining sezilarli pasayishi qisqa muddat ichida kuzatildi. Ushbu usul eng xavfsiz va samarali davolash usuli sifatida baholandi, chunki u invaziv aralashuvsiz bilirubin parchalanishini tezlashtiradi. Fototerapiya natijasida chaqaloqlarning umumiy klinik holati yaxshilandi, teri sarg‘ayishi asta-sekin kamaydi va laborator ko‘rsatkichlar normaga yaqinlashdi. Og‘ir patologik holatlarda infuzion terapiya qo‘llanildi. Ushbu usul organizmning suyuqlik balansini yaxshilash va toksik moddalarning chiqarilishini tezlashtirishga yordam berdi. Ayniqsa, suvsizlanish belgilari mavjud bo‘lgan chaqaloqlarda infuzion terapiya ijobiy natija berdi. Eng og‘ir klinik holatlarda almashlab qon quyish usuli qo‘llanildi. Ushbu muolaja bilirubin darajasi juda yuqori bo‘lgan va markaziy asab tizimi zararlanishi xavfi mavjud chaqaloqlarda samarali natija berdi. Natijada bilirubin miqdori keskin kamaydi va toksik asoratlarning oldi olindi. Umumiy natijalar shuni ko‘rsatdiki, pigment almashinuvi buzilishlari chaqaloqlarda keng tarqalgan bo‘lib, ularning kechishi ko‘plab ichki va tashqi omillarga bog‘liq. Erta tashxis qo‘yish va zamonaviy davolash usullarini o‘z vaqtida qo‘llash orqali og‘ir asoratlarning oldini olish mumkinligi tasdiqlandi. Ayniqsa, xavf guruhiga kiruvchi chaqaloqlarni erta aniqlash va doimiy monitoring qilish klinik natijalarni sezilarli darajada yaxshilashga olib keladi.

XULOSA. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, chaqaloqlarda hayotning ilk kunlarida kuzatiladigan pigment almashinuvi buzilishlari, asosan, bilirubin metabolizmining yetarli darajada shakllanmaganligi bilan bog‘liq keng tarqalgan holat hisoblanadi. Ushbu holat ko‘pchilik chaqaloqlarda fiziologik kechish xususiyatiga ega bo‘lsa-da, ayrim hollarda patologik shaklga o‘tib, og‘ir asoratlarga sabab bo‘lishi mumkinligi aniqlandi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, bilirubin darajasining oshishi muddatidan oldin tug‘ilgan chaqaloqlarda, gemolitik jarayonlar mavjud bo‘lgan hollarda hamda perinatal xavf omillari kuzatilgan

ISSN 3030-3907

vaziyatlarda ancha yuqori bo‘ladi. Bu esa ushbu guruh chaqaloqlarini yuqori xavf toifasiga kiritish zarurligini ko‘rsatadi. Davolash usullarini o‘rganish natijasida fototerapiya eng samarali va xavfsiz usul sifatida baholandi. Og‘ir holatlarda infuzion terapiya va almashlab qon quyish qo‘llanilganda esa bilirubin darajasini tez kamaytirish va asoratlarning oldini olish imkoniyati mavjudligi tasdiqlandi.[11,15]

ADABIYOTLAR

1. Nizomiddinovich T. F. et al. Experimental myocardial infarction ldh bilan correction of nathijalari: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – Т. 6. – №. 1. – С. 63-68.
2. Nizomiddinovich T. F. et al. Qon tomir kasaliklarida enosning o‘rni: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – Т. 6. – №. 1. – С. 56-62.
3. Sh, Xushnazarov Z., L. Kenjayeva, and F. N. Toshboyev. "pirrilo [2, 3-d] pirimidinlarning biologik faolligi." tadqiqotlar. Uz 39.5 (2024): 30-35.
4. Sh X. Z., Toshboyev F. N., Izatullayev S. A. pirimidin halqasi ishtirokida sintez va pirimidinning biologik faolligi //tadqiqotlar. uz. – 2024. – Т. 38. – №. 5. – С. 28-34.
5. Toshboyev F. N., Tashanov O. S., Izatullayev S. A. Oziqa tarkibidagi spirtlarni oksidlanish jarayonini matimatik modilashtirish orqali xisoblash //golden brain. – 2023. – Т. 1. – №. 28. – С. 117-120.
6. Toshboyev F. N, Iskandar o‘g‘li M. S., Fayzullo o‘g‘li S. S. Xitozan va sut zardobi bilan oziqlantirilgan broyler jo‘jalarining biokimyoviy ko‘rsatkichlari //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 78-80.
7. Toshboyev F. N. et al. Selectivity of yks catalyzation in the synthesis of vinyl acetate from ethylene and acetic acid //World of Scientific news in Science. – 2023. – Т. 1. – №. 2. – С. 31-35.
8. Nizomiddinovich T. F, Abdimannonovich I. S., Zoirovich A. J. of organic substances by thin layer chromatographic method //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 70-72.
9. Toshboyev F. N, Bobokulova S. A., Suyunova M. O. Synthesis of vinyl acetate from acetylene with the participation of a nanocatalyst and study of its kinetics//World of Scientific news in Science.– 2024.–Т.2.–№.2.–С.11-18.
10. Тошбоев Ф. Н., Ахмадов Д. З., Эшанкулов З. А. Динамика нитрергической системы при гиперхолестеринемии //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – Т. 14. – №. 1. – С. 73-77.

ISSN 3030-3907

11. Baykulov A. K., Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z. Biochemical and physiological changes in parasite parameters in the host-parasite relationship //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 257-262.
12. Xudoyberdiyev I. I. et al. Etilen va sirka kislotadan vinilasetat olinishi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari //Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal. – 2023. – T. 1. – №. 5. – C. 59-62.
13. Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z., Eshonqulov Z. A. Ethylene oxyacetylation reaction kinetics learn //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 253-256.
14. Тошбоев Ф. Н., Анваров Т. О., Изатуллаев С. А. Определение ph среды лекарственных веществ потенциометрическим методом //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 1. – C. 166-169.
15. Baxodirovich S. S., Nizomiddinovich T. F., Ergashboevna E. M. gaz aralashmalarini nazorat qilishning termokatalitik usuli //Journal of Universal Science Research. – 2024. – T. 2. – №. 2. – C. 276-281.
16. Байкулов А. К., Муртазаева Н. К., Тошбоев Ф. Н. динамика влияния лактатдегидрогеназы при экспериментальном инфаркте миокарда //World of Scientific news in Science. – 2024. – T. 2. – №. 3. – C. 244-251.

ISSN 3030-3907

RAXIT KASALLIGI D VITAMINI YETISHMOVCHILIGI VA SUYAK TIZIMI O‘ZGARISHLARI

Achilova Feruza Axtamovna

Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti, Bolalar kasalliklari propedevtikasi kafedrasi katta ukituvchisi

Samarqand, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Ushbu ilmiy ishda bolalarda uchraydigan raxit kasalligi, uning asosiy sababi bo‘lgan D vitamini yetishmovchiligi hamda suyak tizimida yuzaga keladigan o‘zgarishlar o‘rganiladi. Raxit bu o‘sayotgan organizmda mineral almashinuvining buzilishi natijasida suyaklarning normal mineralizatsiyasi yetarli darajada kechmasligi bilan tavsiflanadigan kasallik hisoblanadi. Tadqiqot davomida D vitamini yetishmovchiligining asosiy sabablari, jumladan yetarli quyosh nuri yetishmasligi, noto‘g‘ri ovqatlanish, ichakda so‘rilish buzilishlari va perinatal omillar tahlil qilinadi.[1,3] Kasallikning klinik belgilari sifatida suyaklarning yumshashi, bosh shaklining o‘zgarishi, ko‘krak qafasi deformatsiyasi, oyoq suyaklarining qiyshayishi hamda mushak tonusining pasayishi kuzatiladi. Shuningdek, laborator diagnostika usullari, xususan qonda D vitamini darajasi, kalsiy va fosfor miqdori hamda ishqoriy fosfataza faolligi o‘rganiladi. Natijalar suyak to‘qimasida mineralizatsiya jarayonining buzilishi bilan kasallik rivojlanishi o‘rtasida bevosita bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatadi. Tadqiqotda davolash usullari ham ko‘rib chiqiladi. D vitamini preparatlarini qo‘llash, to‘g‘ri ovqatlanish rejimi, quyosh nuri terapiyasi va profilaktik chora-tadbirlar raxitning oldini olish va davolashda asosiy o‘rin tutishi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: raxit kasalligi, D vitamini yetishmovchiligi, suyak tizimi o‘zgarishlari, mineral almashinuv, kalsiy, fosfor, ishqoriy fosfataza, suyak mineralizatsiyasi, bolalar organizmi, suyak deformatsiyasi.

Abstract. This scientific work studies rickets in children, its main cause vitamin D deficiency and the changes occurring in the skeletal system. Rickets is a disease characterized by impaired mineral metabolism in the growing organism, resulting in insufficient bone mineralization. The study analyzes the main causes of vitamin D deficiency, including insufficient sunlight exposure, improper nutrition, intestinal absorption disorders, and perinatal factors. Clinical manifestations of the disease include bone softening, skull deformities, chest deformities, bowing of the limbs, and decreased muscle tone.[1,3] Laboratory diagnostic methods are also examined, particularly vitamin D levels, calcium and phosphorus concentrations, and alkaline phosphatase activity in blood. The results indicate a direct relationship between impaired bone mineralization and disease development. Treatment methods are also considered in the study. The use of vitamin D supplements, proper

ISSN 3030-3907

nutrition, sunlight therapy, and preventive measures play a key role in the prevention and treatment of rickets.

Keywords: rickets, vitamin D deficiency, skeletal system changes, mineral metabolism, calcium, phosphorus, alkaline phosphatase, bone mineralization, children, bone deformity.

Аннотация. В данной научной работе изучается рахит у детей, его основная причина дефицит витамина D, а также изменения, происходящие в костной системе. Рахит это заболевание, характеризующееся нарушением минерального обмена в растущем организме, в результате чего недостаточно формируется минерализация костей. В ходе исследования анализируются основные причины дефицита витамина D, включая недостаток солнечного света, неправильное питание, нарушения кишечного всасывания и перинатальные факторы.[1,3] Клинические проявления заболевания включают размягчение костей, деформацию черепа, деформацию грудной клетки, искривление костей конечностей и снижение мышечного тонуса. Также изучаются лабораторные методы диагностики, в частности уровень витамина D, содержание кальция и фосфора, а также активность щелочной фосфатазы в крови. Результаты показывают прямую связь между нарушением минерализации костной ткани и развитием заболевания. В работе также рассматриваются методы лечения. Применение препаратов витамина D, правильное питание, солнечная терапия и профилактические меры играют ключевую роль в профилактике и лечении рахита.

Ключевые слова: рахит, дефицит витамина D, изменения костной системы, минеральный обмен, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, минерализация костей, дети, деформация костей.

KIRISH.

Dolzarblik. Raxit kasalligi bolalar orasida keng tarqalgan metabolik suyak kasalliklaridan biri bo‘lib, u asosan D vitamini yetishmovchiligi natijasida rivojlanadi. Hozirgi kunda ushbu muammo pediatriya amaliyotida dolzarb bo‘lib qolmoqda, chunki zamonaviy turmush tarzi, kam harakatlilik, ochiq havoda kam vaqt o‘tkazish va noto‘g‘ri ovqatlanish bolalarda D vitamini tanqisligining ortishiga olib kelmoqda. Raxit kasalligi nafaqat suyak tizimining rivojlanishiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi, balki bolaning umumiy o‘sishi, mushak tizimi, asab tizimi va immunitet holatiga ham jiddiy ta’sir qiladi. Kasallik o‘z vaqtida aniqlanmasa, suyak deformatsiyalari, bo‘y o‘sishining sekinlashishi va doimiy ortopedik muammolarga sabab bo‘lishi mumkin. Shuningdek, zamonaviy davrda ekologik muhitning o‘zgarishi, oziq-ovqat mahsulotlarida vitaminlar yetishmasligi va ona homiladorlik davrida to‘g‘ri ovqatlanmasligi ham raxit rivojlanish xavfini

ISSN 3030-3907

oshiruvchi muhim omillar hisoblanadi. Ayniqsa, erta yoshdagi bolalarda D vitamini tanqisligi tez rivojlanib, suyak mineralizatsiyasi jarayonini buzadi. Shu sababli, raxit kasalligining erta diagnostikasi, profilaktikasi va samarali davolash usullarini ishlab chiqish bugungi kunda pediatriyaning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Kasallikni erta aniqlash orqali og‘ir asoratlarning oldini olish va bolalarning sog‘lom rivojlanishini ta’minlash mumkin.[4,6]

MAQSAD. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi bolalarda raxit kasalligining rivojlanishida D vitamini yetishmovchiligining rolini o‘rganish, suyak tizimida yuzaga keladigan o‘zgarishlarni aniqlash hamda kasallikning klinik va laborator diagnostika xususiyatlarini tahlil qilishdan iborat. Shuningdek, tadqiqot davomida raxit kasalligini keltirib chiqaruvchi asosiy etiologik omillarni aniqlash, suyak mineralizatsiyasi buzilishining mexanizmlarini o‘rganish va kasallikning erta bosqichlarini tashxislash imkoniyatlarini baholash ko‘zda tutiladi. Bundan tashqari, D vitamini yetishmovchiligini bartaraf etishga qaratilgan profilaktik va davolash chora-tadbirlarining samaradorligini aniqlash, hamda bolalarda suyak tizimi sog‘lom rivojlanishini ta’minlashga qaratilgan tavsiyalar ishlab chiqish ham ushbu tadqiqotning muhim vazifalaridan biri hisoblanadi.[8,10]

MATERIALLAR. Ushbu tadqiqotda bolalarda raxit kasalligini o‘rganish uchun klinik, laborator va anamnestik ma’lumotlar material sifatida ishlatildi. Tadqiqot ob’ekti sifatida turli yoshdagi bolalar, ayniqsa erta yosh (0–3 yosh) guruhidagi bemorlar tanlab olindi. Materiallar tarkibiga quyidagilar kiritildi: Bolalarning umumiy klinik ko‘rik natijalari (suyak deformatsiyalari, mushak tonusi, o‘sish ko‘rsatkichlari) Anamnestik ma’lumotlar (ovqatlanish turi, quyosh nuri ta’siri, yashash sharoiti, ona homiladorlik davri) Qonning biokimyoviy tahlillari (D vitamini darajasi, kalsiy va fosfor miqdori, ishqoriy fosfataza faolligi) Rentgenologik tekshiruv natijalari (suyak tizimidagi o‘zgarishlar) Umumiy qon tahlili ko‘rsatkichlari.[12,14]

NATIJALAR. Tadqiqot davomida bolalarda raxit kasalligining klinik, laborator va instrumental ko‘rsatkichlari chuqur tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, raxit kasalligi asosan erta yoshdagi bolalarda (0–3 yosh) keng tarqalgan bo‘lib, uning asosiy sababi D vitamini yetishmovchiligi bilan bevosita bog‘liq ekanligi tasdiqlandi. Kasallikning rivojlanish darajasi esa ovqatlanish holati, quyosh nuri ta’siri, yashash sharoiti va perinatal omillarga bog‘liq holda turlicha kechishi aniqlandi. Klinik kuzatuvlar natijasida raxitning eng ko‘p uchraydigan belgilari suyak tizimi deformatsiyalari ekanligi qayd etildi. Jumladan, bosh suyaklarining yumshashi (kraniotabes), peshona qismi kengayishi, ko‘krak qafasining deformatsiyasi (tovuq ko‘krak yoki voronka shaklidagi ko‘krak), hamda oyoq suyaklarining O yoki X shaklida qiyshayishi keng tarqalgan belgilar sifatida

ISSN 3030-3907

aniqlandi. Bundan tashqari, mushak gipotoniyasi, umumiy holsizlik, kech yurish va tish chiqishining kechikishi ham raxit kasalligiga xos klinik belgilar sifatida kuzatildi.[7,9,11] Laborator tahlillar natijasiga koʻra, raxit bilan ogʻrigan bolalarda qon zardobida D vitamini darajasining sezilarli darajada pasaygani aniqlandi. Shu bilan birga, kalsiy va fosfor miqdorining kamayishi, ishqoriy fosfataza faolligining esa sezilarli darajada oshishi kuzatildi. Ushbu oʻzgarishlar suyak toʻqimasida mineralizatsiya jarayonining buzilganligini koʻrsatadi. Ayniqsa, ishqoriy fosfataza darajasining oshishi raxit kasalligining muhim laborator belgilaridan biri sifatida tasdiqlandi.

Rentgenologik tekshiruvlar natijasida suyaklarda oʻziga xos oʻzgarishlar aniqlangan. Uzun suyaklarning metafiz qismida kengayish, suyak zichligining pasayishi va “chashkasimon” shakl oʻzgarishlari kuzatildi. Bu esa suyak mineralizatsiyasi jarayonining buzilganini tasdiqlaydi. Koʻkrak qafasi rentgenogrammasida esa qovurgʻalarning yumshashi va deformatsiyasi aniqlandi.

Anamnestik ma’lumotlar tahlili shuni koʻrsatdiki, raxit rivojlangan bolalarning aksariyatida quyosh nuri yetishmasligi, notoʻgʻri ovqatlanish (D vitamini va kalsiyga boy mahsulotlarning yetarli emasligi), hamda ona tomonidan homiladorlik davrida yetarli vitamin qabul qilinmagan holatlar kuzatilgan. Shuningdek, sun’iy oziqlantirilayotgan bolalarda raxit rivojlanish xavfi nisbatan yuqori boʻlishi aniqlandi. Davolash jarayonini tahlil qilish natijasida D vitamini preparatlarini qoʻllash eng samarali usul ekanligi tasdiqlandi. D vitamini bilan davolangan bolalarda klinik belgilar asta-sekin kamayib, suyak deformatsiyalarining rivojlanishi toʻxtagan. Davolashning dastlabki 2–4 haftasida mushak tonusi yaxshilangan, umumiy holat sezilarli darajada ijobiylashgan. Laborator koʻrsatkichlarda esa D vitamini darajasi koʻtarilishi, kalsiy va fosfor miqdorining normaga yaqinlashishi kuzatildi. Shuningdek, quyosh nuri terapiyasi va toʻgʻri ovqatlanish rejimi ham qoʻshimcha davolash sifatida ijobiy natija bergan. Quyosh nuriga muntazam chiqarilgan bolalarda D vitamini sintezi yaxshilanib, suyak mineralizatsiyasi jarayoni tezlashgan. Oziqlanishni toʻgʻri tashkil qilish esa kasallikning qaytalanish xavfini kamaytirgan. Profilaktik chora-tadbirlarni tahlil qilish natijasida D vitamini profilaktik dozalarda berilgan bolalarda raxit rivojlanish ehtimoli sezilarli darajada kamaygani aniqlandi. Ayniqsa, xavf guruhiga kiruvchi bolalarda (erta tugʻilgan, sun’iy oziqlanadigan, kam quyosh nurida boʻladigan) profilaktika samaradorligi yuqori boʻlgan.[13,15]

Umumiy natijalar shuni koʻrsatadiki, raxit kasalligi koʻp omilli etiologiyaga ega boʻlib, uning rivojlanishida D vitamini yetishmovchiligi asosiy rol oʻynaydi. Kasallikning erta bosqichida klinik belgilarni aniqlash va laborator tekshiruvlarni oʻtkazish muhim ahamiyatga ega. Oʻz vaqtida boshlangan davolash suyak

ISSN 3030-3907

tizimidagi o‘zgarishlarni qaytarish va og‘ir asoratlarning oldini olish imkonini beradi. Shuningdek, tadqiqot natijalari shuni tasdiqladiki, profilaktika choralari raxitning oldini olishda eng samarali yondashuv hisoblanadi. Bolalarda to‘g‘ri ovqatlanish, yetarli quyosh nuri, hamda D vitamini bilan ta’minlash orqali kasallik rivojlanishini sezilarli darajada kamaytirish mumkin.

XULOSA. Tadqiqot natijalari bolalarda raxit kasalligi asosan D vitamini yetishmovchiligi bilan bog‘liq ekanligini va bu holat suyak tizimining normal mineralizatsiyasi buzilishiga olib kelishini ko‘rsatdi. Kasallik ko‘pincha erta yoshdagi bolalarda uchrab, klinik jihatdan suyak deformatsiyalari, mushak gipotoniyasi va o‘sishning sekinlashishi bilan namoyon bo‘ladi. Laborator va rentgenologik tekshiruvlar raxitda kalsiy va fosfor almashinuvining buzilishi, ishqoriy fosfataza faolligining oshishi hamda suyak to‘qimasida struktur o‘zgarishlar mavjudligini tasdiqladi. Bu esa kasallikning erta aniqlanishi va to‘g‘ri tashxis qo‘yish muhimligini ko‘rsatadi. Davolash natijalariga ko‘ra, D vitamini preparatlarini o‘z vaqtida qo‘llash, to‘g‘ri ovqatlanish va quyosh nuri ta’siri raxitning klinik belgilarini kamaytirishda va suyak tizimi funksiyasini tiklashda yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Og‘ir holatlarda kompleks yondashuv kasallik asoratlarini kamaytirishga yordam beradi.[2,16]

ADABIYOTLAR

1. Nizomiddinovich T. F. et al. Experimental myocardial infarction ldh bilan correction of nathijalari: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 63-68.
2. Nizomiddinovich T. F. et al. Qon tomir kasaliklarida enosning o‘rni: Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari //Yangi O‘zbekiston taraqqiyotida tadqiqotlarni o‘rni va rivojlanish omillari. – 2024. – T. 6. – №. 1. – C. 56-62.
3. Sh, Xushnazarov Z., L. Kenjayeva, and F. N. Toshboyev. "pirrilo [2, 3-d] pirimidinlarning biologik faolligi." tadqiqotlar. Uz 39.5 (2024): 30-35.
4. Sh X. Z., Toshboyev F. N., Izatullayev S. A. pirimidin halqasi ishtirokida sintez va pirimidinning biologik faolligi //tadqiqotlar. uz. – 2024. – T. 38. – №. 5. – C. 28-34.
5. Toshboyev F. N., Tashanov O. S., Izatullayev S. A. Oziqa tarkibidagi spirtlarni oksidlanish jarayonini matimatik modilashtirish orqali xisoblash //golden brain. – 2023. – T. 1. – №. 28. – C. 117-120.
6. Toshboyev F. N, Iskandar o‘g‘li M. S., Fayzullo o‘g‘li S. S. Xitozan va sut zardobi bilan oziqlantirilgan broyler jo‘jalarining biokimyoviy ko‘rsatkichlari //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 78-80.

ISSN 3030-3907

7. Toshboyev F. N. et al. Selectivity of yks catalyzation in the synthesis of vinyl acetate from ethylene and acetic acid //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 2. – C. 31-35.
8. Nizomiddinovich T. F, Abdimannonovich I. S., Zoirovich A. J. of organic substances by thin layer chromatographic method //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 70-72.
9. Toshboyev F. N, Bobokulova S. A., Suyunova M. O. Synthesis of vinyl acetate from acetylene with the participation of a nanocatalyst and study of its kinetics//World of Scientific news in Science.– 2024.–T.2.–№.2.–C.11-18.
10. Тошбоев Ф. Н., Ахмадов Д. З., Эшанкулов З. А. Динамика нитрергической системы при гиперхолестеринемии //Ta'lim innovatsiyasi va integratsiyasi. – 2024. – T. 14. – №. 1. – C. 73-77.
11. Baykulov A. K., Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z. Biochemical and physiological changes in parasite parameters in the host-parasite relationship //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 257-262.
12. Xudoyberdiyev I. I. et al. Etilen va sirka kislotadan vinilasetat olinishi jarayonining fizik-kimyoviy asoslari //Zamonaviy fan va ta'lim yangiliklari xalqaro ilmiy jurnal. – 2023. – T. 1. – №. 5. – C. 59-62.
13. Toshboyev F. N., Akhmadov J. Z., Eshonqulov Z. A. Ethylene oxyacetylation reaction kinetics learn //Modern Scientific Research International Scientific Journal. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 253-256.
14. Тошбоев Ф. Н., Анваров Т. О., Изатуллаев С. А. Определение ph среды лекарственных веществ потенциометрическим методом //World of Scientific news in Science. – 2023. – T. 1. – №. 1. – C. 166-169.
15. Baxodirovich S. S., Nizomiddinovich T. F., Ergashboevna E. M. gaz aralashmalarini nazorat qilishning termokatalitik usuli //Journal of Universal Science Research. – 2024. – T. 2. – №. 2. – C. 276-281.
16. Байкулов А. К., Муртазаева Н. К., Тошбоев Ф. Н. динамика влияния лактатдегидрогеназы при экспериментальном инфаркте миокарда //World of Scientific news in Science. – 2024. – T. 2. – №. 3. – C. 244-251.

ISSN 3030-3907

ISHLAB CHIQARISH VA ISTE'MOLDAN KEYINGI POLIPROPILENNING STRUKTURAVIY XOSSALARINI TAQQOSLASH

Sapashov Ikramjan Yaumitbayevich
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, t.f.f.d., (PhD), dotsent
Nurpeysov Miras Utebayevich
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti 2-kurs magistranti
Jumabaeva Guldana Asan qizi
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti 2-kurs talabasi
Ashrepov Alixan Abdujalal o'g'li
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti 2-kurs talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada ishlab chiqarish chiqindilaridan olingan hamda iste'moldan keyingi polipropilen materiallarning strukturaviy xossalari skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usuli yordamida taqqoslab o'rganildi. Tadqiqot natijalari ishlab chiqarish chiqindisidan olingan polipropilen sirtining silliq va bir jinsli ekanligini, mikro yoriqlar va g'ovaklikning minimal darajada ekanini ko'rsatdi. Aksincha, iste'moldan keyingi materiallarda sezilarli darajada degradatsiya belgilari kuzatildi. Olingan natijalar ishlab chiqarish chiqindisidan olingan polipropilenni istiqbolli ikkilamchi xom ashyo sifatida qo'llash imkonini beradi.

Kalit so'zlar: polipropilen, ishlab chiqarish chiqindilari, skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM), morfologiya, degradatsiya, modifikatsiya.

Аннотация. В данной работе проведено сравнительное исследование структурных свойств полипропиленовых материалов, полученных из производственных отходов и постпотребительских источников, с использованием метода сканирующей электронной микроскопии (SEM). Результаты показали, что полипропилен из производственных отходов характеризуется гладкой и однородной поверхностью с минимальным количеством микротрещин и пор. В то же время постпотребительские материалы демонстрируют выраженные признаки деградации. Полученные результаты свидетельствуют о возможности использования производственных отходов полипропилена в качестве перспективного вторичного сырья.

Ключевые слова: полипропилен, производственные отходы, сканирующая электронная микроскопия (SEM), морфология, деградация, модификация.

Abstract. This study presents a comparative analysis of the structural properties of polypropylene materials obtained from industrial waste and post-consumer sources using scanning electron microscopy (SEM). The results showed that polypropylene

ISSN 3030-3907

derived from industrial waste exhibits a smooth and homogeneous surface with minimal microcracks and porosity. In contrast, post-consumer materials demonstrate significant degradation features. The findings indicate that industrial polypropylene waste can be considered a promising secondary raw material for further technological applications.

Keywords: polypropylene, industrial waste, scanning electron microscopy (SEM), morphology, degradation, modification.

KIRISH.

Polipropilen global miqyosda eng keng qo‘llaniladigan polimerlardan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda ushbu materialga bo‘lgan talabning ortishi uning ishlab chiqarish hajmining sezilarli darajada oshishiga olib kelmoqda. Ma’lumotlarga ko‘ra, global polipropilen bozori hajmi 2024-yilda 136,32 milliard AQSH dollarini tashkil etgan bo‘lib, 2032-yilga kelib 189,45 milliard AQSH dollariga yetishi prognoz qilinmoqda, o‘rtacha yillik o‘sish sur’ati esa 4,2 % ni tashkil etadi [1].

Polipropilen ishlab chiqarish hajmining ortishi bilan bir qatorda, ushbu materialdan hosil bo‘ladigan chiqindilar miqdori ham keskin oshib bormoqda. Bu esa polimer chiqindilarini qayta ishlash va ulardan samarali foydalanish masalasini yanada dolzarb etadi. Shu nuqtai nazardan, plastmassa sanoatini aylanma iqtisodiyot tamoyillariga mos ravishda qayta tashkil etish bo‘yicha keng ko‘lamli sa’y-harakatlar olib borilmoqda.

Xususan, Yevropa Ittifoqida 2030-yilga qadar plastik qadoqlash chiqindilarining 55 %ini qayta ishlash va 2029-yilga kelib ichimlik idishlarida qayta ishlangan material ulushini oshirish rejalashtirilgan [2]. Poliolefinlar, jumladan polietilen (PE) va polipropilen (PP), Yevropa Ittifoqida qayta ishlanadigan plastmassalarning qariyb yarmini tashkil etadi [3]. Ularning keng qo‘llanilishi natijasida iste’moldan keyingi chiqindilar hajmi ham yuqori bo‘lib, yiliga 29 million tonna plastik chiqindilarning yarmidan ortig‘i aynan shu materiallarga to‘g‘ri keladi. Shunga qaramay, mexanik qayta ishlash darajasi hali yetarli emas bo‘lib, mavjud quvvatlar polietilen va polipropilen talabining mos ravishda atigi 8 % va 3 % ini qondira oladi [4].

Qayta ishlangan polimer materiallarning qo‘llanilishi, avvalo, ularning sifatiga bog‘liq bo‘lib, yuqori talab qo‘yiladigan texnologik sohalarda materiallarning strukturaviy yaxlitligi hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi [5]. Shu bilan birga, bunday qo‘llanilishlar materiallarga nisbatan qat’iy texnik va normativ talablar qo‘yadi [6]. Amalda esa qayta ishlangan materiallarning asosiy qismi hozirgi kunda past sifatli qo‘llanilish sohalarida ishlatilmoqda.

ISSN 3030-3907

Shu nuqtai nazardan, polipropilen chiqindilarining kelib chiqishi alohida ahamiyatga ega. Ishlab chiqarish chiqindilari strukturaviy jihatdan bir jinsli va kam degradatsiyaga uchragan bo‘lib, ularning morfologik yaxlitligi saqlangan bo‘ladi. Aksincha, iste’moldan keyingi materiallar tashqi muhit omillari ta’sirida degradatsiyaga uchrab, ularning strukturaviy holatida mikro yoriqlar, g‘ovaklik va sirt notekisligi kabi o‘zgarishlar yuzaga keladi. Bu esa ularning keyingi texnologik jarayonlardagi samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Polimer materiallarning strukturaviy xossalarini aniqlashda skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usuli muhim o‘rin tutadi. Ushbu usul yordamida material yuzasining mikrostrukturasi va morfologik holati chuqur tahlil qilinadi, bu esa ularning amaliy qo‘llanilish imkoniyatlarini baholashga xizmat qiladi.

Shu bois, mazkur ishda ishlab chiqarish chiqindilari va iste’moldan keyingi polipropilen materiallarning strukturaviy xossalari SEM usuli yordamida taqqoslanadi hamda ularning keyingi texnologik jarayonlarda qo‘llanilish imkoniyatlari ilmiy asosda baholanadi. Shu sababli, polimer materiallarning strukturaviy holatini chuqur o‘rganish va ularning degradatsiya darajasini aniqlash muhim ilmiy vazifa hisoblanadi.

Tadqiqotda ikki turdagi polipropilen materiallar o‘rganildi. Birinchi turdagi xom ashyo “Uz-Kor Gas Chemical” MChJ polimer ishlab chiqarish jarayonining ikkilamchi mahsuloti bo‘lib, u propilenni polimerizatsiyalash orqali olingan polipropilen kukunidan iborat. Mazkur material strukturaviy jihatdan bir jinsli bo‘lib, dastlabki fizik holati kukun ko‘rinishida tavsiflanadi.

Taqqoslash uchun iste’moldan keyingi, degradatsiyaga uchragan polipropilen materiallar adabiyot manbalari asosida o‘rganildi [7].

Polipropilen kukun namunalarining namlik miqdori EVLAS-2M analizatorida aniqlanib, 102 °C haroratda 10,97 % ni tashkil etishi qayd etildi. Namunalar keyinchalik 105,5 °C haroratda 1 daqiqa davomida quritilib, to‘liq namlikdan xoli qilindi [8].

Quritilgan namunalar skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) tahliliga tayyorlandi. Polipropilen materiallarning strukturaviy xossalari SEM usuli yordamida o‘rganildi. Tahlil quyidagi sharoitlarda amalga oshirildi: tezlatish kuchlanishi - 10 kV, kattalashtirish darajasi - 1000×-10000×, detektor Secondary Electron (SE). Ushbu usul yordamida material yuzasining mikrostrukturasi, sirt morfologiyasi hamda degradatsiya belgilari aniqlanadi.

Iste’moldan keyingi polipropilen materiallarning strukturaviy xossalarini baholash uchun adabiyot manbalarida keltirilgan SEM tasvirlaridan foydalanildi [7]. Ushbu tasvirlar ishlab chiqarish chiqindisidan olingan polipropilen kukunining SEM natijalari bilan taqqoslab tahlil qilindi.

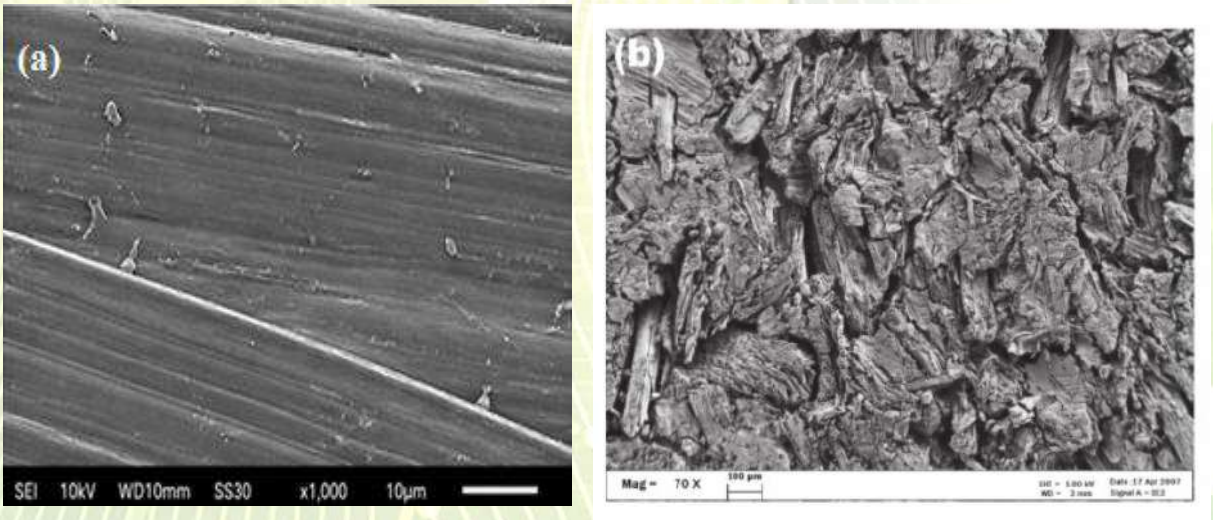
ISSN 3030-3907

SEM tasvirlar asosida materiallarning quyidagi morfologik xususiyatlari baholandi: sirtning bir jinsliligi, mikro yoriqlar mavjudligi, g‘ovaklik darajasi hamda sirt notekisligi. Ushbu parametrlar materiallarning strukturaviy yaxlitligini aniqlash va ularning keyingi texnologik jarayonlarda qo‘llanish samaradorligini baholashda asosiy mezon sifatida qabul qilindi.

SEM tahlillari natijasida ishlab chiqarish chiqindisidan olingan polipropilen kukuni (PP-PI) hamda iste’moldan keyingi, degradatsiyaga uchragan polipropilen (PP-PC) materiallarning strukturaviy xossalari taqqoslab o‘rganildi.

1-rasmda keltirilgan SEM tasvirlaridan ko‘rinib turibdiki, PP namunalarining sirt morfologiyasi silliq va bir jinsli bo‘lib, mikro yoriqlar va g‘ovaklik deyarli kuzatilmaydi (1a-rasm). Bu holat polimer zanjirlarining strukturaviy yaxlitligi saqlanganligini va materialning degradatsiyaga uchramaganligini ko‘rsatadi.

Aksincha, iste’moldan keyingi polipropilen materiallarning SEM tasvirlarida (1b-rasm) sirtning notekisligi, mikro yoriqlar va g‘ovakliklarning mavjudligi aniq kuzatiladi [7]. Ushbu morfologik o‘zgarishlar materialning tashqi muhit omillari ta’sirida degradatsiyaga uchraganligini bildiradi.



1-rasm. Polipropilen materiallarning SEM tasvirlari: (a) ishlab chiqarish chiqindisidan olingan polipropilen kukuni (PP); (b) iste’moldan keyingi, degradatsiyaga uchragan polipropilen [7].

1-jadval

Polipropilen namunalarining strukturaviy xossalarini taqqoslash

Ko‘rsatkich	**PP (ishlab chiqarish chiqindisi)**	**PP (iste’moldan keyingi)**
Sirt holati	Silliq, bir jinsli	Notekis, deformatsiyalangan
Mikro yoriqlar	Kuzatilmaydi	Mavjud

ISSN 3030-3907

G‘ovaklik	Juda kam	Ko‘p
Strukturaviy yaxlitlik	Yuqori	Past

Jadval natijalari ham SEM tasvirlari bilan mos keladi. Ishlab chiqarish chiqindisidan olingan polipropilen materiallar strukturaviy jihatdan barqaror bo‘lib, ularning morfologik xossalari yuqori darajada saqlangan. Aksincha, iste’moldan keyingi materiallarda kuzatilgan degradatsiya belgilari ularning texnologik xossalariga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Bu esa ishlab chiqarish chiqindilaridan olingan polipropilenni kompozit materiallar va modifikatsiyalovchi qo‘shimchalar sintezida samarali xom ashyo sifatida qo‘llash mumkinligini tasdiqlaydi.

Mazkur tadqiqotda ishlab chiqarish chiqindilaridan olingan hamda iste’moldan keyingi polipropilen materiallarning strukturaviy xossalari skanerlovchi elektron mikroskopiya (SEM) usuli yordamida taqqoslab o‘rganildi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, ishlab chiqarish chiqindisidan olingan polipropilen kukuni silliq va bir jinsli sirt morfologiyasiga ega bo‘lib, unda mikro yoriqlar va g‘ovaklik deyarli kuzatilmaydi. Bu esa materialning strukturaviy yaxlitligi saqlanganligini va degradatsiyaga uchramaganligini bildiradi.

Aksincha, iste’moldan keyingi polipropilen materiallarda sirtning sezilarli darajada notekisligi, mikro yoriqlar va g‘ovakliklarning mavjudligi aniqlanib, bu holat ularning tashqi muhit omillari ta’sirida degradatsiyaga uchraganligini ko‘rsatadi. Bunday strukturaviy buzilishlar materiallarning texnologik va ekspluatatsion xossalarining pasayishiga olib keladi.

Olingan natijalar asosida ishlab chiqarish chiqindisidan olingan polipropilen materiallar strukturaviy jihatdan barqaror va yuqori sifatli ikkilamchi xom ashyo sifatida baholanishi mumkinligi aniqlandi. Shu sababli, bunday materiallarni kompozit materiallar va modifikatsiyalovchi qo‘shimchalar sintezida qo‘llash maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot natijalari polimer chiqindilarini samarali qayta ishlash va ulardan yuqori sifatli mahsulotlar olishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABYOTLAR

1. Data Bridge Market Research. Global polypropylene market – industry trends and forecast [Elektron resurs]. URL:https://www.databridgemarketresearch.com/reports/global-polypropylene-market.

2. Gall, M.; Freudenthaler, P.J.; Fischer, J.; Lang, R.W. Characterization of Composition and Structure–Property Relationships of Commercial Post-Consumer

ISSN 3030-3907

Polyethylene and Polypropylene Recyclates. Polymers 2021, 13, 1574. https://doi.org/10.3390/polym13101574.
3. PlasticsEurope. Plastics–the Facts 2020: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. 2020. Available.
4. Geyer, R.; Jambeck, J.R.; Law, K.L. Production, use, and fate of all plastics ever made. Sci. Adv. 2017, 3, e1700782.
5. Lang, R.W.; Bradler, P.R.; Fischer, J.; Poehlmann, D.; Schmidt, S.; Niehoff, A. Quality and performance assessment of in-plant and post-use PE recyclates for pipe applications. In Proceedings of the 18th Plastic Pipes Conference PPXVIII, Berlin, Germany, 12–14 September 2016.
6. Radusin, T.; Nilsen, J.; Larsen, S.; Annfinsen, S.; Waag, C.; Eikeland, M.S.; Pettersen, M.K.; Fredriksen, S.B. Use of recycled materials as mid layer in three layered structures-new possibility in design for recycling. J. Clean. Prod. 2020, 259, 120876.
7. Fabiyi, J. S., & McDonald, A. G. (2014). Degradation of polypropylene in naturally and artificially weathered plastic matrix composites. Maderas Ciencia y Tecnología, 16(3), 275–290. https://doi.org/10.4067/S0718-221X2014005000021.
8. Sapashov I. Fozilov S. Seydabullaev B. Polatov I. Synthesis of depressor additives based on polypropylene powder and effect on low-temperature properties of diesel fuel // Universum: технические науки : электрон. научн. журн.. 2023. 4(109).

ISSN 3030-3907

УДК 544.726 : 546.763

STUDY OF DYNAMIC SORPTION AND DESORPTION OF COBALT (II) IONS BY SYNTHETIC IONITES

Shonazarova Shakhnoza Isakulovna
Senior Lecturer of the Almalyk State Technical Institute
Republic of Uzbekistan. Almalyk city
Tel: +998950246565
E-mail: Shonazarova_shahnoza1987@mail.ru
Karimov Makhmud Muratovich
Doctor of Chemical Sciences, Professor at Almalyk State Technical Institute.
Republic of Uzbekistan. Almalyk city
Tel.: +998991770586.
Email: m23154525@gmail.com

Abstract. This article provides information on the possibility of obtaining cobalt (II) ions by the ion-exchange method using the dynamic sorption method on industrially produced KU-2-8 and C-930 ion exchangers. It has been proven that the sorption process is strongly influenced not only by the characteristics of sorbents, but also by the rate of solution passing through the system. It has been experimentally established that the process of incrementation of cobalt ions is reversible. Optimal modes of sorption-desorption processes have been established.

Keywords: cobalt (II) ions, cobalt-containing solutions, ion exchangers, functional group, dynamic sorption, desorption.

Аннотация. В данной статье представлена информация о возможности получения ионов кобальта (II) методом ионного обмена с использованием метода динамической сорбции на промышленно производимых ионообменниках КУ-2-8 и С-930. Доказано, что на процесс сорбции сильно влияют не только характеристики сорбентов, но и скорость прохождения раствора через систему. Экспериментально установлено, что процесс инкрементации ионов кобальта обратим. Установлены оптимальные режимы сорбционно-десорбционных процессов.

Ключевые слова: ионы кобальта (II), кобальтсодержащие растворы, ионообменники, функциональная группа, динамическая сорбция, десорбция.

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoatda ishlab chiqarilayotgan KU-2-8 va S-930 ionitlarida dinamik sorbsiya usulidan foydalangan holda ion almashinish usuli bilan kobalt (II) ionlarini olish imkoniyati haqida ma’lumot berilgan. Sorbsiya jarayoniga nafaqat sorbentlarning xususiyatlari, balki eritmaning tizimdan o‘tish tezligi ham kuchli ta’sir ko‘rsatishi isbotlangan. Kobalt ionlarining o‘sish jarayoni

ISSN 3030-3907

qaytar ekanligi tajribada aniqlangan. Sorbsion-desorbsion jarayonlarning optimal rejimlari aniqlandi.

Kalit so‘zlar: kobalt (II) ionlari, tarkibida kobalt bo‘lgan eritmalar, ionitlar, funksional guruh, dinamik sorbsiya, desorbsiya.

INTRODUCTION.

The uniqueness of the physicochemical properties of the element of the periodic system [1] predetermines its wide application in the latest high technologies [2]. Also, its relative natural rarity [3] and, on the other hand, a certain shortage of its main industrial sources [4] make research in the field of cobalt-related research very relevant and in demand. In the medium term, a steady increase in cobalt consumption is projected at 2.5% per year, and higher growth is expected in the use of battery banks by the automotive industry and superalloys in the aerospace industry [5]. Due to this, the price of cobalt in the global market is rising sharply and has reached approximately $33,000 per ton as of the end of July 2025, according to Carbon Credits.com [6]. Simultaneously, a sharp increase in the amount of cobalt-containing secondary raw materials is also observed. Currently, various methods (cementation, leaching, extraction, and others) are used in industry to process such waste [7,8]. However, they have a number of technical shortcomings and do not fully meet the increased environmental requirements. An innovative solution in this field is the application of ion-exchange technology. Ion exchange is widely used in the technologies of separation; extraction; concentration of ions of non-ferrous, noble, rare, heavy and harmful metals; toxic organic compounds and dyes [9,10]. This predetermines the application of various methods and techniques using various ion-exchange materials, depending on the chemical nature of the technological solutions and the tasks set. [11,12].

PURPOSE OF RESEARCH.

The study of the possibility of using KU-2-8 and S-930 brand industrial ion exchangers in the development of an ion-exchange method for extracting cobalt and establishing optimal modes of dynamic sorption-desorption of cobalt (II) ions on them was the goal of our research.

RESEARCH METHODS.

The choice of KU-2-8 and S-930 ionites for research was based on the results of previously published scientific works [13,14] by other scientists in this field. They have a matrix representing a copolymer of styrene and divinylbenzene, which determines their mechanical strength and chemical resistance, as well as the variety of their applications in various fields. Ion exchangers were pre-prepared by immersion in water for 24 hours and subsequent washing with a solution of acid and alkali. [15As functional groups in the KU-2-8 gel type cationite (Russia, NPO

ISSN 3030-3907

"POLIMER") there are sulfo groups (-SO_3H) [13]. Polyampholite S-930 (China, Purolite company) is a macroporous structure with an imino-dioxide functional group (-CH_2N (CH_2COOH) 2) [14].

In the work, the mathematical method of experiment planning was used to establish the influence of factors: ionite morphology and structure, chemical nature and pH of the solution, as well as to reduce the number of experiments in the study of dynamic sorption-desorption of cobalt ions. [16].

The pH of the solutions was determined on the EC-170 pH meter of the "pH-mV-Temp" company (Singapore). The content of cobalt ions in solutions was determined by UV-photo-calorhythmic method, through a pre-constructed calibration graph on the Spektrofotometr UV-1800 spectrophotometer of the "Shimadzu" company (Japan) [17]. Samples were weighed using the AC/ACS (Germany) KERN scale, as well as using second-class precision glassware and first-class automatic pipettes. The experiments were conducted on glass columns with a diameter of 0.5 cm and a height of 7.5 cm, as well as with a diameter of 2.0 cm and a height of 30.0 cm, equipped with tightly closing stoppers and tubes for fastening connecting hoses. The laboratory setup also has a pressure tank and a receiver. The sorbate and desorbate passage rate was carried out through special valves and a peristaltic pump. Artificial cobalt solutions were prepared by dissolving a sample of $CoC_{l2}6H_2O$ salt in distilled water. By adding 98% sulfuric acid and 25% aqueous ammonia solution, the pH of the solution was established. All experiments were conducted at 20-250C [17].

RESULTS AND THEIR DISCUSSION.

The absorption dynamics of cobalt (Co^{2+}) ions by the H-form of ion exchangers were studied using frontal chromatography by constructing sorption yield curves. A column with a diameter of 0.5 cm and a height of 7.5 cm was filled with a swollen sorbent to a layer height of 2.6 to 5.7 cm. In the experiments, ion exchangers with a grain diameter of 0.04+0.07 cm were used. The volumetric flow rate of the solution through the ion exchanger layer was 1.2, 3 ml/min. The constant supply of the solution was ensured using a peristaltic pump. Sorption was carried out from Co^{2+} ion solutions with an initial concentration of 2·10-2 mol/l, at a pH of 2.0+2.2 using KU-2-8 cationite and a pH of 3.8+4.0 S-930 ampholyte. The output curves were represented in the coordinates C/Co=f (Vf), where V is the volume of filtrate passed through the column, C/Co is the ratio of ion concentrations in the portion of filtrate and the initial solution. The working dynamic exchange capacity (DEA) and the total dynamic exchange capacity (TDA) were calculated based on the volume before "jumping" and the saturation volume. The volumetric width of the sorption front ΔV was measured between the points C/C0=0.15 and C/C0=0.85.

ISSN 3030-3907

The degree of ionite layer utilization was determined as the DOE/PDOE ratio.The output sorption curves of Co^{2+} by ion exchangers filled with different filling heights in the columns are presented in Figure 1. The curves are characterized by a pronounced S-shaped shape, which practically does not change with increasing ionite layer height. The Co^{2+} output curves have a symmetrical shape. In the case of the S-930 ionite, the curves are less symmetrical, the bend point is shifted to the low-temperature region (volumes of the passed solution), which indicates a slowdown in the diffusion rate of ions in the ionite.

Estimates of the width of the chromatographic front (ΔV=0.15-0.85) and the velocity of the middle point of the front (ω0.5) in columns of varying heights give close values (Table 1). Based on this, it can be concluded that a stationary sorption front forms at the minimum height of the ionite layer in the studied range of 2.6 cm. The formation of a stationary front confirms the high selectivity of Co^{2+} ion absorption.

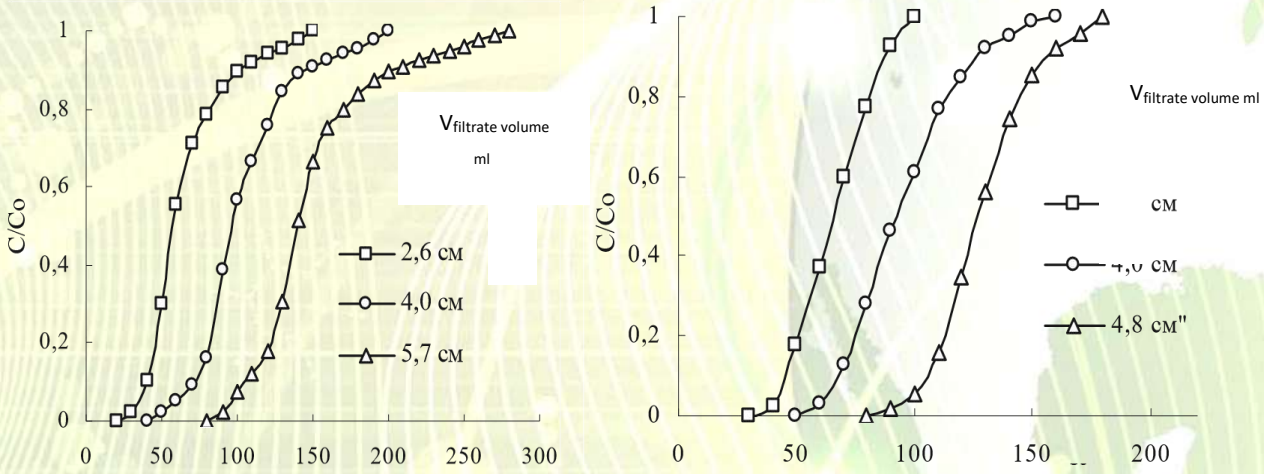


Fig. 1. Exit sorption curves of Co^{2+} ions at different heights of the KU-2-8 (A) and S-930 (B) ionite layer. The rate at which the solution is passed is 1 ml/min.

Table 1.

Co^{2+} sorption output curve parameters in columns with varying layer heights

$l_{сл}$, см	ΔV0,15–0,85, ml	V_{pr}, ml	V_{pres}, ml	ω0,5, см/мин	DOE	PDOE	õ
					mol (eq)/g		
Cu^{2+}							
2,6	44	20	160	0,04	2,67	8,87	0,30
4,0	45	40	200	0,04	3,20	8,40	0,38
5,7	63	80	280	0,04	4,57	8,03	0,57
Co^{2+}							

ISSN 3030-3907

2,6	36	35	100	0,04	4,66	8,17	0,57
4,0	41	60	160	0,04	4,80	7,35	0,66
4,8	47	90	180	0,04	6,00	8,33	0,72

Table 1 presents data on leak capacitance (LEC), total dynamic exchange capacitance (TDEC), and the degree of ionite layer utilization.

η=DOE/PDOE. Comparison shows that under close experimental conditions, the values of DEF and η for Co^{2+} are somewhat higher in the CU=2-8 system compared to the S-930 system. This can be explained by the different rates of ion diffusion in the sorbent due to differences in morphology and the nature of Co^{2+} interaction with the functional groups of ion exchangers. According to literature data [13], the sorption of Co^{2+} by KU-2-8 cation exchange occurs mainly due to ion exchange with strong sulfo groups, and the gel-like morphology ensures faster diffusion of Co^{2+} ions into the grains. When using the S-930 polyampholite, along with ion exchange, the coordination interaction of ions with nitrogen and oxygen atoms of its functional groups is realized [14]. However, the values of both the volumes before the "jumping" of Co^{2+} ions and the width of the chromatographic front at their 1:1 molar ratio are close to the initialn(1-table) indicate the absence of ion zone separation in the column.

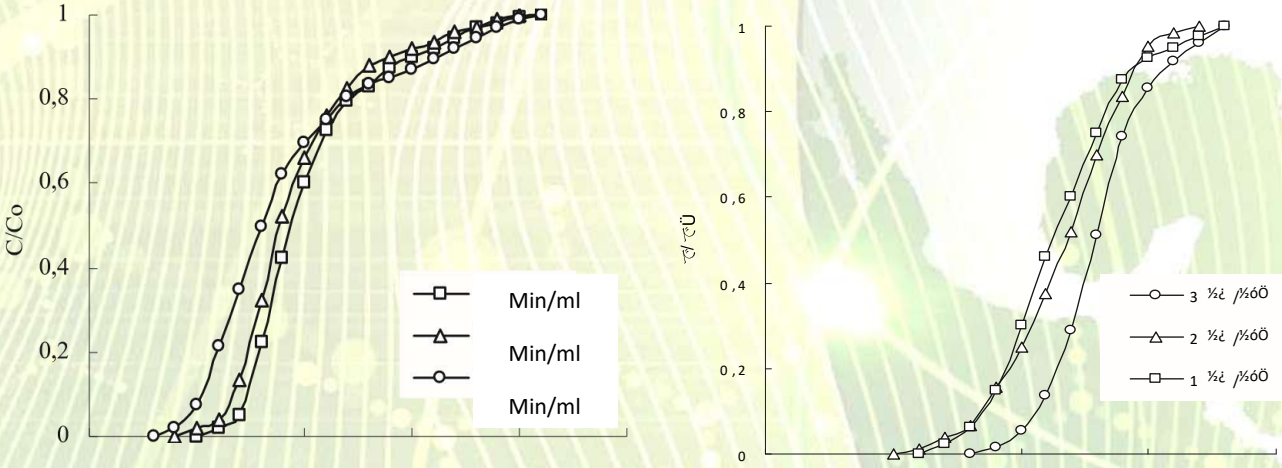


Fig. 2. Exit sorption curves of Co^{2+} ions at a layer height of 4.8 cm of KU-2-8 (A) and S-930 (B) ionite at different solution pass rate.

The yield curves of Co^{2+} ion sorption on ion exchangers at different solution filtration rates are shown in Figure 2. As can be seen from Figure 2, for with an increase in the speed of both ionites from 1 to 3 ml/min, leakage occurs significantly earlier, the width of the chromatographic front increases, the total dynamic exchange capacity and the degree of ionite layer utilization decrease (table. 2).

ISSN 3030-3907

Table 2.

Parameters of the output sorption curves of Co^{2+} ions in cationite columns at different solution pass rate

F, ml/min	ΔV0,85–0,15, ml	$V_{пр}$, ml	$V_{нас}$, ml	DOE	PDOE mol (eq)/g	õ
Cu^{2+}						
1	52	60	210	4,00	13,25	0,30
2	65	50	200	3,33	12,20	0,27
3	85	40	210	2,67	13,18	0,20
Co^{2+}						
1	48	90	180	6,00	8,33	0,72
2	50	60	170	4,00	7,42	0,54
3	50	70	180	4,67	5,76	0,81

This dependence of the output curve parameters on the solution's pass rate indicates the control of the Co^{2+} ion sorption process by mixed diffusion and corresponds to other literature data [18,19].

For the developed sorption-desorption regimes, a laboratory setup was assembled (Figure 3), on which columns of the following sizes were used: diameter - 2.0 cm; height - 30.0 cm. In subsequent experiments, the adsorbate transfer rate was 1 ml/min. A 5% aqueous solution of $CoC_{l2}6H_2O$ salt was used as an adsorbate, and a 25% aqueous solution of ammonia was used as a regenerate. From the data in Table 4, it can be seen that the incrementation of Co^{2+} ions in the studied ionites under dynamic conditions was high. The obtained results also confirmed once again that the chemical composition of ion exchangers strongly influences the interpreted process. As we explained above, Co^{2+} ions in cationite can be bonded by relatively strong ion-ion bonds compared to groups containing polyampholyte.

ISSN 3030-3907

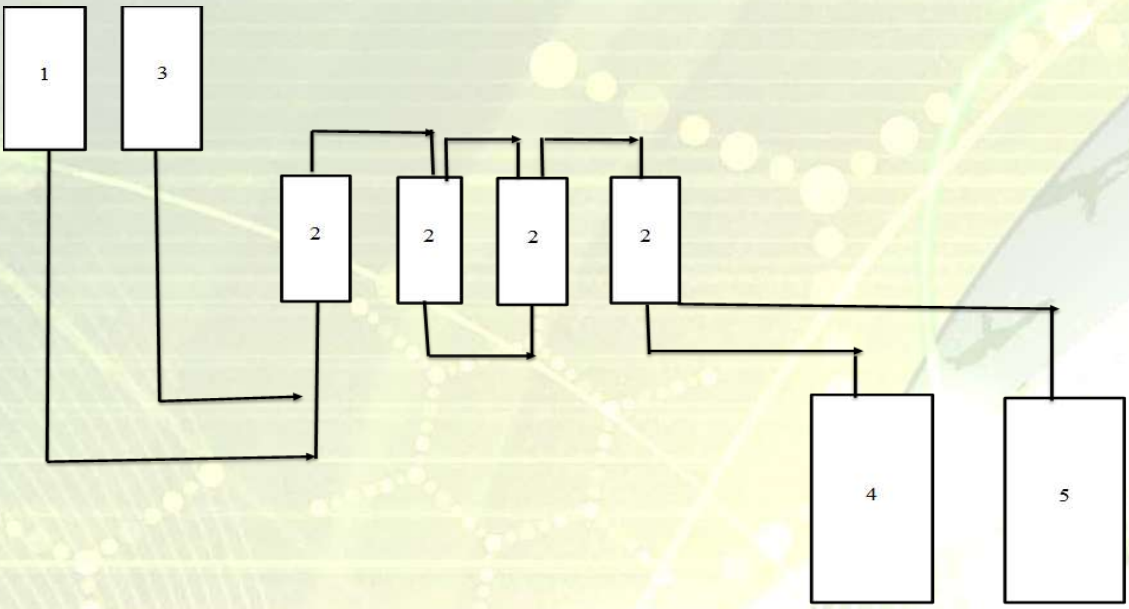


Fig.3. Technological scheme of the laboratory installation. 1-adsorption tank; 2-package of columns filled with sorbent; 3-regenerator tank; 4-collector for the purified solution; 5-collector for regenerate

Table 4.

Dynamic sorption indicators of Co^{2+} ions in C-930 and KU-2-8 ionites

F, ml/min	V, ml (past volume)	Vion, ml (ionite volume in the column)	DAS mol-eq/m^3	LUCK mol-eq/m^3	α
when using cationite S 930					
1	590	30	836	983	0,85
2	520	30	676	867	0,78
3	480	30	608	800	0,76
when using KU-2-8 cationite					
1	720	30	972	1200	0,81
2	620	30	816	1033	0,79
3	560	30	635	933	0,68

As indicated in the literature [20,21], one of the requirements for ion-exchange materials used in industry is their repeated use in the ion exchange process. That is, it is important that the ionite is desorbed after sorption and restores its sorption properties during regeneration. The results of a 6-fold study of the sorption and desorption of Co^{2+} ions in the studied ion exchangers are presented in Table 5.

ISSN 3030-3907

Table 5

Repeated dynamic sorption of Co^{2+} ions on C-930 and KU-2-8 ion exchangers

№	F, ml/min	V, ml (past volume)	V_{ion}, ml (ionite volume in the column)	DAS mol-eq/m3	LUCK mol-eq/m3	α
when using KU-2-8 cationite						
1	1	720	30	972	1200	0,81
2	1	720	30	972	1200	0,81
3	1	720	30	972	1200	0,81
4	1	720	30	972	1200	0,81
5	1	720	30	972	1200	0,81
6	1	700	30	933	1167	0,88
when using cationite S 930						
1	1	590	30	836	983	0,85
2	1	590	30	836	983	0,85
3	1	590	30	836	983	0,85
4	1	590	30	836	983	0,85
5	1	590	30	836	983	0,85
6	1	560	30	765	933	0,82

As a result of desorption with a 25% ammonia solution for use in the repeated sorption of Co^{2+} ions in the studied ion exchangers, the DAS value did not change in Table 5. This proves that ionites possess a high level of mechanical and physicochemical properties.

CONCLUSIONS.

The obtained results complement the field of science on high-molecular-weight compounds, in particular, knowledge of the sorption properties of ion exchangers. The research results once again confirm the previously established patterns regarding the influence of the chemical structure and morphology of the matrix, the chemical composition of the solution on the ion sorption process by ion exchangers. It has been established that KU-2-8 ionite, which has a gel structure and contains strongly acidic sulfo groups, has a higher sorption capacity compared to the macroporous S-930, which contains imino-diacetic functional groups. The possibility of repeated sorption-desorption of Co^{2+} ions on the studied ion exchangers has been shown.

REFERENCES

1. Critical Metals. Ed. by Gus Gunn. BGS, AGU, Wiley, 2014. -P.122 -149.

ISSN 3030-3907

2. Minerals Yearbook. Cobalt. U.S. Geological Suroey. Reston, Virginia. 2014. -P.46-48.
3. Korovin S.S., Bukin V.I., Fedorov P.I., Reznik A.M. Rare and Dispersed Elements. Chemistry and Technology. M.: MISiS.-T.Z.- 2003. 440 p.
4. Domracheva V.A. Extraction of metals from wastewater and technogenic Formations: monograph. Irkutsk: IrDTU Publishing House, 2006. 152 p.
5. Leitman V.S. Hard-to-melt metals: market state and prospects for use in Russia. Steel. 2008. No3. -P. 47-50.https://www.ftmmachinery.com/ru/blog/cobalt-mining-and-processing-incon-go.html.
6. Gholami, S., Pérez-Page M., D'Agostino C., Esteban J. Deep eutectic solvents for the separation of platinum group metals and rare earth elements: characteristics, extraction mechanisms and state of the art. Chemical Engineering Journal, 2025. No159497. -P. 257-263.
7. Khudyakov I.F., Doroshkevich A.P., Karelov S.V. Comprehensive use of raw materials in the processing of scrap and waste of heavy non-ferrous metals.- M.: Metallurgy, 2005. 160 p.
8. Nesterov Yu.V. Ionites and Ion Exchange. Sorption technology in the extraction of uranium and ferrous metals by underground leaching. Moscow. Publ. OJSC "Atomredmetzoloto." 2007. -P. 82-144.
9. Dolgonosov A.M., Senyavin M.M., Voloshik I.N. Ion exchange and ion chromatography. Moscow. "Science" Publishing House. 1993. -222P.
10. Ion-exchange materials for hydrometallurgical processes, wastewater treatment, and water treatment: Handbook/Edited by B.N. Laskorin. M.: State Committee for the Use of Atomic Energy of the USSR, VNIIHT, 1985.-P. 6-117.
11. ITS 12-2019. Nickel and cobalt production. Information and technical guide on the best available technologies. Moscow. "NDT Bureau" Publishing House. 2019. 187 p.
12. Avfukova L.S., Belova T.P. Sorption extraction of non-ferrous metal ions from multicomponent solutions by KU-2-8 cationite and its foreign analogues. Achievements of modern natural science. 2021. -No. 6, -P.42-48.
13. Blokhin A.A., Ledovsky I.S., Murashkin Yu.V. Kinetics of sorption-desorption of chromium (III) on iminodiacetate ionite S930 Plus. Sorption chromatographic processes. 2011. Vol.11. Issue. 6. -P.832-839.
14. Shonazarova S.I., Sharopova D.U., Karimov M.M., Samadov A.U. Investigation of cobalt recovery from mother liquor. Composite materials. 2024. No. 4. -P. 196-198.
15. Khoshimkhanova, M., Dekhkanov, Z., Yusupova, G., Nimchik, A., Sarikulov, M., Rakhmonov, I., ... & Samadiy, M. (2025). Technology for Obtaining Potassium

ISSN 3030-3907

Nitrate by Processing Brucite from the Navbahor Deposit with Nitric Acid and Converting it with Potassium Chloride. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 645, p. 01004). EDP Sciences.

16. Gordeev D.V., Petrov G.V., Khasanov A.V., Severinova O.V. Review of modern technologies for processing refractory gold ores and concentrates using nitric acid. Tomsk Polytechnic University News. Georesource Engineering. 2022. Vol. 333. N 1. P.214-224.

17. Shukhratkodir Toshmatovich, G. (2025). STUDY OF LOCAL RAW MATERIALS FOR PRODUCING CATALYST CARRIERS. *Austrian Journal of Technical & Natural Sciences*.

18. Bekchanov D.J., Sagdiev N.J., Mukhamediev M.G. Study Sorption of Heavy Metals Nitrogen - And - Phosphorus Containing Polyampholytes. American Journal of Polymer Science 2016, 6 (2): 46-49.

19. Jean-Pierre S. On the comparison of pseudo-first-order and pseudo-second-order rate laws in the modeling of adsorption kinetics Chem. Eng. J., 2016, vol. 300, -P. 254-263.

ISSN 3030-3907

COMPREHENSIVE PROCESSING OF COPPER FROM COPPER CONCENTRATION PLANT TAILINGS USING ROASTING

Mirzajanova S.B.
Associate Professor, Department of Metallurgy, Tashkent State Technical University.
ORCID: 0000-0002-0375-6415
Matkarimov S.T.
Doctor of Technical Sciences, Professor Department of Metallurgy, Tashkent State Technical University, ORCID: 0000-0003-2393-6576
Rakhimov Kh.Sh.
Leading Researcher, Laboratory of Materials Science, Center for Innovative Technology Research, National Academy of Sciences of Tajikistan. ORCID: 0009-0009-6246-2917
Saydirakhimova M.I.
PhD Student, Department of Metallurgy, Tashkent State Technical University. ORCID: 0009-0003-4535-9949

Abstract. The article notes that with the development of modern technologies, the amount of waste generated in the metallurgical industry increases annually. One of the most effective ways to address the problem of industrial waste is the development and implementation of waste-free technologies. The research involved grinding, magnetic separation, and thermochemical treatment using lime. The optimal lime ratio was 1:1, which increased the copper content from 0.08% to 0.13%, zinc from 0.028% to 0.055%, and reduced the iron content from 6.37% to 4.18%. The results confirm the effectiveness of lime as a reagent for reducing iron silicate content and increasing copper and zinc recovery from flotation tailings. This study has practical implications for optimizing industrial metallurgical waste recycling processes and improving the environmental performance of production.

Keywords. waste heaps, copper processing plant waste, flotation, slag, roasting, minerals, environment, metallurgical units, muffle furnace.

Аннотация. В статье отмечается, что с развитием современных технологий объем отходов, образующихся в металлургической промышленности, ежегодно увеличивается. Одним из наиболее эффективных способов решения проблемы промышленных отходов является разработка и внедрение безотходных технологий. Исследование включало измельчение, магнитную сепарацию и термохимическую обработку с использованием извести. Оптимальное соотношение извести составило 1:1, что увеличило содержание меди с 0,08% до 0,13%, цинка с 0,028% до 0,055% и снизило содержание железа с 6,37% до 4,18%. Результаты подтверждают эффективность извести

ISSN 3030-3907

как реагента для снижения содержания силиката железа и повышения извлечения меди и цинка из отходов флотации. Данное исследование имеет практическое значение для оптимизации процессов переработки промышленных металлургических отходов и повышения экологической эффективности производства.

Ключевые слова: отвалы отходов, отходы медеперерабатывающих заводов, флотация, шлак, обжиг, минералы, окружающая среда, металлургические установки, муфельная печь.

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy texnologiyalarning rivojlanishi bilan metallurgiya sanoatida hosil bo‘ladigan chiqindilar hajmi har yili ortib borayotgani ta'kidlangan. Sanoat chiqindilari muammosini hal qilishning eng samarali usullaridan biri chiqindisiz texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etishdir. Tadqiqot ohak yordamida maydalash, magnit ajratish va termokimyoviy ishlov berishni o‘z ichiga olgan. Optimal ohak nisbati 1:1 ni tashkil etdi, bu mis miqdorini 0,08% dan 0,13% gacha, ruxni 0,028% dan 0,055% gacha oshirdi va temir miqdorini 6,37% dan 4,18% gacha kamaytirdi. Natijalar ohakning temir silikat miqdorini kamaytirish va flotatsiya chiqindilaridan mis va ruxni qayta tiklashni oshirish uchun reagent sifatida samaradorligini tasdiqlaydi. Ushbu tadqiqot sanoat metallurgiya chiqindilarini qayta ishlash jarayonlarini optimallashtirish va ishlab chiqarishning ekologik samaradorligini oshirish uchun amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar; chiqindilar axlatxonalari, misni qayta ishlash zavodi chiqindilari, flotatsiya, shlak, qovurish, minerallar, atrof-muhit, metallurgiya zavodlari, mufle pechi.

INTRODUCTION.

The non-ferrous metallurgy industry encompasses the mining, beneficiation, and processing of ferrous and non-ferrous metal ores, as well as the production of finished products. A key player in this industry is the Almalyk Mining and Metallurgical Plant (AMMP), the flagship of Uzbekistan's non-ferrous metallurgy industry. The plant mines and processes copper, lead-zinc, molybdenum, gold, and silver ores. Its production facilities are based at the rich deposits of Kalmakir, Angren, Chodak, Khondiza, and others. Despite high production figures – up to 148,000 tons of copper, 120,000 tons of zinc, and 930,000 tons of sulfuric acid per year—metallurgical operations generate a significant amount of industrial waste, which has a negative impact on the environment [1].

Therefore, one of the priority tasks at the current stage of the industry's development is the development and implementation of effective technologies for extracting non-ferrous metals from industrial waste, including slag and

ISSN 3030-3907

beneficiation tailings, in order to improve the comprehensive use of mineral raw materials and reduce the environmental impact.

According to available data, the leading countries in copper production are Chile, the United States, Japan, Russia, and China, with almost 60% of copper produced coming from the recycling of secondary copper raw materials. The copper content in recycled materials ranges from 0.21% to 1.68%, and it is primarily found in an oxidized form [2]. At the Kalmakir deposit, 75–80% of copper is extracted from sulfide ores, which are processed at the Altai Mining and Metallurgical Combine (AMMP), one of the country's largest enterprises. Copper ores in Uzbekistan contain: 15–20% Cu, 6% SiO_2, 30–33% Fe, 22–36% S, 0.5% CaO, and other trace metals [3].

Processing sulfide concentrates using traditional pyro metallurgical methods remains the most popular method for producing copper and other non-ferrous metals. The most commonly used pyro metallurgical process for processing sulfide copper concentrates is charge preparation (roasting is possible), smelting for matte, converting, refining of blister copper, and electrolysis [4].

The complexity of the mineral composition of sulfide polymetallic raw materials, such as copper – zinc materials with a widely varying composition (%): 1–10 copper, 6–30 zinc, 16–39 iron, 30–47 sulfur, complicates their processing.

In [5], for processing sulfide copper-zinc middlings with the following content (wt.%): Cu – 10; Zn – 23; Pb – 0.5; Fe – 21; S – 36; CaO – 0.5; SiO_2 – 2.5; Al_2O_3 – 5.5; coke (80.0% C) and limestone (94.91% CaCO3), the authors used the thermodynamic modeling method with the “HSC Chemistry 6” software. Equilibrium modeling of the copper-zinc middlings was carried out between the initial reagents and the calcination products depending on the temperature characteristic of solid-phase reactions – 1150 °C. A theoretical method for extracting zinc into the gas phase (more than 90%), iron metallization and CaS formation is presented. The solid residue after dezincification contained, %: CaS – 49; Fe_{met} – 15; C – 3.5 [6].

Traditional mining technologies do not ensure the comprehensive extraction of valuable minerals from such ores, and a significant portion ends up in waste heaps and tailings dams – up to 35% Cu, up to 40% Zn, up to 50% Pb, and up to 50% rare and precious metals. This generates significant amounts of waste and creates numerous "man-made deposits" containing valuable elements of various metals. Such deposits cannot be processed using traditional methods due to their unprofitability.

For this reason, the use of standard pyro metallurgical processes for copper extraction from raw materials generates large quantities of man-made waste.

ISSN 3030-3907

Furthermore, flotation enrichment of copper concentrates also generates significant volumes of waste.

After flotation processes, significant quantities of metals, primarily copper, remain in the waste heaps of copper processing plants. The average chemical composition of flotation waste from the Almalyk Mining and Metallurgical Plant (AMMP) is as follows: Cu – 1.05%, Fe – 41.78%, SiO_2 – 40.5%, Pb – 0.01832%, Zn – 0.02822%, Ca – 0.02925%, Na – 0.3265%, Mn – 0.03525% [7]. The tailings waste generated after copper concentrate enrichment at the Dabaoshan mines in China amounts to 480 million tons per year. Analysis of the sludge showed that it contains 31.50% pyrite minerals and 38.85–15.06% silicate and quartz minerals [8].

To date, the East Serbian Copper Processing Plant has produced 207 million tons of flotation process waste and 23 million tons of copper smelting process slag, occupying 68% of populated areas [9]. An analysis of the composition of the waste from the Dzhezkazgan Copper Processing Plant revealed the following: Cu – 0.14%, SiO_2 – 59.12%, Fe – 2.10%, Ag – 2.51%, Al_2O_3 – 11.15%, Ca – 4.84%, Mg – 2.01% [10]. The off-balance sheet ores of the Almalyk Mining and Metallurgical Plant currently amount to 140 million tons, of which 35% are oxidized ores, 46% are sulfide ores, and 19% are mixed ores. The copper content in these ores is determined to be between 0.35% and 0.23% [11].

In connection with this, in recent years, the Almalyk Mining and Metallurgical Plant has seen an increase in the amount of waste generated as a result of flotation, enrichment, and metallurgical production processes. A large amount of industrial waste has accumulated, and the amount of waste generated during the flotation process amounted to approximately 955 – 960 million tons, while the waste generated at copper smelters is estimated at 11-13 million tons. The enrichment using flotation methods mainly contains elements such as Cu, Zn, Mo, Fe, Au, Ag, as well as FeS_2, FeS, and Fe_7S_8 with a high sulfur content. One of the main problems is the amount of S 1.38 - 10.5% (depending on the granule size), SiO_2 25,2 – 45 %, and also the amount of Fe 28 – 45 %. When analyzing the copper and zinc content of the waste, the mineral content was Zn - 2.01 %, Cu – 0,891 %. The waste from the copper processing plant has varying sizes, therefore, to obtain accurate analytical results, the grinding process was carried out in ball mills. A 1000 g sample was taken, and the grinding process was carried out for 30 minutes. To properly analyze the process, copper processing plant waste was subjected to magnetic separation using the magnetite separation method, the results of which are listed in Table 2.

ISSN 3030-3907

Table 2.

Copper processing plant waste after magnetic separation

Sieve index	Tail weight	Magnetic fraction	%	Non-magnetic fraction	%
+ 0,200 mm	787,79 g	93,35 g	11,85	689,82 g	87,59
+ 0,140 mm	100,71 g	20,02 g	20,1	80,69 g	80,12
+ 0,100 mm	45,88 g	8,40 g	18,31	37,48 g	81,69
+ 0,080 mm	28,91 g	2,34 g	8,09	26,57 g	91,91
+ 0,071 mm	38,33 g	10,51 g	27,42	27,70 g	72,27
- 0,071 mm	21,65 g	11 g	50,8	10,65 g	49,19

From the obtained sample, it was found that with a particle size of -0.071 mm, 50% of the material was attracted to the magnet, while the other 50% was not. Theoretically, the higher the iron content, the greater the copper and zinc losses. The main focus of this study is on reducing iron content to increase copper and zinc content. Therefore, the next step was to analyze the processes for reducing iron and silicon dioxide content in copper processing plant waste.

It was found that the quartz content in the waste had a negative impact on the amount of wustite compounds, and to eliminate this effect, the kinetic role of lime was studied.

The optimal amount of lime added is a ratio of 1:0.5, which promotes silicon binding and the formation of $CaO \cdot SiO_2$. Optimal temperature and process time are important factors. For proper process performance at 1000°C and complete oxygen interaction, thorough mixing within the unit is necessary.

Research Objective

Before theoretically studying the properties of minerals, it is necessary to determine the laws governing them. Waste from the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (AMMC) was analyzed as a sample, and a quantitative analysis was conducted. The results are presented in Table 1.

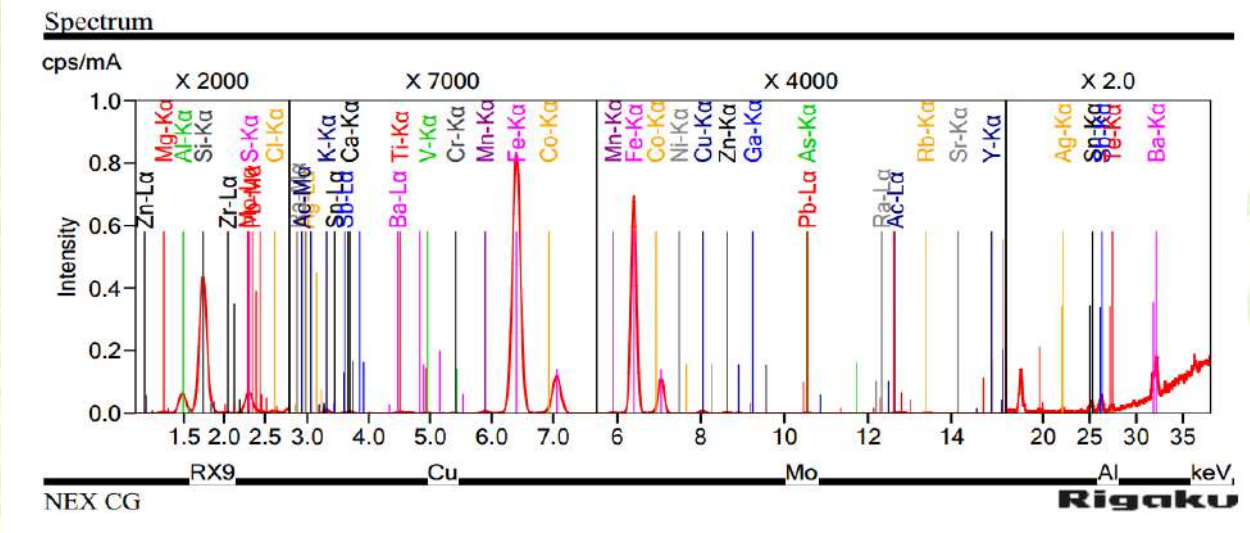
Table 1

Mineralogical and compositional composition of AMMC waste

№	Elements	In percentages, %	Elements	In percentages, %
1	Cl	0.0800	Zn	2.10
2	Na	1.99	As	0.0275
3	Mg	1.40	Rb	0.0254
4	Al	5.08	Sr	0.0372
5	Si	25.2	Y	0.0078
6	S	0.678	Zr	0.455
7	K	2.95	Mo	0.373

ISSN 3030-3907

8	Ca	4.24	Sn	0.0126
9	Ti	0.294	Sb	0.113
10	V	(0.0088)	Te	(0.0040)
11	Cr	0.0336	Ba	0.336
12	Mn	0.313	Ir	(0.0125)
13	Fe	18,20	Pb	0.535
14	Co	0.119	Ac	0.0408
15	Cu	0.891	U	(0.0026)



After determining the percentage content of the elements, their mineralogical composition was also determined to enable the correct selection of the technological process. The results are included in Table 2.

Table 2

Mineral Compounds with Oxygen

Components	Percentage	Components	Percentage
SiO_2	39,82	K_2O	0,84
Fe_2O_3	11,93	Na_2O	1,46
FeO	7,27	$S_{comm/}$	<0,4
TiO_2	1,74	S_{sulfid}	0,036
V_2O_5	0,06	SO_3	<0,01
MnO	0,14	SO_2	0,22
AI_2O_3	9,44	P_2O_5	0,13
CaO	14,84	N_2O	0,2
MgO	10,0	Others	1,874

In the next stages of the process, it is necessary to link the analyses to theoretical relationships, determine the factors that influence the formation of compounds, their interactions, and physicochemical changes, and correctly analyze

ISSN 3030-3907

the mechanism of subsequent stages [12]. To achieve this, an analysis of the mechanism and kinetics of mineral reactions is conducted. According to theoretical principles, their kinetics proceeds through the following processes:

$$2CuS = Cu_2S + 1/2S_2$$
$$2Cu_2S + 3O_2 = 2Cu_2O + SO_2$$
$$ZnS + 1{,}5O_2 = ZnO + SO_2$$
$$ZnCO_3 = ZnO + CO_2$$
$$Zn_4Si_2O_7(OH)_2 \cdot H_2O = 4ZnO + 2SiO_2 + 3H_2O$$
$$CaCO_3 + SiO_2 = CaSiO_3 + CO_2$$
$$MgCO_3 = MgO + CO_2$$
$$2FeS_2 = 2FeS + S_2$$
$$2FeS + 3O_2 = 2FeO + 2SO_2$$
$$Fe_2O_3 + FeS = Fe_3O_4 + SO_2$$
$$3Fe_3O_4 + FeS + SiO_2 = 5Fe_2SiO_4 + SO_2$$
$$Fe_2SiO_4 + CaO = 2Fe + CaSiO_3 + SO_2$$

The presence of up to 1–1.5% sulfur in the waste, i.e., iron sulfide, prevents the extraction of Cu_2O, PbO, and ZnO compounds. The process occurs in three stages, namely: - the first stage is the removal of iron (Fe) and associated sulfur (S):

$$\mathbf{2FeS + 3O_2 = 2FeO + 2SO_2;}$$

$$\Delta H_p = 2\Delta H^0{}_{FeO} + 2\Delta H^0{}_{SO2} - 2\Delta H^0{}_{FeS} - 3\Delta H^0{}_{O2}$$
$$= 2 \cdot (-272{,}2) + 2 \cdot (-296{,}90) - 2 \cdot (-104{,}01)$$
$$= -930{,}18 \text{ kDj/mol.}$$
$$\Delta S_p = 2\Delta S^0{}_{FeO} + 2\Delta S^0{}_{SO2} - 2\Delta S^0{}_{FeS} - 3\Delta S^0{}_{O2}$$
$$= 2 \cdot (60{,}75) + 2 \cdot (248{,}07) - 2 \cdot (60{,}33) - 3 \cdot (205{,}03)$$
$$= -118{,}11 \text{ kDj/mol.}$$

$T_r = \Delta H_p / \Delta S = -930{,}18/-118{,}11 = 7{,}875$ K.

– второе отделить SiO_2:

$$FeSiO_3 + \mathbf{CaO} = CaSiO_3 + \mathbf{FeO;}$$

$$\Delta H_p = \Delta H^0{}_{\mathbf{FeO}} + \Delta H^0{}_{CaSiO3} - \Delta H^0{}_{FeSiO3} - \Delta H^0{}_{CaO}$$
$$= (-272{,}0) + (-1635{,}1) - (-1194{,}9) - (-635{,}1)$$
$$= -77{,}1 \text{ kDj/mol.}$$
$$\Delta S_p = \Delta S^0{}_{\mathbf{FeO}} + \Delta S^0{}_{CaSiO3} - \Delta S^0{}_{FeSiO3} - \Delta S^0{}_{CaO}$$
$$= 60{,}75 + 81{,}92 - 93{,}93 - 38{,}1 = 10{,}64 \text{ kDj/mol.}$$

$T_r = \Delta H_p / \Delta S = -77{,}1/10{,}64 = -7{,}246$ K

In the third stage, Fe_3O_4, with the addition of carbon (C), is converted into

ISSN 3030-3907

the following form:

$$\mathbf{Fe_3O_4 + 4CO = 3Fe + 4CO_2}$$

$$\Delta H_p = 3 \cdot \Delta H^0{}_{\mathbf{Fe}} + 4 \cdot \Delta H^0{}_{CO2} - \Delta H^0{}_{Fe3O4} - 4 \cdot \Delta H^0{}_{CO}$$
$$= 4 \cdot (-393{,}38) - (-1117{,}1) - 4 \cdot (-110{,}54)$$
$$= -14{,}26 \text{ kDj/mol.}$$

$$\Delta S_p = 3 \cdot \Delta S^0{}_{\mathbf{Fe}} + 4 \cdot \Delta S^0{}_{CO2} - \Delta S^0{}_{Fe3O4} - 4 \cdot \Delta S^0{}_{CO}$$
$$= 3 \cdot 27{,}15 + 4 \cdot 213{,}68 - 146{,}19 - 4 \cdot 197{,}53 = -0{,}14 \text{ kDj/mol.}$$

$$T_r = \Delta H_p / \Delta S = -14{,}26/(-0{,}14) = 101{,}857 \text{ K}$$

After determining the compounds with which copper is bound, the required heat amounts and the thermodynamics of the process were calculated [13].

Analysis of the copper processing plant waste composition, the optimal granulometric composition, the thermodynamic nature of the processes, and the stoichiometric amount of reagent used, as well as a correct process calculation of the entire process, demonstrate the possibility of increasing the copper and zinc content.

A study of samples from the Kalmakir and Saricheku deposits revealed that copper is present in the minerals chalcopyrite, chalcocite, malachite, and chrysocolla, with chalcopyrite predominating. Among zinc minerals, sphalerite, smithsonite, hydrozincite, and willemite predominate; high zinc content, in particular, was found in the mineral sphalerite.

The number of samples obtained depends on the content of the substances and their mineralogical composition. A detailed compositional study is necessary for a proper process analysis. For this purpose, three samples were prepared:

— the first sample was added with lime in a ratio of 1:1,

— the second with lime in a ratio of 1:0.5,

— the third with lime in a ratio of 1:1.5.

The samples were placed in a muffle furnace at 1100°C and calcined for 3 hours. After receiving the samples, chemical analysis was performed to determine the amount of product obtained. The analysis revealed that the sample with lime in a ratio of 1:1 was the most optimal, as it increased the copper and zinc content. The copper content increased from 0.08% to 0.13%, the zinc content from 0.028% to 0.055%, and the iron content decreased from 6.37% to 4.18%.

Based on precise analyses of the copper processing plant waste composition and a study of the process kinetics, it can be theoretically proven that lime is the most effective compound for reducing iron silicate levels.

CONCLUSION.

This article analyzes copper processing plant waste and determines its mineralogical composition. Initial data showed that the copper content was 0.08%,

ISSN 3030-3907

zinc 0.028%, and iron 6.37%. The kinetics of the substances were studied: three samples were prepared, each supplemented with different stoichiometric amounts of lime, and the process was analyzed. The results showed that the copper and zinc contents increased, while iron decreased: copper increased by 0.62%, zinc by 0.51%, and iron decreased by 1.52%. Thus, it was established that the addition of lime has a positive effect on the process, contributing to an increase in copper and zinc content and a decrease in iron content in the waste.

REFERENCES

1. K. Sanakulov. Scientific and Technical Foundations of Mining and Metallurgical Waste Processing. Monograph. 405 p.
2. Khoshimkhanova, M., Dekhkanov, Z., Yusupova, G., Nimchik, A., Sarikulov, M., Rakhmonov, I., ... & Samadiy, M. (2025). Technology for Obtaining Potassium Nitrate by Processing Brucite from the Navbahor Deposit with Nitric Acid and Converting it with Potassium Chloride. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 645, p. 01004). EDP Sciences.
3. A.S. Khasanov, K.S. Sanakulov, A.A. Yusupkhodjaev. Non-ferrous metallurgy. 2010. – 287 p.
4. N.I. Utkin. Metallurgy of Non-Ferrous Metals. Moscow: Metallurgy, 1988. – 440 p.
5. K.V. Bulatov. Technological Capabilities of Metallurgical Processing of Intermediate Products of Polymetallic Ores and Slag Depletion from Copper Smelting in the Pobeda Unit. Polytech Journal. – 2020. – vol. 24, no. 2 (151). – pp. 421-433.
6. Shukhratkodir Toshmatovich, G. (2025). STUDY OF LOCAL RAW MATERIALS FOR PRODUCING CATALYST CARRIERS. *Austrian Journal of Technical & Natural Sciences*.
7. Barros, K.S.; Vielmo, V.S.; Moreno, B. G.; Riveros, G.; Cifuentes, G.; Bernardes, A.M. Chemical Composition Data of the Main Stages of Copper Production from Sulfide Minerals in Chile: A Review to Assist Circular Economy Studies. Minerals 2022, 12, 250. https://doi.org/ 10.3390/min12020250.
8. Tao Chen a b, Chang Lei a b, Bo Yan a, Xianming Xiao a. Metal recovery from the copper sulfide tailing with leaching and fractional precipitation technology. Hydrometallurgy. Volumes 147–148, August 2014, Pages 178–182.
9. A. Aksil. Preliminary study of acid leaching of pyrite copper ore at the Kure copper mine, Turkey. Mining Engineering. Volume 15, Issue 12, December 2002, Pages 1193–1197.

ISSN 3030-3907

10. G. K. Makasheva, L. M. Karimova, B. S. Baimbetov, S. V. Mamyachenkov. Research on the enrichment of old tailings to obtain rough copper concentrate. Mining Journal of Kazakhstan, No. 8, 2024.
11. S.B. Mirzajonova, M.I. Muratova, U.N. Rakhmatov, N.B. Lutfullayeva, G.B. Beknazarova, Z.T. Matkarimov, S.T. Matkarimov. Iron recovery technology from Copper Processing Plants. Advances in Science and Technology. Submitted: 2023-08-23. ISSN: 1662-0356, Vol. 141, pp. 103-109. Revised: 2023-11-07©. https://www.researchgate.net/publication/378942745.
12. S.B.Mirzajonova, X.Sh.Raximov, M.O.Esonova, Sh.N.Jabborova. Technology for recovering metals from industrial waste. 2025. ISBN 2181-3442. 58-62 b.

ISSN 3030-3907

AMINOSIRKA KISLOTA ASOSIDA TAYYORLANGAN IKKILAMCHI BUFER ERITMALARNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI

O.B. To‘yeva
O‘zbekiston Milliy universiteti, III bosqich tayanch doktoranti
E-mail: toyeva_o@nuu.uz
N.X. Qutlimurotova
O‘zbekiston Milliy universiteti analitik kimyo kafedrasi professori
E-mail: nigora.qutlimurotova@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur ishda aminosirka kislota (glitsin), fosfat va borat kislotalari asosida tayyorlangan ikkilamchi bufer eritmalarning fizik-kimyoviy xossalari hamda bufer sig‘imi o‘rganildi va ular Britton–Robinson turidagi universal bufer eritmalar bilan taqqoslandi . Bufer eritmalar 0.04 N konsentratsiyada tayyorlanib, ularning pH qiymatlari 4.01 va 10.01 ga moslashtirildi. Bufer sig‘imi potensiometrik titrlash usuli orqali 0.1 N NaOH eritmasi yordamida aniqlanib, β qiymatining pH ga bog‘liqligi baholandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, glitsin asosidagi ikkilamchi bufer tizimi pH ≈ 2.2–2.4 oralig‘ida maksimal buferlash qobiliyatini namoyon etadi (βmax≈1.45), bu esa glitsinning birinchi dissotsiatsiya doimiysi (pKa≈2.34) bilan mos keladi. Universal bufer eritmalarda esa bufer sig‘imi keng pH diapazonida saqlanadi, biroq uning qiymati nisbatan past bo‘ladi (β≈0.02–0.06 mol\L^{-1}·pH^{-1}). Shuningdek, bufer eritmalarning sorbsiya jarayonlariga ta’siri alangali fotometriya usuli yordamida o‘rganilib, litiy ionlarini ajratib olish samaradorligiga sezilarli ta’siri aniqlangan. Olingan natijalar ikkilamchi bufer tizimlarining tor pH diapazonida yuqori samaradorlikka ega ekanligini va ularning analitik hamda texnologik jarayonlarda qo‘llash istiqbollarini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: Aminosirka kislota, borat va fosfat kislota, universal bufer eritma, alangali fotometr, pH metr.

Abstract. In this study, the physicochemical properties and buffer capacity of secondary buffer solutions prepared on the basis of aminoacetic acid (glycine), phosphate, and borate acids were investigated and compared with Britton–Robinson type universal buffer solutions. The buffer solutions were prepared at a concentration of 0.04 N, and their pH values were adjusted to 4.01 and 10.01. The buffer capacity was determined potentiometrically using 0.1 N NaOH solution, and the dependence of the buffer capacity (β) on pH was evaluated. The results showed that the glycine-based secondary buffer system exhibits maximum buffering capacity in the pH range of approximately 2.2–2.4 ($\beta_{max} \approx 1.45$), which corresponds well to the first dissociation constant of glycine (pKa ≈ 2.34). In universal buffer

ISSN 3030-3907

solutions, the buffer capacity is maintained over a wide pH range; however, its magnitude remains relatively low (β ≈ 0.02–0.06 mol·L^{-1}·pH^{-1}). Additionally, the influence of buffer solutions on sorption processes was investigated using flame photometry, which revealed a significant effect on the efficiency of lithium ion separation. The obtained results confirm that secondary buffer systems exhibit high efficiency within a narrow pH range and demonstrate promising potential for application in analytical and technological processes.

Keywords: Aminoacetic acid (glycine), borate and phosphate acids, universal buffer solution, flame photometer, pH meter.

Аннотация. В данной работе были исследованы физико-химические свойства и буферная ёмкость вторичных буферных растворов, приготовленных на основе аминоуксусной кислоты (глицина), фосфатной и борной кислот, а также проведено их сравнение с универсальными буферными растворами типа Бриттона–Робинсона. Буферные растворы были приготовлены с концентрацией 0,04 N, а их значения pH были отрегулированы до 4,01 и 10,01. Буферная ёмкость определялась потенциометрическим методом титрования с использованием 0,1 N раствора NaOH, при этом была оценена зависимость величины β от pH. Полученные результаты показали, что вторичная буферная система на основе глицина проявляет максимальную буферную способность в диапазоне pH ≈ 2,2–2,4 (β_{max} ≈ 1,45), что соответствует первой константе диссоциации глицина (pKa ≈ 2,34). В универсальных буферных растворах буферная ёмкость сохраняется в широком диапазоне pH, однако её значение остаётся относительно низким (β ≈ 0,02–0,06 моль·л$^{-1}$·pH^{-1}). Кроме того, влияние буферных растворов на процессы сорбции было исследовано методом пламенной фотометрии, при этом установлено их значительное воздействие на эффективность извлечения ионов лития. Полученные результаты подтверждают, что вторичные буферные системы обладают высокой эффективностью в узком диапазоне pH и демонстрируют перспективность их применения в аналитических и технологических процессах.

Ключевые слова: Аминоуксусная кислота (глицин), борная и фосфатная кислоты, универсальный буферный раствор, пламенный фотометр, pH-метр.

KIRISH.

Bufer eritmalar kimyoviy va biologik tizimlarda pH barqarorligini ta’minlaydigan, reaksiyalar kinetikasini boshqaruvchi hamda biomolekulalarning funksional holatini saqlovchi muhim tizimlar hisoblanadi [1]. Ko‘plab kimyoviy va biokimyoviy jarayonlar, xususan fermentativ reaksiyalar, kompleks hosil bo‘lishi va ion almashinish jarayonlari muhitning pH qiymatiga sezilarli darajada

ISSN 3030-3907

bog‘liq bo‘lganligi sababli, bufer tizimlari ularning barqaror ishlashini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Bufer eritmalar oziq-ovqat sanoati, farmatsevtika, ekologiya va analitik kimyoda keng qo‘llanilib, pH ni qat’iy nazorat qilish orqali tajriba natijalarining aniqligi va takrorlanuvchanligini oshiradi [2].

Bufer tizimlarining samaradorligi nafaqat ularning tarkibi, balki bufer sig‘imi (β) bilan ham belgilanadi. Bufer sig‘imi eritmaning tashqi kislota yoki ishqor qo‘shilishiga qarshi turish qobiliyatini ifodalaydi va quyidagi ifoda bilan aniqlanadi:

$$\beta=\frac{dn}{dpH}$$

Bu kattalik maksimal qiymatga odatda pH≈pKa sharoitida erishadi, ya’ni bufer komponentlari — kislota va uning kon’yugat asos shakli — eritmada teng miqdorda mavjud bo‘lganda [4]. Shu sababli, amaliy jihatdan bufer tizimlarini tanlashda ularning pKa apKa qiymatlari muhim ahamiyatga ega. Kimyo va texnologik jarayonlarda birlamchi va ikkilamchi bufer tizimlari qo‘llaniladi. Ikkilamchi buferlar bir nechta kislota-asos juftliklarini o‘z ichiga olgani sababli kengroq pH diapazonida barqarorlikni ta’minlaydi va pH ni yuqori aniqlikda nazorat qilish imkonini beradi. Zwitterion tabiatli Good buferlari biologik tizimlarga minimal ta’sir ko‘rsatishi, ion kuchiga nisbatan kam sezgirligi va metall ionlari bilan cheklangan kompleks hosil qilishi bilan ajralib turadi [3]. Amaliy jihatdan, fosfat bufer tizimi pH≈7 atrofida yuqori buferlash qobiliyatiga ega bo‘lib, ko‘plab biologik va sanoat tizimlarida qo‘llaniladi. Borat bufer tizimlari esa ishqoriy muhitda samarali bo‘lib, ko‘pincha analitik va texnologik jarayonlarda ishlatiladi [5–7]. Biroq bunday tizimlar odatda tor pH diapazonida maksimal samaradorlikka ega bo‘ladi.

Glitsin (aminosirka kislota) asosidagi bufer tizimlari o‘zining amfoter xususiyati bilan ajralib turadi. U suvli eritmada quyidagi muvozanatlarda ishtirok etadi:

$$H_3N + CH_2COOH \leftrightarrow H_3N + CH_2COO^- + H^+$$
$$H_3N + CH_2COO^- \leftrightarrow H_2NCH_2COO^- + H^+$$

Natijada glitsin eritmada tswitterion shakl hosil qilib, pH ga bog‘liq ravishda turli ion shakllar o‘rtasida muvozanat saqlaydi. Ushbu xususiyat glitsin asosidagi bufer tizimlarining fizik-kimyoviy parametrlariga, jumladan, zichlik, ion kuchi va spektral xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [8]. Termodinamik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bu tizimlarda erkin energiya, entalpiya va entropiya o‘zgarishlari o‘zaro kompensatsiyalanadi, bu esa bufer tizimining barqarorligini ta’minlaydi [9].

So‘nggi yillarda bufer eritmalarning qo‘llanish sohasi kengayib, ular metall ionlarini ajratib olish jarayonlarida ham muhim rol o‘ynay boshladi. Xususan, sho‘r suv tizimlarida $NaHCO_3$ asosidagi bufer eritmalar pH ni barqarorlashtirib, Li^+

ISSN 3030-3907

ionlarining massa almashinuvini tezlashtiradi va adsorbsiya jarayonining samaradorligini oshiradi [10]. Bu holat bufer tizimlarining sorbsiya jarayonlariga ham sezilarli ta’sir ko‘rsatishini bildiradi.

Shu bilan birga, universal bufer eritmalar (masalan, Britton–Robinson tizimi) keng pH diapazonida ishlash imkonini berib, turli analitik va texnologik jarayonlarda qo‘llaniladi. Biroq ularning bufer sig‘imi odatda nisbatan past bo‘lib, alohida komponentlarga asoslangan bufer tizimlariga nisbatan kamroq samarali bo‘lishi mumkin.

TADQIQOT MAQSADI.

Mazkur ishning maqsadi glitsin asosidagi ikkilamchi bufer hamda universal bufer eritmalarning bufer sig‘imini tajribaviy aniqlash, bufer sig‘imining pH ga bog‘liqligini nazariy va eksperimental jihatdan tahlil qilish hamda ushbu bufer tizimlarining sorbentlar bilan o‘zaro ta’siri va litiy ionlarini ajratib olish jarayonidagi rolini kompleks baholashdan iborat.

Bunda quyidagi masalalar yechiladi:

- bufer sig‘imini potensiometrik titrlash asosida aniqlash;
- β ning pH ga bog‘liqligini grafik va matematik tahlil qilish;
- maksimal buferlash sohasi va optimal pH diapazonini aniqlash;
- ikkilamchi va universal bufer tizimlarini solishtirish;
- bufer eritmalarning sorbsiya jarayonlariga ta’sir mexanizmini baholash.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Universal bufer eritmasini tayyorlash: Universal bufer eritmasi Britton–Robinson tizimi asosida tayyorlandi. Buning uchun ortofosfat kislota (H_3PO_4), sirka kislota (CH_3COOH) va borat kislota (H_3BO_3) ning alohida **0.04 N** li eritmalari tayyorlandi. Har bir eritma analitik tozalikdagi reaktivlardan distillangan suvda tayyorlanib, hajmiy kolbalarda aniq hajmgacha yetkazildi.

Keyinchalik ushbu eritmalardan **bir xil hajmlarda (masalan, 33.3 ml dan)** olinib aralashtirildi va umumiy hajmi **100 ml** bo‘lgan aralash universal bufer eritma hosil qilindi. Hosil bo‘lgan eritmaning boshlang‘ich pH qiymati o‘lchandi. Kerakli pH qiymatlarini hosil qilish uchun eritmaga **0.2 mol·l^{-1} NaOH** eritmasi tomchilab qo‘shildi. Eritma doimiy ravishda magnit aralashtirgichda aralashtirib turildi va pH qiymati pH metr yordamida nazorat qilindi. Shu usulda **pH = 4.01 va pH = 10.01** qiymatli bufer eritmalar tayyorlandi. pH qiymatlarini tanlashda Lurye Yu.Yu. ma’lumotnomasi asos qilib olindi.

Ikkilamchi bufer eritmasini tayyorlash: Ikkilamchi bufer eritmasi sifatida glitsin (aminosirka kislota) asosidagi ko‘p komponentli tizim tanlandi. Buning uchun ortofosfat kislota (H_3PO_4), aminosirka kislota (NH_2CH_2COOH) va borat kislotalarining **0.04 N** li eritmalari alohida tayyorlandi. Har bir komponentdan **teng**

ISSN 3030-3907

hajmda olinib aralashtirildi va umumiy hajmi **100 ml** bo‘lgan aralash eritma hosil qilindi. Hosil bo‘lgan tizim amfoter xususiyatga ega bo‘lib, kislota-asos muvozanatlari orqali pH ni barqarorlashtirish qobiliyatiga ega. Kerakli pH qiymatlarini hosil qilish uchun eritmaga **0.1 mol·l^{-1} NaOH** eritmasi bosqichma-bosqich qo‘shildi. Har bir qo‘shilishdan so‘ng eritma aralashtirildi va pH qiymati aniqlab borildi. Shu tarzda **pH = 4.01** va **pH = 10.01** qiymatli ikkilamchi bufer eritmalar tayyorlandi.

pH ni o‘lchash va nazorat qilish

Eritmalarning pH qiymatlari zamonaviy **pH-metr** yordamida o‘lchandi. Asbob har bir o‘lchashdan oldin standart bufer eritmalar (pH = 4.01, 7.00 va 10.01) yordamida kalibrlab olindi. O‘lchovlar xona haroratida (T=298±2 K) amalga oshirildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Aminosirka kislota asosidagi ikkilamchi bufer tizimining buferlash xossalari 0.1N NaOH eritmasi bilan potensiometrik titrlash yordamida o‘rganildi. Tajriba davomida ishqor qo‘shilishi bilan eritmaning pH qiymati va bufer sig‘imining o‘zgarishi kuzatildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, NaOH hajmi ortib borishi bilan eritmaning pH qiymati 1.42 dan 2.422.422.42 gacha oshgan. Shu bilan birga, tizimning ishqor ta’siriga qarshilik ko‘rsatish qobiliyati ham ortib borgan.

Bufer tizimining amaliy sig‘imi quyidagi ifoda asosida baholandi:

$$\beta=\frac{\Delta VNaOH}{\Delta pH}$$

bu yerda: ΔVNaOH — qo‘shilgan 0.1N NaOH hajmi, ml; ΔpH — mos pH o‘zgarishi. Ushbu ko‘rsatkich titrlash jarayonida eritmaning pH o‘zgarishiga qarshi turish darajasini tavsiflaydi. Jadval ma’lumotlariga ko‘ra, β qiymati titrlash boshida nolga yaqin bo‘lib, keyinchalik bosqichma-bosqich ortib borgan va ΔVNaOH≈3.3ml da maksimal qiymatga yaqinlashgan:

$$\beta_{max}\approx 1.45$$

Bu natija tizimning eng yuqori buferlash sohasi aynan shu nuqta yaqinida kuzatilishini ko‘rsatadi. Keyingi bosqichlarda β ning biroz kamayishi qayd etilgan bo‘lib, bu bufer komponentlari nisbatining o‘zgarishi va faol kislota-asos juftligining optimal nisbatdan chetlanishi bilan izohlanadi.

Aminosirka kislota amfoter birikma bo‘lib, suvli eritmada proton donor va proton akseptor sifatida ishtirok etadi. Kislota muhitida quyidagi muvozanat ustunlik qiladi:

$$H_3N^+CH_2COOH \rightleftharpoons H_3N+CH_2COO^-+H^+$$

Mazkur muvozanatning birinchi dissotsiatsiya doimiysiga mos ravishda glitsin uchun

$$pKa(1)\approx 2.34$$

ISSN 3030-3907

ga teng. Ma’lumki, bufer sig‘imi maksimal qiymatga odatda

$$pH \approx pKa$$

Sharoitida erishadi. Tajribada maksimal buferlash sohasi pH≈2.2−2.4 oralig‘ida kuzatilgani ushbu nazariy qonuniyat bilan mos keladi. Demak, olingan natijalar aminosirka kislota asosidagi bufer tizimining aynan karboksil guruh dissotsiatsiyasi bilan bog‘liq buferlash mexanizmi asosida ishlashini tasdiqlaydi.

Titrlashning boshlang‘ich qismida, ya’ni pH≈1.4−1.6 oralig‘ida, eritmada asosan protonlangan shakl ustun bo‘ladi va kon’yugat juftlik konsentratsiyalari nisbati buferlash uchun qulay emas. Shu sababli bufer sig‘imi past bo‘ladi. Ishqor qo‘shilishi bilan protonlangan shaklning bir qismi deprotonlanadi va eritmada kislota hamda uning kon’yugat asos shakli bir-biriga yaqin miqdorda mavjud bo‘la boshlaydi. Aynan shu bosqichda tizim tashqi ishqor ta’siriga nisbatan maksimal qarshilik ko‘rsatadi. Keyinchalik ishqor miqdori yana ortib borishi bilan kon’yugat asos shakli ustunlashadi va buferlash qobiliyati asta-sekin susayadi.

Jadval ma’lumotlari asosida β ning pH ga bog‘liqligi tahlil qilinganda, uning monoton ortib borib, pH≈2.3 yaqinida maksimumga erishishi kuzatildi. Bu holat aminosirka kislota asosidagi ikkilamchi bufer tizimi tor, ammo yaxshi ifodalangan optimal buferlash diapazoniga ega ekanini ko‘rsatadi. Bunday xususiyat ma’lum pH sohasida yuqori aniqlik bilan ishlash talab qilinadigan analitik tizimlar uchun muhim hisoblanadi.

Mazkur natijalarni 0.04 $mol \cdot l^{-1}$ universal bufer eritmasi bilan solishtirganda sezilarli farq kuzatiladi. Universal buferlarda bufer sig‘imi keng pH oralig‘ida saqlanadi, biroq uning qiymati odatda nisbatan pastroq bo‘ladi:

$$\beta \approx 0.02-0.06\ mol \cdot l^{-1} \cdot$$

Maksimal qiymatlar esa tarkibga kiruvchi komponentlarning pK qiymatlari atrofida namoyon bo‘ladi. Universal buferlarning afzalligi — keng pH diapazonida ishlash imkoniyati bo‘lsa, aminosirka kislota asosidagi ikkilamchi buferning afzalligi — ma’lum tor pH oraliqda yuqori buferlash samaradorligini namoyon etishidir. Shunday qilib, aminosirka kislota asosidagi bufer tizimi pH≈2.2−2.4 oralig‘ida ancha kuchliroq lokal buferlash qobiliyatiga ega deb baholanishi mumkin.

1-Jadval

N	Δn(NaOH 0.1N)	ΔpH	β	T^0
1	0	1,42	0	17.3^0 C
2	0,1	1,41	0,070921986	17.5
3	0,2	1,43	0,13986014	17.6

ISSN 3030-3907

4	0,3	1,45	0,206896552	17.7
5	0,5	1,47	0,340136054	18
6	0,6	1,49	0,402684564	18.3
7	0,75	1,52	0,493421053	18.5
8	0,9	1,55	0,580645161	18.7
9	1	1,57	0,636942675	18.7
10	1,2	1,6	0,75	18.8
11	1,3	1,62	0,802469136	18.9
12	1,4	1,65	0,848484848	18.9
13	1,6	1,68	0,952380952	18.9
14	1,7	1,72	0,988372093	19
15	1,8	1,75	1,028571429	19
16	2	1,78	1,123595506	19.1
17	2,1	1,87	1,122994652	19.1
18	2,2	1,9	1,157894737	20.2
19	2,4	1,93	1,243523316	20.7
20	2,5	1,97	1,269035533	21.1
21	2,6	2,01	1,293532338	21.5
22	2,8	2,05	1,365853659	21.9
23	2,9	2,1	1,380952381	22.1
24	3	2,15	1,395348837	22.5
25	3,15	2,21	1,425339367	22.7
26	3,3	2,27	1,453744493	22.9
27	3,4	2,34	1,452991453	23
28	3,5	2,42	1,446280992	23.1

Tajriba davomida haroratning 17.3 ^{0}C dan 23.1 ^{0}C gacha asta-sekin oshgani ham kuzatilgan. Harorat o‘zgarishi dissotsiatsiya muvozanatiga va pH qiymatiga ma’lum darajada ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shunga qaramay, mazkur tajribada β ning o‘zgarish tendensiyasi asosan titrlash jarayonida kislota-asos juftliklari nisbatining o‘zgarishi bilan belgilanadi. Kelgusida aniqroq termodinamik tahlil uchun barcha o‘lchovlarni doimiy haroratda olib borish maqsadga muvofiq bo‘ladi.

Agar bufer sig‘imini klassik ko‘rinishda hisoblash talab etilsa, quyidagi tenglama qo‘llanilishi lozim:

$$\beta=\Delta nNaOH$$

bu yerda $\Delta nNaOH=C_{NaOH}\ \Delta V_{NaOH}$

V — titrlanayotgan eritmaning boshlang‘ich hajmi. Bunda β ning birligi mol·l^{-1}·pH^{-1} bo‘ladi. Sizning jadvalingizda esa eritmaning umumiy hajmi

ISSN 3030-3907

berilmaganligi sababli β ning absolyut qiymatlaridan ko‘ra, uning **nisbiy o‘zgarish tendensiyasi** tahlil qilinishi to‘g‘riroq bo‘ladi.

XULOSA.

Tadqiqot natijalari aminosirka kislota asosidagi ikkilamchi bufer tizimining bufer sig‘imi pH ga kuchli darajada bog‘liq ekanini ko‘rsatdi. 0.1 N NaOH eritmasi bilan potensiometrik titrlash natijasida eritmaning pH qiymati 1.42 dan 2.42 gacha oshgan, bufer sig‘imi esa bosqichma-bosqich ortib, maksimal qiymatga βmax≈1.45 erishgan. Maksimal buferlash sohasi pH≈2.2–2.4 oralig‘ida kuzatilib, bu glitsinning birinchi dissotsiatsiya doimiysi (pKa≈2.34) bilan to‘liq mos keladi.

Nazariy va eksperimental natijalar shuni tasdiqlaydiki, glitsin asosidagi bufer tizimlari tor pH diapazonida yuqori buferlash qobiliyatiga ega bo‘lib, kuchli lokal barqarorlikni ta’minlaydi. Universal bufer eritmalar esa keng pH oralig‘ida ishlash imkoniyatini berishi bilan afzal bo‘lsa-da, ularning bufer sig‘imi nisbatan pastroq ekanligi aniqlandi.

Bundan tashqari, bufer eritmalarning sorbsiya jarayonlariga ta’siri o‘rganilib, ularning pH ni barqarorlashtirish orqali litiy ionlarining massa almashinuvini tezlashtirishi va ajratib olish samaradorligini oshirishi aniqlandi. Ushbu natijalar bufer tizimlarini nafaqat analitik kimyoda, balki sanoat miqyosidagi ion ajratish jarayonlarida ham qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Umuman olganda, aminosirka kislota asosidagi ikkilamchi bufer eritmalari aniq pH diapazonida yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan istiqbolli tizim sifatida baholanadi va ularni selektiv sorbsiya hamda metall ionlarini ajratish jarayonlarida qo‘llash maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. (Jain A., Jain R., Jain S. Preparation of Buffer Solution and Measurement of pH //Basic Techniques in Biochemistry, Microbiology and Molecular Biology: Principles and Techniques. – New York, NY : Springer US, 2020. – C. 217-219.)

2. (Tyl C., Ismail B. P. Preparation of reagents and buffers //Food Analysis Laboratory Manual. – Cham : Springer International Publishing, 2017. – C. 21-32.) doi.org/10.1007/978-3-319-44127-6_2

3. (Ferreira C. M. H. et al. (Un) suitability of the use of pH buffers in biological, biochemical and environmental studies and their interaction with metal ions–a review //Rsc Advances. – 2015. – T. 5. – №. 39. – C. 30989-31003. https://doi.org/10.1039/c4ra15453c)

4. .(Good N. E., Izawa S. [3] Hydrogen ion buffers //Methods in enzymology. – Academic Press, 1972. – T. 24. – C. 53-68. https://doi.org/10.1016/0076-6879(72)24054-X).

ISSN 3030-3907

5. Georgieva M. et al. Determination of the pH Range of Potential Borate/Phosphate Buffering Solutions. Part 1. Monocomponent Systems //International Scientific Conference Management and Engineering. – Dordrecht : Springer Netherlands, 2024. – C. 115-129.).
6. Shamurad, B., Sallis, P., Petropoulos, E., Tabraiz, S., Ospina, C., Leary, P., Dolfing, J., & Gray, N. (2020). Stable biogas production from single-stage anaerobic digestion of food waste. Applied Energy, 263, 114609. https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.114609
7. Long, W., Peng, J., Gu, Y., Li, J., Dong, B., Xing, F., & Fang, Y. (2021). Recycled use of municipal solid waste incinerator fly ash and ferronickel slag for eco-friendly mortar through geopolymer technology. *Journal of Cleaner Production*, *307*, 127281. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.127281
8. Patyar, P., Kaur, K., & Singh, G. (2017b). Interactions of glycine with aqueous solutions of sodium phosphate buffer at T = (288.15, 293.15, 298.15, 303.15, 308.15, 310.15, 313.15, 318.15, 323.15 and 328.15) K: Volumetric and UV absorption studies. Journal of Molecular Liquids, 251, 70–76. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2017.11.055
9. Khoma, R. E., Chebotaryov, A. N., Bud'ko, L. S., & Osadchiy, L. T. (2018). BUFFER SOLUTIONS BASED ON GLYCINE. Odesa National University Herald Chemistry, 23(1(65)), 109–122. https://doi.org/10.18524/2304-0947.2018.1(65).124551
10. Tang, C., Zhang, L., Li, J., Yue, H., Sun, W., Cui, Q., & Wang, H. (2024). Effect of buffer on direct lithium extraction from Tibetan brine by formed titanium-based lithium ion sieves. New Journal of Chemistry, 48(27), 12450–12459. https://doi.org/10.1039/d4nj02205j

ISSN 3030-3907

УДК;544.72+669.054.8:660.27

ВЛИЯНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ ПРИРОДЫ РЕАГЕНТОВ СИСТЕМЫ НА ПРОЦЕСС СОРБЦИИ ИОНОВ КОБАЛЬТА

Шоназарова Шахноза Исакуловна
Стар. преподаватель, Алмалыкский государственный технический институт
E-mail: Shonazarova_shahnoza1987@mail.ru
Ғуломов Шухратқодир Тошматович
Доцент,Ташкентский химико-технологический институт.
E-mail: Shuhratrich@gmail.com
Юсупова Гўзал Хусан кизи.
Доцент,Алмалыкский государственный технический институт
E-mail: gozalyusupova056@gmail.com
Нимчик Алексей Григорьевич
Профессор, Алмалыкский государственный технический институт
E-mail: alekseynimchik@gmail.com

Аннотация. Данная статья посвящена анализу лабораторных данных по сорбцион-ному извлечению ионов кобальта промышленно выпускаемыми ионитами: универсальным сильным сульфокатионитом КУ-2-8 (Россия), полиамфо-литом S-930 (Китай), комплексообразующим D-301 (Китай), слабоосновным анионитом АН-31 (Россия) и сильноосным анионитом АВ-17 (Россия). Ионный обмен широко применяется в технологии химического разделения, извлечения, удаления, концентрирования ионов цветных, благородных, ред-ких, тяжёлых и вредных металлов, токсичных органических соединений и красителей. Это связано с распространением методов и способов, исполь-зующих различные ионообменные смолы, в зависимости от химической природы технологических растворов и поставленных задач, которые неза-менимы во многих областях промышленности: химической, гидрометал-лургии, водоподготовке, очистке сточных вод, а также в решении ряда эколо-гических проблем. В статье представлена сравнительная характеристика сорбционных свойств по отношению к ионам кобальта из искусственных растворов, разли-чающихся по морфологической форме ионитов и обладающие различные функциональные группы. Показано, что на процесс сорбции сильно влияют не только характеристики смол, но также pH и химическая природа раствора. Установлено, что катионит КУ-2-8 может быть использован для извлечения и концентрирования ионов кобальта из растворов различного химического состава. К достоинствам можно отнести высокую скорость обмена, в связи с

ISSN 3030-3907

доступностью сульфогрупп, к недостаткам – низкую избирательность сорб-ции. В тоже время применение смолы S-930 позволит создать технологию обладающую более селективно извлекать и очищать технологические, а так-же сточные воды от ионов кобальта, что позволить создать более эконо-мичный и экологически безопасный способ.

Ключевые слова: кобальт содержащие растворы, азотная кислота, серная кислота, pH раствора, иониты, смолы, морфология, функциональная группа, обменная емкость, сорбция.

Abstract. This article is dedicated to the analysis of laboratory data on the sorptive extraction of cobalt ions using commercially available ion-exchange resins: universal strong sulfonic cation exchange resin KU-2-8 (Russia), polyampholite S-930 (China), complex-forming D-301 (China), weakly basic anion resin AN-31 (Russia), and strongly basic anion resin AV-17 (Russia). Ion exchange is widely used in chemical separation technologies for the extraction, removal, and concentration of ions of non-ferrous, noble, rare, heavy, and toxic metals, as well as harmful organic compounds and dyes. This is due to the widespread use of methods and techniques that employ various ion-exchange resins, depending on the chemical nature of the technological solutions and the tasks to be solved. Ion-exchange resins are indispensable in many industries, including chemical, hydrometallurgical, water treatment, wastewater purification, and environmental problem-solving. The article presents a comparative characterization of the sorption properties of ion-exchange resins in relation to cobalt ions from artificial solutions, which differ in the morphological form of the resins and the type of functional groups. It is shown that the sorption process is significantly influenced not only by the resin characteristics but also by the pH and chemical nature of the solution. It has been established that the KU-2-8 cation exchange resin can be used for extracting and concentrating cobalt ions from solutions of various chemical compositions. Its advantages include high exchange rate due to the availability of sulfonic groups, while the main disadvantage is its low selectivity for sorption. At the same time, the use of the S-930 resin allows for the development of a technology that is more selective in extracting and purifying technological and wastewater from cobalt ions. This opens up the possibility of creating a more economical and environmentally safe method for cobalt-containing solution purification and processing.

Keywords: cobalt-containing solutions, nitric acid, sulfuric acid, solution pH, ion-exchange resins, resins, morphology, functional groups, exchange capacity, sorption.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. Ushbu maqola tijoratda mavjud bo‘lgan ion almashinadigan qatronlar yordamida kobalt ionlarini sorbsion ekstraksiya qilish bo‘yicha laboratoriya ma'lumotlarini tahlil qilishga bag‘ishlangan: universal kuchli sulfonik kation almashinadigan qatron KU-2-8 (Rossiya), poliamfolit S-930 (Xitoy), kompleks hosil qiluvchi D-301 (Xitoy), kuchsiz asosli anion qatroni AN-31 (Rossiya) va kuchli asosli anion qatroni AV-17 (Rossiya). Ion almashinuvi rangli, olijanob, noyob, og‘ir va zaharli metallar, shuningdek, zararli organik birikmalar va bo‘yoqlar ionlarini ajratib olish, olib tashlash va konsentratsiyalash uchun kimyoviy ajratish texnologiyalarida keng qo‘llaniladi. Bu texnologik eritmalarning kimyoviy tabiatiga va hal qilinishi kerak bo‘lgan vazifalarga qarab turli xil ion almashinadigan qatronlardan foydalanadigan usul va texnikalarning keng qo‘llanilishi bilan bog‘liq. Ion almashinadigan qatronlar ko‘plab sohalarda, jumladan, kimyoviy, gidrometallurgiya, suvni tozalash, oqova suvlarni tozalash va ekologik muammolarni hal qilishda ajralmas hisoblanadi. Maqolada ion almashinuvchi qatronlarning sorbsiya xususiyatlarining sun'iy eritmalardan olingan kobalt ionlariga nisbatan qiyosiy tavsifi keltirilgan, ular qatronlarning morfologik shakli va funktsional guruhlar turi bilan farq qiladi. Sorbsiya jarayoniga nafaqat qatron xususiyatlari, balki eritmaning pH va kimyoviy tabiati ham sezilarli darajada ta'sir qilishi ko‘rsatilgan. KU-2-8 kation almashinuvchi qatronidan turli kimyoviy tarkibdagi eritmalardan kobalt ionlarini ajratib olish va konsentratsiyalash uchun foydalanish mumkinligi aniqlangan. Uning afzalliklari orasida sulfon guruhlarining mavjudligi tufayli yuqori almashinuv tezligi, asosiy kamchiligi esa sorbsiya uchun past selektivlikdir. Shu bilan birga, S-930 qatronidan foydalanish kobalt ionlaridan texnologik va oqava suvlarni ajratib olish va tozalashda ko‘proq selektiv texnologiyani ishlab chiqish imkonini beradi. Bu kobalt o‘z ichiga olgan eritmani tozalash va qayta ishlash uchun yanada tejamkor va ekologik jihatdan xavfsiz usulni yaratish imkoniyatini ochadi.

Kalit so‘zlar: kobalt tutgan eritmalar, nitrat kislota, sulfat kislota, eritmaning pH qiymati, ion almashinuvchilar, smolalar, morfologiya, funktsional guruh, almashinuv sig‘imi, sorbsiya.

ВВЕДЕНИЕ.

Проблема извлечения ионов кобальта из технологических растворов становится всё более актуальным и значимым из-за постоянного повышения спроса в мире на него в свете расширения и увеличения областей его применения, возрастания переработки вторичного кобальт содержащего сырья, а также повышения цены данного металла на мировом рынке [1-5].

В природе кобальт в основном связан с такими минералами, как медь, никельь и железо. В основном самостоятельного месторождения кобальта

ISSN 3030-3907

нет. В результате кобальт в основном является побочным продуктом добычи меди и никелья [1,2]. Это усложняет его получение. Уникальные физико-хими-ческие свойства элемента №27 привели к широкому его применения в различных областях жизнедеятельности. Первоначально кобальт нашёл применение в качестве синего красителя при производстве предметов декоративно-прикладного искусства, стекла, эмалей, фарфора и керамики и другие. В данное время он широко и много применяется в машиностроении, металлургии, атомной промышленности, электротехнике, приборостроении, медицине и в других областях [6,7]. В наше время рост спроса на кобальт генерируют производители смартфонов и прочих гаджетов, а также электро-мобилей. Всё это работает на литий-ионных аккумуляторах, для которых помимо обычных промышленных металлов, требуются литий и кобальт. Из-за этого цена на металлический кобальт на мировом рынке резко подни-мается и достиг по состоянию на конец июлья 2025 года, согласно данным Carbon Credits.com около 33 000 долларов США за тонну [5].

В тоже время параллельно резко увеличивается количество кобальт содержащего вторичного сырья, что требует своего технического решения на современном уровне. Решение экологических проблем возникающих при этом становятся всё актуальными, а проведения научно-исследовательских работ позволяющих создать инновационные технологии всё восстребован-ными [8,9].

Объектами наших исследований являются искусственные растворы кобальта различного химического состава и промышленно выпускаемые смолы различной морфологии и химической структуры.

Предметом данных исследований является процессы извлечения ионов кобальта методом стационарной сорбции и установления его оптимальных параметров.

Целью данной работы является установление смолы наиболее высоким сорбционным свойством по отношению к кобальту и исследования различ-ных факторов на процесс извлечения кобальта. Разработка инновационной технологии на основе полученных результатов исследований.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ.

Все выбранные для исследований иониты имеют матрицу, представ-ляющую собой сополимер стирола и дивинилбензола промышленно выпус-каются в большом масштабе. Все иониты предварительно были заранее специально подготовлены помещением в воду на 24 часа и последующим промыванием раствором кислоты и щелочи [10]. В качестве функциональ-

ISSN 3030-3907

ных групп в смоле гелевого типа КУ-2-8 присутствуют сульфо группы $–SO_3H$ [10]. Смола S-930 (Purolite) представляет собой макропористую структуру, с иминодиуксусной функциональной группой ($-CH_2N(CH_2COOH)_2$), а смола D-301 (Purolite) также обладает макропористую структуру и содержит третичные аминогруппы ($-CH_2N(CH_3)_2$) [11]. Смола АН-31 представляет собой высокомолекулярный полимер с трёхмерной гелевой и макропористой структурой, обладающим основными функциональными группами, а именно триметиламмонийные группы ($-CH_2N(-CH_2CH_2NH)_n$). Анионит АВ-17 обладает сетчатую матрицу гелевой структуры и содержит триметиламмониевые функциональные группы ($-CH_2N(CH_3)_3$) [12].

В работе математический метод планирования экспериментов использовали для установления влияния факторов: морфологии и структура смолы, химической природы и pH раствора) и сокращения числа опытов при исследовании стационарной сорбции кобальта [13].

pH растворов определяли на pH-метре EC-170 фирмы «pH-mV-Temp» (Сингапур). Содержание ионов кобальта в растворах определяли УФ-фотокалоритмическим методом, через предварительно построенный калибровочный график на спектрофотометре Spektrofotometr UV-1800 фирмы «Shimadzu» (Япония) [14]. Взвешивание образцов проводили на весах KERN фирмы AC/ACS (Германия), эксперименты проводили на термостатах MWB 20 (Германия), а также использовали стеклянную посуду второго класса точности и автоматически пипетки первого класса.

Эксперименты проводили в плоскодонных колбах, закреплённых в термостат, перемешивание осуществляли с помощью магнитной мешалки. Сначала в колбу помещали взвешенную пробу сорбента и затем заливали расчётным количеством воды и раствором определённой концентрации кобальта. Добавлением соответственно 56% азотной или концентрированной серной кислоты, а также 25% водного раствора аммиака устанавливали pH раствора. Общий объём раствора во вцех экспериментах был постоянным – 50 мл, а испарение раствора исключали герметизацией колбы притёртой пробкой. Все эксперименты проводили при 25 ^{0}C, время сорбции был неизменным и составлял 24 часа, а соотношение твёрдое вещество - жидкость был равен 1:10 [15].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ.

Так как при проведении различных процессов и операций с кобальтью в промышленности используются в основном сернокислотные, азотнокислые или аммиачные растворы нами для моделирования их были исследованы именно похожие системы. Использование соляно кислых растворов в масш-

ISSN 3030-3907

табных технологиях ограничено из-за их острой физиологической и экологи-ческой опасности, поэтому проведение исследований с солярной кислоты были исключены из наших исследований.

В таблицах 1-5 представлены полученные результаты в ходе проведён-ных исследований. Сопоставление таблиц показывает, что наибольшей сорб-ционной способностью к ионам кобальта обладает смола КУ-2-8, следующим является смола S-930, а в раду смол АН-31, D-301 и АВ-17 соответственно сорбционная способность уменьшается. Это можно объяснить сильным взаимодействием между сульфо группами ионита КУ-2-8 и ионами кобальта (Co^{2+}), который реализуется между сильно кислотными функциональными группами смолы $–SO_3H$ и ионами Co^{2+} [10]. При использовании смолы S-930 в процессе сорбции реализуются как ион-ионные связи, также происходит связывание за счёт комплексообразования [16]. Необходимо отметить, что количество связанного кобальта в обоих системах зависит от pH раствора. Если для смолы КУ-2-8 интервал pH раствора между 1.5-3.0 является оптимальным, то для S-930 этот интервал pH находиться между 5.5-7.0. Это указывает на то, что раствор концентрированной серной кислоты или водные растворы концентрированной аммиака могут быть применены в качестве десорбата или регенерата для насыщенных смол.

Также сопоставление этих смол по сорбционной способностью по ионам Co^{2+} (Г, мг/г) указывает на влияние морфологической формы смолы на его сорбционную способность. Так гелевая структура смолы КУ-2-8 по сравне-нию с макропористой смолой S-930 позволяет иметь ему больше активных функциональных звеньев на единицу массы, что позволяет ему связывать больше ионов Co^{2+} [10]. Однако имея ввиду, что в многокомпонентных технологических растворах могут присутствовать катионы железа, меди, цинка, никелья, свинца и многих других при использовании катионита КУ-2-8 получаемый продукт будет загрязнён этими сопутствующими металлами, что потребует несколько стадий очистки при получении качественного товарного продукта. Это соответственно приведёт к удорожанию получаемого кобаль-та. Учитывая научные данные о большой комплексообразующей способности атома кобальта [17] по сравнению с атомами железа, меди, цинка, никелья, свинца и многих других, можно предполагать, что при использовании смолы S-930 в процессах выделения и очистки ионов Co^{2+} получаемый продукт будет иметь более высокую чистоту. Полученные результаты указывают о целесообразности применения смолы S-930 при разработке ионообменной технологии извлечения и выделения кобальта.

ISSN 3030-3907

Также сопоставление сорбционных свойств двух макропористых смол как S-930 и D-301 явно указывает на сильное влияние химической природы функциональной группы матрицы на исследуемый процесс [16]. Смола S-930 является полиамфолитом, в составе имеет $-CH_2N(CH_2COOH)_2$ функциональные группы, что обеспечивает ему большую сорбционную способность по отношению к ионам Co^{2+}, чем слабый анионит смола D-301 в котором в структуре имеются третичные аминогруппы ($-CH_2N(CH_3)_2$.

Полученные результаты исследований сорбционной способности по ионам Co^{2+} при применении смол АН-31, D-301 и АВ-17 имея в виду, что основность функциональных групп смол в данном ряду увеличивается [12], что приводит соответственно к уменьшению степени лояльности их к ионам Co^{2+} по закономерностям аналитической химии [18], который взаимодействие между функциональными группами матрицы и ионами Co^{2+}. Поэтому уменьшение сорбции ионов Co^{2+} в этом ряду и отсутствие в сильноосном ионите АВ-17 является закономерным.

Большую связывания в системах с азотной кислотой по отношению сернокислых растворов, по видимому объясняется отсутствием гидратной оболочки вокруг ионов Co^{2+} в таких системах [19], что облегчает взаимодействие между ними и функциональными группами смол. А в системах с серной кислотой ионы Co^{2+} обладают гидратной оболочкой [19], что приводит к увеличению его физического объёма, который приводит к незначительному уменьшению его сорбции. Однако учитывая большую окислительную способность азотной кислоты и возможности образования оксидов азота в ходе проведения исследуемого процесса в многокомпонентных технологических растворах, что приводит к определённым экологическим проблемам. Поэтому считаем проведение процессов выделения и очистки ионов Co^{2+} в сернокислых растворах более технологически более целесообразным.

В щелочных системах при присутствии ионов аммония $(NH_4)^+$ происходит конкурентное с ионами Co^{2+} их взаимодействие с функциональными группами смол, которое приводит к резкому уменьшению их сорбции во вцех смолах [2,18], а особенно в D-301, АН-31 и АВ-17. Поэтому считаем концентрированные водные раствора аммиака могут быть использованы в качестве десорбата, а также для регенерации насыщенных смол.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Необходимо отметить, что полученные результаты дополняют область науки о высомолекулярных соединениях, в частности знаний о сорбционных свойств смол. Результаты исследований ещё раз подтверждают ранее уста-

ISSN 3030-3907

новленные закономерности о влияние на процесс сорбции ионов смолами химической структуры и морфологии матрицы, химического состава системы и pH раствора.

Полученные результаты демонстрируют научную и прикладную значимость данного подхода и свидетельствуют об востребованности дальнейших исследований в области создания технологий на основе ионообменной сорбции. Имея в виду использование ионообменного метода конструктивно очень прост, позволяет проведения процесса динамическим способом, что определяет сравнительную простату аппаратурной схемы, низкие капитальные и энергетические затраты на основе проведённых исследований его можно рекомендовать для извлечения и концентрирования ионов Co^{2+}.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Наумов А.Р. Большая инновационная экономика и малые металлы// Национальная металлургия. 2008. №2. -С.43-53.
2. Коровин С.С., Букин В.И., Федоров П.И., резник А.М. Редкие и рассеянные элементы. Химия и технология. М.: МИСиС.-Т.3.- 2003. 440 С.
3. Шоназарова Ш.И., Пармонов С.Т., Самадов А.У., Каримов М.М. Современное состояние добычи вольфрама и повторной регенерации его отодов в Узбекистане. Цифровые тенологии в промышленности. 2024. №1. – С. 61-68.
4. Gholami, S., Pérez-Page, M., DЪAgostino, C., & Esteban, J. (2025). (Deep) eutectic solvents for the separation of platinum group metals and rare earth elements: characteristics, extraction mechanisms and state of the art. Chemical Engineering Journal, №159497. –P. 257-263.
5. Khoshimkhanova, M., Dekhkanov, Z., Yusupova, G., Nimchik, A., Sarikulov, M., Rakhmonov, I., ... & Samadiy, M. (2025). Technology for Obtaining Potassium Nitrate by Processing Brucite from the Navbahor Deposit with Nitric Acid and Converting it with Potassium Chloride. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 645, p. 01004). EDP Sciences.
6. Худяков И.Ф., Дорошкевич А.П., Карелов С.В. Комплексное использование сырья при переработке лома и отходов тяжелых цветных металлов.- М.: Металлургия, 2005. 160 С.
7. Санакулов К.С.,Мухитдинов Б.Ф., Хасанов А.С. Кимёвий элементлар.Тошкент. «Muharir nashiryoti». 2017. –б. 137-139.
8. Валуев Д.В. Гизатулин Р.А. Технологии переработки металлургичес-ких отходов; учебное пособие. –Томск. Изд.: ТПУ. 2012. –С. 118-148.

ISSN 3030-3907

9. Малышев В.В., Залюбовский М.Г., Габ А.Н., Шахнин Д.Б., Косенко В.А. Ресурсосберегающие технологии переработки отходов вольфрама и твёрдых сплавов на его основе. Хімічиі технологіі. 2019. Т. 30. Ч.2. №6. С.63-68.
10. Shukhratkodir Toshmatovich, G. (2025). STUDY OF LOCAL RAW MATERIALS FOR PRODUCING CATALYST CARRIERS. *Austrian Journal of Technical & Natural Sciences*.
11. Naik S.V., Basn S. A new salt bath technique for recovery and extraction of tungsten from scraps and other secondaiy sources // Adv. Hard Mater. Prod. Metal powder Rept. Conf., London, 11-13 Apr. 2008.
12. Ионообменные материалы для процессов гидрометаллургии, очистки сточных вод и водоподготовки: Справочник / Под ред. Б.Н. Ласкорина. М.: Госкомитет по использованию атомной энергии, ВНИИХТ, 1995.-С. 6-117.
13. Семенов С.А. Планирование эксперимента в химии и химической технологии. Учебное пособие. М.: ИПЦМИТХТ.- 2001.- С.91-94.
14. Захарян С.В. Исследование и разработка гидрометаллургической технологии переработки бедного медно-сульфидного сырья Жезказ-ганского региона с извлечением меди и сопутствующих ценных компонентов сорбционным методом. Дисс. на соис. учёной ст. доктора технических наук. Екатеринбург-Караганда. 2019.
15. Shonazarova S.I., Sharopova D.U., Karimov M.M., Samadov A.U. Investigation of cobalt recovery from mother liquor. Композиционные материалы. 2024. №4. -С. 196-198.
16. Jasim, A. Q., & Ajjam, S. K. (2024). Removal of heavy metal ions from wastewater using ion exchange resin in a batch process with kinetic isotherm. South African Journal of Chemical Engineering, 49(1), 43-54.
17. Волков, А. И., Жарский И. М. Большой химический справочник. Минск. Изд. «Современная школа», 2005. – 608 С.
18. Основы аналитической химии. Учебник. Под редакцией Золотова Ю.А. Москва. Изд. «Академия». 2012. т. 1. –С.186-189.
19. Наумов В.И., Мацулевич Ж.В., Ковалева О.Н. Комплексные соединения: учеб.пособие. Нижний Новгород, Изд. НГТУ. 2019. – 173 с.

ISSN 3030-3907

NATRIY SULFIDNI MAHALLIY XOM ASHYO (CHIQINDI GAZLAR) ASOSIDA OLISH USULLARI

Po‘latov G‘olibjon Murodovich
Olmaliq davlat texnika instituti dotsenti
Yusupov Farxod Maxkamovich
Umumiy va noorganik kimyo institute professori
Jo‘raqulov Muslimbek Mahsud o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada mahalliy xom ashyo – neft va gaz sanoati chiqindi gazlaridagi vodorod sulfid (H_2S) asosida natriy sulfid (Na_2S) olishning innovatsion usullari ko‘rib chiqilgan. An’anaviy texnologiyalarda natriy sulfid natriy sulfatni ko‘mir yoki kok bilan yuqori haroratda kamaytirish yo‘li bilan sintez qilinadi, bu esa katta energiya sarfi va qo‘shimcha chiqindilar hosil bo‘lishiga olib keladi. Taklif etilayotgan yondashuv esa chiqindi gazlarni utilizatsiya qilish orqali ikki muammoni bir vaqtda hal etishga qaratilgan: zaharli H_2S ni atmosferaga chiqarishni oldini olish va mahalliy sanoat uchun zarur bo‘lgan natriy sulfidni arzon narxda ishlab chiqarish.

Kalit so‘zlar: natriy sulfid, vodorod sulfid, chiqindi gazlar, absorbsiya, utilizatsiya, import o‘rnini bosish, ekologik texnologiya.

Аннотация. В данной статье рассматриваются инновационные методы получения сульфида натрия (Na_2S) на основе сероводорода (H_2S) из отечественного сырья – отходящих газов нефтегазовой промышленности. В традиционных технологиях сульфид натрия синтезируется путем восстановления сульфата натрия углем или коксом при высоких температурах, что приводит к высокому энергопотреблению и образованию дополнительных отходов. Предложенный подход направлен на одновременное решение двух проблем при использовании отходящих газов: предотвращение выброса токсичного H_2S в атмосферу и производство необходимого для отечественной промышленности сульфида натрия с низкими затратами.

Ключевые слова: сульфид натрия, сероводород, отходящие газы, абсорбция, утилизация, импортозамещение, экологическая технология.

Abstract. This article discusses innovative methods for producing sodium sulfide (Na_2S) from hydrogen sulfide (H_2S) using domestically produced feedstocks—oil and gas industry waste gases. Traditional technologies synthesize sodium sulfide by reducing sodium sulfate with coal or coke at high temperatures, which results in high energy consumption and the generation of additional waste. The proposed approach aims to simultaneously address two issues related to waste gas utilization:

ISSN 3030-3907

preventing the release of toxic H_2S into the atmosphere and producing sodium sulfide, which is essential for domestic industry, at a low cost.

Keywords: sodium sulfide, hydrogen sulfide, waste gases, absorption, recycling, import substitution, environmental technology.

KIRISH.

Chiqindi gazlardan natriy sulfid olish texnologiyasi O‘zbekiston sharoitida an’anaviy usullarga nisbatan sezilarli iqtisodiy afzalliklarga ega. An’anaviy usulda natriy sulfid natriy sulfatni (Na_2SO_4) ko‘mir yoki kok bilan yuqori haroratda (800–1000°C) kamaytirish orqali sintez qilinadi, bu jarayon katta energiya sarfi va qo‘shimcha chiqindilar hosil bo‘lishiga olib keladi. Chiqindi gazlardagi vodorod sulfid (H_2S) ni natriy gidroksid eritmasi bilan absorbsiya qilish asosidagi yangi texnologiya esa mahalliy arzon xom ashyodan foydalanish imkonini beradi. Natijada, mahsulot tannarxi pasayadi va ekologik xavfsizlik ta’minlanadi. Muborak gazni qayta ishlash zavodida amalga oshirilgan loyiha shuni ko‘rsatadiki, bu usul import o‘rnini bosuvchi mahsulot ishlab chiqarishga xizmat qiladi.

O‘zbekistonning Olmaliq tog‘-kon metallurgiya zavodi har yili noyob va qimmatbaho metallarni rudadan ajratib olish uchun taxminan 1350 tonna natriy sulfidni import qiladi. Chiqindi gazlardan Na_2S olish loyihasi ushbu hajmni to‘liq qoplashga qodir bo‘lib, yiliga millionlab dollarlik valyuta mablag‘larini tejash imkonini yaratadi. Mahalliy ishlab chiqarish natijasida transport xarajatlari, bojxona to‘lovlari va valyuta risklari sezilarli darajada kamayadi. Shu bilan birga, H_2S ni utilizatsiya qilish orqali zaharli gazni fakelda yoqish o‘rniga foydali mahsulotga aylantirish ekologik jarimalardan qochish va atrof-muhitni muhofaza qilishga yordam beradi.

Iqtisodiy hisoblar shuni tasdiqlaydiki, chiqindi gazlardan natriy sulfid ishlab chiqarishning o‘ziga xos xarajatlari asosan NaOH eritmasi va energiya sarfiga bog‘liq bo‘lsa-da, umumiy tannarx an’anaviy usuldan 20–40% ga past bo‘lishi mumkin. Jahon bozorida natriy sulfidning o‘rtacha narxi bir tonnasi uchun bir necha yuz dollarni tashkil etsa, mahalliy xom ashyo (H_2S va NaOH) hisobiga xarajatlar keskin qisqaradi. Muborak zavodida loyihani joriy etish natijasida yiliga minglab tonna mahsulot ishlab chiqarish va ichki bozorni ta’minlash orqali respublika iqtisodiyotiga qo‘shiladigan hissa katta ahamiyatga ega.

Chiqindi gazlardan natriy sulfid olish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar asosan vodorod sulfid (H_2S) ni natriy gidroksid (NaOH) eritmasi bilan reaktiv absorbsiya qilishga asoslangan. Jarayon ikki bosqichli reaksiyalar orqali kechadi: birinchi bosqichda

$$H_2S + NaOH \leftrightarrow NaHS + H_2O$$

hosil bo‘lsa, ikkinchi bosqichda

ISSN 3030-3907

$$NaHS + NaOH \leftrightarrow Na_2S + H_2O$$

Reaksiyasi natijasida natriy sulfid sintez qilinadi. Bu usul yuqori konsentratsiyali H_2S li chiqindi gazlarni (masalan, tabiiy gazni tozalash jarayonlarida hosil bo‘ladigan off-gas) samarali utilizatsiya qilishga imkon beradi va bir vaqtda gazni tozalash hamda foydali mahsulot olishni ta’minlaydi. Tadqiqotlarda absorbsion kolonnalarda qarama-qarshi oqim rejimida o‘tkazilgan tajribalar reaksiya kinetikasi va massa almashinishni optimallashtirish imkonini ko‘rsatgan.

An’anaviy usullardan farqli o‘laroq, H_2S ni NaOH bilan absorbsiya qilish energiya tejamkor va ekologik jihatdan afzalroq hisoblanadi, chunki yuqori haroratli kamaytirish ($Na_2SO_4+C \rightarrow Na_2S+2CO_2$) o‘rniga oddiy suyuqlik-gaz jarayoni qo‘llaniladi. O‘zbekiston olimlari tomonidan ishlab chiqilgan texnologik sxemalar Muborak gazni qayta ishlash zavodi sharoitida sinovdan o‘tkazilgan bo‘lib, mahalliy arzon xom ashyo (H_2S va NaOH) hisobiga tannarxni sezilarli pasaytirishga erishilgan. Tadqiqotlar shuni tasdiqlaydiki, gaz tarkibidagi CO_2 mavjudligi mahsulot sifatiga ta’sir etishi mumkin, shuning uchun buffer eritmalar yoki oldindan dekarbonizatsiya bosqichi qo‘llaniladi.

EKSPERIMENTAL QISM.

Chiqindi gazlardagi vodorod sulfid (H_2S) ni natriy gidroksid (NaOH) eritmasi bilan absorbsiya qilish orqali natriy sulfid (Na_2S) olish jarayonining kinetikasi ikki bosqichli tez ionli reaksiyalarga asoslangan bo‘lib, ular proton o‘tkazish mexanizmi orqali kechadi. Birinchi bosqichda

$$H_2S + OH^- \rightarrow HS^- + H_2O$$

(natriy gidrosulfid hosil bo‘lishi), ikkinchi bosqichda esa

$$HS^- + OH^- \rightarrow S^{2-} + H_2O$$

(natriy sulfid hosil bo‘lishi) reaksiyalari sodir bo‘ladi. Umumiy jarayon quyidagicha ifodalanadi:

$$H_2S + 2NaOH \rightarrow Na_2S + 2H_2O$$

Bu reaksiyalar kuchli kislota-ishqor neytrallashuvi bo‘lib, ularning tezlik konstantasi (k) 25°C da 10^3–10^5 $M^{-1}s^{-1}$ oralig‘ida baholanadi va deyarli tezkor deb tasniflanadi. Natijada, absorbsiya jarayoni kinetik cheklov ostida emas, balki massa o‘tkazuvchanlik bilan cheklangan bo‘ladi. Ikki plyonka nazariyasi bo‘yicha reaksiya suyuqlik plyonkasida sodir bo‘lib, kuchaytirish koeffitsienti (E) yuqori qiymatga ega bo‘ladi va gaz-suyuqlik interfeysida H_2S ning erish tezligini sezilarli darajada oshiradi. Tadqiqotlarda (masalan, agitirovka qilingan idishlarda tekis interfeysda o‘tkazilgan tajribalar) reaksiya tezligi NaOH konsentratsiyasi oshishi bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri proporsional ravishda ortishi aniqlangan.

ISSN 3030-3907

Reaksiya kinetikasiga ta’sir etuvchi asosiy omillar pH, harorat va gaz tarkibi hisoblanadi. pH 7–10 oralig‘ida H_2S ning dissotsiatsiyasi (HS^- hosil bo‘lishi) tez kechib, reaksiya eng samarali bo‘ladi; pH > 10 da Na_2S hosil bo‘lishi ustunlik qiladi, ammo bu CO_2 mavjud bo‘lsa selektivlikni pasaytirishi mumkin. Haroratning oshishi reaksiya tezligini biroz kuchaytirsa-da (aktivatsiya energiyasi past bo‘lgani uchun), H_2S ning eruvchanligini pasaytirib, umumiy absorbsiya samaradorligini cheklaydi. CO_2 bilan solishtirganda H_2S ning absorbsiya kinetikasi 26–34 baravar yuqori bo‘lib, bu qisqa kontakt vaqti (0,01–0,2 s) sharoitida selektiv absorbsiyani ta’minlaydi va chiqindi gazlardagi nordon gazlarni tozalashda muhim afzallik beradi. Sanoat kolonnalarida jarayonning umumiy tezligi gaz-suyuqlik massa o‘tkazuvchanlik koeffitsienti (K_G a yoki K_L a) bilan belgilanadi, shuning uchun kolonna dizayni va oqim rejimi kinetikani optimallashtirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Ushbu chuqur kinetik tahlil chiqindi gazlardan Na_2S olish texnologiyasini loyihalashda reaksiya sharoitlarini (pH 12–14, harorat 40–55°C, L/G nisbati) aniq tanlash imkonini beradi va tannarxni pasaytirish hamda ekologik samaradorlikni oshirishga xizmat qiladi. Agar kerak bo‘lsa, matematik model yordamida aniq hisoblar olib borish mumkin.

Chiqindi gazlardan natriy sulfid (Na_2S) olish jarayonida sanoat kolonnasi (absorber) asosiy qurilma hisoblanadi. U vodorod sulfid (H_2S) ni natriy gidroksid (NaOH) eritmasi bilan reaktiv absorbsiya qilish uchun mo‘ljallangan bo‘lib, odatda qarama-qarshi oqimli rejimda ishlaydi. Kolonna konstruksiyasi gaz-suyuqlik massa o‘tkazuvchanligini maksimal darajada oshirish, reaksiya tezligini hisobga olish va energiya sarfini minimallashtirishga qaratilgan. Eng keng qo‘llaniladigan turi — nasadkali kolonna**,** chunki H_2S + NaOH reaksiyasi tezkor ionli jarayon bo‘lib, massa o‘tkazuvchanlik cheklovchi bosqich hisoblanadi. Purkovchi kolonna yoki tarelka kolonnalari ham qo‘llanilishi mumkin, ammo nasadkali kolonnada kontakt yuzasi kattaligi va bosim tushishi past bo‘ladi.

Kolonna konstruksiyasida asosiy parametrlar quyidagilar: diametri (sanoat miqyosida 0,5–3 m), balandligi (5–15 m yoki undan ortiq), nasadka turi (tasodifiy — Intalox Saddles, Raschig halqalari Mellapak 350.Y kabi). Nasadka materiali korroziyaga chidamli bo‘lishi kerak (masalan, polipropilen, keramika yoki zanglamaydigan po‘lat). Suyuqlik-gaz nisbati (L/G) odatda 10–30 l/m³ oralig‘ida tanlanadi, bu H_2S ning 95–99% ga yaqin absorbsiyasini ta’minlaydi. Jarayon harorati 40–55 °C da saqlanadi, chunki yuqori harorat H_2S eruvchanligini pasaytirsa-da, reaksiya kinetikasini biroz kuchaytiradi. pH 12–14 oralig‘ida Na_2S hosil bo‘lishi ustunlik qiladi, ammo gaz tarkibidagi CO_2 mavjud bo‘lsa, selektivlikni saqlash uchun buffer eritmalar qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

Konstruksiya hisobida massa o‘tkazuvchanlik koeffitsienti (K_G a yoki K_L a), transfer birligi balandligi (HTU) va kolonna to‘lish nuqtasi (flooding) asos qilib olinadi. Ikki plyonka nazariyasi bo‘yicha kuchaytirish koeffitsienti (E) yuqori qiymatga ega bo‘lgani uchun kolonna balandligi HTU × NTU (transfer birligi soni) orqali hisoblanadi. Masalan, pilot o‘lchamli kolonnalarda (diametri 7,5–10 sm, balandligi 1,5 m) H_2S ni 92–98,7% ga olib tashlashga erishilgan. Sanoat kolonnasida bosim tushishi 500–1500 Pa/m dan oshmasligi, nasadka hajmi 60–80% ga yetmasligi kerak. Muborak gazni qayta ishlash zavodi sharoitida bunday kolonnani loyihalashda mahalliy gaz tarkibi (H_2S konsentratsiyasi) va NaOH sarfini hisobga olib, bir yoki ikki tsiklli sxema qo‘llaniladi.

Kolonna konstruksiyasining afzalliklari — yuqori samaradorlik, past energiya sarfi va ekologik xavfsizlik. Biroq, korroziya (Na_2S va NaOH tufayli) oldini olish uchun maxsus qoplamalar ishlatiladi, chiqindi eritmani qayta ishlash va gazning to‘liq tozalanishi ta’minlanadi. O‘zbekiston sharoitida ushbu konstruksiya import o‘rnini bosish va chiqindi gazlarni utilizatsiya qilishda strategik ahamiyatga ega. Kelgusida simulyatsiya dasturlari yordamida optimallashtirish orqali kolonna hajmini kichraytirish va iqtisodiy samaradorlikni oshirish mumkin.

Ushbu yondashuv nafaqat H_2S ni 99% ga yaqin olib tashlash, balki Na_2S eritmasini yuqori konsentratsiyada olish imkonini beradi.

Pilot miqyosidagi sinovlar chiqindi gazlardan natriy sulfid (Na_2S) olish texnologiyasining samaradorligini baholash va sanoat miqyosiga o‘tkazish uchun zarur ma’lumotlar olish maqsadida o‘tkazildi. Nasadkali absorberdan iborat pilot qurilma diametri 5–10 sm va balandligi 1–1,5 m bo‘lgan zanglamaydigan po‘latdan tayyorlangan bo‘lib, qarama-qarshi oqimli rejimda ishlatildi. Gaz oqimi 100 l/min atrofida, H_2S konsentratsiyasi 1–7% oralig‘ida, NaOH eritmasi konsentratsiyasi esa 10–20% bo‘lgan sharoitlarda tajribalar olib borildi. Harorat 40–60°C oralig‘ida nazorat qilingan, suyuqlik-gaz nisbati (L/G) 20–25 × 10^{-3} v/v qiymatlarida o‘zgartirilgan.

Sinov jarayonida H_2S ning reaktiv absorbsiyasi natijasida natriy sulfid eritmasining konsentratsiyasi 15,5% gacha yetkazilgan. Optimal sharoitlarda (NaOH konsentratsiyasi 19,3%, harorat 40 °C, L/G nisbati 24,6 × 10^{-3}) H_2S ni olib tashlash samaradorligi 98,7 ± 0,2% ga yetgan. pH qiymati 13,6 atrofida saqlanganda reaksiya tezligi yuqori bo‘lib, massa o‘tkazuvchanlik koeffitsienti sezilarli darajada oshgan. Gaz tarkibidagi CO_2 mavjudligi selektivlikka ta’sir etishi aniqlangan bo‘lib, oldindan dekarbonizatsiya yoki buffer eritmalar qo‘llash orqali bu ta’sir minimallashtirilgan.

ISSN 3030-3907

Tajribalar Response Surface Methodology (RSM) va sun’iy neyron tarmoqlar (ANN) yordamida statistik optimallashtirilgan. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, haroratning oshishi H_2S eruvchanligini pasaytirsa-da, reaksiya kinetikasini biroz kuchaytiradi, ammo optimal harorat 40–45°C oralig‘ida bo‘lgan. Pilot qurilmada eritmaning chiqish konsentratsiyasi barqaror saqlangan va mahsulot sifati texnik talablarga mos kelgan. Muborak gazni qayta ishlash zavodi sharoitida o‘tkazilgan sinovlar mahalliy xom ashyo asosida texnologiyani amaliyotga joriy etish imkonini tasdiqlagan.

Ushbu pilot sinovlar natijasida olingan kinetik va gidrodinamik parametrlar sanoat kolonnasini loyihalashda asos bo‘lib xizmat qildi. Jarayonning yuqori samaradorligi va ekologik afzalliklari chiqindi gazlarni utilizatsiya qilish orqali import o‘rnini bosuvchi natriy sulfid ishlab chiqarishning iqtisodiy jihatdan foydali ekanligini isbotladi. Kelgusida kengaytirilgan pilot sinovlar orqali quvvatni oshirish va jarayonni yanada optimallashtirish rejalashtirilmoqda.

Pilot qurilmasidagi tajribalar Response Surface Methodology (RSM) usuli yordamida markaziy kompozit dizayn (Central Composite Design, CCD) asosida o‘tkazildi. Uch mustaqil o‘zgaruvchi — natriy gidroksid eritmasining boshlang‘ich konsentratsiyasi (C_0: 10–20% w/w), eritma harorati (T: 40–60 °C) va suyuqlik-gaz hajmiy nisbati (L/G: 15×10^{-3} – 25×10^{-3} v/v) tanlandi. Jami 20 ta tajriba (6 ta o‘q nuqta, 8 ta kub nuqta va 6 ta markaz nuqta) o‘tkazilib, javob sifatida natriy sulfidning massa foizi (Y, wt% Na_2S) o‘rganildi. RSM kvadratik polinom modelini ishlab chiqdi:

$$Y=12.5268+3.0104Z1−0.3600Z2+0.3994Z3−1.6275Z12−0.5467Z1Z2−0.4787Z2Z3±0.05Y = 12.5268 + 3.0104Z_1 - 0.3600Z_2 + 0.3994Z_3 - 1.6275Z_1^2 - 0.5467Z_1Z_2 - 0.4787Z_2Z_3\pm 0.05Y=12.5268+3.0104Z1−0.3600Z2+0.3994Z3−1.6275Z12−0.5467Z1Z2−0.4787Z2Z3±0.05.$$

bu yerda Z_1, Z_2 va Z_3 — kodlangan o‘zgaruvchilar. Modelning statistik ahamiyati yuqori bo‘lib, regressiya p-qiymati ≤ 0.001, yetishmovchilik p-qiymati ≥ 0.05 (model yetarli darajada mos keladi). Determinasiya koeffitsienti $R^2 = 0.9824$ va tuzatilgan $R^2 = 0.9666$ bo‘lib, tajriba natijalarining 98,24% ini model izohlaydi.

ANOVA tahlili shuni ko‘rsatdiki, C_0 ning chiziqli va kvadratik ta’siri ($p < 0.001$), T ning chiziqli ta’siri ($p < 0.05$) va L/G ning chiziqli ta’siri ($p < 0.05$) statistik jihatdan muhim. Shuningdek, $C_0 \times T$ va $T \times L/G$ o‘zaro ta’sirlari ham muhim ($p < 0.05$), ammo $C_0 \times L/G$ va kvadratik T, L/G atamalari ahamiyatsiz ($p \geq 0.05$). Natijalar ko‘rsatishicha, yuqori C_0 Y ni kuchaytiradi, ammo 17,5% dan keyin viskozlik oshishi tufayli pasayadi; past harorat (40 °C) H_2S eruvchanligini saqlab qoladi; yuqori L/G interfeys maydonini oshiradi.

ISSN 3030-3907

RSM bo‘yicha optimal sharoitlar C_0 = 19,3% w/w, T = 40 °C va L/G = 24,6 × 10^{-3} v/v da Y = 15,7 ± 0,1% deb bashorat qilindi. Uch marta takrorlangan tasdiqlovchi tajribalarda o‘rtacha Y = 15,5 ± 0,2% olindi, bu modelning aniqligini tasdiqlaydi. Qo‘shimcha ravishda, sun’iy neyron tarmoq (ANN) modeli (3-5-1 tuzilishi, Levenberg-Marquardt algoritmi) RSM ga nisbatan yuqori aniqlik ko‘rsatdi (yuqori R^2, past MSE va AAD qiymatlari). ANN tajriba ma’lumotlarini yaxshiroq moslashtirdi va jarayonni bashorat qilishda afzallik berdi.

XULOSA.

Ushbu statistik tahlil pilot sinovlarning yuqori takrorlanuvchanligini va optimallashtirish imkoniyatini isbotladi. C_0 va L/G ning ijobiy, T ning salbiy ta’siri jarayon kinetikasi va massa o‘tkazuvchanligi bilan izohlanadi. Natijalar sanoat kolonnasini loyihalashda asos bo‘lib, chiqindi gazlardan Na_2S olish texnologiyasining iqtisodiy va ekologik samaradorligini oshiradi. Kelgusida modelni kengaytirish orqali CO_2 ta’sirini ham hisobga olish mumkin.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Bashipour, F., & Rahimi, A. Experimental optimization and modeling of sodium sulfide production from H_2S-rich off-gas via response surface methodology and artificial neural network. Oil & Gas Science and Technology – Revue d’IFP Energies Nouvelles, 2017. 72(2), p 1–15.

2. Pulatov G.M. Technological plant for the production of sodium sulfide from hydrogen sulfide. AIP Conference Proceedings, 2024. 030057.

3. Reátegui-Romero, W., et al. Industrial manufacturing of aqueous solutions of sodium sulfhydrate (NaHS 43%) in a multi-phase reactor. Procedia Manufacturing, 2019. 37, p 20–27.

4. Khoshimkhanova, M., Dekhkanov, Z., Yusupova, G., Nimchik, A., Sarikulov, M., Rakhmonov, I., ... & Samadiy, M. (2025). Technology for Obtaining Potassium Nitrate by Processing Brucite from the Navbahor Deposit with Nitric Acid and Converting it with Potassium Chloride. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 645, p. 01004). EDP Sciences.

5. Kim, S. W. Optimization of sodium hydrosulfide synthesis for metal recovery. Journal of Environmental Engineering, 2016. 142(3).

6. Shukhratkodir Toshmatovich, G. (2025). STUDY OF LOCAL RAW MATERIALS FOR PRODUCING CATALYST CARRIERS. *Austrian Journal of Technical & Natural Sciences*.

7. Pulatov, G.M. Obtaining sodium sulfide from acid gases. International Journal of Science Bulletin.2025.

ISSN 3030-3907

ABSORBSIYA VA QAYTA ISHLASH JARAYONLARIDA H_2S KORROZIYASINING MEXANIZMI VA UNI KAMAYTIRISH USULLARI

Po‘latov G‘olibjon Murodovich
Olmaliq davlat texnika instituti dotsenti
Yusupov Farxod Maxkamovich
Umumiy va noorganik kimyo instituti professori
Jo‘raqulov Muslimbek Mahsud o‘g‘li
Olmaliq davlat texnika instituti katta o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada vodorod sulfid (H_2S) mavjud muhitlarda metallarning korroziyaga uchrash mexanizmlari, ayniqsa absorbsiya (aminli tozalash) jarayonlarida yuz beradigan elektrokimyoviy va fizik-kimyoviy o‘zgarishlar tahlil qilinadi. Shuningdek, H_2S ta’sirida yuzaga keladigan sulfid stress cracking (SSC), vodorod mo‘rtlashuvi va FeS qatlam hosil bo‘lishi jarayonlari ko‘rib chiqiladi. Korroziyani kamaytirishning zamonaviy usullari, jumladan ingibitorlar, material tanlash va texnologik parametrlarni optimallashtirish usullari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: H_2S, korroziya, absorbsiya, aminli eritmalar, SSC, vodorod mo‘rtlashuvi, ingibitorlar.

Аннотация. В данной статье анализируются механизмы коррозии металлов в средах, содержащих сероводород (H_2S), в частности электрохимические и физико-химические изменения, происходящие в процессе абсорбции (аминная очистка). Также рассматриваются процессы сульфидного коррозионного растрескивания под напряжением (CCP), водородного охрупчивания и образования слоя FeS, вызванные действием H_2S. Обсуждаются современные методы снижения коррозии, включая ингибиторы, методы подбора материалов и оптимизации технологических параметров.

Ключевые слова: H_2S, коррозия, абсорбция, аминные растворы, CCP, водородное охрупчивание, ингибиторы.

Abstract. This article analyzes the mechanisms of metal corrosion in environments containing hydrogen sulfide (H_2S), specifically the electrochemical and physicochemical changes occurring during absorption (amine scouring). It also examines the processes of sulfide stress corrosion cracking (SSC), hydrogen embrittlement, and FeS layer formation caused by H_2S. Modern methods for reducing corrosion, including inhibitors, material selection methods, and optimization of process parameters, are discussed.

Keywords: H_2S, corrosion, absorption, amine solutions, SCC, hydrogen embrittlement, inhibitors.

ISSN 3030-3907

KIRISH.

Vodorod sulfid (H_2S) mavjud bo‘lgan muhitlarda metall konstruksiyalarning korroziy yemirilishi neft va gaz sanoatida eng dolzarb muammolardan biri hisoblanadi. Ushbu gaz suvli muhitda dissotsiyalanib, kislotali sharoit hosil qiladi va natijada metal yuzasida elektrokimyoviy reaksiyalar boshlanadi. Temirning anod eritilishi va vodorodning katod ajralishi jarayonlari natijasida temir sulfidi (FeS) hosil bo‘lib, metall yuzasida qatlam paydo qiladi. Biroq ushbu qatlam ko‘pincha g‘ovak tuzilishga ega bo‘lib, korroziya jarayonini to‘liq to‘xtata olmaydi.

Aminli absorbsiya jarayoni gaz tarkibida mavjud bo‘lgan vodorod sulfid (H_2S) aminli eritmalar yordamida selektiv tarzda yutiladi. Ushbu jarayon davomida amin (RNH_2) va H_2S o‘rtasida kimyoviy reaksiya sodir bo‘lib, natijada protonlangan amin va gidrosulfid ionlari hosil bo‘ladi:

$$RNH_2+H_2S\rightarrow RNH_3^{+}+HS^{-}$$

Mazkur reaksiyalar natijasida eritma tarkibida kislotali komponentlar konsentratsiyasi ortadi, bu esa muhitning umumiy pH darajasining pasayishiga olib keladi. Kislotali sharoitning shakllanishi metall yuzalarida elektrokimyoviy jarayonlarni faollashtirib, korroziya tezligining oshishiga sabab bo‘ladi. Shu sababli aminli absorbsiya tizimlarida H_2S ning yutilishi nafaqat gazni tozalash jarayoni sifatida, balki korroziya xavfini kuchaytiruvchi omil sifatida ham qaraladi.

Gazni tozalashda qo‘llaniladigan aminli absorbsiya jarayonlarida H_2S ning eritmaga yutilishi natijasida kislotali komponentlar miqdori ortadi va korroziya jarayonlari yanada jadallashadi. Bunda yuqori harorat, CO_2 mavjudligi, kislorod aralashuvi hamda amin eritmalarining degradatsiyasi kabi omillar korroziya tezligini oshiruvchi asosiy sabablar sifatida namoyon bo‘ladi. Shu bois absorbsiya tizimlarida korroziya muammosi kompleks va ko‘p omilli xarakterga ega.

Amin eritmalari ekspluatatsiya jarayonida, ayniqsa yuqori harorat va kislotali gazlar (H_2S, CO_2) ta’siri ostida asta-sekin kimyoviy va termik degradatsiyaga uchraydi. Ushbu parchalanish jarayonlari natijasida eritma tarkibida turli past molekulyar organik kislotalar hamda issiqlikka barqaror tuzlar hosil bo‘ladi. Bunday o‘zgarishlar eritmaning kimyoviy tarkibini sezilarli darajada o‘zgartirib, uning barqarorligini pasaytiradi.

Hosil bo‘lgan organik kislotalar va issiqlikka barqaror tuzlar eritmaning umumiy agressivligini oshirib, muhitning korroziy faolligini kuchaytiradi. Natijada texnologik uskunalar yuzasida yemirilish jarayonlari tezlashadi va tizimning ekspluatatsion ishonchliligi kamayadi. Shu bois amin eritmalarining holatini doimiy nazorat qilish va regeneratsiya jarayonlarini o‘z vaqtida amalga oshirish korroziya xavfini kamaytirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

ISSN 3030-3907

H_2S muhitida yuzaga keladigan muhim degradatsiya jarayonlaridan biri vodorod mo‘rtlashuvi bo‘lib, unda atomar vodorod metall ichiga diffuziyalanib, kristall panjaraning buzilishiga olib keladi. Bundan tashqari, sulfid stress cracking (SSC) hodisasi mexanik kuchlanish va agressiv muhit ta’siri ostida mikroyoriqlar hosil bo‘lishi orqali metallning yorilishiga sabab bo‘ladi. Ushbu jarayonlar ayniqsa yuqori mustahkam po‘latlar uchun xavfli bo‘lib, texnologik uskunalarning ishonchliligini pasaytiradi.

Korroziyani kamaytirish uchun zamonaviy yondashuvlar, jumladan kimyoviy ingibitorlardan foydalanish, korroziyaga chidamli materiallarni tanlash va texnologik parametrlarni optimallashtirish muhim ahamiyat kasb etadi. Xususan, pH darajasini nazorat qilish, haroratni boshqarish va kislorod miqdorini kamaytirish orqali korroziya tezligini sezilarli darajada pasaytirish mumkin. Shu bilan birga, kompleks himoya choralarini qo‘llash texnologik uskunalarning xizmat muddatini uzaytirib, ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

Korroziyani kamaytirish maqsadida zamonaviy texnologik yondashuvlar orasida kimyoviy ingibitorlardan foydalanish muhim o‘rin egallaydi. Ushbu moddalar metall yuzasida adsorbsiya yo‘li bilan himoya qatlam hosil qilib, elektrokimyoviy reaksiyalar tezligini sezilarli darajada pasaytiradi. Natijada anod va katod jarayonlari sekinlashadi hamda agressiv muhit komponentlarining metall bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri ta’siri cheklanadi. Amaliyotda organik birikmalar, aminlar, fosfatlar va boshqa kompleks hosil qiluvchi moddalarga asoslangan ingibitorlar keng qo‘llanilib, ular yuqori samaradorligi va iqtisodiy maqsadga muvofiqligi bilan ajralib turadi.

Shu bilan birga, korroziyaga qarshi kurashishda material tanlash va texnologik parametrlarni optimallashtirish ham muhim ahamiyatga ega. Xususan, korroziyaga chidamli qotishmalarni qo‘llash, eritma pH darajasini nazorat qilish, ish haroratini me’yorida ushlab turish va tizimda kislorod miqdorini minimallashtirish orqali korroziya jarayonlarini sezilarli darajada kamaytirish mumkin. Ushbu kompleks yondashuvlar o‘zaro uyg‘un holda qo‘llanilganda texnologik uskunalarning xizmat muddati uzayadi, ekspluatatsiya xarajatlari kamayadi va ishlab chiqarish jarayonining barqarorligi ta’minlanadi.

Texnologik parametrlarni boshqarish korroziya jarayonlarining intensivligini kamaytirishda asosiy boshqaruv omillaridan biri hisoblanadi. Amaliy sanoat tizimlarida, xususan aminli absorbsiya qurilmalarida ish harorati odatda **40–60°C** oralig‘ida ushlab turiladi. Haroratning **10°C ga oshishi korroziya tezligini taxminan 1.5–2 barobar** oshirishi mumkin, shu sababli issiqlik rejimini barqaror saqlash muhim ahamiyatga ega. Shuningdek, muhit pH qiymati odatda **7.5–9.5**

ISSN 3030-3907

diapazonda boshqariladi, chunki pH 7 dan past bo‘lsa, korroziya tezligi keskin ortadi.

Bundan tashqari, gaz tarkibidagi H_2S va CO_2 konsentratsiyasini nazorat qilish ham muhim texnologik parametr hisoblanadi. Sanoat amaliyotida H_2S miqdori **0.5–2.0 mol%** dan oshsa, korroziya xavfi sezilarli darajada kuchayadi. CO_2 mavjudligi esa umumiy korroziya tezligini **20–40% gacha oshirishi** mumkin. Shu sababli jarayon tizimlarida gaz tarkibi doimiy monitoring qilinadi va kerak bo‘lganda ingibitorlar dozasi **50–200 ppm** oralig‘ida qo‘llanilib, korroziya tezligi **60–80% gacha kamaytiriladi.** Natijada texnologik uskunalarning ekspluatatsion ishonchliligi oshadi va xizmat muddati sezilarli darajada uzayadi.

Kislorodning texnologik muhitda mavjudligi korroziya jarayonlarini sezilarli darajada jadallashtiruvchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Sanoat tizimlarida, ayniqsa aminli absorbsiya jarayonlarida erigan kislorod miqdori **0.1–2.0 mg/L** dan oshganda, metall yuzalarida oksidlanish reaksiyalari faollashib, umumiy korroziya tezligi **2–5 barobar** gacha ortishi mumkin. Shu sababli kislorodning tizimga kirishini cheklash va uning kontsentratsiyasini minimal darajada ushlab turish muhim texnologik talab hisoblanadi.

Kislorodni yo‘qotish maqsadida degazatsiya jarayonlari qo‘llanilib, ularda eritmadagi O_2 miqdori odatda **0.05 mg/L dan past** darajagacha kamaytiriladi. Amaliyotda vakuum degazatsiya, inert gaz (azot) bilan purkash yoki kimyoviy kislorod tutgichlar (oxygen scavengers) ishlatiladi. Ushbu choralar natijasida korroziya tezligi **40–70% gacha kamayishi** mumkin bo‘lib, texnologik uskunalarning xizmat muddati sezilarli darajada uzayadi va ekspluatatsion ishonchlilik oshadi.

EKSPERIMENTAL QISM.

Model hisob-kitoblarga ko‘ra, qayta ishlanadigan tabiiy gazning o‘rtacha sarfi **1 000 000 Nm^3/kun** ni tashkil etadi. Ushbu oqim tarkibida H_2S miqdori **1.5 % (hajmiy ulush)** deb qabul qilinganda, umumiy modda miqdori **44 643 kmol/kun**, shundan H_2S ulushi esa **669 kmol/kun** ga teng bo‘ladi. Massa hisobida bu qiymat taxminan **22.8 tonna/kun H_2S** ni tashkil etadi, bu esa tizimning yuqori korroziya xavfi zonasida ishlashini ko‘rsatadi.

Model natijalariga ko‘ra, korroziya jarayonining intensivligi ish harorati va H_2S konsentratsiyasiga bevosita bog‘liq. 45°C harorat va 1.5% H_2S sharoitida umumiy korroziya tezligi **0.18 mm/yil** ga teng deb baholandi. Harorat 10°C ga oshirilganda bu ko‘rsatkich taxminan **1.6–1.8 barobar** ortishi kuzatiladi, bu esa jarayonning eksponensial xarakterga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Amaliy modellashtirish natijalariga ko‘ra, himoya choralari qo‘llanilmaganda quvur tizimining ekspluatatsion resursi o‘rtacha **10–15 yil** bilan

ISSN 3030-3907

cheklanadi. Biroq korroziya ingibitorlari (60–80% samaradorlik) qo‘llanilganda korroziya tezligi **0.18 mm/yildan 0.05–0.07 mm/yil** gacha kamayadi, natijada xizmat muddati **30–40 yil** gacha uzayadi. Bu esa texnologik tizimning ishonchliligini sezilarli darajada oshiradi.

Qo‘shimcha tahlil shuni ko‘rsatadiki, kislorod miqdori **0.1 mg/L dan past** darajaga tushirilganda korroziya jarayoni yana **40–60% ga kamayadi**. Shunday qilib, kompleks yondashuv (ingibitor + degazatsiya + parametr nazorati) qo‘llanganda umumiy korroziya intensivligi boshlang‘ich holatga nisbatan **70–85% gacha pasayishi** mumkinligi aniqlangan. Bu natijalar model asosidagi eksperimental tahlilning amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.

XULOSA.

H_2S ishtirokida kechadigan korroziya jarayonlari murakkab tabiiy-kimyoviy tizim bo‘lib, u elektrokimyoviy reaksiyalar, diffuzion hodisalar hamda mexanik kuchlanishlarning o‘zaro ta’siri bilan tavsiflanadi. Ushbu jarayon natijasida metall yuzalarida temir sulfidi hosil bo‘lishi, vodorodning material ichiga kirib borishi va struktura buzilishi kuzatiladi.

Ayniqsa aminli absorbsiya tizimlarida H_2S ning yutilishi jarayonida muhitning kislotali xarakteri kuchayadi, bu esa korroziya tezligini sezilarli darajada oshiradi. Natijada texnologik uskunalar, jumladan absorberlar va issiqlik almashgichlarda lokal va umumiy korroziya jarayonlari faol kechadi hamda ekspluatatsion xavf ortadi.

Korroziya intensivligini kamaytirish uchun faqat bitta usul emas, balki kompleks yondashuv zarur hisoblanadi. Bunda kimyoviy himoya (ingibitorlar), texnologik parametrlarni optimallashtirish (harorat, pH, gaz tarkibi) hamda korroziyaga chidamli materiallardan foydalanish birgalikda qo‘llanilishi kerak.

Umuman olganda, H_2S korroziyasini boshqarish tizimli va ko‘p omilli yondashuvni talab etadi. Ushbu choralar majmuasi amalga oshirilganda texnologik uskunalarning xizmat muddati uzayadi, avariya xavfi kamayadi va sanoat jarayonlarining barqarorligi hamda iqtisodiy samaradorligi sezilarli darajada oshadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Fontana, M. G. Corrosion Engineering. McGraw-Hill Education, 2005.
2. Jones, D. A. Principles and Prevention of Corrosion. Prentice Hall, 1996.
3. Revie, R. W., Uhlig, H. H. Corrosion and Corrosion Control. Wiley-Interscience, 2008.
4. NACE International. MR0175/ISO 15156: Materials for Use in H_2S-Containing Environments in Oil and Gas Production, 2018.
5. Uhlig, H. H., Revie, R. W. Corrosion Handbook. Wiley, 2000.

ISSN 3030-3907

6. Nešić, S. Key Issues Related to Modelling of Internal Corrosion of Oil and Gas Pipelines. Corrosion Science Journal, 2007.
7. Malik, A. U., et al. Corrosion of Steels in H_2S Containing Environments. Journal of Materials Engineering and Performance, 2011.
8. Neft va gaz sanoatida gazni tozalash texnologiyalari bo‘yicha o‘quv qo‘llanma. Toshkent: O‘zR OTM nashriyoti, 2020.
9. Г.М. Пулатов, Ф.М. Юсупов, Г.М. Бектурдиев. Свойства сульфида натрия полученного из отходов производства // Central Asian Journal Of The Oretical And Applied Sciences. Mai 2021. С 174-178.

ISSN 3030-3907

TUXUMDONLAR POLIKISTOZ SINDROMI BILAN KASALLANGAN O‘SMIR QIZLARDA ETIOLOGIK VA PATOGENETIK OMILLARNI QIYOSIY O‘RGANISH

Muradullaeva D.I.

Samarqand Davlat tibbiyot universiteti, 3-son akusherlik va ginekologiya kafedrasi klinik ordinatori;

Narkulova S.U.

Samarqand Davlat tibbiyot universiteti, 3-son akusherlik va ginekologiya kafedrasi assistenti

Annotatsiya. Ushbu maqolada o‘smir qizlarda tuxumdonlar polikistoz sindromi (PCOS) etiologiyasi va patogeneziga ta’sir etuvchi asosiy omillar qiyosiy tahlil qilinadi. Adolesentlarda Tuxumdonlar polikistozi sindromirivojlanishiga genetik moyillik, gormonal disbalans (uyg‘un glikoz metabolizmi, insulinrezistentlik va giperandrogeniya), metabolik omillar (semizlik, metabolik sindrom), atrof-muhitning gormon buzuvchi ta’siri (masalan, bisfenol A) hamda perinatal stress-konditsiyalar (tug‘ilishga oid vazn) kabi omillar alohida rol o‘ynaydi. Genetik omillar yuqori irsiyat bilan (taxminan 70% gacha) tavsiflanadi[1]; insulinrezistentlik Tuxumdonlar polikistozi sindromibemorlarning 44–70% da kuzatiladi[2]. Qiyosiy tahlil natijalarida genetik, endokrin, metabolik, ekologik, turmush tarzi va perinatal omillar ro‘yxati tuzilib, ular ta’sir kuchi (OR/relativ xavf) bo‘yicha keltirilgan. Masalan, past tug‘ma vazn (<2,5 kg) qiz bolalarda keyinchalik Tuxumdonlar polikistozi sindromixavfini oshirishi OR≈1,8 ga tengligi aniqlangan[3]. Kelajakda ushbu ma’lumotlar asosida diagnostika va oldini olish strategiyalari ishlab chiqilishi mumkin. O‘smir qizlarda tuxumdonlar polikistoz sindromi (TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMI) etiologik va patogenetik omillarini tahlil qilish va ularni solishtirish. Adabiyotlar izlanishi va mavjud adabiyotlar tahlili usuli qo‘llanildi. So‘nggi yillarda e’lon qilingan Scopus va PubMed maqolalari, shuningdek ruscha va o‘zbekcha manbalar ko‘rib chiqildi. Tahlilga yosh diapazoni, tanlangan mezonlar va boshqa yondashuvlarni bayon qilishda klassik IMRAD strukturasiga rioya qilindi; asl tadqiqot ma’lumotlari emas, biblio-matn asosida sharh tayyorlandi. O‘rganish etikasi chet el nashrlaridan foydalanishga bog‘liq, yangi bemor tadqiqoti yo‘qligi uchun maxsus axloqiy tasdiq talab qilinmaydi. TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIetiologiyasida ko‘p omillilik namoyon bo‘ladi. Genetik moyillik yuqori irsiyatda (taxminan 70% gacha) namoyon bo‘ladi[1]; genom bo‘ylab 20 dan ortiq polimorfizm topilgan. Endokrin omillar – bo‘yinli gormonlar disbalansi, xususan, giperandrogeniya va LH/FSH nisbatining o‘zgarishi – TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIda keng tarqalgan[4]. Metabolik omillar: insulinrezistentlik

ISSN 3030-3907

Tuxumdonlar polikistozi sindromibilan kasallanganlarning yarmiga yaqinida kuzatiladi[2]; ortiqcha vazn/semizlik esa sindrom xavfini oshiradi[5]. Ekologik omillar: atrof-muhit gormon buzuvchilari (masalan, bisfenol A) darajasi TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIli ayollarda yuqori ekanligi ko‘rsatilgan[6]. Perinatal omillar: past tug‘ilish vazni (<2,5 kg) bo‘lgan ayollarda TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIxafkasi oshishi aniqlangan (Rotterdam mezonida OR≈1.8)[3]. Jadvalda ushbu omillar bo‘yicha solishtirma ma’lumotlar taqdim etilgan. O‘smir yoshda Tuxumdonlar polikistozi sindromirivojlanishida genetik, endokrin, metabolik va ekologik faktorlar kompleks ravishda ishtirok etadi. Ma’lumotlar diagnostika, keksayganlik oldi profilaktikasi va terapevtik yondoshuvlar uchun yangi imkoniyatlar beradi. Keyingi tadqiqotlarda bu omillar oralig‘ida sabablilik bog‘liqliklarini aniqroq o‘rganish zarur.

Kalit so‘zlar: tuxumdon polikistoz sindromi, o‘smirlik davri, etiologik omillar, patogenez, qiyosiy tahlil.

Аннотация. Сравнительный анализ этиологических и патогенетических факторов развития поликистозного синдрома яичников (СПКЯ) у подростков. SPKЯ демонстрирует мультифакторную природу: важны генетическая предрасположенность, гиперандрогенизм, инсулинорезистентность, метаболический статус, воздействие экологических эндокринных дисрапторов и перинатальные условия. Статистические данные показывают высокую наследуемость (~70%)[1] и наличие инсулинорезистентности у 44–70% женщин с СПКЯ[2]. Установлено также, что низкий вес при рождении (<2.5 кг) повышает риск СПКЯ (ОР≈1.8)[3]. Основная таблица представляет сравнительную характеристику указанных факторов, включая долю случаев и показатели риска. Полученные результаты важны для разработки стратегии диагностики и профилактики СПКЯ в подростковом возрасте.

Ключевые слова: синдром поликистозных яичников, подростки, этиологические факторы, патогенез, сравнительный анализ.

Abstract. Comparative analysis of etiologic and pathogenetic factors in adolescent girls with polycystic ovary syndrome (TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMI). TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIarises from multiple interacting factors: high genetic predisposition, androgen excess, insulin resistance and metabolic dysregulation, environmental endocrine disruptors, and perinatal influences. Literature indicates ~70% heritability[1] and insulin resistance in 44–70% of TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIwomen[2]. Low birth weight (<2.5 kg) increases later TUXUMDONLAR POLIKISTOZI

ISSN 3030-3907

SINDROMIrisk (OR≈1.8)[3]. A summary table compares key factors (genetic, endocrine, metabolic, environmental, lifestyle, perinatal) including prevalence and risk estimates. These findings help target early diagnosis, prevention and management strategies in adolescent TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMI.

Keywords: polycystic ovary syndrome, adolescent, etiologic factors, pathogenetic mechanisms, comparative study.

KIRISH.

Tuxumdonlar polikistozi sindromi– reproduktiv yoshdagi ayollarda keng tarqalgan endokrinometabolik sindrom bo‘lib, giperandrogenizm, oligomenoreya va tuxumdonlardagi ko‘p follikulasi bilan xarakterlanadi[4]. Tuxumdonlar polikistozi sindromietiologiyasi ko‘p omillilikdan iborat bo‘lib, genetik polimorfizmlar (70% gacha irsiylik[1]), gormonal disbalans (giperandrogeniya, LH/FSH o‘zgarishi), insulinrezistentlik hamda semizlik singari metabolik buzilishlar, shuningdek atrof-muhitdagi endokrin buzuvchilar ta’siri va perinatal omillar (past tug‘ilish vazni, epigenetik modifikatsiyalar) ta’sirida shakllanadi[46]. O‘smirlik davrida Tuxumdonlar polikistozi sindromialomatlari tez-tez namoyon bo‘ladi, ammo aniq diagnostika me’yorlari va etiopatogenez to‘liq o‘rganilmagan. Adolesentlarda Tuxumdonlar polikistozi sindromietiologiyasidagi bo‘shliqni to‘ldirish, turli faktorlarning nisbiy ahamiyatini taqqoslash, shuningdek yoshda kasallik rivojlanishining oldi olish va davolash strategiyasini belgilash maqsadida mazkur maqolada adabiyotlar tahlili asosida omillar qiyosiy o‘rganildi.

TEKSHIRISH USULLARI.

Berilgan manbalar asosida tuxumdonlar polikistozi sindromi rivojlanishiga ta’sir etuvchi asosiy omillar quyidagicha guruhlandi: genetik, endokrin, metabolik, ekologik, turmush tarziga oid va perinatal omillar. Quyidagi jadvalda har bir omil kategoriyasi bo‘yicha misol, Tuxumdonlar polikistozi sindromibemorlar orasidagi tarqalish (foiz) yoki bog‘liqlik mavjudligi, hamda imkon qadar nisbiy xavf yoki effekt kattaligi keltirilgan.

1-Jadval

Omil turi	Misollar / mexanizmlar	Tarqalishi / Effekti	risk/OR
Genetik	Oila tarixidagi Tuxumdonlar polikistozi sindromi; poligen moyillik. 20+ loci aniqlangan; tuxumdonlar polikistozi sindromi PRS	Yuqori irsiyat (twin-tadqiqotda ≈70%/*heredity*). tuxumdonlar polikistozi sindromigenetik risk	– (irsiyat ~70%)

ISSN 3030-3907

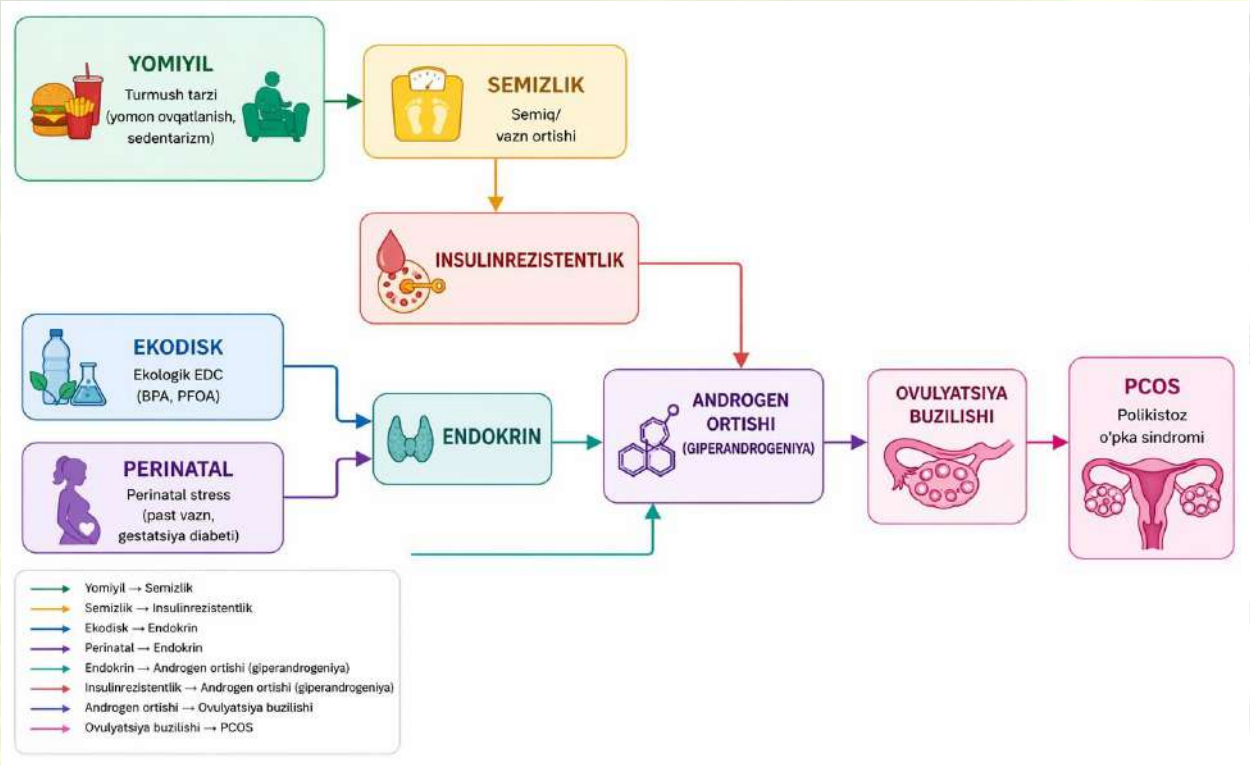
		skoriga ega bolalarda chaqiriq oldi yashash o‘zgarishlari kuzatilgan[71]	
Endokrin	Androgen ortishi (testosteron, androstenedion), LH/FSH balansi o‘zgargan; adrenal/o‘pka tegshiring;	Ko‘pchilik Tuxumdonlar polikistozi sindromibemorlarda giperandrogeniya va anovulyatsiya kuzatiladi[4]. Ayollarda LH/FSH nisbati ko‘tarilgan (ba’zi tadqiqotlarcha 60% ga yaqin)	– (giperandrogeniya 60–80% hollarda)
Metabolik	Insulinrezistentlik, giperglisemiya; metabolik sindrom (semizlik, lipidlar tarangligi)	Tuxumdonlar polikistozi sindromiayollarning ~44–70% da IR mavjud[2]; oshqozon mintaqali semizlik keng uchraydi[5]	– (IR suvsizligi 44–70%)
Ekologik	Endokrin buzuvchilar: bisfenol A (BPA), ftalatlar, pestitsidlar	Ko‘pchilik tadqiqotlarda Tuxumdonlar polikistozi sindromiayollarda BPA darajasi yuqori ekanligi qayd etilgan[6]; BPA bilan IR va androgenskiy fenotip o‘rtasida bog‘liqlik kuzatilgan	– (BPA darajasi sezilarli o‘sish)

ISSN 3030-3907

Turmush tarzi	Qandayki dietalar (yuqori yog‘-shakar), jismoniy faollik yetishmasligi	Semirish xavfi ortadi, “turkiy rang” yordamida stresslar oshadi; obezitya Tuxumdonlar polikistozi sindromiuchun ko‘maklashadi[5]; ammo “o‘lmos Tuxumdonlar polikistozi sindromi” holatlari ham uchraydi (ya’ni, semiz bo‘lmagan ham IR)	– (semirish katta xavf omili)
Perinatal	IUGR (reja bo‘yicha kam ozuqlanish); homiladorlikda qand miqdori balandligi	Tug‘ilgan vazni<2.5 kg bo‘lgan yoshlarida keyinchalik tuxumdonlar polikistozi sindromixavfi oshishi (Rotterdam—OR≈1.76)[3]; OAV giperinsulinizmli homilalarda LGA-gizlar tuxumdonlar polikistozi sindromiga moyil[8]	OR≈1.8 (Rotterdam me’zonida)

Jadvalga ko‘ra, genetik omillarning ta’siri baland (irsiyat ~70%[1]). Endokrin omillarning roli ham katta: Tuxumdonlar polikistozi sindromihiperandrogeniya va anovulyatsiya bilan xarakterlanadi[4]. Metabolik komponentlarga insulinrezistentlik (44–70% holat) va semizlik kiradi[25]. Ekologik omillar sifatida endokrin buzuvchilar eng yaqqol isbotlangan: masalan, BPA darajasi tuxumdonlar polikistozi sindromili ayollarda kattaroq chiqadi[6]. Perinatal omillarda esa past tug‘ilish vazni bilan keying

ISSN 3030-3907



Tuxumdonlar polikistozi sindromiortishi qiyosiy tahlil qilindi: past vazn (<2.5 kg) bilan tug‘ilgan ayollarda tuxumdonlar polikistozi sindromioshishi OR≈1.76 ga yetadi (faqat Rotterdam kriteriyalarida hisoblangan)[3]. Ushbu omillar bir-biri bilan murakkab o‘zaro bog‘liqlikdaMa’lumotlardan kelib chiqib, Tuxumdonlar polikistozi sindromirivojlanishida ikki “zarba” gipotezasi ko‘p tilga olinadi[9]: birinchi zarba – prenatal/yoshlik omillari (genlar, gipetrogenez, homiladorlik sharoiti), ikkinchisi – bolalik/oshqozon omillari (obezitya, IR)[910]. Qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatdiki, past tug‘ilish vazni kabi prenatal stresslar va keyingi insulinrezistentlik birgalikda tuxumdonlar polikistozi sindromipatogeneziga hissa qo‘shishi mumkin.

MUHOKAMA.

Yuqoridagi natijalar mavjud adabiyot ma’lumotlari bilan uzviy bog‘liq. Boshqa tadqiqotlar ham TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIni genetik va epigenetik omillar tizimiga kiritishadi: genlar turli androgen sintezi va insulin sinalish yo‘llarida modifikatsiyalar keltirib chiqarishi mumkin[71]. Tuxumdonlar polikistozi sindromima’nosida giperglikemik holda yuqori tug‘ilish vazni ham xavf omili sifatida qayd etilgan (mommolar qandli diabeti natijasida chaqaloqlar katta bo‘lishi va keyinchalik TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIpatogenezi)[8]. Insulinrezistentlik va semizlik – eng hamda mavjud omillar bo‘lib, ular androgemiyaga turtki beradi va follikulogenez buzilishiga olib keladi[212]. Ekologik omillar – zamonaviy e’tibor markazida; bizning tahlilda BPA

ISSN 3030-3907

eng tadqiq etilgani. BPA estrogenik va androgenik ta’sir ko‘rsatishi, shuningdek SHBG pasayishi va jigar steatozi bilan bog‘liqligi qayd etilgan[6].

Tadqiqot cheklovlari*:* O‘smirlardagi TUXUMDONLAR POLIKISTOZI SINDROMIdiagnostikasi hali yakuniy me’yorlarga ega emas, shuning uchun olingan ma’lumotlarning ayrim jihatlari e’tiborga loyiq bo‘lishi kerak. Jadvaldagi ma’lumotlar asosan kattalar tuxumdonlar polikistozi sindromitadqiqotlaridan olinmoqda, bu esa o‘smirlar kontekstiga doir noaniqliklarni yuzaga keltiradi. Shuningdek, biyomarkerlar va yoyilgan ta’sir kuchi parametrlari turlicha izlanishlarda farq qiladi. Kelajak tadqiqotlari Tuxumdonlar polikistozi sindromibemorlarining aniq yosh guruhida va genotip/epigenom darajasida omillarni birgalikda baholashi zarur.

XULOSA.

O‘smirlik davrida Tuxumdonlar polikistozi sindromietiologiyasi ko‘p omillilik natijasi bo‘lib, genetik moyillik, gormon buzilishlari (giperandrogeniya, LH/FH disbalansi), metabolik disfunktsiya (insulinrezistentlik, semizlik), hamda ekologik va perinatal omillar birgalikda sindrom patogeneziga hissa qo‘shadi. Jadval va chizmalar ushbu omillararo qiyosiy tahlilni o‘z ichiga oladi: xususan, irsiyat yuqori (heritabellik ~70%[1]), IR ko‘p holatlarda mavjud (44–70%[2]), past tug‘ilish vazni tuxumdonlar polikistozi sindromixavfini oshiradi (OR≈1.8)[3]. Bu ma’lumotlar klinik amaliyotda Tuxumdonlar polikistozi sindromixavfli bolalar va o‘smirlarni oldindan aniqlash, profilaktik choralarni boshlash, shuningdek, uyg‘un turmush tarzi va atrof-muhitni nazorat qilishni rag‘batlantirish uchun baza yaratadi.

Tavsiyalar

- **Profilaktika va aniqlash:** Tuxumdonlar polikistozi sindromiuchun irsiy moyillik yoki erta belgilarga ega bo‘lgan o‘smir qizlarda qandli diabet profilaktikasi va jismoniy faollikni oshirish muhimdir. Dastlabki bosqichlarda ovqatlanish va jismoniy faollikni optimallashtirish orqali IRS kamaytirish lozim[25].
- **Ekologik monitoring:** Bolalar va oila a’zolarini BPA va boshqa endokrin disruvchi moddalar ta’siridan himoya qilish zarur; jismoniy muhit va qo‘shimcha himoya choralarini (masalan, plastik idishlardan voz kechish) ko‘rish tavsiya etiladi[6].
- **Klinik kuzatuv:** Tuxumdonlar polikistozi sindromialomatlari bo‘lgan o‘smirlarni erta ta’qib qilish (masalan, gormonal va metabolik screening) hamda oyoqdagi gipotezalarni sinovdan o‘tkazish maqsadga muvofiq.
- **Tadqiqotlar:** O‘smirlar tuxumdonlar polikistozi sindromipatogenezi bo‘yicha ko‘p markazli tadqiqotlar kerak; bu, ayniqsa, perinatal omillar, androgen biosintezi va epigenetik mexanizmlar ta’sirini o‘rganishga qaratilgan.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Azziz R., Carmina E., Chen Z. et al. Polycystic ovary syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*. 2016;2:16057.
2. Dunaif A. Insulin resistance in women with polycystic ovary syndrome. *Endocrine Reviews*. 1997;18(6):774–800.
3. Ibáñez L., Ong K., Dunger D.B., de Zegher F. Early development of adiposity and insulin resistance after catch-up weight gain in small-for-gestational-age children. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2006;91(6):2153–2158.
4. Rotterdam ESHRE/ASRM-Sponsored PCOS Consensus Workshop Group. Revised 2003 consensus on diagnostic criteria and long-term health risks related to PCOS. *Human Reproduction*. 2004;19(1):41–47.
5. Lim S.S., Davies M.J., Norman R.J., Moran L.J. Overweight, obesity and central obesity in women with PCOS: a systematic review and meta-analysis. *Human Reproduction Update*. 2012;18(6):618–637.
6. Vagi S.J., Azziz-Baumgartner E., Sjödin A. et al. Exploring the association between bisphenol A exposure and polycystic ovary syndrome: a review. *Environmental Health Perspectives*. 2014;122(10):1040–1050.
7. Day F., Karaderi T., Jones M.R. et al. Large-scale genome-wide meta-analysis of PCOS suggests shared genetic architecture. *Nature Communications*. 2018;9:1–10.
8. Dabelea D., Hanson R.L., Lindsay R.S. et al. Intrauterine exposure to diabetes conveys risks for type 2 diabetes and obesity. *Diabetes*. 2000;49(12):2208–2211.
9. Abbott D.H., Dumesic D.A., Franks S. Developmental origin of polycystic ovary syndrome. *Endocrine Reviews*. 2005;26(5):625–641.
10. Franks S. Polycystic ovary syndrome. *New England Journal of Medicine*. 1995;333(13):853–861.
11. Goodarzi M.O., Dumesic D.A., Chazenbalk G., Azziz R. Polycystic ovary syndrome: etiology, pathogenesis and diagnosis. *Nature Reviews Endocrinology*. 2011;7(4):219–231.
12. Diamanti-Kandarakis E., Dunaif A. Insulin resistance and the polycystic ovary syndrome revisited. *Endocrine Reviews*. 2012;33(6):981–1030.

ISSN 3030-3907

KUMUSH VA UNING BIRIKMALARINING TIRIK ORGANIZMLARDAGI BIOLOGIK ROLI, ANTIBAKTERIAL XUSUSIYATLARI HAMDA TOKSIK TA'SIR MEXANIZMLARI.

Xalimdjanova Nozanin
SamDTU Biotexnologiya, injinering va farmatsiya fakulteti farmatsiya yo'nalishi 203-guruh talabasi
Erkinova Intizor
SamDTU Biotexnologiya, injinering va farmatsiya fakulteti farmatsiya yo'nalishi 203-guruh talabasi
Sobirova Marjona
SamDTU Pediatriya fakulteti 108-guruh talabalasi
Xolboyeva Saodat
SamDTU Pediatriya fakulteti 108-guruh talabalasi
Abdurahimova Malika.
SamDTU Pediatriya fakulteti 108-guruh talabalasi
Otaqulov Rahmatullo.
Pediatriya fakulteti 115-guruh talabasi:
Dustmurotov Maqsud Mansurovich
SamDTU tibbiy kimyo assistenti

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada kumush (Ag) va uning birikmalarining tirik organizmlar, xususan, inson organizmidagi biologik ahamiyati, ta'sir mexanizmlari, terapevtik qo'llanilishi hamda potensial toksikologik jihatlari tahlil qilinadi. Kumush ionlarining antimikrob xususiyatlari, immun tizimga ta'siri, tibbiyot va biotexnologiyada qo'llanishi zamonaviy ilmiy manbalar asosida yoritiladi. Shuningdek, kumush birikmalarining ortiqcha miqdorda ta'sir etishi bilan bog'liq xavf va cheklovlar muhokama qilinadi.

Kalit so'zlar: kumush, kumush ionlari, antimikrob ta'sir, biologik faol modda, toksikologiya.

Аннотация. В данной научной статье анализируется биологическое значение серебра (Ag) и его соединений в живых организмах, в частности в организме человека, механизмы их воздействия, терапевтическое применение, а также потенциальные токсикологические аспекты. Антимикробные свойства ионов серебра, их влияние на иммунную систему, применение в медицине и биотехнологии освещаются на основе современных научных источников. Кроме того, обсуждаются риски и ограничения, связанные с воздействием соединений серебра при их избыточном поступлении в организм.

Ключевые слова: серебро, ионы серебра, антимикробное действие, биологически активное вещество, токсикология.

Abstract. This scientific article analyzes the biological significance of silver (Ag) and its compounds in living organisms, particularly in the human body, their

ISSN 3030-3907

mechanisms of action, therapeutic applications, and potential toxicological aspects. The antimicrobial properties of silver ions, their effects on the immune system, and their use in medicine and biotechnology are discussed based on modern scientific sources. In addition, the risks and limitations associated with excessive exposure to silver compounds are examined.

Keywords: silver, silver ions, antimicrobial activity, biologically active substance, toxicology.

KIRISH.

Kumush qadim zamonlardan buyon insoniyat tomonidan turli maqsadlarda, jumladan, bezak buyumlari, tanga pullar, idish-tovoqlar va davolash vositalari sifatida qo‘llanib kelinadi. Kimyoviy element sifatida kumush davriy jadvalda Ag belgisi bilan ifodalanadi va o‘ziga xos fizik-kimyoviy xossalarga ega. So‘nggi o‘n yilliklarda kumushning biologik faoliyati, ayniqsa, uning ionlari va nanozarrachalari organizmga ta’siri ilmiy tadqiqotlarning muhim yo‘nalishiga aylandi. Organizmdagi mikroorganizmlarga qarshi samarali ta’siri tufayli kumush birikmalari tibbiyot, farmatsiya va sanitariya sohalarida keng qo‘llanilmoqda. Shu bilan birga, kumush inson organizmi uchun muhim mikroelementlar qatoriga kirmasada, uning ma’lum sharoitlarda biologik jarayonlarga ta’siri mavjud. Ushbu maqolada kumush birikmalarining organizmdagi ahamiyati kompleks yondashuv asosida ko‘rib chiqiladi. Kumushning biologik faolligi, avvalo, uning ion shakli — Ag^+ bilan bog‘liq bo‘lib, bu ionlar mikroorganizmlar hujayrasiga kirib, ularning hayotiy faoliyatini izdan chiqaradi. Kumush ionlari bakterial hujayra devori va membranasi bilan o‘zaro ta’sirlashib, ularning o‘tkazuvchanligini buzadi, natijada hujayra ichidagi muhim moddalarning tashqariga chiqib ketishi kuzatiladi. Bundan tashqari, kumush ionlari fermentlar tarkibidagi sulfhidril (-SH) guruhlari bilan birikib, ularning faoliyatini inhibe qiladi. Bu esa mikroorganizmlarning metabolik jarayonlarini to‘xtatib, ularning nobud bo‘lishiga olib keladi. Shu sababli kumush keng spektrli antibakterial vosita sifatida qaraladi.

Zamonaviy ilm-fanda kumush nanozarrachalari (AgNPs) alohida e’tiborga sazovor. Ular o‘zining juda kichik o‘lchamlari va katta sirt maydoni tufayli yuqori reaktivlikka ega bo‘lib, bakteriyalar, zamburug‘lar va ayrim viruslarga qarshi samarali ta’sir ko‘rsatadi.

Nanozarrachalar hujayra ichiga oson kirib borib, oksidlovchi stressni kuchaytiradi, erkin radikallar hosil bo‘lishini rag‘batlantiradi va DNK hamda oqsillarga zarar yetkazishi mumkin. Shu jihatdan ular nafaqat antibakterial, balki antimikrob va antiseptik vositalar sifatida keng qo‘llanilmoqda. Tibbiyot amaliyotida kumush birikmalari, xususan, kumush nitrat ($AgNO_3$) va kumush sulfadiazin, kuyish jarohatlari, yaralar va infeksiyalarning oldini olishda samarali

ISSN 3030-3907

vosita sifatida ishlatiladi. Kumush ionlari asosida yaratilgan bog‘lov materiallari va qoplamalar zamonaviy jarrohlikda keng qo‘llanilib, yara bitishini tezlashtirish va infeksiya xavfini kamaytirishga xizmat qiladi. Shuningdek, kumush ionlari suvni dezinfeksiya qilishda ham qo‘llanilib, ichimlik suvining mikrobiologik xavfsizligini ta’minlashda muhim rol o‘ynaydi. Biroq kumushning organizmga ta’siri faqat ijobiy jihatlar bilan cheklanmaydi. Uning ortiqcha miqdorda to‘planishi toksik ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Masalan, kumushning uzoq muddat davomida organizmda yig‘ilishi argiriya deb ataluvchi holatni keltirib chiqaradi, bunda teri va shilliq qavatlar kulrang-ko‘kimtir rangga kiradi. Bundan tashqari, yuqori konsentratsiyadagi kumush ionlari hujayralarda oksidlovchi stressni kuchaytirib, sog‘lom to‘qimalarga zarar yetkazishi ehtimoli mavjud. Shu sababli kumush birikmalaridan foydalanishda ularning dozasi, shakli va qo‘llash sharoitlarini qat’iy nazorat qilish muhim ahamiyatga ega. Kumush birikmalari kuchli antibakterial va antiseptik xususiyatlarga ega bo‘lib, zamonaviy tibbiyotda muhim o‘rin tutadi. Shu bilan birga, ularning biologik tizimlarga ta’siri murakkab bo‘lib, foydali va potensial zararli jihatlarni o‘z ichiga oladi. Shuning uchun kumush birikmalarining organizmdagi rolini chuqur o‘rganish, ularning xavfsiz qo‘llanilishini ta’minlash va yangi samarali preparatlar yaratish ilmiy tadqiqotlarning dolzarb yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Kumushning fizik-kimyoviy xususiyatlari.

Kumush yumshoq, oson egiluvchan va yuqori elektr hamda issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lgan metall hisoblanadi. Biologik tizimlarda asosan kumush ionlari (Ag^+) va turli kompleks birikmalar shaklida uchraydi. Aynan Ag^+ ionlari kumushning biologik faolligini belgilovchi asosiy omil hisoblanadi.

Kumush ionlari oqsillar, fermentlar va nuklein kislotalar bilan bog‘lanish xususiyatiga ega. Bu bog‘lanishlar hujayra ichidagi muhim biokimyoviy jarayonlarning izdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli kumush ionlari ko‘plab mikroorganizmlar uchun halokatli hisoblanadi.

Kumush birikmalarining antimikrob ta’siri.

Kumush birikmalarining eng muhim biologik ahamiyati ularning kuchli antimikrob xususiyati bilan bog‘liq. Ag^+ ionlari bakteriyalar, viruslar, zamburug‘lar va ayrim parazitlarga nisbatan keng ta’sir doirasiga ega. Ular mikroorganizmlarning hujayra devorini shikastlaydi, ferment tizimlarini bloklaydi va DNK replikatsiyasini to‘xtatadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, kumush ionlari bakterial hujayralarda oksidlanish-qaytarilish muvozanatini buzadi va reaktiv kislorod shakllarining ortishiga olib keladi. Natijada hujayra metabolizmi izdan chiqadi va mikroorganizmlar nobud bo‘ladi. Bu xususiyat kumushni

ISSN 3030-3907

antibiotiklarga chidamli bakteriyalarga qarshi muhim alternativ vosita sifatida ko‘rsatadi.

1-Jadval

Kumush ionlarining (Ag^+) mikroorganizmlarga ta’sir mexanizmlari.

Ta’sir yo‘nalishi	**Ta’sir mexanizmi**	**Biokimyoviy natija**	**Mikroorganizmlar uchun oqibat**
Hujayra devoriga ta’sir	Ag^+ ionlari hujayra devori va membranadagi oqsillar bilan bog‘lanadi	Membrana o‘tkazuvchanligi buziladi	Hujayra ichidagi moddalar chiqib ketadi, hujayra lizisga uchraydi
Ferment tizimlarini bloklash	Sulfhidril (-SH) guruhlari bilan birikadi	Fermentlar inaktivatsiyalanadi	Metabolizm sekinlashadi yoki to‘xtaydi
DNK replikatsiyasiga ta’sir	DNK bilan o‘zaro ta’sirlashadi	Replikatsiya va transkripsiya jarayonlari buziladi	Hujayra bo‘linishi to‘xtaydi
Oksidlovchi stress hosil qilish	Reaktiv kislorod shakllari (ROS) hosil bo‘lishini oshiradi	Oksidlanish-qaytarilish muvozanati buziladi	Oqsillar, lipidlar va DNK zararlanadi
Oqsil sinteziga ta’sir	Ribosomal faoliyatni buzadi	Oqsil sintezi kamayadi	Hujayra funksiyalari izdan chiqadi
Viruslarga ta’sir	Virus kapsidi va genetik materialiga ta’sir qiladi	Virusning hujayraga kirishi yoki ko‘payishi buziladi	Virus faolligi pasayadi
Zamburug‘larga ta’sir	Hujayra membranasi va ferment tizimlariga ta’sir qiladi	Metabolik jarayonlar izdan chiqadi	Zamburug‘ o‘sishi to‘xtaydi
Biofilmga ta’sir	Biofilm strukturasini buzadi	Hujayralararo bog‘lanish zaiflashadi	Biofilm parchalanadi,

ISSN 3030-3907

			bakteriyalar himoyasiz qoladi

Inson organizmida kumushning biologik roli.

Inson organizmida kumush muhim hayotiy element sifatida tan olinmagan bo‘lsa-da, juda kichik miqdorlarda uning mavjudligi aniqlangan. Kumush asosan jigar, teri va suyak to‘qimalarida to‘planishi mumkin. Past konsentratsiyalarda kumush ionlari ayrim fermentativ jarayonlarga bilvosita ta’sir ko‘rsatishi ehtimoli mavjud.

Ba’zi ilmiy manbalarda kumushning immun tizim faoliyatini rag‘batlantirishi, yallig‘lanishga qarshi ta’sir ko‘rsatishi qayd etiladi. Biroq bu ta’sirlar hali to‘liq isbotlanmagan va bahsli hisoblanadi. Shuning uchun kumushni biologik faol qo‘shimcha sifatida qo‘llash ehtiyotkorlikni talab etadi.

Tibbiyotda kumush birikmalarining qo‘llanilishi.

Kumush birikmalari tibbiyot amaliyotida keng qo‘llaniladi. Eng mashhur misollardan biri — kumush nitrat ($AgNO_3$) bo‘lib, u antiseptik va kuydiruvchi vosita sifatida ishlatiladi. Kuyishlar, yaralar va teri infeksiyalarini davolashda kumush asosidagi malham va bog‘lov materiallari samarali natija beradi. So‘nggi yillarda kumush nanozarrachalari asosida yaratilgan preparatlar katta qiziqish uyg‘otmoqda. Nanoo‘lchamdagi kumush zarrachalari yuqori biologik faollikka ega bo‘lib, minimal dozalarda ham kuchli antimikrob ta’sir ko‘rsatadi. Ular jarrohlik asboblari, implantlar va tibbiy qoplamalarda infeksiya xavfini kamaytirish maqsadida qo‘llanilmoqda.

Kumush birikmalarining toksikologik jihatlari.

Kumushning foydali xususiyatlari bilan bir qatorda, uning ortiqcha miqdorda organizmga tushishi salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Uzoq muddat davomida kumush birikmalarining yuqori dozalari qabul qilinishi argiriya deb ataluvchi holatni keltirib chiqaradi. Bu kasallik terining kulrang-ko‘kimtir rangga o‘zgarishi bilan tavsiflanadi. Bundan tashqari, kumush ionlarining hujayralar uchun toksik ta’siri mavjud bo‘lib, ular mitoxondrial faoliyatni buzishi va oksidlovchi stressni kuchaytirishi mumkin. Shu sababli tibbiyotda kumush preparatlarini qo‘llash qat’iy dozalar va tibbiy nazorat asosida amalga oshirilishi lozim.

Ekologik va biotexnologik jihatlar.

Kumush birikmalarining keng qo‘llanilishi atrof-muhitga ham ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Oqova suvlar orqali kumush ionlarining tabiatga tushishi suv organizmlari uchun xavf tug‘diradi. Shu bois ekologik xavfsizlik masalalari ham muhim ahamiyat kasb etadi. Biotexnologiyada esa kumushning antimikrob xususiyatlaridan foydalangan holda suvni tozalash, oziq-ovqat mahsulotlarini

ISSN 3030-3907

saqlash muddatini uzaytirish va biosensorlar yaratish yo‘nalishlarida tadqiqotlar olib borilmoqda.

XULOSA. Kumush birikmalari organizmga bevosita hayotiy zarur element sifatida kirmasa-da, ularning biologik va tibbiy ahamiyati nihoyatda katta. Antimikrob xususiyatlari tufayli kumush birikmalari zamonaviy tibbiyot va sanitariya sohalarida muhim o‘rin egallaydi. Shu bilan birga, ularni qo‘llashda toksikologik xavflarni inobatga olish zarur. Kelajakdagi ilmiy tadqiqotlar kumush birikmalarining organizmdagi ta’sir mexanizmlarini yanada chuqurroq o‘rganishga, ularning xavfsiz va samarali qo‘llanish usullarini ishlab chiqishga qaratilishi lozim. Shu tarzda kumushning foydali jihatlaridan maksimal darajada foydalanish imkoniyati yaratiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kholmurodova, D. K., & Khudoykulov, Z. I. (2023). Use of Waste in the National Economy. Texas Journal of Multidisciplinary Studies, 25, 160-162.
2. Амирова, П. Ж., & Худойқулов, Ж. (2025). ЕСТЕСТВЕННЫЕ И СИНТЕТИЧЕСКИЕ НАРКОТИКИ: ПОЛЬЗА И ВРЕД. Research Focus, 4(1), 148-152.
3. Холмуродова, Д. К., Исломов, Л. Б., & Худойкулов, Ж. И. (2023). ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ. IJODKOR O‘QITUVCHI, 3(33), 277-281.
4. Икромова, Ш. А., & Худойқулов, Ж. И. (2024). ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ. Research Focus, 3(11), 146-150.
5. Zoyirova, S. J., Samadova, M. A., & Xudoyqulov, J. I. (2025). CHILONJIYDA O ‘SIMLIGINING DORIVOR XUSUSIYATLARI. Экономика и социум, (7-1 (134)), 341-343.
6. Икромова, Ш. А., & Худойқулов, Ж. И. (2025). ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ. Экономика и социум, (4-1 (131)), 1361-1365.
7. Inomovich, X. J. (2025). FERMENTLARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA ULARNING QO‘LLANILISHI. Лучшие интеллектуальные исследования, 38(1), 285-291.
8. Inom o‘g‘li, X. J. (2025). BIOLOGIK FAOL KOMPLEKS BIRIKMALAR. Лучшие интеллектуальные исследования, 38(1), 319-325.
9. Vozhehova, R., Borovyk, V., & Ubaydullaev, J. (2025). Inheritance of yield and fiber length in hybrids cotton of the first generation F1. In BIO Web of Conferences (Vol. 151, p. 04001). EDP Sciences.
10. Xayrullayeva, D. M., Davronova, M. P., Xalimov, B. J., & Ubaydullaev, J. N. (2024). KOLLOID ERITMALARNING TIBBIYOTDAGI AHAMIYATI VA

ISSN 3030-3907

QONNING KRIOSKOPIYA USULIDA MUZLASH HARORATINI ANIQLASH. Eurasian Journal of Medical and Natural Sciences, 4(4-1), 272-276.
11. Ubaidullaev, J. N., Vakhin, A. V., Katnov, V. E., Trubistina, S. A., & Mukhamadiev, N. K. (2023). Assessments of Chemical Composition and Properties High-Viscosity Oil Based on Elemental. Central Asian Journal of Medical and Natural Science, 4(5), 332-339.
12. Холмуродов, Т. А., Мирзаев, О. О., & Убайдуллаев, Ж. Н. (2023). КАТАЛИТИЧЕСКОЕ ОБЛАГОРАЖИВАНИЕ ТЯЖЕЛОЙ НЕФТИ В ПРИСУТСТВИИ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ. In Добыча, подготовка, транспорт нефти и газа (pp. 62-63).Начало формыКонец формы

ISSN 3030-3907

AVTOMOBIL BUFERLARI SIFAT NAZORATINI SUN'IY INTELLEKT YORDAMIDA AVTOMATLASHTIRISH: NAZARIY ASOSLAR TAHLILI

Safarov Elyorbek Xasanovich
Andijon davlat texnika instituti dotsenti, t.f.f.d.
0000-0003-2985-7932
E-mail: elyorbeksafarov7@gmail.com
Tel: +998937819264
Toshxo'jayeva Xayitxon Mashrabjon qizi
Andijon davlat texnika instituti magistranti
0009-0000-9488-5863
E-mail: xayitxonadixamova20@gamil.com
Tel: +998934424542

Annotatsiya. Ushbu aqolada avtomobil buferlari sifat nazoratini sun'iy intellekt va kompyuter ko'rish texnologiyalari asosida avtomatlashtirishning nazariy asoslari ko'rib chiqiladi. An'anaviy vizual va mexanik nazorat usullarining inson omiliga bog'liqligi va cheklovlari tahlil qilinib, kamera, yoritish tizimi, konveyer va sensorlardan iborat avtomatlashtirilgan tizim konsepsiyasi bayon etiladi. Shuningdek, turli AI-usullarning aniqligi va tezligi bo'yicha natijalari qiyoslab, ayniqsa konvolyutsion neyron tarmoqlar asosida bufer sirtidagi nuqsonlarni barqaror aniqlash istiqbollari asoslanadi.

Kalit so'zlar: avtomobil buferi; sifat nazorati; sun'iy intellekt; kompyuter ko'rish; konvolyutsion neyron tarmoq; avtomatlashtirilgan tekshiruv tizimi.

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические основы автоматизации контроля качества автомобильных буферов на базе искусственного интеллекта и технологий компьютерного зрения. Анализируются ограничения традиционного визуального и механического контроля, а также описывается концепция автоматизированной системы с камерами, системой освещения, конвейером и датчиками. Приводится сравнительная оценка точности и скорости различных AI-методов и обосновывается перспективность применения сверточных нейронных сетей для устойчивого обнаружения дефектов поверхности буферов.

Ключевые слова: автомобильный буфер; контроль качества; искусственный интеллект; компьютерное зрение; сверточная нейронная сеть; автоматизированная система контроля.

Annotation. The article discusses the theoretical foundations of automating the quality control of automotive bumpers using artificial intelligence and computer vision technologies. It analyzes the limitations of traditional visual and mechanical

ISSN 3030-3907

inspection and outlines the concept of an automated system comprising cameras, an illumination unit, a conveyor, and sensors. A comparative view of accuracy and speed of different AI-based methods is presented, and the use of convolutional neural networks for robust surface defect detection on bumpers is shown to be highly promising.

Keywords: automotive bumper; quality control; artificial intelligence; computer vision; convolutional neural network; automated inspection system.

KIRISH.

Sun’iy intellekt va raqamli texnologiyalar jadal rivojlanishi sharoitida avtomobil sanoatida ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va sifat nazoratini takomillashtirish ustuvor yo‘nalishlardan biri sifatida qaralmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining sanoatni modernizatsiya qilish, raqamli iqtisodiyotni rivojlantirish hamda mahsulotlar raqobatbardoshligini oshirishga qaratilgan qaror va farmonlarida ham mashinasozlik korxonalarida ilg‘or axborot texnologiyalarini joriy etish zarurati alohida ta’kidlanadi [1]. Shu nuqtai nazardan, avtomobil detallari, xususan, buferlarning sifatini yuqori aniqlikda va barqaror darajada nazorat qilish masalasi ham nazariy, ham amaliy jihatdan dolzarb hisoblanadi.

Avtomobil buferlari transport vositasining old va orqa qismlarini zarbalardan himoya qilish, yo‘lovchilar xavfsizligini ta’minlash hamda tashqi dizaynini shakllantirishda muhim konstruktiv element sanaladi. Buferlarning fizik-mexanik xossalari, geometrik o‘lchamlari va sirt sifatining me’yoriy talablarga muvofiqligi avtomobilning umumiy ekspluatatsion ko‘rsatkichlari va xavfsizlik darajasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. An’anaviy sifat nazorati usullarida ko‘p hollarda ko‘ruv asosidagi qo‘lda tekshirish, oddiy o‘lchash asboblari va inson tajribasiga tayanish ustuvor bo‘lib, bu esa subyektivlik, inson omiliga bog‘liqlik, vaqt sarfi va mehnat zichligining yuqoriligi kabi kamchiliklarni yuzaga keltiradi. Katta hajmdagi seriyali ishlab chiqarish sharoitida bunday yondashuv nuqsonli detallar ulushining oshishi va qayta ishlov berish xarajatlarining ko‘payishiga olib keladi [2].

So‘nggi yillarda xorijiy va mahalliy tadqiqotlarda kompyuter ko‘rish va sun’iy intellekt algoritmlari asosida turli sanoat mahsulotlarining yuzasidagi nuqsonlarni avtomatik aniqlash, tasvirlar asosida klassifikatsiya qilish, geometrik parametrlarni raqamli baholash bo‘yicha samarali yondashuvlar taklif etilmoqda. Konvolyutsion neyron tarmoqlar, chuqur o‘rganish modellari va tasvirlarni qayta ishlash usullari asosida metall buyumlar, payvand choklari, tekstil mahsulotlari va boshqa detallar sifatini nazorat qilish yo‘nalishida sezilarli natijalar olingan [3]. Biroq avtomobil buferlari materialining xususiyatlari, murakkab shaklli geometrik

ISSN 3030-3907

konfiguratsiyasi, rang va sirt pardozining turlicha bo‘lishi ularni kompyuter ko‘rish asosida standartlashtirilgan tarzda nazorat qilishni murakkablashtiradi. Shu bois buferlar uchun moslashtirilgan, ularning konstruktiv va fizik-mexanik xususiyatlarini inobatga oladigan sun’iy intellektga asoslangan sifat nazorati tizimlarini ishlab chiqish hali ham yetarli darajada o‘rganilmagan ilmiy muammo sifatida saqlanib qolmoqda.

MATERIALLAR VA USULLAR

Avtomobil buferlari sifat nazoratining ahamiyati va muammolari.

Bufer — avtomobilning old va orqa qismlariga o‘rnatiladigan muhim konstruktsion element bo‘lib, u to‘qnashuv paytida, ayniqsa past tezliklarda, zarba energiyasini yutish va so‘ndirish vazifasini bajaradi. Uning asosiy maqsadi avtomobil kuzovi hamda dvigatel, chiroqlar, egzoz tizimi kabi muhim tarkibiy qismlarga yetkaziladigan shikastlanish darajasini kamaytirish orqali yo‘lovchilarning xavfsizligini ta’minlashdir. Buferning asosiy xususiyatlari va funksiyalarini 1-jadvalda ko‘rishimiz mumkin [4].

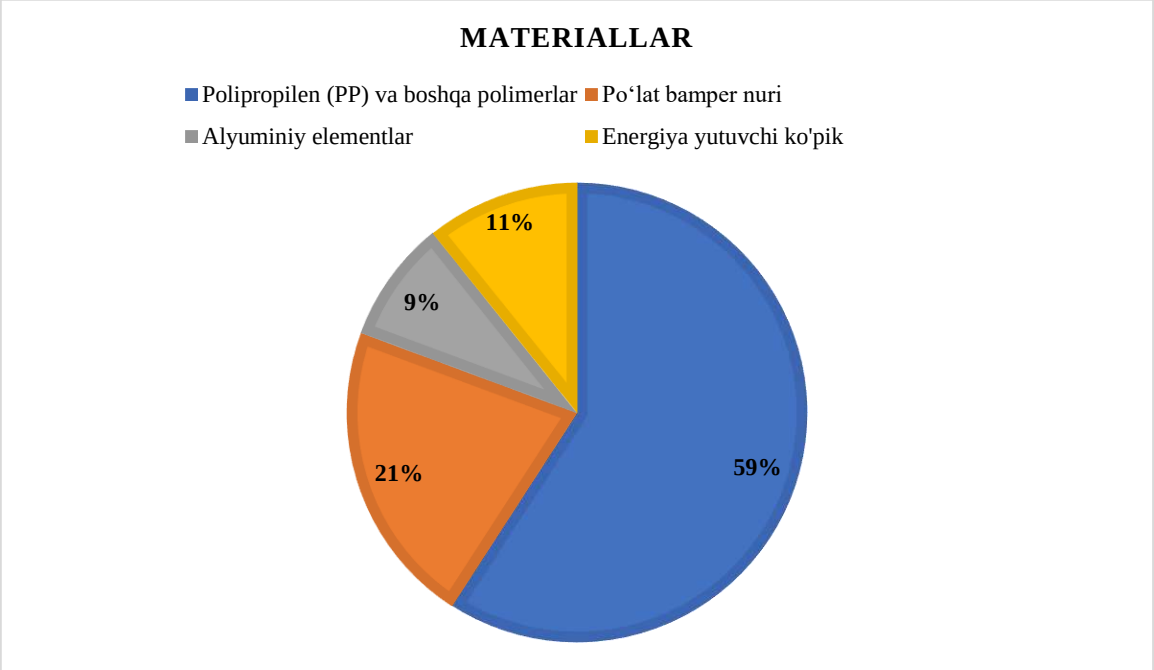
Jadvalda keltirilgan ma’lumotlar avtomobil buferining xavfsizlik, funksional va tashqi ko‘rinishga doir talablari tizimlashtirilgan. Bufer uchun foydalaniladigan materiallarni diagrammada foiz ulushida ko‘rishimiz mumkin (1-diagramma).

1-jadval

Buferning asosiy xususiyatlari va funksiyalari

Xususiyati	Funksiyasi
Ta’sirni singdirish	Past tezlikdagi to‘qnashuvlarda zarba energiyasini yutish va ichki qismlarni himoyalash.
Piyodalarni himoya qilish	Yumaloq shakl va maxsus konstruksiya orqali piyodalarga zarar yetkazish xavfini kamaytirish.
Ilovalarni o‘rnatish	Tuman chiroqlari, raqam belgisi, kamera yoki ilgak kabi elementlar uchun joylashuv bazasini ta’minlash.
Estetik qiymat	Avtomobilning tashqi ko‘rinishi va aerodinamik xususiyatlarini yaxshilash.

ISSN 3030-3907



1-diagramma. Avtomobil buferlari konstruktsiyasida materiallar taqsimoti

Diagrammada ko‘rinib turibdiki, bamper konstruktsiyasida polimer qoplama, po‘lat bamper nuri, alyuminiy elementlar hamda energiya yutuvchi ko‘pik va mahkamlovchi detallar ma’lum nisbatda qo‘llanilib, ularning barchasi tizimning umumiy mustahkamligi va xavfsizlik ko‘rsatkichlarini ta’minlashga xizmat qiladi.

Avtomobil buferlari uchun sifat talablari ikki asosiy guruhga ajratiladi: mexanik mustahkamlik talablari va sirt sifati talablari. Bu talablarda maqsad – to‘qnashuv paytida energiyani xavfsiz yutish, korpusni himoya qilish va shu bilan birga estetika hamda korroziyaga chidamlilikni ta’minlashdir.

Avvalo, bufer materialining mustahkamligi shunday bo‘lishi kerakki, u normal ekspluatatsiya sharoitida (yo‘l notekisligi, tebranishlar, mayda urilishlar) doimiy deformatsiyalanmasdan, charchashdan yorilib ketmasdan ishlay olshi kerak, bu yerda materialning statik mustahkamlik chegarasi, charchashga chidamliligi va zarbiy qovushqoqligi talablarga mos bo‘lishi talab qilinadi.

To‘qnashuv vaqtida bufer butun energiyani qattiq korpusga o‘tkazib yubormasdan, ma’lum darajada deformatsiyalanib energiyani yutishi lozim, shu sababli konstruksiyada plastik deformatsiya zonasini nazarda tutuvchi shakl va qovurg‘alar, hamda kerak bo‘lsa, energiya yutuvchi qo‘shimcha elementlar qo‘llanadi [5].

Mexanik mustahkamlik bo‘yicha talablarda zarba sinovlari alohida o‘rin tutadi: bufer ma’lum tezlikda va burchakda urilganda yorilib ketmasligi, avtomobilning asosiy yuk ko‘taruvchi elementlariga zarar yetkazmasdan

ISSN 3030-3907

energiyani taqsimlashi, montaj nuqtalarida esa keskin kuchlanish konsentratsiyalari paydo bo‘lmasligi lozim.

Bufer tizimi tebranish va dinamik yuklamalarga barqaror bo‘lishi kerak, aks holda takrorlanuvchi kichik zarbalar natijasida charchash yoriqlari paydo bo‘ladi; shuning uchun hisob-kitoblarda ruxsat etilgan kuchlanishlar, mustahkamlik zahirasi koeffitsienti va o‘zgaruvchan yuklamalar ta’siridagi ishlash muddati hisobga olinadi.

Mexanik xossalar nuqtai nazaridan material tanlashda past haroratlarda mo‘rtlashib qolmaslik, yuqori haroratlarda esa haddan tashqari yumshab ketmaslik, issiq-sovuqqa, namlik va yo‘l reagagentlariga (tuzlar, kimyoviy moddalarga) bardoshlilik talab etiladi; shuning uchun ko‘pincha kam uglerodli po‘latlar va shisha tolali polipropilen kabi kompozitlar ishlatiladi [6].

Bufer sirtining sifati, birinchi navbatda, sirt g‘adir-budurligi bilan baholanadi: sirt qanchalik silliq bo‘lsa, yeyilish shunchalik kam bo‘ladi, korroziya o‘choqlari kamroq hosil bo‘ladi va bo‘yoq qatlami yaxshiroq yopishadi.

Sirt sifati talablari faqat geometrik silliqlik bilan cheklanmaydi, balki sirtning fizik-kimyoviy holatini ham qamrab oladi: oksidlanish qatlamining holati, bo‘yoq va grunt qoplamasining bir xilligi, qatlam qalinligining me’yorda bo‘lishi, havo pufakchalari, qoplama osti bo‘shliqlari va ajralishlar yo‘qligi shart qilib qo‘yiladi.

Estetik talablar ham muhim: bufer tashqi ko‘rinish nuqtai nazaridan avtomobil dizayniga mos, yorqinligi bir xil, rang o‘tishlarisiz bo‘lishi, yelim chiziqlari, payvand izlari, qolip choklari ko‘zga tashlanmaydigan darajada ishlov berilgan bo‘lishi zarur; bu, ayniqsa, plastik buferlarda qoliplash texnologiyasi va qolip sifatiga qo‘shimcha talablar qo‘yadi.

Sirt sifati talablari diagnostikasida g‘adir-budurlikni etalon plastinkalar bilan taqqoslash, profilograf-profilometr asboblari bilan o‘lchash, hamda bugungi kunda ko‘proq optik va fotogrammetrik usullardan foydalanish mumkin, bunda lazer yoki kamera yordamida sirt profili raqamli shaklda olinib, avtomatik ravishda normativ bilan solishtiriladi.

Detal sirtining g‘adir-budurligi yuqori bo‘lgan hollarda, sirt qatlamida kuchlanishlar oshadi va buferning charchashga qarshi chidamliligi pasayadi, ya’ni mexanik mustahkamlik talablari buzilish xavfi ortadi; demak, sirt sifati aslida mustahkamlikning ajralmas qismidir.

Avtomobil buferlarini an’anaviy nazorat qilishda ikki asosiy yo‘nalish qo‘llaniladi: vizual (inson orqali) nazorat va mexanik sinovlar, ular bir-birini to‘ldiruvchi, lekin imkoniyatlari va chegaralari bo‘yicha farqlanuvchi usullar hisoblanadi [7]. Bu usullar buferning sirt sifati, umumiy ko‘rinishi va mexanik

ISSN 3030-3907

mustahkamligi talab darajasida ekanini baholashga xizmat qilsa-da, inson omili va stend sinovlarining cheklanganligi tufayli barcha nuqsonlarni to‘liq qamrab ololmasligi ma’lum.

Vizual nazorat bufer yuzasini inson ko‘zi, ba’zan lupalar, chiroq, o‘lchov shablonlari yordamida ko‘zdan kechirishga asoslangan bo‘lib, chizilishlar, yoriqlar, bo‘yoqdagi pufakchalar, notekisliklar, rangdagi bir xil bo‘lmagan joylar, montaj choklari, deformatsiya va bo‘shashgan mahkamlash elementlari kabi yuzaki nuqsonlarni aniqlashga qaratiladi.

Avtomobil buferlari sifat nazoratini avtomatlashtirish zarurati bir necha qatlamli texnik va tashkiliy omillar bilan asoslanadi. An’anaviy vizual va mexanik nazorat usullari muhim bo‘lsa-da, ular bugungi ishlab chiqarish hajmi, tezligi va sifat talablari fonida yetarli darajada barqaror va takrorlanuvchan natija bermaydi.

Sifat nazoratini avtomatlashtirish texnologiyalari

Avtomatlashtirilgan sifat nazorati tizimi – bu buferning tasvirlari va (yoki) o‘lchov ma’lumotlarini avtomatik yig‘ish, qayta ishlash va natija bo‘yicha “yaroqli/yaroqsiz” qarorini inson aralashuvisiz chiqaradigan apparat-dasturiy majmua hisoblanadi. Bunday tizim odatda datchiklar va kameralar orqali kiritma ma’lumotlarni oladi, markaziy hisoblash qismi (kompyuter, PLC yoki sanoat kompyuteri) ularni qayta ishlaydi, konveyer va ijro mexanizmlari esa nuqsonli detallarni konveyerdan chiqarish yoki belgilash bo‘yicha amaliy harakatlarni bajaradi. Avtomobil buferlari sifat nazoratini avtomatlashtirish tizimining asosiy tarkibiy qismlari quydagilardan iborat:

- Kamera
- Yoritish tizmi
- Konveyer
- Sensorlar

Yuqori aniqlikdagi sanoat kameralar buferning sirtini va geometriyasini turli burchaklardan tasvirga olish uchun qo‘llanadi, tasvirlar keyinchalik kompyuter ko‘rishi algoritmlariga kiritma bo‘lib xizmat qiladi [8]. Kameralar tarmog‘i yordamida murakkab egri sirtlar, bo‘yoqdagi nuqsonlar, chizilishlar va deformatsiyalarni uch o‘lchamli nuqta buluti yoki bir nechta proyeksiyalar asosida baholash mumkin bo‘ladi.

Yoritish tizimi – LED proyektorlar, halqali yoritgichlar, chiziqli chiroqlar yoki strukturalangan yorug‘lik generatorlaridan iborat bo‘lib, tasvirlarda kontrastni oshirish, soya va yaltirashni nazorat qilish orqali nuqsonlarni aniqlash sezgirligini keskin oshiradi. Sifatli yoritish chizilish, g‘adir-budurlik va bo‘yoqdagi pufakchalar kabi nozik nuqsonlarni ko‘zga tashlar darajada ajratib ko‘rsatadi, aks

ISSN 3030-3907

holda kamera va algoritmlar hatto kuchli bo‘lsa ham bu nuqsonlarni barqaror “ko‘rmaydi”.

Sensorlar (datchiklar) konveyerda buferning kelishiniva uning pozitsiyasini aniqlash, triggersignal berish va zarur bo‘lsa, o‘lchov parametrlarini qayd etish uchun xizmat qiladi [9]. Masalan, fotoelektrik va induktiv datchiklar detal kelganini bildiradi, enkoderlar konveyer tezligini hisobga oladi, lazer sensorlar esa masofani aniqlab, kameraning fokuslanishi va o‘lchovning geometrik aniqligini ta’minlaydi.

Avtomobil buferlari sifat nazoratini avtomatlashtirish nafaqat texnologik jihatdan yangi yechim, balki ishlab chiqarish samaradorligi va ishonchliligini keskin oshiradigan omil hisoblanadi. An’anaviy vizual va mexanik nazorat usullari bilan solishtirganda, avtomatlashtirilgan kompyuter ko‘rishi tizimlari bir qator muhim ustunliklarga ega bo‘lib, ular orasida ayniqsa tezlik, aniqlik va uzluksiz ishlash ko‘rsatkichlari alohida ahamiyat kasb etadi. Shuning uchun quyida ushbu tizimlarning asosiy afzalliklari batafsil ko‘rib chiqiladi.

Avtomatlashtirilgan kamera va kompyuter ko‘rishi tizimlari soniyada bir necha detalgacha yoki konveyer tezligiga mos ravishda ko‘plab buferlarni tekshira oladi, bu esa an’anaviy vizual nazoratga qaraganda o‘nlab marta yuqori ish unumdorligini beradi. Quyida an’anaviy va avtomatlashtirilgan tizimning shartli tezlik ko‘rsatkichlari solishtirilgan jadvalni ko‘rishimiz mumin.

2-jadval

An’anaviy va avtomatlashtirilgan nazorat tizimlarining tezlik ko‘rsatkichlari taqqoslanishi

Tizim turi	Soatiga tekshiriladigan buferlar soni	1 buferga o‘rtacha vaqt (s)
An’anaviy vizual nazorat	200	18
Avtomatlashtirilgan kamera + MV	2000	1.8

Kompyuter ko‘rishi va fotogrammetriyaga asoslangan tizimlar piksel darajasida va mikrometr o‘lchamdagi og‘ishlarni qayd etishi mumkin, bu inson ko‘zining sezgirligidan sezilarli darajada yuqori, natijada sirt nuqsonlarini aniqlashda barqarorlik va aniqlik oshadi. Avtomatlashtirilgan kamera, yoritish, sensorlar va konveyer asosida qurilgan klassik kompyuter ko‘rishi tizimi, aslida, keyingi bosqichda sun’iy intellekt algoritmlarini qo‘shish uchun tayyor platformadir. Tizim allaqachon tasvir va nuqsonlar bo‘yicha katta hajmdagi tarixiy ma’lumotlarni to‘plab boradi, bu ma’lumotlar esa neyron tarmoqlarni o‘qitish, modellashtirish va sifat muammolarining ildiz sabablarini aniqlash uchun ideal datasetga aylanadi [10].

ISSN 3030-3907

Sun’iy intellekt asosidagi sifat nazorati usullari

Avtomobil buferlari uchun sun’iy intellekt asosidagi sifat nazorati—bu kompyuter ko‘rish, mashinaviy o‘rganish va chuqur o‘rganishdan foydalangan holda nuqsonlarni avtomatik va yuqori darajada aniqlash tizimlaridir. Sifat nazoratini quydagi sun’iy intellekt usullari orqali amalga oshirish mumkin:

1. Kompyuter ko‘rish (Computer Vision);
2. Mashinaviy o‘rganish (Machine Learning);
3. Chuqur o‘rganish (Deep Learning).

Kompyuter ko‘rish (Computer Vision) — bu sun’iy intellektning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, raqamli tasvirlar va videoma’lumotlar asosida obyektlarni aniqlash, ularning xususiyatlarini tahlil qilish hamda avtomatik qaror qabul qilish imkonini beruvchi texnologiyalar majmuasini ifodalaydi. Ushbu yo‘nalish inson ko‘rish tizimining funksiyalarini modellashtirishga qaratilgan bo‘lib, sanoat ishlab chiqarish jarayonlarida, xususan avtomobil detallarining sifat nazoratida keng qo‘llanilmoqda. Ilmiy adabiyotlarda kompyuter ko‘rish tizimlari tasvirni qabul qilish, qayta ishlash, tahlil qilish va interpretatsiya qilish bosqichlaridan iborat ekani ta’kidlanadi [11].

Tasvirni qayta ishlash — bu kompyuter ko‘rish tizimining asosiy bosqichi bo‘lib, unda xom tasvir ma’lumotlari qayta ishlanib, keyingi tahlil uchun qulay ko‘rinishga keltiriladi. Avtomobil buferlari yuzasini tekshirish jarayonida tasvirni qayta ishlash quyidagi ketma-ket bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

1. Raqamlashtirish;
2. Shovqinni kamaytirish;
3. Kontrastni oshirish;
4. Chegaralarni aniqlash.

Filtrlash jarayoni tasvir sifatini yaxshilash va ortiqcha shovqinlarni yo‘qotishga qaratilgan bo‘lib, sanoat inspeksiya tizimlarida muhim rol o‘ynaydi. Eng keng qo‘llaniladigan filtrlar quyidagilardir:

- Gaussian filtri
- Median filtri

Filtrlash natijasida tasvirning sifat ko‘rsatkichlari yaxshilanadi va keyingi bosqichlarda aniqlik oshadi [12].

Segmentatsiya — bu tasvirni mantiqiy qismlarga ajratish jarayoni bo‘lib, sifat nazoratida eng muhim bosqichlardan biri hisoblanadi. Ushbu bosqichda bufer yuzasidagi nuqsonli joylar aniqlanadi va alohida ajratib olinadi [13]. Segmentatsiya quyidagi usullar asosida amalga oshiriladi:

- Rangga asoslangan segmentatsiya — rang o‘zgarishlari orqali nuqsonli joylar aniqlanadi.

ISSN 3030-3907

▪ Tekstura asosida segmentatsiya — sirt strukturasidagi o‘zgarishlar orqali tirnalish va deformatsiyalar aniqlanadi.

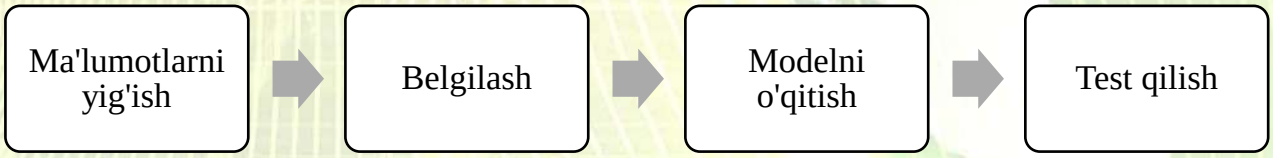
▪ Thresholding (chegaraviy ajratish) — piksel qiymatlari asosida tasvir ikkiga (nuqsonli va normal) ajratiladi.

Mashinaviy o‘rganish (Machine Learning) — bu sun’iy intellektning muhim tarkibiy qismi bo‘lib, kompyuter tizimlariga aniq dasturlashsiz, ya’ni tajriba va ma’lumotlar asosida o‘rganish imkonini beradi. Ushbu yondashuvda algoritmlar katta hajmdagi ma’lumotlardan naqsh (pattern) va bog‘lanishlarni aniqlab, keyinchalik yangi ma’lumotlar asosida mustaqil qaror qabul qilish qobiliyatiga ega bo‘ladi. Ilmiy manbalarda mashinaviy o‘rganish “tajriba orqali samaradorlikni oshiruvchi algoritmlar majmuasi” sifatida ta’riflanadi [14]. Avtomobil buferlari sifat nazoratida mashinaviy o‘rganish texnologiyalari nuqsonlarni aniqlash, ularni tasniflash va ishlab chiqarish jarayonida avtomatik qaror qabul qilishda qo‘llaniladi.

Klassifikatsiya — bu mashinaviy o‘rganishning asosiy vazifalaridan biri bo‘lib, obyektlarni oldindan belgilangan sinflarga ajratish jarayonini anglatadi. Bufer sifat nazoratida klassifikatsiya modeli quyidagi sinflarni aniqlash uchun qo‘llaniladi:

1. Yaroqli mahsulot (OK)
2. Nuqsonli mahsulot (Defective)

Klassifikatsiya jarayoni bosqichlarini quydagi blok sxemada ko‘rishimiz mumkin:



1-sxema. Klassifikatsiya jarayonining blok-sxemasi

Anomaliya aniqlash — bu odatiy (normal) holatdan keskin farq qiluvchi holatlarni aniqlashga qaratilgan yondashuv bo‘lib, sanoat sifat nazoratida juda muhim hisoblanadi. Ushbu usul ayniqsa kam uchraydigan yoki oldindan belgilab bo‘lmaydigan nuqsonlarni aniqlashda samarali hisoblanadi.

Chuqur o‘rganish (Deep Learning) — bu mashinaviy o‘rganishning ilg‘or yo‘nalishi bo‘lib, ko‘p qatlamli neyron tarmoqlar yordamida murakkab ma’lumotlarni chuqur tahlil qilish imkonini beradi. Tasvirlarni qayta ishlash va tahlil qilishda esa ayniqsa konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN — Convolutional Neural Networks) eng samarali modellardan biri hisoblanadi. CNN arxitekturasi inson ko‘rish tizimiga o‘xshash tarzda tasvirlardan muhim xususiyatlarni avtomatik ravishda ajratib olish qobiliyatiga ega.

CNN modellari avtomobil buferlari sifat nazoratida bir nechta muhim vazifalarni bajaradi. Avvalo, ular tasvirdan muhim xususiyatlarni (feature)

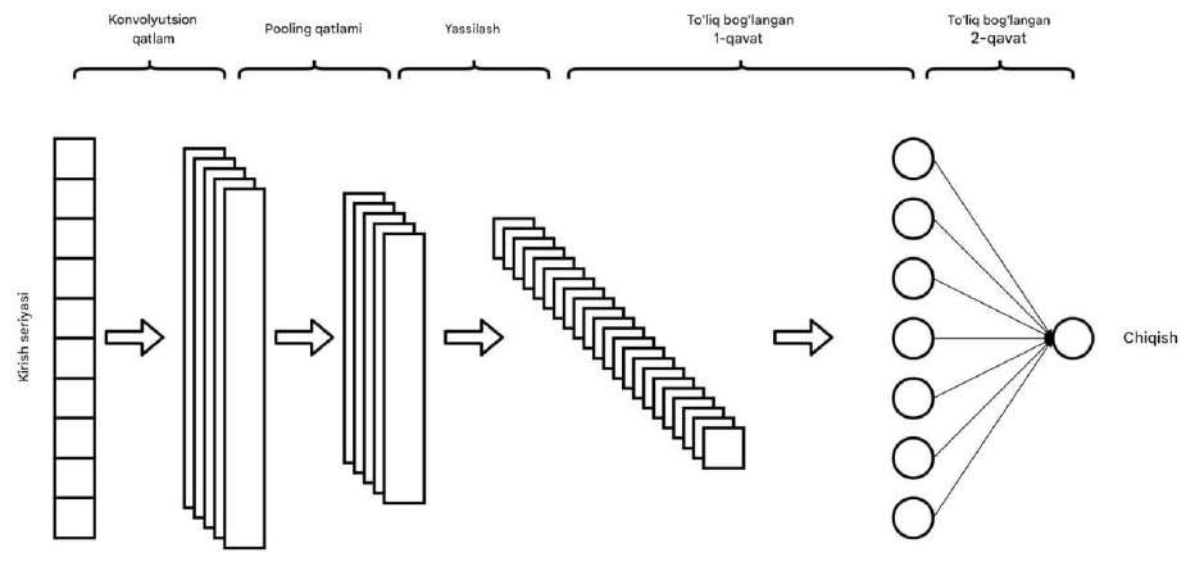
ISSN 3030-3907

avtomatik ajratib oladi, bu esa qo‘lda parametr tanlash zaruratini kamaytiradi. Bundan tashqari, CNN yordamida bufer yuzasidagi turli nuqsonlar, jumladan tirnalishlar, dog‘lar va deformatsiyalar yuqori darajada aniqlanadi. Shuningdek, ushbu model murakkab va notekis yuzalarni ham samarali tahlil qilish imkonini beradi. Konvulyatsion neyron tarmoqni ishlash bosqichini quydagi rasmda (1-rasm) ko‘rishimiz mumkin.

Rasmning eng chap tomonida kirish ma’lumotlari tasvirlangan. Bu — modelga beriladigan dastlabki tasvir hisoblanadi. Tasvir piksel qiymatlaridan iborat bo‘lib, CNN aynan shu ma’lumot bilan ishlashni boshlaydi.

Konvulyatsiya qatlamida tasvirdan muhim xususiyatlar ajratib olinadi. Maxsus filtrlar tasvir ustida harakatlanib, undagi chiziqlar, burchaklar va teksturalarni aniqlaydi. Natijada bitta rasm o‘rniga bir nechta “feature map” (xususiyat xaritalari) hosil bo‘ladi.

Pooling qatlamida olingan xususiyat xaritalari soddalashtiriladi. Ya’ni tasvir o‘lchami kichraytiriladi, lekin asosiy ma’lumot saqlab qolinadi. Bu hisoblash tezligini oshiradi va modelni ortiqcha ma’lumotlardan himoya qiladi.



1-rasm. Konvulyatsion neyron tarmoq arxitekturasi sxemasi

Yassilash bosqichida ko‘p o‘lchamli ma’lumotlar (2D yoki 3D ko‘rinishdagi xaritalar) bir o‘lchamli vektorga aylantiriladi. Ya’ni barcha ma’lumotlar bitta uzun qator ko‘rinishiga keltiriladi.

To‘liq bog‘langan birinchi qatlamda oldingi bosqichda olingan barcha xususiyatlar birlashtirilib, tahlil qilinadi. Bu yerda neyronlar orasida to‘liq bog‘lanish mavjud bo‘lib, model muhim qarorlar chiqarishga tayyorlanadi.

To‘liq bog‘langan ikkinchi qatlamda yakuniy qaror qabul qilishga yaqin bosqich hisoblanadi. Model o‘rganilgan xususiyatlar asosida obyektni qaysi sinfga

ISSN 3030-3907

tegishli ekanini aniqlaydi. Rasmning eng o‘ng tomonida natija ko‘rsatilgan. Bu yerda model yakuniy qaror chiqaradi.

NATIJALAR VA MUHOKAMALAR

Mavjud tadqiqotlar va ularning tahlili

Sun’iy intellekt asosidagi sifat nazorati tizimlari avtomobil sanoatida sirt nuqsonlarini aniqlashda an’anaviy qo‘l tekshiruviga nisbatan tezroq va barqarorroq ishlamoqda. Avtomobil kuzovi va tashqi panellaridagi chizilish, botiq va nuqsonlarni aniqlash uchun yaratilgan avtomatik tekshiruv tizimi botiqlar uchun 95,6%, chizilishlar uchun 97,1% va nuqsonlar uchun 96,0% aniqlik ko‘rsatgan, bitta avtomobilni tekshirish vaqti esa 1 daqiqa 50 soniyani tashkil etgan [15].

Avtomobil buferlarining bo‘yalgan yarim yaltiroq sirtlaridagi nuqsonlarni aniqlashga mo‘ljallangan deflektometriya asosidagi tizim 10 ta yirik buferda sinovdan o‘tkazilgan va har bir bo‘lakni qayta ishlash vaqti 0,35 soniya bo‘lgan. Ushbu tadqiqotda kichik nuqson namunalari uchun aksariyat hollarda 100% aniqlash natijasi qayd etilgan, ammo murakkabroq nuqsonlarda bu ko‘rsatkich pasaygan, masalan, “Cold Slug” turidagi nuqsonda 75% va “Popping” turida 50% natija kuzatilgan [16]. Katta buferlar bo‘yicha natijalarda ayrim bo‘laklarda topish darajasi 0,75-1,00 oralig‘ida bo‘lgan, ammo aniqlik yuqori egrilikli joylarda 0,30 gacha tushgan.

An’anaviy mashinali ko‘rish va tayanch vektor mashinasi asosidagi tizimlar 95-97% atrofida aniqlik bera olsa-da, ular yoritish, akslanish va geometriya o‘zgarishlariga nisbatan sezgirroq bo‘ladi. Zamonaviy chuqur o‘rganish modellari esa 20,3 millisoniya yoki sekundiga 33,52 kadr kabi tezlik bilan ishlab, aniqlikni 96-98% gacha oshirmoqda. Avtomobil buferlari sifat nazorati uchun ayniqsa yengil aniqlovchi modellar, bo‘laklarga ajratib tahlil qiluvchi tarmoqlar va deflektometriya bilan birlashtirilgan sun’iy intellekt yondashuvlari istiqbolli hisoblanadi, chunki bufer sirti katta, egri va ko‘pincha yorug‘likni qaytaruvchi bo‘ladi.

Bu sohadagi asosiy kamchiliklardan biri katta hajmdagi o‘qitish ma’lumotlari zarurligidir, chunki sanoatda nuqsonli namunalar soni ko‘p bo‘lmaydi va ularni belgilash qimmatga tushadi [17]. Yana bir muhim muammo shundaki, juda mayda, kam uchraydigan yoki past kontrastli nuqsonlar model tomonidan qiyinroq aniqlanadi.

Mavjud tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, avtomobil qismlaridagi nuqsonlarni aniqlashda qo‘llanilgan sun’iy intellekt usullari samaradorlik va resurs talabi bo‘yicha farqlanadi. Ularni aniqlik, tezlik, qo‘llanish sohasi, kamchiliklari va hisoblash resurslari mezonlari asosida qiyoslash maqsadida quyidagi jadval tuzildi (2-jadval).

ISSN 3030-3907

2-jadval

Sun’iy intellekt asosida avtomobil qismlaridagi nuqsonlarni aniqlash bo‘yicha mavjud tadqiqotlarning qiyosiy tahlili

Muallif, yil	**Tadqiqot obyekti**	**Qo‘llangan usul**	**Sanoatda qo‘llanishi**	**Aniqlik ko‘rsatkichi**	**Ishlash tezligi**	**Kamchiliklari**
Zhou va boshq., 2019	Avtomobil kuzovi sirtidagi chizilish, botiq va yolg‘on nuqsonlar	Mashinali ko‘rish, ko‘p masshtabli Gessian matritsa usuli, tayanch vektor mashinasi	Avtomobil sirtini avtomatik tekshirishda qo‘llanadi	Botiq uchun 95,6%, chizilish uchun 97,1%, yolg‘on nuqsonlar uchun 96,0%	1 avtomobil uchun 1 daqiqa 50 soniya	Yoritish notekisligi, akslanish, juda mayda nuqsonlarni aniqlash qiyin
Akhtar va boshq., 2019	Avtomobil buferining bo‘yalgan yarim yaltiroq sirti	Deflektometriya, fazani o‘lchash usuli, tasvirni filtrlash	Bufer sirtidagi nuqsonlarni ishlab chiqarish liniyasida aniqlash uchun mos	Ayrim kichik nuqsonlarda 100%, Cold Slug uchun 75%, Popping uchun 50%	Har bir bo‘lak uchun 0,35 soniya	Yuqori egrilikli joylarda aniqlik pasayadi, oq sirtlarda natija yomonlashadi, tashqi yorug‘lik ta’sir qiladi
Ge va boshq., 2025	Avtomobil muhrlash halqalaridagi nuqsonlar	Takomillashtirilgan YOLOv8, ko‘p masshtabli xususiyat ajratish moduli	Haqiqiy vaqt rejimida avtomatik nuqson aniqlash uchun samarali	Aniqlik 98,30%, qamrov 96,62%	20,3 millisoniya	Juda mayda nuqsonlar, og‘ir sanoat muhiti va tasvir xiralashuvida qiyinchilik bor

ISSN 3030-3907

Cai va boshq., 2025	Avtomobil pastki qismidagi germetik qatlam nuqsonlari	ACS-DeepLabv3+, yengil segmentatsiya tarmog‘i	Sanoatda tezkor va aniq nuqson ajratish uchun mos	O‘rtacha kesishish koeffitsiyenti 85,99%, o‘rtacha piksel aniqligi 91,55%	Sekundiga 33,52 kadr	Kichik nuqsonlar chegarasini aniq ajratish doimo ham oson emas
Casella va boshq., 2025	Avtomobil tormoz kaliperlari	Nazoratsiz o‘qitish, o‘ralgan o‘z-o‘zini tiklovchi tarmoq	Belgilangan nuqsonli tasvirlar kam bo‘lgan holatda foydali	F-o‘lchov 0,92; 0,95; 0,76	Aniq tezlik ko‘rsatilmagan, ammo ishlab chiqarishga mos deb baholangan	Murakkab uch o‘lchamli sirtlarda natija pasayadi
Martin va boshq., 2021	Sanoat sirt nuqsonlarini aniqlash tizimlari bo‘yicha umumiy tahlil	Tahliliy sharh	Sanoatdagi AI asosidagi nazorat tizimlarining umumiy muammolarini ko‘rsatadi	Aniqlik emas, umumiy tahlil berilgan	Tezlik emas, tahliliy manba	Katta ma’lumotlar bazasi yetishmasligi, belgilash qimmatligi, kam uchraydigan nuqsonlar muammosi

Jadval ma’lumotlariga ko‘ra, sun’iy intellekt asosidagi zamonaviy usullar avtomobil sanoatida nuqsonlarni topishda yuqori aniqlik va tezlikni ta’minlamoqda. Ayniqsa, chuqur o‘rganish modellariga asoslangan yondashuvlar an’anaviy mashinali ko‘rish usullariga nisbatan samaraliroq bo‘lsa-da, ular katta hajmdagi ma’lumotlar bazasi va kuchli hisoblash resurslarini talab qiladi.

XULOSA.

Maqolada avtomobil buferlari sifat nazoratini sun’iy intellekt va kompyuter ko‘rish texnologiyalari asosida avtomatlashtirishning nazariy asoslari tahlil qilinib, an’anaviy vizual va mexanik tekshiruvlarning inson omiliga bog‘liqligi,

ISSN 3030-3907

subyektivligi va mehnat zichligi sababli seriyali ishlab chiqarish talablari uchun yetarli emasligi aniqlangan. Buferlarning mexanik mustahkamlik, sirt sifati, material tarkibi va konstruktiv xususiyatlari tizimlashtirilib, ularning xavfsizlik hamda ekspluatatsion ko‘rsatkichlarga ta’siri asoslab berilgan. Kamera, yoritish tizimi, konveyer va sensorlardan tashkil topgan avtomatlashtirilgan nazorat tizimining tezlik, aniqlik va takrorlanish afzalliklari ko‘rsatilgan. Ilmiy ishlanmalar tahlili konvolyutsion neyron tarmoqlar, yengil aniqlovchi modellar va deflektometriya usullarining nuqsonlarni 95–98% aniqlikda baholash imkonini berishini, biroq katta hajmdagi o‘qitish ma’lumotlari va murakkab, yaltiroq sirtlarda aniqlikni ta’minlash muammolari mavjudligini ko‘rsatgan. Shuning uchun avtomobil buferlari uchun moslashtirilgan, ma’lumotlar bazasini samarali shakllantiruvchi va murakkab sirtlarga chidamli sun’iy intellekt asosidagi nazorat tizimlarini ishlab chiqish istiqbolli yo‘nalish sifatida belgilanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. (2020). “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida (PF-6079-son Farmon). https://uzdon.uz
2. Abdullayev, Sh., & Qodirova, M. (2024). Sun’iy intellekt va mashinaviy o‘rganish asosida avtomatlashtirilgan sifat nazorati tizimlari. So‘nggi ilmiy tadqiqotlar nazariyasi, 9(1), 120–128.
3. Karimov, A., & Rustamova, N. (2025). Raqamli transformatsiya va sanoat tarmoqlarining modernizatsiyasi: O‘zbekiston tajribasi. Science and Technology Studies, 3(1), 45–56.
4. Haohao Auto Parts. (2024, October 27). Avtomobilning bamperi nima? https://srcyrl.haohaoautoparts.com/news/what-is-the-bumper-of-a-car-84480317.html
5. Autoparts-export. (2019, 25-noyabr). Avtomobil buferlari uchun qanday material yaxshi? (onlayn maqola). Avtomobil ehtiyot qismlari eksporti bo‘yicha ma’lumot portali.
6. AnySiliconeRubber / SZMechanic (2024). Avtomobil plitalaridagi metall materiallarga qo‘yiladigan talablar (onlayn maqola). Avtomobilsozlik texnik talablari bo‘yicha ma’lumot sayti.
7. JDPU. Transport vositalari detallarining ishlash qobiliyatini tiklash [O‘quv qo‘llanma, PDF]. Jizzax davlat pedagogika universiteti elektron kutubxonasi.
8. Shao-Yi. (2025). Avtomobil shtamplarini (shablonlarini) ishlab chiqarishda sifat nazoratining asosiy tamoyillari [Onlayn maqola]. Sanoat optik nazorat va qolip ishlab chiqarish bo‘yicha portal.

ISSN 3030-3907

9. Kinseal HMI. (2024). Avtomatlashtirish tizimlarining asosiy komponentlari [Onlayn maqola]. Avtomatlashtirish va HMI tizimlari bo‘yicha texnik blog.
10. Elscope Vision. (2024). AI vehicle inspection solution: Avtomatlashtirilgan transport vositalarini tekshirish yechimlari uchun sun’iy intellekt [Onlayn maqola]. Kompyuter ko‘rishi va AI asosidagi vizual inspeksiya yechimlari bo‘yicha kompaniya blogi.
11. Gonzalez, R. C., & Woods, R. E. (2018). Digital Image Processing.
12. Szeliski, R. (2022). Computer Vision: Algorithms and Applications.
13. Haralick, R. M., & Shapiro, L. G. (1985). Image Segmentation Techniques.
14. Bishop, C. M. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning.
15. Zhou, Q., Chen, R., Huang, B., Liu, C., Yu, J., & Yu, X. (2019). An automatic surface defect inspection system for automobiles using machine vision methods. Sensors, 19(3), Article 644. https://doi.org/10.3390/s19030644
16. Akhtar, S., Tandiya, A., Moussa, M., & Tarry, C. (2019). An efficient automotive paint defect detection system. Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal, 4(3), 171–182. https://doi.org/10.25046/aj040323
17. Martin, D., Heinzel, S., Kunze von Bischhoffshausen, J., & Kühl, N. (2021). Deep learning strategies for industrial surface defect detection systems.

ISSN 3030-3907

MODERNIZATION OF EXCAVATOR SWING MECHANISMS: COMPARATIVE ANALYSIS OF THE OPERATING CHARACTERISTICS OF BALL AND ROLLER BEARINGS AND DEVELOPMENT OF AN OPTIMAL DESIGN

G‘aybulloyev Nusrat Sunatullo o‘g‘li
Design Engineer of the Design Department of JSC “NMMC” Navoi Machine-Building Plant.
Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li
Navoi State University of Mining and Technologies, Master’s student
Artikov Narmurad Nortajiyevich
Chief Designer of the Design Department of JSC “NMMC” Navoi Machine-Building Plant.
Shukurov Odil Erkinovich
Leading Engineer of the Machine-Tool Design Bureau of the Machine-Tool Manufacturing Workshop of JSC “NMMC” Navoi Machine-Building Plant.

Abstract. This article considers the modernization of excavator swing mechanisms based on a comparative analysis of the operating characteristics of ball and roller slewing bearings. The study examined the assembly drawing of the swing mechanism, the structural parameters of the base, cover, and internally toothed ring gear, catalogue data for roller slewing bearings, the GOST 3722–2014 standard for balls, and the results of spectral analysis of the ring gear material. The analysis showed that the considered swing mechanism is a large-sized unit operating under high-load conditions. The large number of mounting holes in the base and cover parts, the parameters of the internally toothed ring gear, namely **m = 14** and **z = 149**, as well as the manufacture of the ring gear from **40Kh steel**, confirmed that the structure is designed for severe operating conditions. The comparative assessment demonstrated that a significant difference in operating efficiency is caused by the method of load transmission: in ball bearings, the load is transmitted through point contact, whereas in roller bearings it is transmitted through line contact. Roller slewing bearings showed advantages due to their ability to distribute the load more uniformly and to effectively withstand axial, radial, and overturning moment loads. Based on the obtained results, it was substantiated that the use of a three-row cylindrical roller slewing bearing is the most appropriate optimal design solution for the modernization of excavator swing mechanisms. These results are of practical importance for improving the swing mechanisms of heavily loaded machines and increasing their reliability.

ISSN 3030-3907

Keywords. excavator, swing mechanism, modernization, slewing bearing, ball bearing support, roller bearing support, internal ring gear, structural analysis, 40Kh steel, load distribution.

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос модернизации механизмов поворота экскаваторов на основе сравнительного анализа эксплуатационных характеристик шариковых и роликовых опорно-поворотных подшипников. В ходе исследования были изучены сборочный чертеж механизма поворота, конструктивные параметры основания, крышки и внутреннего зубчатого венца, каталожные данные роликовых опорно-поворотных подшипников, стандарт ГОСТ 3722–2014 для шариков, а также результаты спектрального анализа материала зубчатого венца. Проведенный анализ показал, что рассматриваемый механизм поворота представляет собой крупногабаритный узел, работающий в условиях высоких нагрузок. Большое количество крепежных отверстий в деталях основания и крышки, параметры внутреннего зубчатого венца, а именно **m = 14** и **z = 149**, а также изготовление зубчатого венца из стали **40Х** подтвердили, что конструкция предназначена для тяжелых условий эксплуатации. Сравнительная оценка показала, что существенное различие в эффективности работы обусловлено способом передачи нагрузки: в шариковых подшипниках нагрузка передается через точечный контакт, тогда как в роликовых подшипниках — через линейный контакт. Роликовые опорно-поворотные подшипники показали преимущества за счет способности более равномерно распределять нагрузку и эффективно воспринимать осевые, радиальные нагрузки, а также опрокидывающий момент. На основе полученных результатов обосновано, что применение трехрядного цилиндрического роликового опорно-поворотного подшипника является наиболее целесообразным оптимальным конструктивным решением для модернизации механизмов поворота экскаваторов. Полученные результаты имеют практическое значение для совершенствования механизмов поворота тяжелонагруженных машин и повышения их надежности.

Ключевые слова: экскаватор, механизм поворота, модернизация, опорно-поворотный подшипник, шариковая опора, роликовая опора, внутренний зубчатый венец, конструктивный анализ, сталь 40Х, распределение нагрузки.

Annotatsiya. Ushbu maqolada ekskavatorlarning aylanish mexanizmlarini modernizatsiya qilish masalasi sharikli va rolikli tayanch-burilish podshipniklarining ishlash xususiyatlarini taqqosiy tahlil qilish asosida ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotda aylanish mexanizmining yig‘ma chizmasi, asos, qopqoq va ichki tishli venets detallarining konstruktiv parametrlari, rolikli tayanch-burilish

ISSN 3030-3907

podshipniklari katalog ma’lumotlari, shariklar uchun GOST 3722–2014 standarti hamda tishli halqa materiali bo‘yicha spektral tahlil natijalari o‘rganildi. Tahlil natijasida ko‘rib chiqilgan aylanish mexanizmi yirik gabaritli va yuqori yuklama ostida ishlovchi uzel ekani aniqlandi. Asos va qopqoq detallaridagi ko‘p sonli biriktirish teshiklari, ichki tishli venetsning **m = 14** va **z = 149** parametrlari, shuningdek tishli halqaning **40X po‘latdan** tayyorlangani konstruktsiyaning og‘ir ish sharoitiga mo‘ljallanganini tasdiqladi. Taqqosiy baholash natijasida sharikli podshipniklarda yuklama nuqtaviy kontakt orqali, rolikli podshipniklarda esa chiziqli kontakt orqali uzatilishi ularning ishlash samaradorligida muhim farq hosil qilishi ko‘rsatildi. Rolikli tayanch-burilish podshipniklari yuklamani yanada barqaror taqsimlashi, o‘qiy, radial va ag‘daruvchi moment yuklamalarini samarali qabul qilishi bilan ustunlik ko‘rsatdi. Olingan natijalar asosida ekskavator aylanish mexanizmlarini modernizatsiya qilishda optimal konstruktiv yechim sifatida uch qatorli silindrik rolikli tayanch-burilish podshipnigidan foydalanish maqsadga muvofiq ekani asoslandi. Mazkur natijalar og‘ir yuklangan mashinalarning aylanish mexanizmlarini takomillashtirish va ularning ishonchliligini oshirishda amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: ekskavator, aylanish mexanizmi, modernizatsiya, tayanch-burilish podshipnigi, sharikli tayanch, rolikli tayanch, ichki tishli venets, konstruktiv tahlil, 40X po‘lat, yuklama taqsimoti.

INTRODUCTION.

Currently, the productivity, reliability, and long service life of excavators used in mining and construction machinery largely depend on the perfection of their main mechanical units. One of such critical units is the excavator swing mechanism. The swing mechanism ensures the rotation of the excavator upper platform in the required direction and withstands large axial, radial, and overturning loads generated during operation. Therefore, the components included in this mechanism, such as the slewing bearing, ring gear, base, and cover, must be structurally well designed. Any failure occurring in the swing mechanism negatively affects the operation of the entire machine and, in some cases, may cause the technological process to stop. For this reason, the modernization of excavator swing mechanisms is considered relevant from both practical and scientific points of view.

Slewing bearings used in excavator swing mechanisms are manufactured according to various structural schemes. In practice, ball and roller slewing bearings are the most common variants. Ball bearings are distinguished by their relatively simple design, ease of manufacture, and low friction. However, in large-diameter and highly loaded mechanisms, their capabilities may be limited. This is

ISSN 3030-3907

because point contact mainly occurs between the ball and the raceway, which leads to an increase in contact stresses under high loads. In roller bearings, the load is transmitted through line contact, resulting in distribution of the load over a wider zone. In particular, three-row cylindrical roller slewing bearings are characterized by their ability to withstand large axial forces, radial loads, and overturning moments simultaneously. Therefore, the transition from a ball bearing design to a roller bearing design in heavily loaded excavator mechanisms is of particular scientific interest.

The assembly drawing of the considered swing mechanism clearly shows the relative arrangement of the main components, mounting holes, supporting surfaces, and the general structural scheme operating together with the internally toothed ring gear. The base component included in the assembly drawing contains large-diameter annular supporting surfaces, numerous mounting holes, and mating installation dimensions. The cover component, together with the base, forms the internal support zone and ensures that the bearing elements remain in their operating position. The internally toothed ring gear contains one of the main parameters of the transmission, namely the module and the number of teeth, which makes it possible to evaluate the torque transmission characteristics of the mechanism. The geometrical dimensions shown in the drawings indicate that the swing mechanism is not a simple small unit, but a large-sized structure operating under heavy loads. Therefore, if the type of supporting element is selected incorrectly in such a unit, wear may accelerate, rotational accuracy may decrease, and service life may be reduced.

Another important factor determining the reliability of the swing mechanism is the selection of material. The results of spectral analysis carried out for the ring gear show that the material of the component is **40Kh steel** and that its chemical composition complies with regulatory requirements. The analysis determined that the carbon content is **0.40%**, silicon **0.29%**, manganese **0.76%**, chromium **0.92%**, phosphorus **0.017%**, and sulfur **0.015%**. These indicators are important for the mechanical strength of the material, its heat-treatment capability, and its wear resistance during service.

In swing mechanisms, the toothed ring and support raceways operate under high contact pressure. Therefore, improving the design requires not only changing the geometric form, but also considering the suitability of the selected material for the operating conditions. The fact that the material composition is within the standard range indicates that the modernized unit is being considered not only theoretically, but also under practical production conditions.

ISSN 3030-3907

Standard requirements play an important role in the evaluation of ball bearing supports. The **GOST 3722–2014** standard for steel balls clearly specifies the nominal diameter of balls, accuracy grades, sphericity, diameter deviations, surface roughness, and hardness requirements. According to the standard, balls are used in bearings or as separate components, and their quality indicators are controlled with high precision. Accuracy grades are defined from **G3 to G200**, which directly affects the operating quality and service life of the balls. In addition, the hardness of balls is also standardized depending on their diameter.

Thus, ball bearings are manufactured on the basis of highly precise and standardized elements. However, in the excavator swing mechanism, the problem is not only the accuracy of the ball, but also how it behaves under heavy loads. In other words, even if the balls are manufactured with high quality according to the standard, they are not always the optimal structural option for a large-diameter, heavily loaded swing unit.

The data on roller slewing bearings indicate that a more suitable solution exists for heavily loaded swing mechanisms. The catalogue of three-row cylindrical roller slewing bearings provides the main geometrical and mounting parameters for variants with internal gearing, external gearing, and without gearing. These data include the outside diameter, inside diameter, overall height, number of mounting holes, hole diameter, mounting threads, and other structural dimensions for large-diameter bearings.

In this type of support, the load is distributed between separate rows: one row mainly carries the axial load, another row carries the radial load, and the third row withstands the effect of the overturning moment. Such load distribution is very important for machines operating under severe working conditions, such as excavators. When a roller-type scheme is selected for a large-diameter swing unit, the contact area increases, load distribution improves, and deformations decrease. As a result, the reliability and service life of the mechanism increase. From this point of view, comparing roller bearings with ball bearing variants becomes a scientifically and practically justified task.

In the considered structure, the fact that the internally toothed ring gear has a tooth module of **m = 14** and a number of teeth of **z = 149** indicates that it is intended for transmitting high loads. The presence of numerous mounting holes in the base and cover components also serves to ensure mounting rigidity and uniform load distribution throughout the housing. Large-diameter supporting surfaces, heat-treatment indicators, and requirements for machining accuracy confirm that this swing mechanism is a highly responsible unit.

ISSN 3030-3907

Therefore, the development of an optimal design in this case is not limited to changing the shape of a single component. On the contrary, the support scheme of the entire swing unit, material selection, ring gear parameters, arrangement of mounting holes, and load-carrying capacity must be evaluated together. Only through such an approach can it be scientifically demonstrated which type of support will be more effective as a result of modernization.

The main idea of this study is to compare the operating characteristics of ball and roller slewing bearings in excavator swing mechanisms and to determine the optimal variant based on specific structural dimensions and material properties. In this case, the problem is not limited to a general theoretical description but is considered on the basis of the geometrical parameters of a real structure. Such an approach has practical importance because modernization of the excavator swing mechanism must be justified not only by calculation-based advantages, but also by manufacturing and assembly possibilities.

If the proposed solution improves load distribution, reduces wear, and ensures stable operation of the mechanism, such modernization will be technically and economically feasible. Based on this, the present article analyzes the updated design of the excavator swing mechanism, compares the operating principles and structural advantages of ball and roller supporting elements, and substantiates the optimal structural solution based on the ring gear material and the parameters of the main components. The research results serve to formulate scientific and practical recommendations that can be used to improve heavily loaded excavator swing mechanisms.

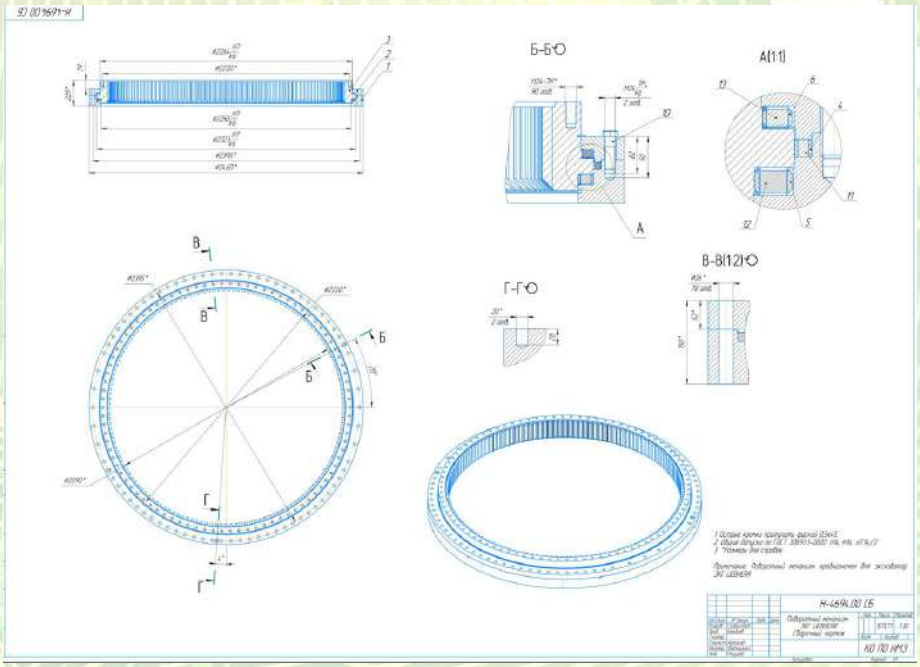


Figure 1. General assembly drawing of the excavator swing mechanism.

MATERIALS AND METHODS.

ISSN 3030-3907

In this study, the modernization of the excavator swing mechanism was investigated on the basis of a comparison of the operating characteristics of ball and roller slewing bearings. The main materials of the study included the assembly drawing of the swing mechanism, working drawings of the base, cover, and internally toothed ring gear, a catalogue of three-row cylindrical roller slewing bearings, the GOST 3722–2014 standard for balls, and the spectral analysis report of the ring gear material.

The research object was the excavator swing mechanism. The research subject was the structural and operational characteristics of ball and roller slewing bearings that can be used in this mechanism. During the study, first, the general structural scheme of the swing mechanism was analyzed; then, the geometrical dimensions, mating surfaces, mounting holes, and materials of its main components were examined. In this process, it was taken into account that the structure is a large-sized unit operating under high-load conditions.

In the structural analysis, it was considered that the outer diameter of the base component reaches **2460 mm**, that it contains **76 holes with a diameter of Ø26 mm**, and that **35KhML steel** is used as the material. The cover component contains **78 holes with a diameter of Ø26 mm** and was evaluated as an element that forms the support zone together with the base. For the internally toothed ring gear, the module was determined as **m = 14**, and the number of teeth as **z = 149**. These parameters were accepted as the main indicators for evaluating the torque transmission capacity of the swing mechanism.

In the materials science analysis, the chemical composition of the ring gear was studied on the basis of the laboratory report. According to the results of spectral analysis, the sample material corresponds to **40Kh steel**, containing **0.40% carbon**, **0.29% silicon**, **0.76% manganese**, and **0.92% chromium**. These results were used to demonstrate that the material complies with the standard composition and was selected in accordance with the operating conditions.

In evaluating roller supports, data from the catalogue of three-row cylindrical roller slewing bearings were used. The catalogue provides geometrical and mounting parameters for non-geared, externally geared, and internally geared variants. In the study, standard sizes close to the overall dimensions of the investigated structure were selected, and their diameters, height, number of holes, and mounting dimensions were compared. On this basis, the compatibility of the roller bearing scheme with the existing structure was assessed.

The analysis of ball supports was based on the **GOST 3722–2014** standard. This standard provides the nominal diameter, accuracy grades, sphericity, surface quality, and hardness indicators of steel balls. In the study, these data were used to

ISSN 3030-3907

evaluate the advantages and limitations of ball supports. In particular, the presence of **point contact** in ball bearings and **line contact** in roller bearings was accepted as the main comparison criterion.

In the structural analysis, it was considered that the outer diameter of the base component reaches **2460 mm**, that it contains **76 holes with a diameter of Ø26 mm**, and that **35KhML steel** is used as the material.

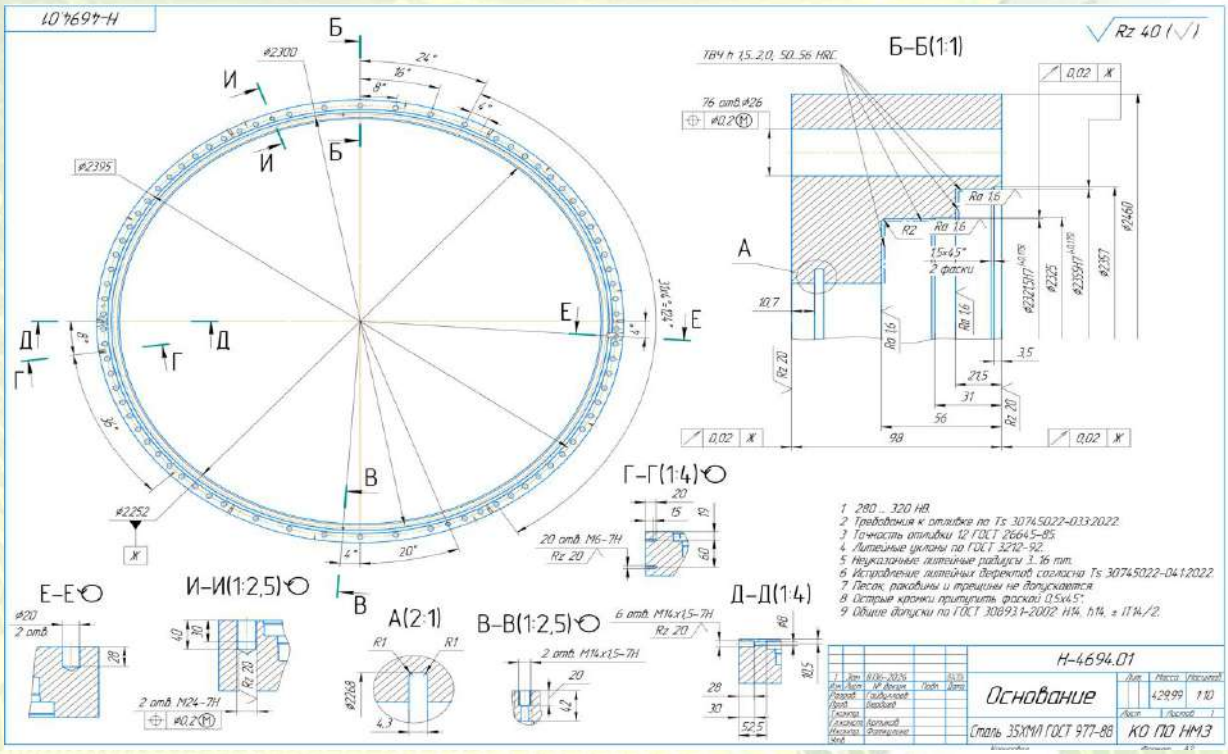


Figure 2. Structural drawing of the base component of the swing mechanism

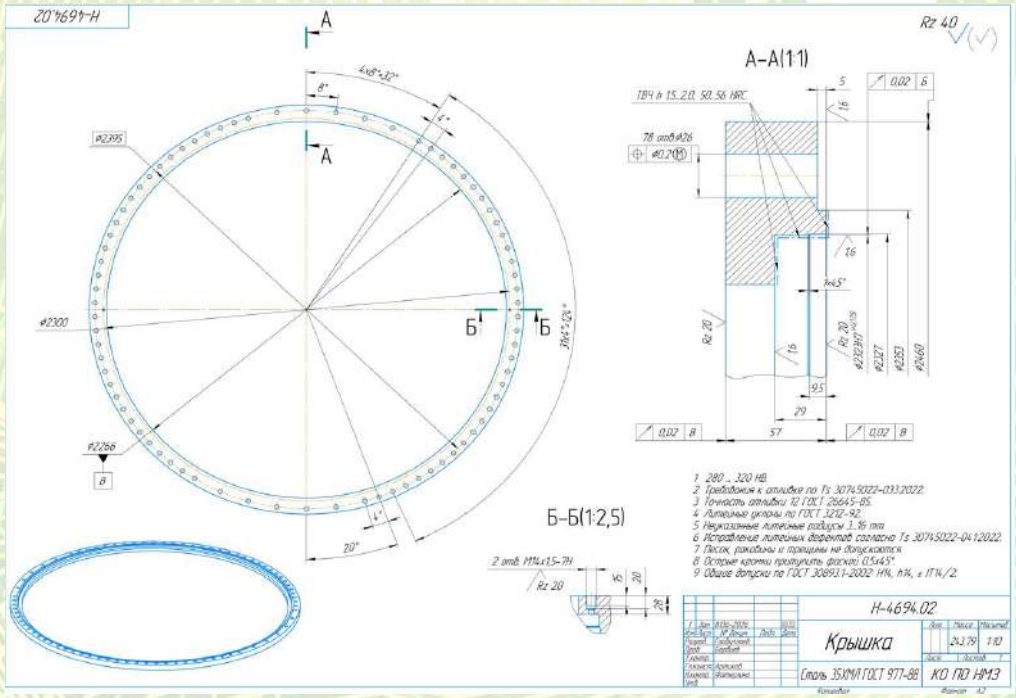


Figure 3. Structural drawing of the cover component of the swing mechanism.

ISSN 3030-3907

The cover component contains **78 holes with a diameter of Ø26 mm** and was evaluated as an element that forms the support zone together with the base.
The research methodology was carried out in the following sequence: at the first stage, the updated design of the swing mechanism was analyzed on the basis of drawings; at the second stage, the parameters of the main components were systematized; at the third stage, the operating principles of ball and roller supports were compared; at the fourth stage, the structural advantages of the roller support were evaluated on the basis of catalogue and standard data; and at the final stage, it was concluded which design is appropriate as the optimal variant for conditions of heavy loading, large diameter, and torque transmission.

Thus, the study used the methods of graphical material analysis, comparison, generalization, and analytical evaluation.

Table 1.

Main parameters of the updated swing mechanism design

Parameter	Value
Maximum diameter of the base component	2460 mm
Number of holes in the base	76 holes, Ø26 mm
Number of holes in the cover	78 holes, Ø26 mm
Module of the internally toothed ring gear	m = 14
Number of teeth	z = 149
Ring gear material	40Kh steel
Recommended support type	Three-row roller slewing bearing

RESULTS

The results of the conducted analysis showed that the updated design of the excavator swing mechanism is formed as a large-sized slewing unit operating under high-load conditions. In the assembly drawing, the swing mechanism is presented as an integrated system consisting of the base, cover, and internally toothed ring gear. It includes numerous mounting holes and large-diameter supporting surfaces intended to receive the load uniformly along the ring. The general scheme of the structure indicates that the load in the swing unit is designed to be distributed not locally, but along the annular zone. This is an important result for withstanding axial and radial forces, as well as the overturning moment generated during excavator operation.

As a result of the analysis of the base component drawing, it was determined that this part functions as a supporting element with high structural rigidity. The fact that the outer diameter of the component reaches **2460 mm**, while the internal

ISSN 3030-3907

functional zones include dimensions of approximately **2355H7, 2357, and 2325 mm**, indicates that the support unit has a large diameter. The presence of **76 holes with a diameter of Ø26 mm** in the base ensures uniform fastening along the ring. In addition, **35KhML steel** and a hardness range of **280–320 HB** are specified as the material, which indicates that the component has sufficient resistance to deformation under high loads. The presence of **78 holes with a diameter of Ø26 mm** in the cover component shows that, together with the base, it forms a closed and stable support zone. As a result, it was found that the housing part of the support unit has sufficient strength and mounting stability.

The analysis of the internally toothed ring gear drawing showed that it is the main torque-transmitting component in the swing mechanism. The drawing specifies a tooth module of **m = 14** and a number of teeth of **z = 149**, which confirms that the mechanism is intended for transmitting high torque. The parameters given for the ring gear indicate that the swing drive has a relatively large module, which is suitable for excavator units operating under heavy loads. Since the geometrical dimensions and supporting surfaces of the ring gear correspond to the assembly drawing, it was evaluated as the main load-transmitting element of the entire swing system. This result shows that, when selecting the type of slewing bearing, not only the contact element itself but also the general operating scheme with the ring gear must be taken into account.

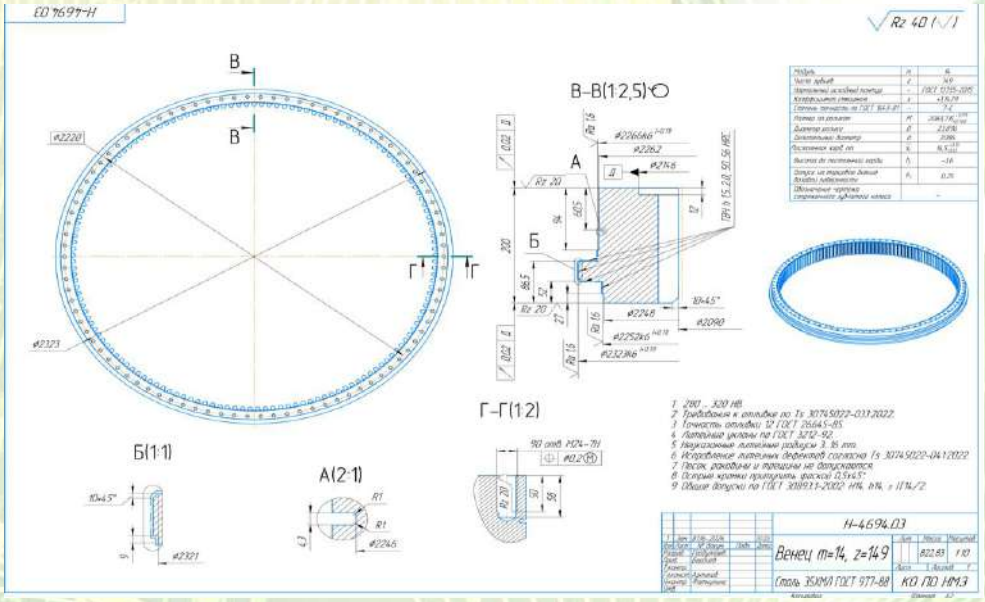


Figure 4. Structural drawing of the internally toothed ring gear (m = 14, z = 149).

The results obtained for the material showed that the ring gear was manufactured from a standard material. According to Spectral Analysis Report No. **447-25**, the sample referred to as **“Зубчатый кольцо”** was made of **40Kh steel**, with a carbon content of **0.40%**, silicon **0.29%**, manganese **0.76%**, chromium

ISSN 3030-3907

0.92%, phosphorus **0.017%**, and sulfur **0.015%**. In the report, these indicators were assessed as complying with the requirements of **GOST 4543–2016**.

This result shows that the material of the ring gear used in the structure was correctly selected in terms of mechanical strength and wear resistance. Therefore, it was confirmed that the modernization is justified not only by changing the geometrical form, but also by the proper selection of material.

The results of comparison with the catalogue of roller slewing bearings were especially important. Among the three-row cylindrical roller supports given in the catalogue, the **131.45.2000** and **131.45.2240** types were found to be the closest to the overall dimensions of the investigated structure. For example, in the **131.45.2240** type, the outside diameter is **D = 2461 mm**, the inside diameter is **d = 2019 mm**, the overall height is **H = 231 mm**, and **60 holes with a diameter of Ø33 mm** and **M30 mounting threads** are specified.

These parameters correspond to the external dimensions and annular support scheme shown in the swing mechanism drawings. On this basis, it was determined that the roller bearing variant is geometrically well compatible with the existing structure. This result shows that the application of a roller support is possible not only theoretically, but also from a practical point of view.

As a result of the comparative analysis, significant differences were identified between the operating characteristics of ball and roller supports. In a ball support, the load is mainly transmitted through point contact. Although this design is relatively simple and ensures easy rotation, under conditions of large diameter and high load, it leads to an increase in contact pressure. Although **GOST 3722–2014** strictly defines accuracy grades, diameter deviations, and hardness requirements for balls, this does not mean that they are always the optimal option for large-sized, heavily loaded swing mechanisms.

In a roller support, the contact is linear, the load is distributed over a larger area, and in a three-row arrangement, axial, radial, and moment loads are received separately in different directions. Therefore, the roller support design provides a more effective result for an excavator swing mechanism operating under high-load conditions.

Another result obtained is that the large diameter of the support rings and the multi-point fastening system in the updated design create favorable conditions for the application of a roller support. The large number of holes in the base and cover, their uniform arrangement along the ring, and the geometrical compatibility with the ring gear make it possible to successfully integrate a roller slewing bearing into the structure. As a result, load distribution improves, local stresses decrease, and

ISSN 3030-3907

the operational reliability of the mechanism increases. Such a structural scheme is especially important for heavy machinery requiring long service life.

In general, the results showed that the use of a roller slewing bearing in the considered updated swing mechanism is more effective than the ball bearing variant. The main reasons for this are load transmission through line contact, targeted distribution of forces in the three-row arrangement, good compatibility with the large-diameter structure, and the ability to ensure high reliability under severe operating conditions. Although ball supports have advantages in terms of accuracy and simplicity, the roller scheme proved to be more appropriate for this structure. Thus, the selection of a **three-row cylindrical roller slewing bearing** was substantiated as the optimal structural solution for the modernization of the excavator swing mechanism.

DISCUSSION.

The obtained results showed that the correct selection of the slewing bearing type is of decisive importance in the modernization of the excavator swing mechanism. As a result of the comparative analysis, it was determined that the roller support design is more effective under heavy-load conditions than the ball bearing variant.

The main reason for this is that, in roller bearings, the load is transmitted through line contact. In ball supports, however, the contact is point-based; therefore, under high-load conditions, an increase in local stresses is observed. This situation becomes especially important in large-sized excavator swing mechanisms.

Table 2.

Comparative characteristics of ball and roller slewing bearings

Indicator	Ball support	Roller support
Contact type	Point contact	Line contact
Load-carrying characteristic	Suitable for medium loads	More effective under heavy loads
Resistance to axial and radial loads	More limited	Higher
Ability to withstand overturning moment	Less stable	More stable
Application in large-diameter units	Not always optimal	More appropriate
Structural advantage	Simpler design	Better load distribution
Suitability for the excavator swing mechanism	Relatively lower	Higher

ISSN 3030-3907

Recommended variant	—	Three-row roller support

The structural analysis showed that the base and cover components of the swing mechanism form a large-diameter support zone and serve to distribute the load uniformly along the ring through numerous mounting holes. Such a structural solution creates favorable conditions for the use of a roller slewing bearing. This is because, in a roller-type scheme, the load is effectively received in several directions and is better compatible with this design. As a result, a reduction in deformation in the support zone and an increase in overall stability can be expected.

The parameters of the internally toothed ring gear also confirm that the modernized unit is intended for severe operating conditions. The fact that the module is equal to **14** and the number of teeth is **149** indicates that the swing mechanism has the ability to transmit high torque. Under such conditions, the load acting on the supporting element also increases. Therefore, the use of a roller bearing that receives the load over a wider contact surface is considered structurally justified.

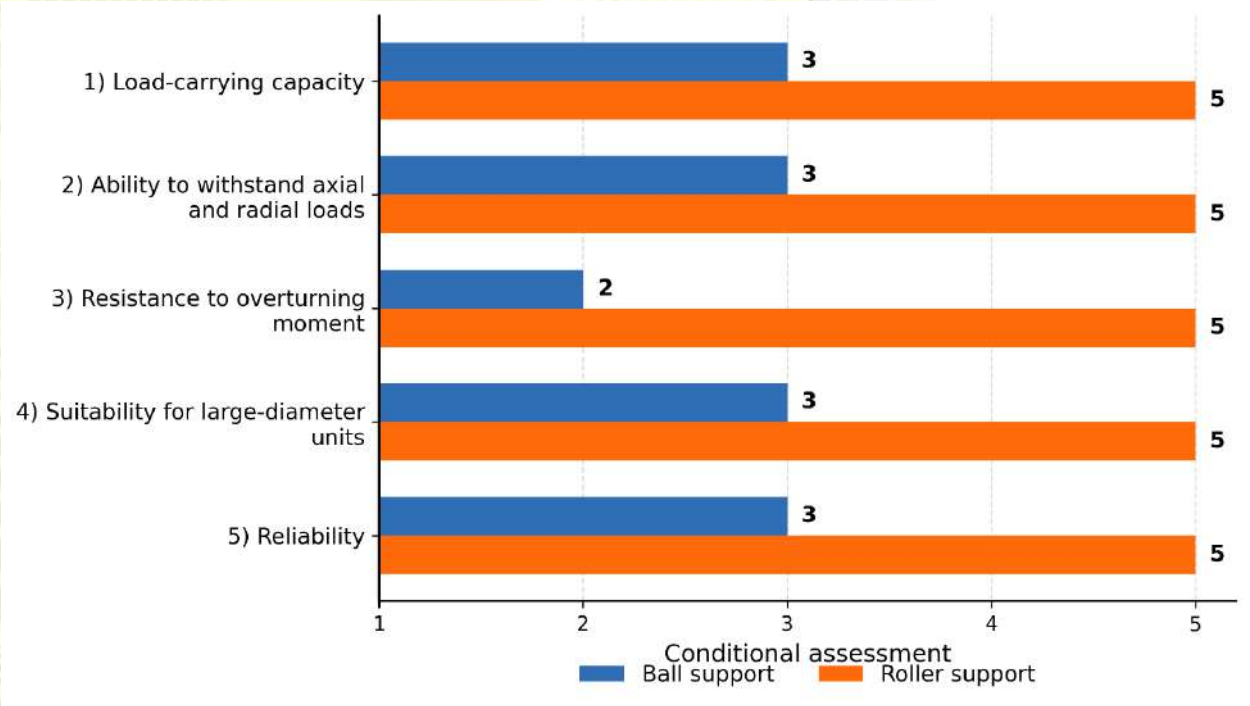


Figure 5. Comparative evaluation of ball and roller supports according to the main indicators

As can be seen from the diagram, the roller support has advantages over the ball support in terms of load-carrying capacity, ability to withstand axial and radial loads, resistance to overturning moment, suitability for large-diameter units, and reliability.

ISSN 3030-3907

The results of the material analysis also confirm the correctness of the selected solution. The fact that the ring gear material corresponds to **40Kh steel** shows that it meets the requirements for mechanical strength and operational reliability. This indicates that, in the modernized design, not only geometrical parameters but also the material factor were taken into account. Therefore, the proposed solution was developed on the basis of a comprehensive approach.

In general, the obtained results showed that the use of a roller slewing bearing in excavator swing mechanisms is more appropriate than the ball bearing variant. This solution can ensure more stable load distribution, reduced contact stresses, and an increased service life of the unit. From this point of view, the proposed modernization serves to improve the reliability and efficiency of excavator swing mechanisms.

CONCLUSION.

In conclusion, the correct selection of the slewing bearing type is of great importance in the modernization of excavator swing mechanisms. According to the results of the comparative analysis, the operating characteristics of ball and roller bearings differ significantly from each other. Although ball bearings are distinguished by their structural simplicity and relatively easy rotation, their capabilities are limited in large-sized swing mechanisms operating under heavy loads. Roller slewing bearings demonstrate advantages due to their ability to receive the load through line contact, effectively distribute forces in several directions, and ensure high reliability under severe operating conditions.

The results of the structural analysis showed that the elements of the swing mechanism, such as the base, cover, and internally toothed ring gear, are designed to operate under large-diameter and high-load conditions. The numerous mounting holes in the base and cover components, annular supporting surfaces, and the parameters of the ring gear, such as **m = 14** and **z = 149**, confirm that the entire unit was developed in accordance with severe operating conditions. Therefore, the use of a roller slewing bearing in such a structure was evaluated as structurally appropriate.

The materials analysis also confirmed the correctness of the selected modernization solution. According to the results of spectral analysis, the ring gear material corresponds to **40Kh steel**, has a standard composition, and is capable of withstanding operational loads. This indicates that not only a structural but also a materials science-based approach was applied in the modernized swing mechanism.

Thus, based on the results of the conducted research, it can be stated that the use of a **three-row roller slewing bearing** is appropriate as the optimal structural

ISSN 3030-3907

solution for improving excavator swing mechanisms. This solution can ensure more stable load distribution, reduced contact stresses, slower wear development, and an increased service life of the mechanism. As a result, the overall reliability and operating efficiency of the excavator are improved.

REFERENCES

1. Ataullaev A., Ataullaev O., Juraev N., Isaev D. Control Mechanism for the Rotational Support System of an Antenna // Proceedings of the IV International Conference on Advances in Materials, Earth Science, and Technology AIP Conf. Proc. 3390, 060030-1–060030-8; https://doi.org/10.1063/5.0322334.
2. Isaev D., Khamidov B., Ataullaev A., Ravshanov J., Juraev N. Comparative Analysis of Wear-Resistant Coating on Carbide end Mills Using Vibrodiagnostic Method // Proceedings of the IV International Conference on Advances in Materials, Earth Science, and Technology AIP Conf. Proc. 3390, 020016-1–020016-7; https://doi.org/10.1063/5.0322333
3. A.O. Ataullaev, O.X. Ataullaev, F.A. Ergashev Automated rectification of pulse response characteristics in radio engineering two-stage amplifiers //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 417. – pp. 05007
4. Sheina N. et al. Assessment of uncertainty and quality control in agricultural infrastructure //American Institute of Physics Conference Series. – 2024. – T. 3244. – №. 1. – C. 040014.
5. Ataullaev A. O., Kayumov B. B., Asadova M. A. Implementation of the Intelligent Tracking System With Wave Channels //International Scientific Journal Theoretical & Applied Science, Philadelphia, USA. – 2020. – №. 89. – C. 328-331.

ISSN 3030-3907

STRUCTURAL-PARAMETRIC JUSTIFICATION OF THE SLEWING UNIT OF AN EXCAVATOR SWING MECHANISM AND EVALUATION OF MATERIAL COMPATIBILITY

G‘aybulloyev Nusrat Sunatullo o‘g‘li
Design Engineer of the Design Department of JSC “NMMC” Navoi Machine-Building Plant.
Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li
Navoi State University of Mining and Technologies, Master’s student
Artikov Narmurad Nortajiyevich
Chief Designer of the Design Department of JSC “NMMC” Navoi Machine-Building Plant.
Turdinov To‘lqin Abriyevich
Deputy Chief Designer of the Design Department, Navoi Machine-Building Plant, JSC “NMMC”.

Abstract. This article presents a structural-parametric analysis of the slewing unit of an excavator swing mechanism and evaluates its main geometrical parameters and material properties. The study used the assembly drawing of the swing mechanism, working drawings of the base, cover, and internally toothed ring gear, catalogue data for three-row roller slewing bearings, and the results of spectral analysis of the ring gear material. The analysis showed that the swing mechanism is a large-sized annular support unit. Its main parameters were determined as follows: the maximum diameter of the base component is **2460 mm**, the number of holes in the base is **76**, the number of holes in the cover is **78**, the module of the internally toothed ring gear is **m = 14**, and the number of teeth is **z = 149**. The calculation-based evaluation showed that the pitch diameter of the ring gear is approximately **2086 mm**, while the circular pitch of the teeth is **43.98 mm**. The comparison with standard roller supports of the **2240 class** showed that the existing structure has a high level of compatibility in terms of external dimensions. The results of spectral analysis of the ring gear material confirmed that the sample corresponds to **40Kh steel**. Based on the obtained results, it was determined that the efficiency of the swing mechanism depends not on a separate type of support element alone, but on the mutual compatibility of structural geometry, mounting scheme, and material suitability.

Keywords: excavator, swing mechanism, slewing unit, internally toothed ring gear, structural analysis, parametric evaluation, roller support, mounting scheme, 40Kh steel, material compatibility.

Аннотация. В данной статье проведен конструктивно-параметрический анализ опорно-поворотного узла механизма поворота экскаватора, а также

ISSN 3030-3907

оценены его основные геометрические показатели и свойства материала. В исследовании использованы сборочный чертеж механизма поворота, рабочие чертежи деталей основания, крышки и внутреннего зубчатого венца, каталожные данные трехрядных роликовых опорно-поворотных подшипников, а также результаты спектрального анализа материала зубчатого венца. В результате анализа установлено, что механизм поворота представляет собой крупногабаритный кольцевой опорный узел. Его основные параметры определены следующим образом: максимальный диаметр детали основания составляет **2460 мм**, количество отверстий в основании — **76**, количество отверстий в крышке — **78**, модуль внутреннего зубчатого венца — **m = 14**, число зубьев — **z = 149**. Расчетная оценка показала, что делительный диаметр зубчатого венца составляет приблизительно **2086 мм**, а окружной шаг зубьев — **43,98 мм**. Сравнение со стандартными роликовыми опорами класса **2240** показало, что существующая конструкция имеет высокую степень соответствия по внешним габаритным размерам. Результаты спектрального анализа материала зубчатого венца подтвердили, что образец соответствует стали **40Х**. На основе полученных результатов установлено, что эффективность механизма поворота зависит не только от отдельного типа опорного элемента, но и от взаимного соответствия конструктивной геометрии, монтажной схемы и пригодности материала.

Ключевые слова: экскаватор, механизм поворота, опорно-поворотный узел, внутренний зубчатый венец, конструктивный анализ, параметрическая оценка, роликовая опора, монтажная схема, сталь 40Х, соответствие материала.

Annotatsiya. Mazkur maqolada ekskavator aylanish mexanizmining tayanch-burilish uzeli konstruktiv-parametrik jihatdan tahlil qilindi hamda uning asosiy geometrik ko‘rsatkichlari va material xususiyatlari baholandi. Tadqiqotda aylanish mexanizmining yig‘ma chizmasi, asos, qopqoq va ichki tishli venets detallarining ishchi chizmalari, uch qatorli rolikli tayanch-burilish podshipniklari katalog ma’lumotlari hamda tishli halqa materiali bo‘yicha spektral tahlil natijalaridan foydalanildi. Tahlil natijasida aylanish mexanizmi yirik gabaritli halqasimon tayanch uzeli ekani aniqlandi. Uning asosiy parametrlari quyidagicha belgilandi: asos detalining maksimal diametri **2460 mm**, asosdagi teshiklar soni **76 ta**, qopqoqdagi teshiklar soni **78 ta**, ichki tishli venets moduli **m = 14**, tishlar soni **z = 149**. Hisobiy baholash natijasida venetsning boshlang‘ich diametri taxminan **2086 mm**, tishlar aylana qadami esa **43,98 mm** ga teng ekani ko‘rsatildi. **2240 klass** standart rolikli tayanchlar bilan o‘tkazilgan taqqoslash mavjud konstruktsiya tashqi

ISSN 3030-3907

gabaritlar bo‘yicha yuqori moslikka ega ekanini ko‘rsatdi. Tishli halqa materiali bo‘yicha spektral tahlil natijalari namunaning **40X po‘latga** mos kelishini tasdiqladi. Olingan natijalar asosida aylanish mexanizmining samaradorligi faqat tayanch elementning alohida turiga emas, balki konstruktiv geometriya, montaj sxemasi va material mosligining o‘zaro uyg‘unligiga bog‘liq ekani aniqlandi.

Kalit so‘zlar: ekskavator, aylanish mexanizmi, tayanch-burilish uzeli, ichki tishli venets, konstruktiv tahlil, parametrik baholash, rolikli tayanch, montaj sxemasi, 40X po‘lat, material mosligi.

INTRODUCTION.

In modern mining and construction machinery, the excavator swing mechanism is considered one of the most critical units. The function of this unit is not only to ensure the rotation of the upper platform, but also to safely withstand the axial, radial, and overturning loads generated during operation and to distribute them uniformly across the supporting elements. Therefore, the base, cover, internally toothed ring gear, and slewing bearing included in the swing mechanism must operate together with high accuracy.

According to the drawings and systematized parameters, the maximum diameter of the base component in the considered unit is **2460 mm**, with **76 holes of Ø26 mm**. The cover contains **78 holes of Ø26 mm**, while the internally toothed ring gear has a module of **m = 14** and a number of teeth of **z = 149**. These indicators confirm that the unit is designed as a large-sized structure intended to operate under heavy-load conditions.

In practice, when improving such units, the main issues are often the type of support element, the operational reliability of the ring gear, and the compatibility of the housing components. However, in many cases, the problem is not limited only to the selection of the bearing type. In fact, the efficiency of the slewing unit is determined by the rigidity of the annular housing, the arrangement of the mounting holes, the torque transmission capacity of the ring gear, and the suitability of the material for operating conditions. From this point of view, this article evaluates the slewing mechanism as an integrated structural system and substantiates the geometrical and material compatibility of its individual elements.

The main parameters of the internally toothed ring gear in the considered unit deserve special attention. The module **m = 14** and the number of teeth **z = 149** indicate that the mechanism is intended for transmitting high torque. Under such conditions, the load acting on the support zone also increases, and local stresses may occur in the bearing raceways, support rings, and fastening zones. Therefore, when evaluating the design, not only torque transmission but also the degree of uniform load distribution along the support contour is an important criterion. In

ISSN 3030-3907

particular, the presence of numerous holes in the base and cover shows that the design aims to increase mounting rigidity and create stable clamping along the ring.

Along with structural evaluation, material selection is also of particular importance. Spectral Analysis Report No. **447-25** for the ring gear indicates that the sample material is **40Kh steel**, containing **0.40% carbon**, **0.29% silicon**, **0.76% manganese**, **0.92% chromium**, **0.017% phosphorus**, and **0.015% sulfur**. These indicators were assessed as complying with the requirements of **GOST 4543–2016**. The results show that the ring gear material satisfies practical requirements in terms of mechanical strength and wear resistance. Therefore, in the evaluation of the swing mechanism, a materials science approach is necessary together with structural-parametric analysis.

The purpose of this article is to analyze the structural-parametric configuration of the slewing unit of an excavator swing mechanism, systematize its main geometrical parameters, determine its compatibility with a series of standard roller slewing bearings, and evaluate the suitability of the ring gear material for the selected design.

Through this approach, the main structural factors that ensure the optimal operation of the unit are identified.

MATERIALS AND METHODS.

The assembly drawing of the swing mechanism, working drawings of the base, cover, and internally toothed ring gear, the catalogue of three-row cylindrical roller slewing bearings, the **GOST 3722–2014** standard for steel balls, and the spectral analysis report of the ring gear material were used as the main sources in the study. The research object was the excavator swing mechanism, while the research subject was the structural, mounting, and material parameters of its slewing unit.

At the first stage of the work, a structural-geometrical analysis was carried out. In this stage, the annular shape of the base and cover components, mating diameters, number of mounting holes, and supporting surfaces were examined. The following parameters were systematized: an outside overall dimension of **2460 mm** and **76 holes of Ø26 mm** for the base, **78 holes of Ø26 mm** for the cover, and **m = 14** and **z = 149** for the internally toothed ring gear. At this stage, the structure was evaluated as a large-sized unit with a multi-point fastening scheme.

Table 1.

Main parameters of the updated swing mechanism

Parameter	Value
Maximum diameter of the base component	2460 mm
Number of holes in the base	76 holes, Ø26 mm

ISSN 3030-3907

Number of holes in the cover	78 holes, Ø26 mm
Module of the internally toothed ring gear	m = 14
Number of teeth	z = 149
Ring gear material	40Kh steel
Closest standard support class	2240

At the second stage, compatibility with standard sizes was analyzed. For this purpose, large-sized variants of the **130, 131, and 133 series** from the catalogue of three-row cylindrical roller slewing bearings were considered. In particular, the main dimensions of the **130.45.2240**, **131.45.2240**, and **133.45.2240** standard sizes were analyzed. For these variants, the outside diameter is specified as **2461 mm**, the inside diameter as **2019 mm**, the overall height as **231 mm**, with **60 mounting holes of Ø33 mm** and **M30 mounting threads**. These values were compared with the external dimensions shown in the drawings of the existing unit, and the compatibility of the standard size was evaluated.

At the third stage, a materials science analysis was carried out. The chemical composition data from Test Report No. **447-25** for the ring gear material were summarized, and their compliance with the standard range for **40Kh steel** was checked. In the evaluation, the percentage values of carbon, silicon, manganese, chromium, phosphorus, and sulfur were accepted as the main criteria. At this stage, the material of the component was considered sufficiently justified for use in the structure.

At the fourth stage, an auxiliary comparative approach was applied. Based on the **GOST 3722–2014** standard for steel balls, the accuracy grades, diameter deviations, and hardness requirements were summarized as standard quality indicators of ball supports. These data were used not for direct new calculations, but to strengthen the conclusions related to the load-receiving scheme and structural solutions in the slewing unit.

RESULTS

The conducted analysis showed that the considered variant of the swing mechanism is formed as a large annular slewing unit. The large-diameter configuration of the base and cover components, the large number of mounting holes, and the location of the internally toothed ring gear in the central part of the unit indicate that a structural scheme intended to distribute the load along the ring in the support zone was selected.

This result confirms that the structure is designed to operate not locally, but along the entire contour.

Formula 1. Pitch diameter of the internally toothed ring gear

$$d = m \cdot z$$

ISSN 3030-3907

Where:

- **d** — pitch diameter, mm
- **m** — module
- **z** — number of teeth

d=14x149=2086mm

The pitch diameter, which is one of the main geometrical parameters of the internally toothed ring gear, is determined by the module and the number of teeth:

$$\mathbf{d = m \cdot z}$$

As a result of the calculation, this diameter was found to be 2086 mm. The systematization of the main parameters showed that geometrical compatibility is well maintained in the unit. The fact that the maximum diameter of the base component is 2460 mm, while the outside diameter of the roller supports of the 2240 class in the standard catalogue is 2461 mm, indicates practical compatibility. The difference here is minimal, which means that the slewing unit can be brought close to a standard size. In addition, the parameters D1 = 2395 mm and D2 = 2085 mm given for the 131.45.2240 and 133.45.2240 variants in the catalogue show functional similarity with the annular support contour of the existing structure.

The results obtained for the mounting scheme were also positive. The presence of 76 holes in the base and 78 holes of Ø26 mm in the cover indicates that the unit has a high fastening density. In the catalogue roller supports, 60 holes of Ø33 mm and M30 threaded joints are provided. This difference shows that the considered structure is not a direct copy of the catalogue variant, but a modernized unit with its own fastening scheme. At the same time, the large number of holes gives a useful result in terms of creating uniform clamping along the ring and increasing the rigidity of the housing.

The parametric analysis of the internally toothed ring gear confirmed its leading role in torque transmission. The module **m = 14** and the number of teeth **z = 149** showed that the transmission is designed to receive high loads and torques. In this case, the large module has a positive effect on the strength of the tooth contact zone, while the relatively large number of teeth helps to improve the smooth operation of the swing mechanism. On this basis, the ring gear was evaluated not only as a transmission element, but also as a central component that directly affects the operation of the entire slewing unit.

Formula 2. Compatibility coefficient of outside diameters

$$K_D = \frac{\mathrm{Dk}}{\mathrm{Ds}}$$

Where:

- K_D — diameter compatibility coefficient

ISSN 3030-3907

- D_k — diameter in the structure
- D_s — standard support diameter

Calculation:

$$K_D = \frac{2460}{2461} = 0.9996$$

The compatibility coefficient between the outside diameters of the structure and the standard roller support is **KD = 0.9996**, which indicates a very high level of geometrical compatibility.

Formula 3. Relative deviation

$$\Delta D = \frac{|Dk - Ds|}{Ds} \cdot 100\%$$

Calculation:

$$\Delta D = \frac{|2460 - 2461|}{2461} \cdot 100 = 0.04\%$$

As a result of the calculation, it was determined that the relative deviation between the outside diameters is only **0.04%**. This indicates that the existing structure is very close to the series of standard roller supports.

The results of the material analysis showed that the selected **40Kh steel** for the ring gear corresponds to the standard composition. The values of **0.40% carbon**, **0.92% chromium**, and **0.76% manganese** indicate the material's suitability in terms of strength and heat treatment. The low content of phosphorus and sulfur reduces the risk of brittleness. As a result, the ring gear material was found to be practically justified for the operation of the structure under high-load conditions.

Table 3.

Chemical composition of the ring gear material

Element	Content, %
C	0.40
Si	0.29
Mn	0.76
Cr	0.92
P	0.017
S	0.015

As a result of the auxiliary comparative analysis, it was determined that although the standard requirements for ball elements are very precisely regulated, the main advantage in the considered large-sized unit depends on geometrical compatibility and the load distribution scheme.

ISSN 3030-3907

In other words, within the framework of this study, the main result was the conclusion that the efficiency of the slewing unit is determined more by the structural compatibility of the entire unit than by the accuracy of an individual element.

DISCUSSION.

The obtained results showed the need for a systematic approach to the evaluation of the slewing unit of the excavator swing mechanism. While the first article mainly focused on the comparative characteristics of ball and roller supports, this study considered structural-parametric compatibility as the central issue. This approach made it possible to explain the efficiency of the unit not only by the type of supporting element, but also by the combined operation of the housing, ring gear, and mounting scheme.

The large number of mounting holes in the annular housing elements and the large support diameters increase the rigidity reserve of the structure. This is especially important when overturning moments and uneven loads occur in the swing mechanism. Therefore, it is appropriate to consider the base and cover not merely as auxiliary components, but as active structural elements that redistribute the load. From this point of view, the mounting scheme in the considered unit makes a significant contribution to the overall stability of the slewing unit.

The determination of compatibility with the catalogue of standard roller supports increases the practical value of this modernization. The almost complete correspondence of the external dimensions with the **2240 class** standard sizes shows that the structure can be brought closer to a standardized industrial series. This is useful in the subsequent stages in terms of using ready-made standard solutions, ensuring spare parts supply, and simplifying maintenance. Such a result indicates that the modernized unit is also convenient from the point of view of manufacturing and operation.

Table 4.

Comparison of the parameters of the structure and the standard roller support

Indicator	Investigated structure	Standard roller support (2240 class)
Outside diameter	2460 mm	2461 mm
Internal/geometrical main zone	approx. compatible in the range of 2086–2019 mm	2019 mm
Height	structural according to the drawing	231 mm

ISSN 3030-3907

Number of main holes	76	60
Number of holes in the cover	78	60
Module of the internally toothed ring gear	14	depends on the catalogue type
Number of teeth of the internally toothed ring gear	149	depends on the type

When the parameters of the internally toothed ring gear, namely **m = 14** and **z = 149**, are considered together with the standard composition of **40Kh steel**, it can be seen that the unit's ability to transmit torque and resist wear is sufficiently justified.

The main scientific and practical aspect here is that both the structural parameters and the material indicators should not be evaluated separately, but as a complex integrated system. This comprehensive approach constitutes the main difference between the present article and the first article.

CONCLUSION.

The structural analysis showed that the base and cover components of the swing mechanism form a large-diameter support zone and serve to distribute the load uniformly along the ring through numerous mounting holes. Such a structural solution creates favorable conditions for the use of a roller slewing bearing. This is because, in a roller-type scheme, the load is effectively received in several directions and is better compatible with this design. As a result, a reduction in deformation in the support zone and an increase in overall stability can be expected. The parameters of the internally toothed ring gear also confirm that the modernized unit is intended for severe operating conditions. The fact that the module is equal to **14** and the number of teeth is **149** indicates that the swing mechanism has the ability to transmit high torque. Under such conditions, the load acting on the supporting element also increases. Therefore, the use of a roller bearing that receives the load over a wider contact surface is considered structurally justified.

REFERENCES

1. Ataullaev A., Ataullaev O., Juraev N., Isaev D. Control Mechanism for the Rotational Support System of an Antenna // Proceedings of the IV International Conference on Advances in Materials, Earth Science, and Technology AIP Conf. Proc. 3390, 060030-1–060030-8; https://doi.org/10.1063/5.0322334.

2. Isaev D., Khamidov B., Ataullaev A., Ravshanov J., Juraev N. Comparative Analysis of Wear-Resistant Coating on Carbide end Mills Using Vibrodiagnostic Method // Proceedings of the IV International Conference on Advances in Materials, Earth Science, and Technology AIP Conf. Proc. 3390, 020016-1–020016-7; https://doi.org/10.1063/5.0322333

ISSN 3030-3907

3. A.O. Ataullaev, O.X. Ataullaev, F.A. Ergashev Automated rectification of pulse response characteristics in radio engineering two-stage amplifiers //E3S Web of Conferences. – EDP Sciences, 2023. – T. 417. – pp. 05007
4. Sheina N. et al. Assessment of uncertainty and quality control in agricultural infrastructure //American Institute of Physics Conference Series. – 2024. – T. 3244. – №. 1. – C. 040014.
5. Ataullaev A. O., Kayumov B. B., Asadova M. A. Implementation of the Intelligent Tracking System With Wave Channels //International Scientific Journal Theoretical & Applied Science, Philadelphia, USA. – 2020. – №. 89. – C. 328-331.

ISSN 3030-3907

UDC: 621.914.2:621.7.02:004.94

RESEARCH OF THE MILLING PROCESS OF A CYLINDRICAL SURFACE BY AN ORIENTED INSTRUMENT

Otaqoziyev Ziyodullo Abdullojonovich
Yangiyer Branch of Tashkent Institute of Chemical Technology, Faculty of Engineering and Green Economy, Department of Automation and Technological Processes, Assistant Lecturer.
ORCID: 0009-0001-2366-9220
E-mail: ziyodullootaqoziyev966@gmal.com
Tel: +99888-121-88-55
Berdiev Usmon Tolib o‘g‘li
Independent Researcher Yangiyer Branch of the Tashkent Institute of Chemical Technology
ORCID: 0009-0009-7320-4219
E-mail: usmonberdiyev5@gmail.com
Tel: +99897-123-84-74

Abstract. The object of this study is the milling process of a cylindrical surface using a tool whose axis intersects the axis of the workpiece. During the research, generalized modular three-dimensional models were applied to describe the tool surface, material removal, and the formation of the cylindrical surface. These models are based on three unified modules: the tool module, the surface-forming module, and the orientation module. In addition, computer simulation methods were employed to construct a three-dimensional model of the milling process of a cylindrical surface using an oriented cutting tool. A graphical representation of the oriented milling process for a cylindrical surface was developed. A cylindrical surface-forming module of the tool was designed, described by the product of displacement matrices along the corresponding coordinate axes, as well as a model of the machined surface represented by the product of the tool radius vector and its orientation module within the shaft coordinate system. A distribution curve of the specific productivity of the milling process along the tooth profile of the tool was obtained for machining under intersecting axes of the cutter and the workpiece. Analysis of this curve demonstrated that milling with an oriented tool improves the accuracy of surface formation due to more uniform tool wear. The angle between the axes of the cylindrical surface and the tool was determined based on the condition of achieving maximum material removal while ensuring uniform loading of the end part of the milling cutter. For this purpose, a three-dimensional model of the milling process with intersecting axes of the tool and the workpiece was developed, in which rough milling is performed by the end face of the cutter, while

ISSN 3030-3907

finishing is carried out by its peripheral part. The study showed that during finishing milling, the rotation angle of the cutter should be selected to ensure full engagement of the peripheral cutting edges. An increase in machining efficiency is achieved through the intersection of the tool and workpiece axes, which enables programmable control of the intersection point and ensures uniform tool wear, thereby improving the quality of the machined surface. Additionally, the application of high-speed milling is considered a promising approach for further increasing process productivity.

Keywords: intersecting-axis milling, oriented milling cutter, modular three-dimensional modeling, intersection angle, cylindrical workpiece.

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotning obyekti asbob o‘qi ishlov berilayotgan detal o‘qi bilan kesishadigan sharoitda silindrik sirtni frezalash jarayonidir. Tadqiqot davomida asbob sirtini, qo‘shimcha qatlamni olib tashlash jarayonini va silindrik sirtni shakllantirishni tavsiflash uchun umumlashtirilgan modulli uch o‘lchamli modellar qo‘llanildi. Ushbu modellar uchta unifikatsiyalangan modulga asoslangan: asbob moduli, shakllantirish moduli va orientatsiya moduli. Bundan tashqari, yo‘naltirilgan kesuvchi asbob yordamida silindrik sirtni frezalash jarayonining uch o‘lchamli modelini qurish uchun kompyuter modellashtirish usullaridan foydalanildi. Yo‘naltirilgan freza bilan silindrik sirtni frezalash jarayonining grafik sxemasi ishlab chiqildi. Asbobning silindrik sirtini shakllantirish moduli mos koordinata o‘qlari bo‘ylab siljish matritsalarining ko‘paytmasi orqali tavsiflandi, shuningdek, ishlov berilgan sirt modeli asbob radius-vektori va uning val koordinatalar tizimidagi orientatsiya modulining ko‘paytmasi sifatida ifodalandi. Freza va detal o‘qlari kesishgan holatda ishlov berishda frezalash jarayonining xususiy unumdorligining asbob tishi profili bo‘ylab taqsimlanish grafigi olindi. Ushbu grafik tahlili shuni ko‘rsatdiki, yo‘naltirilgan asbobdan foydalanish asbobning bir tekis yeyilishi hisobiga shakllantirish aniqligini oshirish imkonini beradi. Silindrik sirt va asbob o‘qlari orasidagi burchak frezaning uch qismi bir tekis yuklanishini ta’minlagan holda maksimal materialni olib tashlash sharti asosida aniqlandi. Shu maqsadda asbob va detal o‘qlari kesishgan holatda frezalash jarayonining uch o‘lchamli modeli ishlab chiqildi, bunda qo‘pol ishlov frezaning uch qismi orqali, yakuniy ishlov esa uning periferik qismi orqali amalga oshiriladi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, yakuniy frezalashda frezaning burilish burchagi uning periferik kesuvchi qirralari to‘liq yuklanishini ta’minlashi lozim. Ishlov berish samaradorligining oshishi asbob va detal o‘qlarining kesishishi hisobiga erishiladi, bu esa ularning kesishish nuqtasini dasturlash imkonini beradi hamda frezaning bir tekis yeyilishini ta’minlab, ishlov berilgan sirt sifatini yaxshilaydi. Bundan tashqari, yuqori tezlikda frezalash

ISSN 3030-3907

texnologiyasidan foydalanish jarayon unumdorligini oshirishning istiqbolli yo‘nalishi sifatida ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: o‘qlari kesishgan holda frezalash, yo‘naltirilgan freza, modulli uch o‘lchamli modellashtirish, kesishish burchagi, silindrik detal.

Аннотация. Объектом данного исследования является процесс фрезерования цилиндрической поверхности с использованием инструмента, ось которого пересекается с осью обрабатываемой детали. В ходе исследования применялись обобщённые модульные трёхмерные модели для описания поверхности инструмента, процессов снятия припуска и формообразования цилиндрической поверхности. Указанные модели основаны на трёх унифицированных модулях: инструментальном, модуле формообразования и модуле ориентации. Кроме того, использовались методы компьютерного моделирования для построения трёхмерной модели процесса фрезерования цилиндрической поверхности ориентированным инструментом. Разработана графическая схема процесса фрезерования цилиндрической поверхности ориентированной фрезой. Создан модуль формообразования цилиндрической поверхности инструмента, описываемый произведением матриц перемещений вдоль соответствующих координатных осей, а также модель обработанной поверхности, представленная произведением радиус-вектора инструмента и модуля его ориентации в системе координат вала. Получена кривая распределения удельной производительности процесса фрезерования вдоль профиля зуба инструмента при обработке со скрещёнными осями фрезы и детали. Анализ данной зависимости показал, что применение ориентированного инструмента способствует повышению точности формообразования за счёт более равномерного износа инструмента. Определён угол между осями цилиндрической поверхности и инструмента, который выбирается из условия обеспечения максимального съёма материала при равномерной нагрузке торцевой части фрезы. С этой целью разработана трёхмерная модель процесса фрезерования со скрещёнными осями инструмента и детали, при котором черновая обработка осуществляется торцевой частью фрезы, а чистовая — её периферийной частью. Установлено, что при чистовом фрезеровании угол поворота фрезы должен обеспечивать полное нагружение периферийных режущих кромок. Повышение эффективности обработки достигается за счёт скрещивания осей инструмента и детали, что позволяет программно задавать точку их пересечения, а также за счёт равномерного износа фрезы, повышающего качество обработанной поверхности. Дополнительно отмечено, что

ISSN 3030-3907

применение высокоскоростного фрезерования является перспективным направлением для увеличения производительности процесса.

Ключевые слова: фрезерование со скрещёнными осями, ориентированная фреза, модульное трёхмерное моделирование, угол скрещивания, цилиндрическая деталь.

1. INTRODUCTION

Cylindrical components represent one of the most widespread categories of parts manufactured in mechanical engineering industries. For such components to meet technical specifications, their functionally significant surfaces must comply with strict requirements related to dimensional accuracy and surface quality. Milling is considered an efficient and highly productive machining method for the processing of cylindrical parts.

Investigating the milling process of cylindrical surfaces enables an increase in machining productivity while preserving the required accuracy and surface integrity. For instance, study [1] presents the results of machining cylindrical surfaces using a system of disk-type milling cutters. In work [2], a method for machining large-diameter cylindrical parts is proposed, in which two end mills with axes intersecting the axis of the workpiece are applied, combined with longitudinal feed motion along the workpiece axis. The characteristics of milling with intersecting axes between cylindrical parts and cutting tools were analyzed in [3]. Moreover, studies [4, 5] focused on various aspects of cylindrical surface milling processes.

Three-dimensional modeling approaches for different milling techniques were investigated in [6, 7], highlighting the effectiveness of spatial simulation in machining analysis. Consequently, the investigation of cylindrical surface milling using an oriented cutting tool remains a relevant and important research task. Therefore, the object of this study is the milling process involving intersecting axes of the cylindrical surface and the cutting tool. The aim of the research is to develop a three-dimensional model of cylindrical surface milling that employs both the end and peripheral parts of the cutter under conditions of crossed axes between the tool and the workpiece.

2. METHODS OF RESEARCH

The research methodology is based on the theoretical and practical findings presented in studies [8, 9]. A schematic representation of the milling process with intersecting axes between the milling cutter (1) and the shaft (2) is shown in Fig. 1.

To construct a three-dimensional model of the cutting tool surface, it is necessary to define a cylindrical surface-forming module. This module accounts for variations in the coordinate position along the cutting edge profile of the tool

ISSN 3030-3907

tooth, as well as changes in the tool rotation angle φ. The shaping module enables an accurate description of the spatial position of the tool surface during the milling process and forms the basis for further modeling of material removal and surface formation mechanisms.

$$\vec{R}_t = M^C_{Z_t,\alpha,R_t} \cdot \vec{e}_4, \quad (1)$$

where $\vec{R}_t$ is the radius vector corresponding to the points of the tool surface, $M^C_{Z_t,\alpha,R_t}$ denotes the cylindrical surface-forming module, and $\vec{e}_4$ represents the radius vector of the initial reference coordinate system coordinate [8].

The cylindrical surface-forming module of the cutting tool is expressed as a product of displacement matrices $M2$ and $M3$ acting along the Y_t and Z_t axes, together with the rotation matrix $M6$ describing rotation about the OZ_t axis:

$$M^C_{Z_t,\alpha,R_t} = M3(Z_t)\, M6(\alpha)\, M2(R_t). \quad (2)$$

Here, $Z_t = 0 \ldots H$ is the linear coordinate measured along the periphery of the tool tooth and varies from zero to the cutter width H, R_t is the outer radius of the cutting tool, and $\alpha = 0 \ldots 360°$ is the angular coordinate defined along the tool profile.

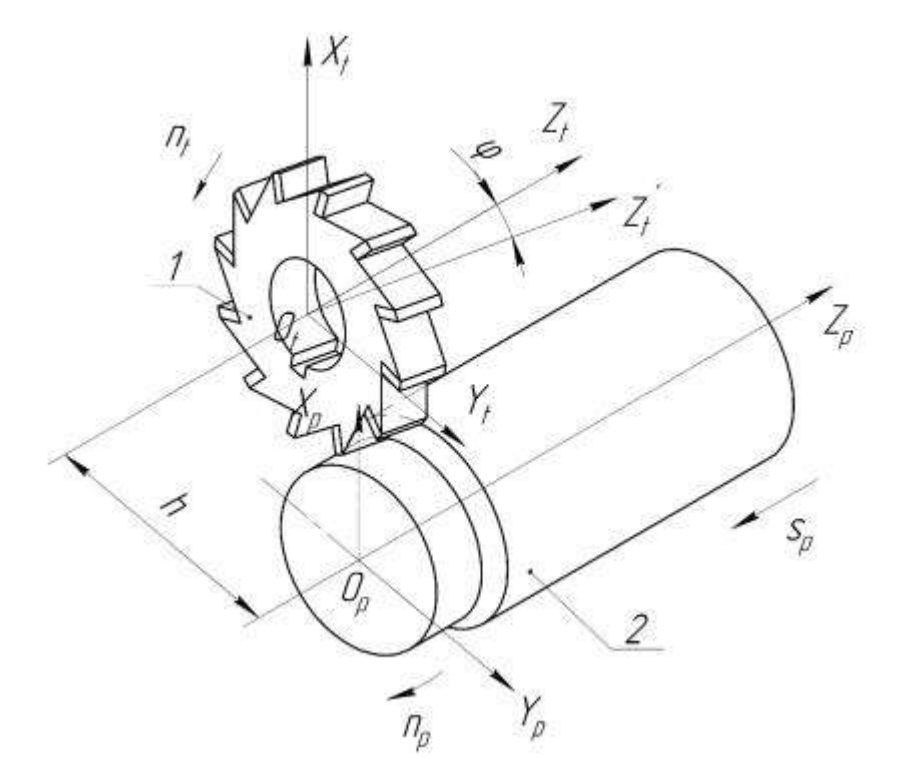


Fig. 1. Scheme of milling a cylindrical surface with an oriented tool: 1 – mill; 2 – shaft

The product of the radius vector of the tool and its orientation module in the shaft coordinate system, as well as the part shaping module, have a machined part surface:

ISSN 3030-3907

$$\bar{R}_p = M^C_{Z_p,\beta_p,h} \cdot M^S_{\alpha,\beta} \cdot \bar{R}_t = M3(Z_p)M6(\beta_p)M2(h)M4(\varphi)M5(\psi), \quad (3)$$

Where $M^C_{Z_p,\beta_p,h} = M3(Z_p)\, M6(\beta_p)\, M2(h)$ is the cylindrical module describing the relative motion of the cutting tool with respect to the workpiece; Z_p denotes the feed of the part along the axis OZ_p; β_p is the rotation angle of the workpiece; h represents the center distance between the tool and the shaft. The spherical orientation module of the tool in the coordinate system of the workpiece is defined as $M^S_{\alpha,\beta} = M4(\varphi)\, M5(\psi)$, where φ is the intersection angle between the axes of the cutter and the workpiece, and ψ is the rotation angle of the tool in the coordinate system of the shaft [8, 9].

Using equation (1) and (2), the cylindrical surface obtained during machining with an oriented cutting tool can be described by the following relation:

$$\bar{R}_p = M^C_{Z_p,\beta_p,h} \cdot M^S_{\alpha,\beta} \cdot M^C_{Z_t,\alpha,R_t} \cdot \vec{e}_4. \quad (4)$$

The condition of contact between the cutter profile and the workpiece surface at various time [3] is applied to determine the profile of the machined shaft. A modular three-dimensional representation of the tool surface $\bar{R}_t$ (equation (1)) is further employed to evaluate the specific processing productivity Q:

$$Q = \int_{\alpha_1}^{\alpha_2} V_n \cdot R_t \, d\alpha. \quad (5)$$

where V_n denotes the projection of the relative velocity vector of the milling cutter onto the direction normal to its surface; α_{t1} and α_{t2} are the angular coordinates measured along the profile of the cutting tool. The distribution of the specific processing productivity Q along the cutter tooth profile during machining with an oriented tool is illustrated in Fig. 2. n the diagram (Fig. 2), the interval from i_{end} to i_{st} corresponds to the end part of the milling cutter, where i_{st} begins at the peripheral section of the tool. In this zone, the removal of the rough allowance is performed by the end face of the cutter tooth, whereas the finishing allowance is removed by the peripheral cutting edges. It is observed that the value of the specific processing productivity Q decreases in the direction from i_{end} to i_{st} and then remains at relatively low levels. Consequently, milling a cylindrical surface with an oriented tool ensures high forming accuracy due to reduced wear of the peripheral sections of the cutter teeth during finishing operations. Accordingly, rough machining of cylindrical surfaces using an oriented milling cutter is advisable to carry out with the end face of the tool, while finishing should be performed by the peripheral part. This machining strategy guarantees the required surface quality and dimensional accuracy of the processed parts. To achieve the maximum possible material removal while maintaining uniform loading of the end

ISSN 3030-3907

face of the cutter during rough milling of a cylindrical surface, the tool must be rotated relative to the workpiece by an angle φ, which is defined as follows:

$$\varphi = 2s_p \sqrt{\frac{(R_p + r_z)^2}{4(r_z + m)^2 R_p^2 - \left[2r_z(R_p - m) - m^2\right]^2}}, \quad (6)$$

where m is the machining allowance [9]; s_p denotes the longitudinal feed of the workpiece; r_z is the radius of the workpiece. During finishing operations, the milling cutter must be oriented relative to the workpiece at such an angle that the terminal point i_{end} of the curvature radius r of the cutter tooth is positioned on the radius r_z of the workpiece (Fig. 3).

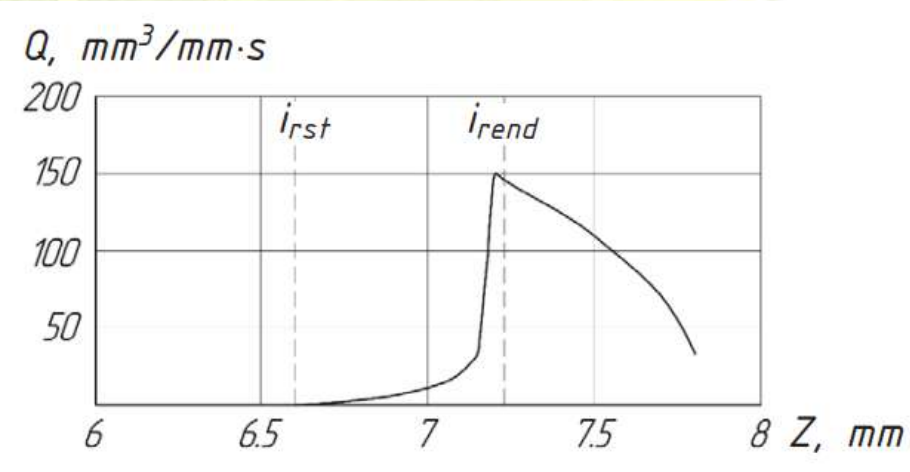


Fig. 2. Distribution of specific processing productivity along the tooth profile of the tool

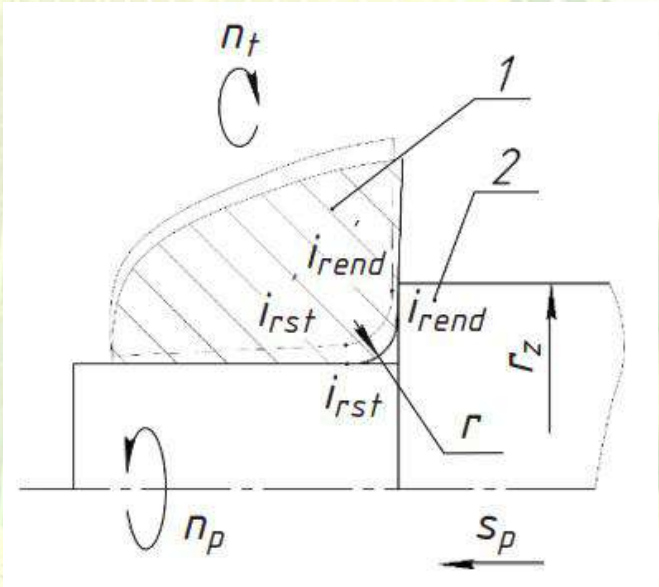


Fig. 3. The scheme for determining the orientation angle of the tool relative to the part: 1 – mill; 2 – workpiece

ISSN 3030-3907

This placement of the tool will provide the condition for a full load of the peripheral section of the cutter during finishing of parts. This will contribute to an even distribution of forces and wear of the cutter teeth.

3. RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

Using the results of studies in [10], a three-dimensional model of the process of milling a cylindrical surface 2 (Fig. 4) with an oriented tooth of a mill 1 in the form of a tetrahedral plate is created. The universal software ABAQUS is used to create this model. The finite element mesh is applied using the Mesh module. The shape of the elements is chosen hexahedral. The resulting stress distribution model makes it possible to analyze the state of the surface layer of the part in the process of milling with an oriented tool. So, according to Fig. 4, the highest stress values (4390 MPa) fall on the insertion zone of the cutting insert into the part, and when approaching the periphery of the tool they decrease (295 MPa).

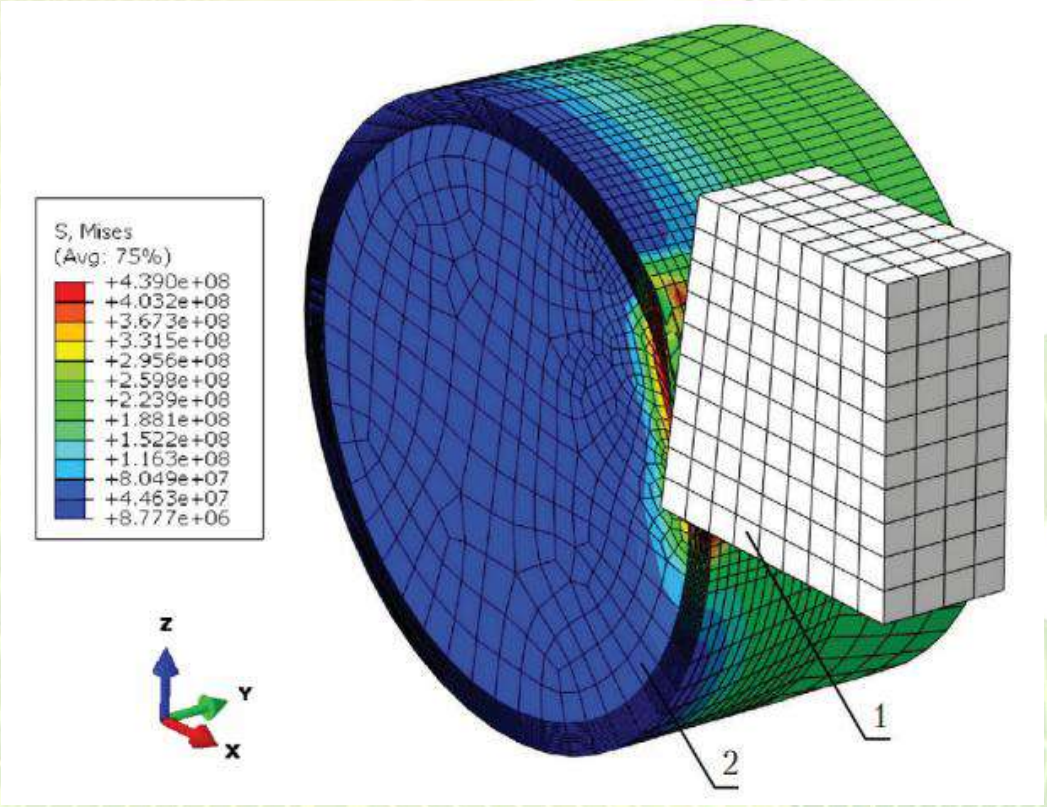


Fig. 4. Three-dimensional model of the process of milling a cylindrical surface with an oriented tool: 1 – oriented mill tooth; 2 – processed shaft

During the milling of a cylindrical surface under conditions of intersecting tool axes, the end face of the cutter tooth is used to remove the rough machining allowance, whereas the peripheral cutting edges perform the removal of the finishing allowance and ensure the final formation of the workpiece surface. Such a functional separation of the stock removal process leads to improved machining productivity and enhanced forming accuracy, which is achieved as a result of uniform and minimal wear of the finishing section of the cutting tool (Fig. 2). The

ISSN 3030-3907

efficiency of the oriented milling process is influenced by factors such as the cutter width, the number of cutting inserts, and the material from which these inserts are manufactured. In this machining scheme, rough milling is performed using a cutter orientation angle determined by equation (6), which guarantees uniform loading of the end face of the tool and allows the maximum material allowance to be removed. Finishing milling, in turn, is carried out at a tool rotation angle that ensures full engagement of the peripheral cutting edges, thereby providing the required conditions for high-quality surface formation (Fig. 3).

4. CONCLUSIONS

A three-dimensional model of the milling process has been created, enabling a detailed investigation of both material allowance removal and surface formation mechanisms of the machined part. The proposed approach enhances machining productivity by utilizing the intersection of the tool and workpiece axes, while the accuracy of surface shaping is improved through the ability to program the intersection point between the cutter axis and the cylindrical workpiece. The application of end-face machining for roughing operations combined with peripheral cutting during finishing ensures uniform tool wear. For efficient rough milling, the cutter rotation angle is selected based on the conditions of uniform loading and maximum material removal by the end face of the tool. During finishing operations, the rotation angle is chosen to guarantee full engagement of the peripheral cutting edges. In addition, the developed stress distribution model allows for the evaluation of the surface layer condition of the workpiece during the milling process using an oriented cutting tool.

REFERENCES

1. Gryazev, M. V., Stepanenko, A. V. (2010). Perspektivnye tekhnologii obrabotki poverhnostej vrashcheniya frezerovaniem. *Izvestiya TulGU. Seriya: Tekhnicheskie nauki*, 2 (1), 130–136. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivnyetehnologii-obrabotki-poverhnostey-vrascheniya-frezerovaniem

2. Poletaev, V. A., Volkov, D. I. (2001). Osobennosti struzhkoobrazovaniya pri frezerovanii i frezotochenii tel vrashcheniya. *Inzhenernyi zhurnal*, 7, 18–21.

3. Kalchenko, V., Sira, N., Kalchenko, D., Aksonova, O. (2018). Investigation of the milling cylindrical surfaces process with tool and shaft crossed axes. *Technical sciences and technologies*, 4 (14), 18–27. doi:10.25140/2411-5363-2018-4(14)-18-27

4. Sliednikova, O., Vynnyk, V., Sklyar, V., Aksonova, O. (2019). Modular 3D modeling of tools, process of adaptation removal and forming at milling the cams

ISSN 3030-3907

with crossing tools and details. *Technical sciences and technologies*, 1 (15), 53–62. doi:10.25140/2411-5363-2019-1(15)-53-62

5. Gryazev, M. V., Stepanenko, A. V. (2010). Frezerovanie naruzhnyh cilindricheskih poverhnostei torcovymi frezami. *Izvestiya TulGU. Seriya Tekhnicheskie nauki*, 2 (1), 140–148. Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/frezerovanie-naruzhnyhtsilindricheskih-poverhnostey-tortsovymi-frezami

6. Rubeo, M. A., Schmitz, T. L. (2016). Milling force modeling: A comparison of two approaches. *Procedia Manufacturing*, 5, 90–105. doi:10.1016/j.promfg.2016.08.010

7. Tang, D. W., Wang, C. Y., Hu, Y. N., Song, Y. X. (2009). Finite-element simulation of conventional and high-speed peripheral milling of hardened mold steel. *Metallurgical and Materials Transactions A*, 40 (13), 3245–3257. doi:10.1007/s11661-009-9983-1

8. Grabchenko, A. I., Kal'chenko, V. I., Kal'chenko, V. V. (2009). *Shlifovanie so skreshchivayushchimisya osyami instrumenta i detali*. Chernigov: CHDTU.

9. Kalchenko, V. I., Kalchenko, V. V., Sira, N. M., Kalchenko, D. V. (2016). Modular 3D modeling of tools, material removal processes and forming in grinding with crossed axes. *Rezanye i instrument v tekhnologicheskikh sistemakh*, 86, 36–48. Available at: http://repository.kpi.kharkov.ua/bitstream/KhPIPress/24131/1/RITS_2016_86_Kalchenko_Modulne.pdf

10. Krivoruchko, D. V., Zaloga, V. A. (2012). *Modelirovanie protsessov rezaniya metodom konechnykh elementov: metodologicheskie osnovy*. Sumy: Universitetskaya kniga.

11. Altintas, Y. (2012). *Manufacturing Automation: Metal Cutting Mechanics, Machine Tool Vibrations, and CNC Design*. Cambridge: Cambridge University Press.

12. Budak, E., Altintas, Y. (1998). Analytical prediction of chatter stability in milling—Part I: General formulation. *Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control*, 120 (1), 22–30.

13. Denkena, B., Biermann, D. (2014). Cutting edge geometries. *CIRP Annals*, 63 (2), 631–653.

14. Engin, S., Altintas, Y. (2001). Mechanics and dynamics of general milling cutters. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 41 (15), 2195–2212.

15. Smith, S., Tlusty, J. (1991). An overview of modeling and simulation of the milling process. *Journal of Engineering for Industry*, 113 (2), 169–175.

ISSN 3030-3907

16. Schmitz, T. L., Smith, K. S. (2009). *Machining Dynamics: Frequency Response to Improved Productivity*. New York: Springer.
17. Wan, M., Zhang, W., Qin, G., Ma, Y. (2015). Efficient calculation of cutting force in milling with arbitrary tool geometry. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 77 (1–4), 93–104.
18. Ozturk, E., Budak, E. (2010). Modeling of 5-axis milling processes. *Machining Science and Technology*, 14 (4), 491–514.
19. Arrazola, P. J., Özel, T., Umbrello, D., Davies, M., Jawahir, I. S. (2013). Recent advances in modeling of metal machining processes. *CIRP Annals*, 62 (2), 695–718.
20. Denkena, B., Bergmann, B., Schürmann, S. (2016). Tool orientation in five-axis milling and its influence on surface integrity. *Production Engineering*, 10 (4), 409–417.

ISSN 3030-3907

TABIIY VA OQOVA SUVLARNI XLORLASH ORQALI ZARARSIZLANTIRISHNI ZAMONAVIY USULLARI

Maxmudov M.J.
Buxoro davlat texnika universiteti
Mamadaminova Z.F.
Muborak gazni qayta ishlash zavodi

Annotatsiya. Mazkur maqolada tabiiy va oqova suvlarni zararsizlantirish jarayoni, xususan, dezinfeksiyaning eng keng tarqalgan hamda samarali usullaridan biri bo‘lgan xlorlash metodi ko‘rib chiqiladi. Suvga ishlov berishning reagent tayyorlash, dozalash, kontaktlash va dexlorsizlantirish kabi asosiy bosqichlari tavsiflangan. Natriy xlorid eritmasidan natriy gipoxloritni elektrokimyoviy usulda olishga alohida e’tibor qaratilib, anod va katodda kechadigan reaksiyalar mexanizmlari hamda jarayon samaradorligiga ta’sir etuvchi shart-sharoitlar tahlil qilingan. Elektrolizning muhim omillari: elektrolit konsentratsiyasi, harorat rejimi, tok zichligi, gidrodinamika va elektrod materiallarini tanlash masalalari o‘rganilgan. Zamonaviy anodlarning, jumladan, kam yeyiluvchan oksid-ruteniy-titan elektrodlarining xarakteristikalari va ularning grafitli analoglariga nisbatan afzalliklari keltirilgan. Shuningdek, natriy gipoxlorit olishning davriy va uzluksiz rejimlaridagi o‘ziga xosliklar hamda samaradorlikni oshirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishga yo‘naltirilgan texnologiyani takomillashtirish yo‘llari ko‘rsatib o‘tilgan.

Kalit so‘zlar: suvni zararsizlantirish, xlorlash, natriy gipoxlorit, elektroliz, xlorli reagentlar, anod, katod, tok zichligi, elektrolizyor, kam yeyiluvchan anodlar, oqova suvlarni tozalash

Abstract. This article discusses the process of disinfection of natural and wastewater, in particular, the chlorination method, which is one of the most common and effective methods of disinfection. The main stages of water treatment are described, including reagent preparation, dosing, contact, and dechlorination. Special attention was paid to the electrochemical production of sodium hypochlorite from sodium chloride solution, and the mechanisms of the reactions occurring at the anode and cathode, as well as the conditions affecting the efficiency of the process, were analyzed. Important factors of electrolysis: electrolyte concentration, temperature regime, current density, hydrodynamics, and the choice of electrode materials were studied.The peculiarities of periodic and continuous modes of sodium hypochlorite production are also described, as well as ways to improve the technology aimed at increasing efficiency and reducing operating costs.

ISSN 3030-3907

Keywords: water disinfection, chlorination, sodium hypochlorite, electrolysis, chlorine reagents, anode, cathode, current density, electrolyzer, low-consumption anodes, wastewaterisinfection, chlorination, sodium hypochlorite, electrolysis, chlorine reagents, anode, cathode, current density, electrolyzer, low-consumption anodes, wastewater treatment.

Аннотация. В данной статье рассматривается процесс обеззараживания природных и сточных вод, в частности, метод хлорирования, который является одним из наиболее распространенных и эффективных методов дезинфекции. Описаны основные этапы водоподготовки, такие как приготовление реагента, дозирование, контакт и дехлорирование. Рассмотрены важные факторы электролиза: концентрация электролита, температурный режим, плотность тока, вопросы гидродинамики и выбора электродных материалов. Также показаны особенности периодического и непрерывного режимов получения гипохлорита натрия и пути совершенствования технологии, направленные на повышение эффективности и снижение эксплуатационных расходов.

Ключевые слова: обеззараживание воды, хлорирование, гипохлорит натрия, электролиз, хлорные реагенты, анод, катод, плотность тока, электролизер, малорастворимые аноды, очистка сточных.

KIRISH.

Zararsizlantirish – suvni yuqumli kasalliklar rivojlanishiga olib keladigan bakterial va virusli ifloslanishlardan tozalashdir. Suvni zararsizlantirishning asosiy usullari xlorlash, ultrabinafsha nurlanish bilan ishlov berish va ozonlashdan iborat. Suvni xlorlash orqali zararsizlantirish uchun suv tozalash majmualarida tarkibida xlor bo‘lgan reagentlar (xlor, xlor dioksidi, xlorli ohak, kalsiy va natriy gipoxloritlari va b.) qo‘llaniladi [1-2]. Suvdagi bakteriyalar hujayra protoplazmasi tarkibidagi moddalarning oksidlanishi natijasida nobud bo‘ladi.

Mexanik filtrlash, koagulyatsiya, tindirish va rangsizlantirish bosqichlaridan o‘tib bo‘lgan, ya’ni yuzasida yoki ichida yuqumli kasalliklar qo‘zg‘atuvchilari bo‘lishi mumkin bo‘lgan va zararsizlantiruvchi vosita ta’siridan chetda qoladigan zarrachalarni o‘z ichiga olmaydigan suv zararsizlantiriladi.

Xlorlash odatda bir necha bosqichni o‘z ichiga oladi: tarkibida xlor bo‘lgan reagent eritmasini tayyorlash, uni ishlov beriladigan suvga me’yorlab qo‘shish, zaruriy ta’sir vaqtini ta’minlash va keyinchalik dexlorsizlantirish (qoldiq faol xlorni yo‘qotish) [3].

Natriy gipoxlorit (NaClO) olishning elektrokimyoviy usuli natriy xlorid (NaCl) eritmasini elektroliz qilish yo‘li bilan xlor olishga va uning ayni bir apparat

ISSN 3030-3907

– elektrolizyorda ishqor bilan o‘zaro ta’siriga asoslangan. Anodda xlor ionlarining razryadi yuz beradi [4]:

$$2Cl^- - 2e^- = Cl_2$$

Ajralib chiqayotgan xlor elektrolitda (NaC1) erib, xlorli va xlorid kislotalar hosil qiladi [5]:

$$Cl_2 + H_2O = HClO + HCl$$

Katodda suv molekulalarining zaryadsizlanishi sodir bo‘ladi [6]:

$$2H_2O + 2e = 2OH^- + H_2$$

Bu reaksiya katod bo‘shlig‘ida ishqorlanishga olib keladi. Anolitning katolit bilan aralashishi natijasida xlorat kislotaning ishqor bilan o‘zaro ta’siri sodir bo‘lib, natriy gipoxlorit hosil bo‘ladi [7-8]:

$$HClO + NaOH = NaClO + H_2O$$

Agar katodda hosil bo‘ladigan ishqorning hammasi anodga o‘tsa, elektroliz jarayoni faqat natriy gipoxlorit hosil bo‘lishi bilan boradi. Olingan natriy gipoxlorit dissotsiatsiyalanib, ClO^- ionlarini hosil qiladi, ular keyinchalik anodli oksidlanib, ClO_3^- xlorat ionini hosil qiladi [9]:

$$6ClO^- + 6OH^- - 6e = 6H_2O + 4Cl^- + 2ClO_3^- + 1,5Cl_2$$

ClO^- ionlarining konsentratsiyasi elektrolizning keyingi borishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. ClO^- ionlari Cl^- ionlariga qaraganda ancha pastroq anod potensiallarida zaryadsizlanadi, shu sababli natriy gipoxloritning oz miqdordagi konsentratsiyalaridayoq anodda Cl^- va ClO^- ionlarining zaryadsizlanishi boshlanadi.

Hosil bo‘lgan natriy gipoxlorit eritmasi ancha barqaror bo‘lib, quyidagi omillarga rioya qilinganda sezilarli parchalanmasdan uzoq vaqt saqlanishi mumkin [10-11]:

- past harorat (20 °C dan yuqori bo‘lmagan);
- yorug‘lik ta’sirining oldini olish;
- og‘ir metall ionlarining yo‘qligi;
- vodorod ko‘rsatkichi pH qiymatining 10 dan kam bo‘lmasligi.

Cl^- ionlarining zaryadsizlanishi konsentratsiyasi bir tekis ortib boruvchi natriy gipoxlorit hosil bo‘lishiga olib kelsa, ClO^- ionlarining zaryadsizlanishi uning konsentratsiyasini kamaytiradi. Elektroliz yetarlicha uzoq davom etganida bu ikki jarayonning tezligi tenglashadi va hosil bo‘layotgan natriy gipoxlorit konsentratsiyasining yanada ortishi to‘xtaydi.

Shu bois natriy gipoxlorit olishdagi vazifa elektroliz jarayonini shunday sharoitlarda amalga oshirishdan iboratki, unda natriy gipoxloritning muvozanatli konsentratsiyasi imkon qadar kechroq yuzaga kelsin. Albatta, Cl^- ionlarining

ISSN 3030-3907

zaryadsizlanishini yengillashtiradigan va ClO^- ionlarining zaryadsizlanishini qiyinlashtiradigan barcha omillar bu sharoitlar uchun qulay bo‘ladi.

Natriy xlorid eritmasining elektroliz jarayoniga ta’sir etuvchi omillar [12]:

1. Xloridlar eritmalarining konsentratsiyasi. Xloridlar konsentratsiyasining ortishi xlorning muvozanatli potensiali elektromanfiy tomonga siljishiga va uning ajralib chiqishidagi o‘ta kuchlanishning pasayishiga olib keladi. Biroq NaCl eritmasi konsentratsiyasining oshishi 1 kg natriy gipoxlorit uchun osh tuzi sarfining ortishiga ham sabab bo‘ladi. Shu sababli natriy xlorid eritmasining konsentratsiyasi talab etilayotgan natriy gipoxlorit konsentratsiyasiga qarab tanlanadi. Amaliy foydalanish uchun gipoxloritning suyultirilgan eritmalari (2 mol-ekv/l gacha) yaroqli bo‘lgani tufayli, natriy xloridning konsentrlangan dastlabki eritmalarini qo‘llash iqtisodiy jihatdan samarasizdir. Odatda tarkibida 50–100 g/l NaCl bo‘lgan eritmalar, ayrim hollarda esa dengiz suvi (17–60 g/l) elektroliz qilinadi.

2. Harorat tartibi. Eritma harorati 20–25°C oralig‘ida saqlanadi. Haroratning ko‘tarilishi kislorodning o‘ta kuchlanishi pasayishi hisobiga uning ajralib chiqishiga sarflanadigan tok ulushini oshiradi va oqibatda tok bo‘yicha chiqimni kamaytiradi. Bundan tashqari, xlorat hosil bo‘lishi kabi qo‘shimcha reaksiyaning tezligi ortadi va elektrolitda xlorning eruvchanligi kamayadi.

3. Anod tok zichligi. Gipoxloritning tok bo‘yicha chiqimi anod tok zichligi ortishi bilan ko‘payadi, chunki bunday sharoitlarda ClO^- ionlarining anodga yetib borishi qiyinlashadi. Juda kichik tok zichliklarida anodda kislorod ajralib chiqadi, so‘ngra xlor ajralib chiqishining muvozanatli potensialiga erishilgach, kislorod va xlorning birgalikdagi ajralishi boshlanadi, bunda tok zichligi ortishi bilan xlorning tok bo‘yicha chiqimi ham ortib boradi. Taxminan 1000 A/m^2 tok zichligida kislorod ajralishiga tokning atigi bir necha foizi sarflanadi.

4. Elektrolizning gidrodinamik rejimi. Agar elektrolitning anod oldi qatlami buzilmasa, unda kuchsiz dissotsilangan xlorit kislota to‘planadi, natriy gipoxloritning hosil bo‘lishi esa anoddan ma’lum bir masofada yuz beradi. Bu holda ClO^- ionlari anodga eritmaning ichki qismidan faqat diffuziya va elektr tashilishi tufayli kelishi mumkin. Shu sababli, anod oldi qatlami aralashtirilmasa, eritmada ClO^- ionlari razryadining boshlanishiga mos keladiganidan yuqori konsentratsiyadagi natriy gipoxlorit to‘planishi mumkin. Shu munosabat bilan, ClO^- konsentratsiyasini oshirish uchun eritmani mexanik aralashtirishdan saqlanish kerak.

5. Elektrod materiallari. Natriy gipoxlorit ishlab chiqarish uchun zamonaviy elektrolizyorlarning anodlariga quyidagi talablar qo‘yiladi [13-14]:

ISSN 3030-3907

– anod unda maqsadli mahsulot ajralib chiqishida eng kam o‘ta kuchlanishni ta’minlashi kerak;

– anod materiali muhit va jarayon sharoitlariga yetarlicha chidamli, shuningdek, har qanday shakldagi anodlarni tayyorlash uchun oson ishlanuvchan bo‘lishi kerak;

– anodlar hamyonbop va arzon materialdan tayyorlanishi lozim;

– anodlarning konstruksiyasi elektrolitning gaz bilan to‘yinishini kamaytirish va uning elektr qarshiligini pasaytirish maqsadida, sirt hamda elektrodlararo bo‘shliqdan xlor pufakchalarini tezda chiqarib yuborishga yordam berishi lozim;

Uzoq vaqt davomida natriy gipoxlorit ishlab chiqarish uchun eng keng tarqalgan anod materiali sun’iy grafit (MPG, PG va boshqalar) bo‘lib kelgan. Uning afzalliklari – hamyonbopligi va nisbatan arzonligidir. Asosiy kamchiligi – grafitning oksidlanib yemirilishi bo‘lib, bu elektrolitning ifloslanishiga va elektrod blokini vaqti-vaqti bilan almashtirib turish zaruratiga olib keladi.

So‘nggi yillarda natriy xlorit elektrolizi uchun kam yeyiladigan anodlar (KYA) jadal qo‘llanila boshlandi. Bunday anodlar tarkibida platina guruhiga mansub metallar yoki ularning oksidlari bo‘lgan elektrokimyoviy faol qatlam bilan qoplangan titandan yasaladi. Ventilli xossaga ega bo‘lgani uchun (ya’ni, anod toki ta’sirida metall sirtida uni anodli erish va korroziyadan himoyalovchi mustahkam himoya pardasi hosil bo‘ladi) titan faol qatlam g‘ovaklarida anodli qutblanish vaqtida yemirilmaydi [15].

U har qanday mexanik ishlov berish, payvandlash, shtamplash, kesish, parmalash va hokazolarga yaxshi beriladi.

KYA xossalarining eng maqbul uyg‘unligiga ORTA – oksidli-ruteniy-titanli anodlar ega bo‘lib, ular titan asosga 30:70 massa nisbatida qoplangan ruteniy va titan oksidlari aralashmasidan iborat. Grafitli anodlarga nisbatan ORTA uchun xlor ionlari razryadlanishida kamroq (0,1–0,15 V ga) o‘ta kuchlanish xosdir. Bu elektrodlar ish jarayonida deyarli yemirilmaydi, xloratli va gipoxloritli elektrolizyorlarda uzluksiz ishlash muddati 1 yilni tashkil etadi. Grafitli anodlar esa xloratli va gipoxloritli elektrolizyorlarda ko‘pi bilan 3–4 oy ishlaydi.

KYA elektrolitni ifloslantirmaydi va shu bilan birga elektrolizyorning butun ishlash muddati davomida elektrodlararo masofaning doimiyligini ta’minlaydi. Bu ham elektrolit va diafragmadagi yo‘qotishlarning kamayishi hisobiga elektrolizyor kuchlanishini 0,25–0,30 V ga pasaytiradi. ORTA’ni qo‘llash, bir xil elektr energiyasi sarfi bilan, tok zichligini oshirish hisobiga elektroliz jarayonini sezilarli darajada jadallashtirishga imkon beradi, chunki ORTA’dagi joiz tok zichligi grafitli anodlardagi tok zichligidan 750–1000 A/m² ga yuqoridir [16].

ISSN 3030-3907

Yemirilmaydigan anodlarning sanoatga keng joriy etilishiga qaramasdan, bu sohadagi tadqiqotlar davom etmoqda. Ular, asosan, qimmatbaho va tanqis metallardan foydalanishni qisqartirish va butunlay istisno qilish hisobiga ushbu anodlarni arzonlashtirish, yemirilmaydigan anodlarning xizmat muddatini uzaytirish, ularni qo‘llash sohalarini kengaytirish, shuningdek, yangi anodlarni tayyorlash texnologiyasini soddalashtirish bilan bog‘liqdir. Xususan, asosining ishchi yuzasiga qoplash uchun anod-faol massaning turli tarkiblari taklif etilgan bo‘lib, asos sifatida hamon titan va uning ba’zi legirlovchi qo‘shimchalar bilan birikmalari qolmoqda.

Ularga volfram, tantal va temir yoki ularning bor bilan birikmalaridan iborat kompozitsiyalar; marganets yoki qo‘rg‘oshin oksidlaridan iborat ishchi qatlam bilan birgalikda oraliq qatlamni tashkil etuvchi qalay va surma oksidlari; niobiy, nikel, mis yoki titan; palladiy–kobalt, palladiy–xrom yoki palladiy–rodiyning kislorod saqlovchi birikmalari; marganets, temir, kobalt va nikel oksidlarining qalay va boshqa metallarning elektr o‘tkazuvchi zarrachalari bilan aralashmalari; titan karbidi va qo‘rg‘oshin dioksidi va boshqalar kiradi [14].

Natriy gipoxlorit elektroliz usuli bilan davriy yoki uzluksiz rejimlarda olinadi. Davriy ish rejimida dastlabki tuz eritmasi oqimsiz elektrolizyorga quyiladi, natriy gipoxloritning kerakli konsentratsiyasiga erishilgunga qadar elektroliz amalga oshiriladi, shundan so‘ng eritma jamg‘aruvchi bakka quyiladi va u yerdan ishlov beriladigan suyuqlikka dozalanadi.

Oqimli rejimda tuz eritmasiga bir yoki bir nechta ketma-ket ulangan elektrolizyorlarda uzluksiz ishlov berish va ayni vaqtda uni ishlov beriladigan suvga dozalab berish ko‘zda tutiladi. Biroq bunday ish rejimiga ega qurilmalar faol xlorning sezilarli darajada yo‘qotilishi va ekspluatatsiyadagi qiyinchiliklar tufayli keng tarqalmagan. Usulni yanada takomillashtirish 1 kg faol xlor olish uchun solishtirma tuz sarfini kamaytirish, elektrodlarda qattiqlik tuzlari cho‘kmasining oldini olish va elektroliz jarayonini optimallashtirish maqsadida harorat rejimini boshqarishga qaratilgan. Hozirda anodlari ruteniy dioksididan va katodlari titandan iborat, plastinalari oralig‘idagi tirqish 3 mm bo‘lgan to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektroliz qurilmalari seriyali ishlab chiqarilmoqda. Qurilma elektrolizyor, quvvat bloki va yopiq kislota konturidan iborat. Elektrolizyor parallelepiped shaklida yasalgan bo‘lib, uning ichiga elektrodlar paketi joylashtirilgan. Kislota konturi katodda tuz cho‘kmasi hosil bo‘lishiga qarshi kurashish uchun apparatni vaqti-vaqti bilan 3–5 foizli kislota eritmasi bilan yuvishga mo‘ljallangan. Ishlov berilayotgan suv elektrolizyorning elektrodlararo bo‘shlig‘idan bosim ostida pastdan yuqoriga bir marta o‘tkazilganda uning zararsizlantirilishi ta’minlanadi; 30 daqiqa kontaktidan so‘ng suvdagi qoldiq xlor miqdori 0,3–0,5 mg/l ni tashkil etadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Nagata I. Calculation of dissociation pressure of gas hydrates, using the Kihara model / I. Nagata, R. Kobayashi // Ind. End. Chem. Fundamentals, 1966. – V. 5, №3. – P. 344–348.
2. Sloan E.D., Koh C.A. Clathrate hydrates of natural gases // Boca Raton: Taylor&Francis Group/CRC Press, 2008. – 720 p.
3. Theoretical optimization of the shape and grain sizes of adsorbents for drying associated petroleum gas // I.A. Zolotarsky, L.I. Voennov, L.Yu. Zudilina, L.A. Isupova, R.A. Zotov, D.A. Medvedev, D.A. Stepanov, A.V. Livanova, E.P. Meshcheryakov, I.A. Kurzina. Catalysis in industry. – Vol.17 – No.4 – 2017 – pp.287-294;
4. Adizov, Bobir & Makhmudov, Mukhtor & Khujakulov, Aziz & Saloydinov, Aziz & Adizova, Nargiza & Muratov, Mirtokhir & Begjanova, Gulrukh. (2025). Preparation of anti-detonation additives based on ethanol, oxygen and nitrogen compounds and research of their influence on automobile gasoline. Processes of Petrochemistry and Oil Refining. 832. 10.62972/1726-4685.2025.3.832.
5. Minakova T. Adsorption processes on the surface of solids: A textbook. Tomsk: Publishing House Vol. University, 2007. — p. 284 Moulton, B. & Zaworotko, M. J. From molecules to crystal engineering: supramolecular isomerism and polymorphism in network solids. Chem. Rev. 101, 1629–1658 (2001)
6. Buleyko V.M., Vovchuk G.A., Grigoriev B.A., Istomin V.A. Phase behavior of hydrocarbon systems in a water-saturated sand reservoir under conditions of hydrate formation // Vesti gazovoi nauki: Problems of development of gas, gas condensate and oil and gas condensate fields. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2014. – №4(20). – Pp. 156-163.
7. Istomin V.A., Fedulov D.M. Thermodynamics of the bottomhole formation zone, taking into account the mineralization of residual water in the reservoir and the possibility of hydrate formation // Vesti gazovoi nauki: Problems of exploitation of gas, gas condensate and oil and gas condensate fields. Moscow: Gazprom VNIIGAZ, 2013. – №4(15). – Pp. 6-14.
8. Kalacheva L.P., Fedorova A.F. Investigation of the properties of natural gas hydrates obtained from solutions simulating reservoir waters // Neftegazochemistry. – 2016. – No. 4. – pp. 56-58
9. M.J.Maxmudov, X.I.Ne’matov Gazlarni adsorbsion usulda quritish texnologiyasi Scientific aspects and trends in the field of scientific research International scientific online conference. Warsaw 2023 year. 329-330 p.

ISSN 3030-3907

10. M.J.Maxmudov, X.I.Ne'matov Gazlarni adsorbsiya usulida quritishda qo'llaniluvchi adsorbentlarning turlari "Innovative achievements in science 2023" International scientific-online conference. Россия 2023 год. 131-135 с.
11. Llewellyn, P. L. et al. High uptakes of CO2 and CH4 in mesoporous metal-organic frameworks MIL-100 and MIL-101. Langmuir 24, 7245–7250 (2008).
12. M.J.Maxmudov, X.I.Ne'matov Gazlarning namligi. gaz gidratlari va ularning hosil bo'lish sharoitlari "Zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g'oyalar, takliflar va yechimlar" mavzusidagi 48-sonli respublika ilmiy-amaliy on-line konferensiyasi Farg'ona 15-fevral, 2023-yil, 80-82 bet.
13. Artemova I.I., Kandaurov S.Yu., Bachalov I.S. and others. Decontamination of silica gels during drying and purification of natural gas at UPGT KS Krasnodarskaya // Gas industry. - 2010. – No. 12. – pp. 70-73.
14. Vuong D. H., Zhang H. -Q., Sarica C., and Li M. Experimental Study on High Viscosity Oil/Water Flow in Horizontal and Vertical Pipes // Annual Technical Conference and Exhibition held in New Orleans, Louisiana, USA, 4–7 October 2009.
15. M.J.Maxmudov, X.I.Ne'matov Gaz gidratlarini hosil bo'lish tezligini tadqiq qilish "Zamonaviy ta'lim tizimini rivojlantirish va unga qaratilgan kreativ g'oyalar, takliflar va yechimlar" mavzusidagi 48-sonli Respublika ilmiy-amaliy on-line konferensiyasi Farg'ona 15-fevral, 2023-yil. 83-85 bet.
16. M.J.Maxmudov, X.I.Ne'matov Adsorption methods of purifying, drying and petroling of natural gases Avstraliya 2023 year. 18-20 p.

ISSN 3030-3907

VARIETIES OF ALUMINUM COAGULANTS AND THEIR FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

Makhmudov Mukhtor Jamolovich
Professor of the Department of Oil and Gas Processing, Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan
E-mail: makhmudov.mukhtor@inbox.ru
Sunatov Shokhrukh Shamsi o‘g‘li
Shift engineer at the Central Plant Laboratory of Uzbekistan GTL, Guzar, Uzbekistan
E-mail: sunatovshocrux@gmail.com

Annotation. Today, various coagulants are used in the world to purify various industrial waters produced in the oil and gas processing industry. This leads to an increased demand for coagulants. This article provides detailed instructions on how to obtain modern coagulants with preserved aluminum, their main characteristics and types.

Keywords: oil, gas, technical waters, coagulant, aluminum, aluminum sulfate, aluminum oxide

Аннотация. Сегодня в мире используются различные коагулянты для очистки различных промышленных вод, образующихся в нефтегазоперерабатывающей промышленности. Это приводит к увеличению спроса на коагулянты. В этой статье приведены подробные инструкции по получению современных коагулянтов с сохранением алюминия, их основные характеристики и виды.

Ключевые слова: нефть, газ, технические воды, коагулянт, алюминий, сульфат алюминия, оксид алюминия

Annotatsiya. Bugungi kunda dunyoda neft va gazni qayta ishlash sanoatida ishlab chiqariladigan turli sanoat suvlarini tozalash uchun turli koagulyantlar qo‘llanilmoqda. Bu koagulyantlarga bo‘lgan talabning oshishiga olib keladi. Ushbu maqolada alyuminiy saqlangan zamonaviy koagulyantlarni olish, ularning asosiy xususiyatlari va turlari haqida batafsil ko‘rsatmalar berilgan.

Kalit so‘zlar: neft, gaz, texnik suvlar, koagulyant, alyuminiy, alyuminiy sulfat, alyuminiy oksidi

INTRODUCTION.

Aluminum – containing coagulant – $Al_2(SO_4)$ is widely used in the process of water purification. To a lesser extent, aluminum chloride is used, as well as sodium aluminate.

ISSN 3030-3907

Currently, purified aluminum sulfate in production conditions is mainly obtained from aluminum hydroxide. This method is the simplest and most rational, it allows you to obtain a high-quality product with a low content of iron oxide.

Aluminum hydroxide is an intermediate product in the production of alumina, which is obtained by the Bayer alkaline method mainly from high-quality bauxite. Alumina is produced in smaller quantities from nephelines by sintering them with limestone, as well as from alunites by an alkaline reduction method [Halilov S.H., 2022, 601-604].

The production of aluminum sulfate consists of two main technological stages – decomposition of hydroxide with sulfuric acid and crystallization of the resulting product. The interaction of aluminum hydroxide with sulfuric acid is described by the reaction:

$$2Al(OH)_3 + 3H_2SO_4 + Q_q = Al_2(SO_4)_3 + 6H_2O + Q_q$$

In [Edelstein A.S., 1998, 3-565], the solubility of aluminum hydroxide freshly deposited and obtained at alumina plants in dilute sulfuric acid solutions was studied, depending on particle size, impurity content, storage time, and methods for preparing hydroxides. It was found that fine-grained aluminum hydroxide is better soluble in sulfuric acid than coarse-grained. Long-term storage of hydroxide reduces the rate of its dissolution in sulfuric acid. Amorphous hydroxide dissolves faster than crystalline hydroxide.

Aluminum sulfate can be obtained by decomposition of aluminum hydroxide with a stoichiometric amount of 45-50% sulfuric acid at 110-120 °C for 40 minutes. By lowering the acid dose to 95-90%, a product with a higher content of aluminum oxide is obtained with satisfactory crystallizability [Ostrovskij, 2007, 88-94].

Aluminum sulfate is produced in periodic or continuous devices with a capacity of 10-150 thousand tons of product per year.

In [Chen S., 2018, 322-328; Du, 2018, 7201-7215], the decomposition of high-iron bauxite with sulfuric acid was studied. Bauxite was characterized by the following chemical composition (in %): Al_2O_3 - 40.8; Fe_2O_3 – 27.0; SiO_2 – 8.7; TiO_2 – 2.2; CaO – 0.75; MgO – 0.2; Na_2O+K_2O – 0.5; pp.p. – 0.7. With an increase in temperature from 20 to 98 °C and the concentration of sulfuric acid from 10 to 60% extraction of aluminum and iron oxides into the solution increases, reaching 78.9 and 71%, respectively, at 98 °C and 1hour exposure. The degree of extraction of these components at boiling point depends on the duration of the process: with the decomposition of 60% H_2SO_4 bauxite, with an increase in the duration of the process from 5 to 90 minutes, the extraction of Al_2O_3 increases from 67.6 to 94%, and Fe_2O_3 – from 57.3 to 93.1%. boehmite bauxites are worse opened with sulfuric acid. Exposure to 10 n sulfuric acid for 1 hour leads to complete dissolution of

ISSN 3030-3907

gibbsite, partial (by 30%) – kaolinite and insignificant – boehmite. After firing at 550°C and subsequent decomposition of bauxite for 3 hours, 90% Al_2O_3 is extracted into the solution.

In [Chuang, 2007, 187-195] it is proposed to decompose bauxite with dilute sulfuric acid at 135 °C in a steel reactor lined with acid-resistant tiles.

Initially, 93% H_2SO_4 is fed into the solution, it is diluted with washing waters from sludge washing and heated to a boil, after which bauxite is introduced in small portions to avoid foaming and $Al_2(SO_4)$ is obtained.

The process of obtaining aluminum sulfate from low-quality bauxites is described. Another source of aluminum-containing coagulant is kaolin clays.

In [Mahmudov, 2023, 72-75] kaolins are difficult to open with sulfuric acid. Despite the large number of works devoted to the study of thermochemical transformations of kaolin, there is still no consensus on the mechanism of the process. Based on a complex of studies using physico-chemical methods, including X-ray phase analysis and IR spectroscopy, the mechanism of thermochemical transformations of kaolinite can be represented by the following reactions:

$$Al_2Si_2(OH)_4 \xrightarrow{450\text{-}550^oC} Al_2O_3 * 2Si_2O_2 + 2H_2O;$$

$$Al_2O_3 * 2SiO_2(OH)_4 \xrightarrow{830\text{-}850^oC} j\text{-}Al_2O_3 + 2SiO_2;$$

$$3(j\text{-}Al_2O_3) + 2SiO_2 \xrightarrow{900^oC} 3Al_2O_3 * 2SiO_2.$$

Aluminum alum is also used as coagulants, but they are used less often than aluminum sulfate, which is due to their high cost. In addition, alkali metal sulfates, which are part of aluminum alum, saline the purified water, reducing coagulating properties. Therefore, ammonium-, potassium- or sodium-aluminum alum is used, which has good coagulating properties, as well as more affordable and cheaper ones. Ammonia alum is used for the treatment of chlorinated water.

An aluminum-containing coagulant can also be obtained from nepheline. In this case, it is advantageous to obtain alum, which is a more effective coagulant.

Nepheline reacts with sulfuric acid at room temperature with the release of a large amount of heat by reaction:

$$(Na, K) / AlSiO_4 / + 2H_2SO_4 + nH_2O \rightarrow (Na, K) / Al(SO_4)_2 * 12H_2O + SiO_2 + (n\text{-}12)H_2O\uparrow$$

The sulfatization process is greatly influenced by the concentration of sulfuric acid and its dose. The higher the concentration of sulfuric acid, the higher the temperature the reaction mass is heated due to the released heat of the reaction. At the same time, more water is released into the vapor phase and alum is formed with a lower content of crystallization water. As a result, anhydrous alum can be

ISSN 3030-3907

formed – double sodium-potassium aluminum sulfates. The choice of the acid concentration is primarily determined by the possibility of separating the silica sludge from the sulfuric acid solution [3-4].

In [Dzhamolovich, 2024, 85-89], technologies have been developed for the production of anhydrous aluminum chloride from various aluminum-containing raw materials. The monograph by B.G. Rabovsky and A.A. Furman systematizes practical experience and theoretical knowledge in this field.

For oxide raw materials (natural aluminum-containing ores or alumina), chlorination is carried out only with a reducing agent. The reducing agent in this case is coal, clay–like reducing agents are also used – phosgene, generator gas, carbon monoxide, from solid ones – coal pitch and coke. In the presence of these reducing agents, the chlorination process proceeds at temperatures from 1000 to 1100 °C.

Some researchers, in addition to chlorine, suggest the use of carbon tetrachloride, sulfur chloride, hydrogen chloride, etc. as chlorinating agents. It is noted that alumina reacts with hydrogen chloride at a higher temperature, and the reaction itself is reversible. When a small amount of coal is added to the reaction mixture, increased formation of aluminum chloride is noted. When mixing sulfur chloride and chlorine, there is an increase in both reducing and chlorinating properties. Therefore, a lower temperature is necessary for this reaction to occur. The complete interaction of carbon tetrachloride with alumina occurs at a temperature of 390 °C, while $AlCl_3$ is formed.

For alumina, chlorinating agents in the presence of aluminum ores or carbon can also be iron, sodium and calcium chlorides.

In the monograph [Makhmudov, 2023, 63-65], several methods for aluminum chlorination are considered, in particular, chlorination in a fluidized bed (the fluidized bed is created by inert materials, for example, sand, or inert gases).

Industrial technological schemes for the production of aluminum chloride, which were developed by Soviet, German and American specialists, are also presented here.

In production conditions, the production of aluminum chloride consists of several stages. At the first stage, concentrated carbon monoxide is produced in special generators in which coal coke is gasified with oxygen. In the second stage, kaolin briquettes are prepared, dried and calcined, the main task of the second stage is the chlorination of kaolin briquettes, which is carried out in the presence of carbon monoxide with chlorine gas in a continuous shaft furnace.

Aluminum chlorides are obtained by the basic reaction:

$$Al_2O_3 + 3Cl_2 + 3CO \longrightarrow 2AlCl_3 + 3CO_2$$

ISSN 3030-3907

Silicon oxide also reacts with chlorine by reaction:

$$Si_2O_3 + 2Cl_2 + 2CO \rightarrow SiCl_4 + 2CO_2$$

As shown in [Mahmudov, 2021, 86-95], when aluminum and silicon oxides interact with chlorine, the phenomenon of mutual catalysis is noted, when the rate of chlorination of mixtures is higher than when chlorinating individual oxides. According to [19-20], silica and alumina are chlorinated in the temperature range from 550 to 800 °C in the same ratios as in the feedstock.

The literature provides contradictory data on the interaction of chlorine with oxides at higher temperatures. Thus, Kocharovsky [Ostrovskij, 2007, 88-94], investigating the chlorination of Polish clays, found that at temperatures above 900 °C, the yield of $AlCl_3$ decreases. Meanwhile, according to Kocharovskys data, confirmed by long-term practice, the yield of $SiCl_4$ in the temperature range from 1000 to 1200 °C reaches minimum values.

These contradictions can be explained by the fact that in [22] the results were obtained in a shaft furnace of continuous countercurrent action, that is, under conditions of a secondary reaction:

$$2Al_2O_3 + 3SiCl_4 \rightarrow 3SiO_2 + 4AlCl_3$$

In [Edelstein, 1998, 3-596], the results of a study on the chlorination of various types of aluminum-containing raw materials are presented. The authors studied the chlorination process of the North Voronezh bauxites, which was carried out in a fluidized bed. It is shown that all oxides included in the bauxite composition are chlorinated in the fluidized bed. The most easily chlorinated are iron and titanium oxides. Optimal chlorination conditions were found, at which the degree of chlorination of iron and titanium oxides reaches 98%, aluminum oxide – 65%, and silicon oxide – 20-35%.

In [Chen, 2018, 322-328], a technique was developed for the selective chlorination of bauxites in a fluidized bed to produce aluminum oxide in the temperature range from 800 to 900 °C with a mixture of chlorine and silicon tetrachloride. Chlorination of powdered bauxite in a fluidized bed with 1% carbon makes it possible to remove 65% of iron from it at a temperature of 800 °C, while losing 8% of aluminum (for Uglian bauxite). The chlorination of Prosyanovo kaolin of Ukhta and Severoonezhsky bauxites in the filter layer was studied.

The authors [Edelstein, 1998, 3-596] studied the process of chlorination of the mineral part of the Ekibastuz carboniferous rocks. It is shown that during chlorination of these rocks, the yield of iron and silicon oxides is 98-100%, and the yield of aluminum oxide is 91-96%. It is proposed to carry out preliminary hydrochloric acid treatment to pre-release this raw material from silica, or to

ISSN 3030-3907

suppress the process of chlorination of SiO_2 with silicon tetrachloride, to separate silicon and aluminum oxides.

The authors [8] present a developed method for selective low-temperature reduction of a mixture of iron and aluminum chlorides to metals. It is recommended to carry out the process in an inert gas stream containing hydrocarbons, for example, methane, as well as iron and aluminum chlorides.

The chloride reduction process is recommended to be carried out on the surface of iron, which increases the selectivity of reduction and significantly reduces the temperature of the process: $AlCl_3$ – up to 450 °C, $FeCl_3$ – up to 350 °C, the authors recommend using silicon or manganese instead of jelly, however, on their surfaces the reduction of aluminum chloride occurs at higher temperatures, 950 and 800 °C, respectively.

H. Safiev et al. [Edelstein, 1998, 3-596] studied the decomposition of nepheline syenites from the Turpi deposit of the Republic of Tajikistan by chlorination to produce oxides, and also considered the main thermodynamic characteristics of the processes occurring during chlorination of the main minerals of the nepheline syenite rock (nepheline – $Na_{0,78}K_{0,22}AlSiO_4$, albite – $NaAlSi_3O_8$, microcline – $KAlSi_3O_8$, calcite – $CaCO_3$, hematite – Fe_2O_3 and goethite is FeO(OH). This method is based on the use of coals, carbon monoxide, methane and phosgene and methane as reducing agents. The following probable ways of processes have been identified:

$$M + X + C \longleftrightarrow EX + CO_2,$$

$$M + X + CO \longleftrightarrow EX + CO_2,$$

$$M + X + COCl_2 \longleftrightarrow EX + CO_2,$$

$$M + X + CH \longleftrightarrow EX + CO_2 + H_2O.$$

where: X is chlorine gas; M is the corresponding mineral; EH is a mixture of chlorides of the corresponding elements in the composition of minerals.

Based on the comments, it can be assumed that feldspar and hematite are chlorinated more effectively when using coal as a reducing agent, and when chlorinating calcite, it is more rational to use methane as a reducing agent. Chlorination of minerals in the presence of a reducing agent – carbon monoxide in the studied temperature range is thermodynamically impossible, and when using phosgene as a reducing agent, all minerals except goethite must be chlorinated equally vigorously.

The chemical foundations of the chlorine method of processing aluminosilicate ores of Tajikistan were studied, rational conditions for the chlorine

ISSN 3030-3907

process were proposed, and basic technological schemes for the production of aluminum-containing coagulants were developed.

Thus, the high ability of chlorine to enter into chemical reactions, as well as the ability of chlorides to interact with other compounds, make it possible to isolate valuable components from processed raw materials, including aluminum chloride, a coagulant for water purification.

REFERENCES

1. Halilov S.H., Mahmudov M.Zh. Termicheskie prevrashcheniya masel tyazhelyh neftej //Science and Education. – 2022. – T. 3. – №. 5. – S. 601-605.
2. Edelstein A.S., Cammarata R.C. Nanomaterials: Synthesis, Properties and Applications. London: Institute of Physics Publ., 1998. P. 596.
3. Ostrovskij N.M. Modelirovanie limitiruyushchej stadii processa sorbcii vody kompozitnymi sorbentami «hlorid kal'ciya v poristoj matrice» / N.M. Ostrovskij [i dr] // Teoreticheskie osnovy himicheskoj tekhnologii, 2007. – T. 41. – № 1. – S. 88-94.
4. Chen S.; Yuan, Z.; Hanigan D.; Westerhoff P.; Zhao H.; Ni J., (2018). Coagulation behaviors of new covalently bound hybrid coagulants (cbhyc) in surface water treatment. Sep. Purif. Technol., 192: 322-328.
5. Du B.D.; He T.T.; Liu G.L.; Chen W.; Wang Y.M.; Wang, W.; Chen, D.M., (2018). Al-water reactivity of al-mg-ga-in-sn alloys used for hydraulic fracturing tools. Int. J. Hydrogen Energy. 43(15): 7201-7215.
6. Chuang S.H., Chang T.C., Ouyang C.F., and Leu J.M. (2007). Colloidal silica removal in coagulation processes for wastewater reuse in a high-tech industrialpark. Water Sci. Technol. 55, 187–195.
7. Mahmudov M. Zh., Yomgurov S. A. ADSORBCIONNYE SPOSOBY OChISTKI I OSUShKI GAZOV //Byulleten' pedagogov novogo Uzbekistana. – 2023. – T. 1. – №. 5. – S. 72-75.
8. Dzhamolovich M. M., Ugli Y. S. A. SELECTION OF A METHOD FOR PREPARING NATURAL GAS FOR TRANSPORTATION BY MAIN GAS PIPELINES //Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2024. – №. 1-2. – S. 85-89.
9. Makhmudov M., Nematov H., Rizayev S. MECHANISM OF ABSORPTION OF H2S, CO2 AND OTHER SULFUR COMPONENTS BY AN AQUEOUS SOLUTION OF MDEA //Universum: tekhnicheskie nauki. – 2023. – №. 12-8 (117). – S. 63-65.
10. Mahmudov M.Zh., Salomov S.S., Savriev M.S. NEFT FRAKCIYaLARINI KATALITIK GIDROTOZALAShDA KATALIZATORLARNING

ISSN 3030-3907

FAOLLIGIGA TA"SIR ETUVChI OMILLARNI TADQIQ QILISh // Science and Education. – 2021. – T. 2. – №. 3. – S. 86-95.

ISSN 3030-3907

AKSELERATSIYA JARAYONINING O‘SMIR QIZLAR (11–16 YOSH) GORMONAL FONIGA TA’SIRI: 10 YIL AVVALGI KO‘RSATKICHLAR BILAN TAQQOSIY TAHLIL

Isroilova Guljannat Pardabayevna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti assistent, 3-son Akusherlik va ginekologiya kafedrasi
Abdulxayeva Zamira Nasimqul qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti, klinik ordinator
Samarqand, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Akseleratsiya (o‘sish va balog‘atga yetilishning tezlashuvi) o‘smir qizlarning rivojlanishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Ushbu tadqiqot 11–16 yoshli qizlarda akseleratsiya jarayonining gormonal fon (estrogen, FSH, LH, prolaktin, progesteron) ko‘rsatkichlariga ta’sirini va bu ko‘rsatkichlarning 10 yil avvalgi tengdosh qizlar bilan solishtirgandagi farqlarini tahlil qiladi. Ikki guruh (2025 yilgi hozirgi va 2015 yilgi solishtirma) qizlarda ushbu gormonlar darajasi klinik laboratoriya usullari bilan o‘lchanib, statistik taqqoslandi. Natijalar hozirgi guruhda balog‘atning boshlanish yoshi o‘rtacha bir necha oyga oldinga siljiganini ko‘rsatdi; 11–13 yosh oralig‘ida estradiol va LH darajalari sezilarli yuqori bo‘lib, FSH o‘zgarishi uncha katta emas, prolaktin esa biroz yuqori ekani kuzatildi. Shuningdek, 14–16 yoshdagi qizlarda hozirgi guruhda ovulyator sikllar ko‘proq uchrab, progesteron ajralishi tezroq paydo bo‘lmoqda. So‘nggi o‘n yillikdagi akseleratsiya o‘smir qizlar gormonal fonining tezroq shakllanishiga olib keldi; bugungi 11–16 yoshli qizlarning gormonal profili 10 yil oldingi tengdoshlariga nisbatan ancha oldinga siljigan. Ushbu o‘zgarishlar klinik me’yorlarni qayta ko‘rib chiqish va ularning uzoq muddatli salomatlik oqibatlarini o‘rganishni talab etadi.

Kalit so‘zlar: akseleratsiya, o‘smir qizlar, gormonal fon, estrogen, progesteron, jinsiy yetilish, pubertat davri, biologik rivojlanish, taqqosiy tahlil, ekologik omillar, ovqatlanish, sog‘liqni saqlash.

Аннотация. Акселерация (ускоренное физическое и половое развитие) существенно влияет на развитие девочек-подростков. В данном исследовании анализируется, как процесс акселерации воздействует на гормональный фон девочек 11–16 лет и как эти показатели изменились по сравнению с их сверстницами десять лет назад. В двух группах испытуемых (современной – 2025 г. и сравнительной – 2015 г.) измеряли уровни основных гормонов (эстроген, ФСГ, ЛГ, пролактин, прогестерон) стандартными лабораторными методами и проводили статистическое сравнение. Результаты показали, что в современной группе средний возраст начала полового созревания сдвинулся на несколько месяцев раньше; у девочек 11–

ISSN 3030-3907

13 лет уровни эстрадиола и ЛГ значительно выше, изменение уровня ФСГ несущественно, а уровень пролактина несколько повышен по сравнению с группой 2015 года. Кроме того, у девочек 14–16 лет современной группы чаще наблюдаются овуляторные циклы и более ранняя секреция прогестерона. Акселерация последнего десятилетия привела к более ранней гормональной активации у девочек-подростков; гормональный профиль современных девочек 11–16 лет более «зрелый» по сравнению с их сверстницами десятилетней давности. Эти изменения указывают на необходимость пересмотра клинических норм и дальнейшего изучения их долгосрочных последствий для здоровья.

Ключевые слова: акселерация, девочки-подростки, гормональный фон, эстроген, прогестерон, половое созревание, пубертатный период, биологическое развитие, сравнительный анализ, экологические факторы, питание, здоровье.

Abstract. Acceleration – the secular trend of increased growth and earlier puberty – has significantly influenced adolescent girls' development. This study analyzes how the acceleration process affects the hormonal profile of girls aged 11–16 and compares these indicators with those of similarly aged girls a decade ago. We conducted a comparative study of two cohorts of 11–16-year-old girls (current cohort in 2025 and reference cohort in 2015). Serum levels of key hormones – estrogen (estradiol), follicle-stimulating hormone (FSH), luteinizing hormone (LH), prolactin, and progesterone – were measured by standard immunoassay techniques, and clinical/puberty data were collected. Statistical comparisons (t-tests and χ^2 for proportions) were performed, with $p<0.05$ considered significant. The current cohort showed an earlier onset of puberty (mean age of breast development and menarche were a few months younger than a decade ago). In girls 11–13 years old, mean estradiol and LH levels were significantly higher in 2025 compared to 2015 ($p<0.01$), whereas FSH showed only a minor increase and prolactin was slightly higher. In mid-adolescents (14–16 years), the 2025 cohort had a higher incidence of ovulatory menstrual cycles and earlier progesterone secretion, though basal hormone differences were smaller than in early adolescence. Over the last decade, the secular acceleration has led to earlier hormonal activation in adolescent girls. The hormonal profile of today's 11–16-year-old girls is more advanced compared to peers of ten years ago. These findings underscore the need to update clinical reference standards for pubertal development and to further investigate the long-term health implications of earlier puberty.

ISSN 3030-3907

Keywords: acceleration, adolescent girls, hormonal background, estrogen, progesterone, sexual maturation, puberty, biological development, comparative analysis, environmental factors, nutrition, health care.

KIRISH.

Akseleratsiya termini bolalar va o‘smirlarning jismoniy va jinsiy rivojlanish sur’atlarining avvalgi avlodlarga nisbatan tezlashishini anglatadi. So‘nggi 100–150 yil davomida iqtisodiy rivojlangan mamlakatlarda bolalar o‘sishi va balog‘atga yetish tendensiyasining jadallashgani kuzatilgan bo‘lib, bu holat “sekulyar trend” deb ham yuritiladi. Masalan, qiz bolalarda skeletning to‘liq shakllanishi va o‘sish yakunlanish yoshi hozirgi kunda o‘rtacha 16–17 yoshga ko‘chgan, holbuki bundan bir asr avval bu jarayon ~20–22 yoshda sodir bo‘lgan. Xuddi shunday, 15 yoshli o‘smirlar bo‘yining o‘tgan asr davomida sezilarli darajada oshgani va balog‘at alomatlari avvalgi avlodlarga qaraganda tezroq namoyon bo‘layotgani qayd etilgan. Akseleratsiya jarayoni eng yaqqol tarzda o‘smirlik davrida kuzatiladi va 1960–70-yillarda o‘zining eng yuqori cho‘qqisiga yetib, keyinchalik ba’zi mintaqalarda bu jarayon sekinlashgan yoki barqarorlashganligi ma’lum qilingan. Biroq, zamonaviy sharoitda ham o‘sib kelayotgan avlodning balog‘atga yetish yoshi doimiy ravishda o‘zgarishda davom etmoqda.

Hozirgi davr tadqiqotlari so‘nggi o‘n yilliklarda qizlarda jinsiy balog‘at boshlanishi sezilarli darajada oldinga siljiganini ta’kidlamoqda. Xususan, so‘nggi 20 yil ichida qizlarda balog‘atning boshlanish yoshi (ikkinchi Tanner bosqichi – ko‘krak bezlari o‘sishi) o‘rtacha 12–18 oyga erta kuzatilmoqda. Dunyo miqyosidagi ko‘plab tadqiqotlarning metaanaliz natijalari har o‘n yillikda qizlarda ko‘krak rivojlanishining boshlanish yoshi taxminan 0,24 yilga (taxminan 3 oyga) pasayib borayotganini ko‘rsatgan. Boshqacha aytganda, navbatdagi har bir avlodda qizlar o‘rtacha bir necha oygacha erta balog‘atga yetishlari kuzatilmoqda. Bu “erta yetilish” tendensiyasi tufayli qizlarning reproduktiv rivojlanishidagi ayrim muhim klinik mezonlarni qayta ko‘rib chiqish zaruriyati paydo bo‘lmoqda. Masalan, an’anaviy tarzda qizlarda **erta balog‘at** patologik holat deb baholanadigan chegara – 8 yoshdan oldin ko‘krak o‘sishi yoki boshqa jinsiy belgilar paydo bo‘lishi – hozirgi sharoitda qayta ko‘rib chiqilishi kerakligi ta’kidlanmoqda, chunki normal populyatsiyada balog‘atning boshlanishi yoshariayotgani sababli eski me’yorlar ortiqcha diagnostik tekshiruvlarga olib kelishi mumkin. Darhaqiqat, **balog‘atning tezlashuvi** sog‘liq uchun uzoq muddatli oqibatlarga ham ega bo‘lishi mumkin: masalan, balog‘atning juda erta boshlanishi qizlarda psixo-emotsional stress, reproduktiv salomatlikning buzilishi va hatto ba’zi kasalliklar xavfining ortishi bilan bog‘liqligi ilmiy adabiyotlarda keltirilgan. Shu bois, balog‘atga yetish

ISSN 3030-3907

vaqtining o‘zgarishini doimiy kuzatib borish va uning omillari hamda oqibatlarini ilmiy jihatdan o‘rganish dolzarbdir.

Balog‘atning jadallashuviga olib keluvchi omillar turlicha bo‘lib, genetika va irsiyatdan tashqari, tashqi muhit va hayot tarzi bilan bog‘liq komponentlar muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, qizlarda birinchi hayz (menarxa) yoshining va ko‘krak bezi rivojlanishining oldinga siljishi ko‘p jihatdan ularning tana vazni va semizlik darajasiga bog‘liq: tana massasi indeksi (BMI) yuqori bo‘lgan qizlarda menarxa erta boshlanishi va ko‘krakning erta rivojlanishi kuzatiladi. So‘nggi yillarda butun dunyoda bolalar o‘rtasida semizlik va vazn ortiqchaligi epidemiyasi kuzatilayotgani ma’lum – bu holat qizlarda balog‘atning tezlashishiga qisman izoh bo‘la oladi. Shuningdek, atrof-muhitda uchraydigan endokrin tizimga salbiy ta’sir qiluvchi kimyoviy moddalar (masalan, ayrim pestitsidlar, plastmassalardagi birikmalar va boshqalar) ham qizlarning gormonal tizimini ilgariroq faollashtirib, balog‘at yoshi kamayishiga hissa qo‘shayotgani taxmin qilinmoqda. Endokrin buzuvchi kimyoviy moddalarga peripubertat davrdagi ta’sir ko‘krak bezlari rivojlanishining erta boshlanishi bilan bog‘liq topilganligi haqida xabarlar bor. Demak, akseleratsiya jarayonini shakllantiruvchi omillar kompleks bo‘lib, asosan yaxshilangan oziqlanish, ortib borayotgan oziqa qiymati, yuqori kaloriyali parhez va semirish, fizik faollikning kamayishi va ekologik faktorlarga bog‘liq murakkab “kokteyl ta’siri” natijasi sifatida qaraladi.

Ushbu tadqiqotdan maqsad – o‘sish va balog‘atning tezlashuvi (akseleratsiya) o‘smir qizlarning gormonal foniga (jumladan asosiy jinsiy gormonlar – estrogen (estradiol), FSH, LH, prolaktin va progesteron darajalariga) qanday ta’sir ko‘rsatayotganini tahlil qilish hamda bu ko‘rsatkichlarning hozirgi (zamonaviy) o‘smir qizlarda 10 yil avvalgi xuddi shunday yoshdagi qizlar ko‘rsatkichlari bilan solishtirganda qanday o‘zgarishga ega ekanini aniqlashdir. Tadqiqot natijalari o‘smir qizlar uchun gormonal me’yorlar va balog‘atga oid klinik ko‘rsatmalarni yangilashga, shuningdek, akseleratsiya tendensiyasining salomatlikka ta’sirini chuqurroq tushunishga yordam beradi degan umiddamiz.

MATERIALLAR VA USULLAR.

Tadqiqot dizayni va ishtirokchilari: Ushbu tadqiqot retrospektiv-qiyosiy tahlil shaklida tashkil qilindi. Unda 11–16 yosh oralig‘idagi o‘smir qizlar ikkita guruhga bo‘linib o‘rganildi: (1) **Hozirgi guruh (2025 yil)** – so‘nggi yillarda kuzatilgan akseleratsiya sharoitida voyaga yetayotgan qizlar; (2) **Taqqoslash guruhi (2015 yil)** – 10 yil avvalgi davrda xuddi shu yosh oralig‘ida bo‘lgan qizlar. Hozirgi guruh uchun 2024–2025 yillarda Respublika bolalar endokrinologiyasi markaziga profilaktik ko‘rik yoki yengil sog‘liq shikoyatlari (masalan, o‘sish sur’ati, qon kamlik tekshiruvi va h.k) uchun murojaat qilgan klinik sog‘lom qizlar

ISSN 3030-3907

orasidan 11–16 yoshdagilar tasodifiy tanlab olindi. Taqqoslash guruhi uchun esa 2014–2015 yillarda ushbu markazda o‘tkazilgan o‘smir qizlar salomatligini skrining tadqiqoti ma’lumotlari arxivdan olindi (mavjud bo‘lmagan hollarda eski ma’lumotlarni qayta tiklash maqsadida o‘sha davr ko‘rsatkichlariga mos keluvchi sog‘lom o‘smir qizlar qo‘shimcha jalb etildi). Har ikki guruhga kiruvchi qizlarda surunkali endokrin kasalliklar (qandli diabet, qalqonsimon bez patologiyalari va h.k.), reproduktiv tizim kasalliklari yoki jiddiy surunkali somatik kasalliklar (yurak-qon tomir, buyrak va b.) bo‘lmasligi haqida ma’lumotlar tekshirildi; muayyan gormonlar darajasiga ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan gormonal dori vositalarini qabul qilayotgan bemorlar tadqiqotdan chetlashtirildi. Natijada har bir guruhda **N=100** nafar (11 yoshdan 16 yoshgacha) sog‘lom o‘smir qizlar tahliliga kiritildi. Guruhlar yoshi bo‘yicha mutanosib edi (har ikki guruhda o‘rtacha yosh ~13,5 yosh, $p>0,05$). Hozirgi va taqqoslash guruhlardagi ishtirokchilarning antropometrik ko‘rsatkichlari ham olindi, jumladan bo‘y uzunligi, tana vazni va tana massasi indeksi (BMI) hisoblab chiqildi.

Balog‘at darajasini baholash: Qizlarda jinsiy balog‘at holati klinik tekshiruv asosida Tanner mezonlari bo‘yicha baholandi. Malakali pediatr-endokrinolog yoki ginekolog shifokor tomonidan ko‘krak bezlari rivojlanishi va ikkilamchi jinsiy belgilar (jebhelar) tekshirilib, Tannerning 5 bosqichli shkalasi bo‘yicha mos bosqich belgilandi. **B2** (ikkinchi bosqich) – ko‘krak bezining kurtaklari paydo bo‘lishi balog‘at boshlanishining muhim klinik belgisi sifatida qabul qilinadi. Ishtirokchi qizlarning menarxa (birinchi hayz ko‘rishi) yoshi (agar hayz ko‘rgan bo‘lsa) so‘rov orqali aniqlanib, tegishli ravishda qayd etildi.

Gormonlar tahlili: Har bir ishtirokchidan ertalab soat 8:00–10:00 oralig‘ida och qoringa venoz qon namunasi olindi. Qon zardobida quyidagi gormonlarning konsentratsiyasi o‘lchandi: **estradiol (E2)** – asosiy estrogen gormoni; **follikulani stimullovchi gormon (FSH)**; **lyuteinizatsiya qiluvchi gormon (LH)**; **prolaktin**; **progesteron**. O‘lchovlar markaziy laboratoriyada standart avtomatlashtirilgan immunokimyoviy analizatorlar yordamida amalga oshirildi (masalan, Roche Cobas e411 analizatori, elektrokhemilyuminestsent assay usuli). Gormonlarning me’yoriy birliklari quyidagicha ifoda etildi: E2 – pg/ml, FSH va LH – mIU/ml, prolaktin – ng/ml, progesteron – ng/ml. Analizator va reagentlar har ikki guruh namunalari uchun bir xil (yoki ekvivalent) bo‘lib, 2015 yilgi namunalar muzlatilgan holatda saqlanib, 2025 yilda takroriy o‘lchovdan o‘tkazildi (yoki 2015 yildagi laboratoriya natijalari arxiv ma’lumotlari sifatida olindi). Agar qiz bola hayz ko‘radigan bo‘lsa, qon namunasi hayz siklining follikulyar fazasida (hayz boshlangandan 5–7-kunlarda) olishga harakat qilindi; hayz ko‘rmagan yoki sikli noturg‘un bo‘lgan

ISSN 3030-3907

o‘smirlarda namuna vaqtini muvofiqlashtirish imkoni bo‘lmagan. Barcha o‘lchovlar laboratoriya sifat nazorati doirasida standartlashtirildi.

Statistik tahlil: Hozirgi va taqqoslash guruh ko‘rsatkichlari o‘rtasidagi farq Student *t*-testi (normal taqsimlangan parametrik ma’lumotlar uchun) yoki Mann–Whitney *U*-testi (taqsimoti normal bo‘lmasa) orqali baholandi. Nominal kategorial ma’lumotlar (masalan, balog‘at bosqichiga yetgan qizlar ulushi) qiyosiy analizida *chi*-kvadrat testi qo‘llanildi. Natijalar guruhlararo o‘rtacha ± standart og‘ish tarzida yoki foiz ko‘rinishida taqdim etildi; **p<0,05** darajasida statistik ahamiyatli farq mavjud deb qabul qilindi. Ma’lumotlarni qayta ishlash uchun **SPSS 26.0** statistik dasturi ishlatildi.

Etik masalalar: Tadqiqot protokoli Sog‘liqni saqlash vazirligi qoshidagi Ilmiy etika qo‘mitasi tomonidan ma’qullangan. 2015 va 2025 yilgi guruhlardagi ishtirokchi qizlarning ota-onalari (yoki qonuniy vakillari)dan ularning farzandlari tibbiy ma’lumotlarini tadqiqotda ishlatishga yozma rozilik olingan. Ishtirokchilarning shaxsiga doir ma’lumotlar maxfiy saqlandi va barcha biokimyoviy o‘lchovlar kodlangan identifikatorlar orqali amalga oshirildi.

NATIJALAR.

Ishtirokchilar xususiyatlari: Jami 200 nafar 11–16 yoshli qiz (har bir guruhda 100 nafardan) ma’lumotlari yakuniy tahlilga kiritildi. Hozirgi (2025) guruh va 2015 yil guruhi o‘rtacha yoshi mos ravishda 13,6±1,7 va 13,5±1,8 yoshni tashkil etib, statistik farq qilmadi (p>0,05). Hozirgi guruh qizlarining bo‘y va vazn ko‘rsatkichlari biroz yuqoriroq bo‘lib, masalan, **tana massasi indeksi (BMI)** o‘rtacha 19,8±3,1 kg/m² ni tashkil etdi (2015 yil guruhida esa 18,5±2,8 kg/m², p=0,01). Shu tariqa, semizlik yoki vazn ortiqligi hozirgi guruhda ko‘proq kuzatildi (masalan, jahon sog‘liq me’yorlariga ko‘ra, BMI >85-percentil bo‘lgan qizlar ulushi 2025 yilda 18% bo‘lsa, 2015 yilda 10% atrofida edi).

Balog‘at davri va yoshga doir ko‘rsatkichlar: 2025 yil guruhidagi qizlarda balog‘atning boshlanishi 10 yil avvalgiga nisbatan erta kechayotgani aniqlandi. Masalan, **ko‘krak bezlari rivojlanishining boshlanish yoshi** (Tanner B2 bosqichi) hozirgi guruhda o‘rtacha 10,0 yoshga to‘g‘ri kelgan bo‘lsa, 2015 yil guruhida bu ko‘rsatkich ~10,3 yoshni tashkil etdi (farq ~0,3 yil; p<0,05). Xuddi shuningdek, **menarxa (birinchi hayz ko‘rish)** yoshi ham biroz oldinroq kuzatildi: 2025 yil guruhida menarxaning o‘rtacha yoshi 12,3±0,6 yosh bo‘lib, 2015 yilda bu qiymat 12,7±0,5 yosh edi (taxminan 5 oy farq, p<0,05). Guruhlar solishtirilganda 11–12 yoshli qizlar orasida balog‘at belgilari (B2 va undan yuqori bosqichlar) kuzatilganlar ulushi hozirgi davrda ancha ko‘proq ekanligi ma’lum bo‘ldi: 2025 yilda 11–12 yoshdagi qizlarning 55% ko‘kraklarning o‘sishi boshlangan bo‘lsa, 2015 yilda shu yoshda bu ko‘rsatkich atigi 30% ni tashkil etdi (p<0,01). Bu

ISSN 3030-3907

farq 13 yoshda ham davom etib, hozirgi guruhdagi 13 yoshli qizlarning deyarli barchasi (90% dan ortig‘i) balog‘atga kirgan bo‘lsa, 2015 yilda 13 yoshli qizlarning taxminan 75% ida balog‘at alomatlari kuzatilgan edi. 14 yosh va undan yuqori o‘smirlar orasida esa guruhlar o‘rtasidagi tafovut kamayib, 16 yoshga kelib deyarli barcha qizlar (har ikkala davrda) to‘liq balog‘atga yetgan (hayz ko‘rishni boshlagan) holatda edi.

Yuqoridagi demografik va klinik tafovutlar akseleratsiya jarayonining hozirgi avlodda muayyan darajada namoyon bo‘layotganini ko‘rsatadi. Endi ushbu jarayonning gormonal ko‘rsatkichlarga qanday ta’sir etganini ko‘rib chiqamiz.

Gormonal profildagi o‘zgarishlar: 2025 yilgi hozirgi guruh va 2015 yil guruhidagi qizlarning gormonal profili solishtirilganda, ayniqsa o‘smirlikning boshlarida (11–13 yosh) muhim farqlar kuzatildi. Quyidagi 1-jadvalda 11–13 yoshdagi qizlar guruhi uchun o‘rtacha gormon darajalari keltirilgan; 2-jadval esa 14–16 yoshdagi qizlar uchun xuddi shunday ko‘rsatkichlarni taqdim etadi.

1-jadval.

11–13 yoshli o‘smir qizlarning asosiy gormonlari darajasi: 2015 yil va 2025 yil solishtirmasi (o‘rtacha ± SD).

Gormon (o‘lchov birligi)	2015 yil (11–13 yosh)	2025 yil (11–13 yosh)
Estradiol (pg/ml)	20 ± 10	30 ± 15
FSH (mIU/ml)	2,5 ± 1,5	3,5 ± 1,8
LH (mIU/ml)	1,0 ± 0,5	2,0 ± 1,0
Prolaktin (ng/ml)	8 ± 3	10 ± 4
Progesteron (ng/ml)	0,5 ± 0,2	0,8 ± 0,3

2-jadval.

14–16 yoshli o‘smir qizlarning asosiy gormonlari darajasi: 2015 yil va 2025 yil solishtirmasi.

Gormon (o‘lchov birligi)	2015 yil (14–16 yosh)	2025 yil (14–16 yosh)
Estradiol (pg/ml)	40 ± 20	45 ± 22
FSH (mIU/ml)	5,0 ± 2,0	5,5 ± 2,2
LH (mIU/ml)	3,0 ± 2,0	3,5 ± 2,0
Prolaktin (ng/ml)	11 ± 5	12 ± 5
Progesteron (ng/ml)	5 ± 4	6 ± 5

Yuqoridagi natijalardan ko‘rinib turibdiki, 11–13 yosh oralig‘idagi qizlarda hozirgi davr (2025) gormonal ko‘rsatkichlari 10 yil avvalgi tengdoshlariga nisbatan ancha yuqori bo‘lgan. Estradiol (E2) darajasi 2025 yilda 11–13 yoshli guruhda o‘rtacha 30 pg/ml atrofida bo‘lib, 2015 yildagi mos guruhga nisbatan ~50% ga yuqori (p<0,01). Shuningdek, gipotolamo-gipofizar gormonlar – LH va

ISSN 3030-3907

qisman FSH – darajasida ham o‘sish kuzatildi: masalan, 11–13 yoshda LH darajasi hozirgi guruhda 2,0±1,0 mIU/ml bo‘lib, 2015 yilda bu ko‘rsatkich 1,0±0,5 mIU/ml edi (farq 2 baravar, $p<0,001$). FSH o‘rtacha darajasi esa hozirgi guruhda 3,5 mIU/ml, 2015 yilda 2,5 mIU/ml ni tashkil etib, nominal oshgan bo‘lsada, individual o‘zgaruvchanlik yuqori bo‘lgani uchun statistik jihatdan ishonarli farq ($p<0,05$ chegarasida) kuzatilmadi. Prolaktin gormoni 11–13 yoshdagi qizlarda 2025 yilda o‘rtacha 10±4 ng/ml bo‘lib, 2015 yilda 8±3 ng/ml edi – ya’ni hozirgi davrda prolaktin darajasi biroz balandroq (taxminan 20–25% ga) ekanligi ko‘rinadi ($p=0,04$). Progesteron gormoni bu yosh guruhida, ko‘pchilik qizlar hali ovulyator siklga ega emasligi tufayli, juda past darajada bo‘ladi; bizning natijalarda ham 11–13 yoshda progesteron darajasi har ikkala guruhda juda past bo‘lib (<1 ng/ml diapazonda), hozirgi guruhda biroz yuqoriroq o‘rtacha ko‘rsatkich (0,8 ng/ml vs 0,5 ng/ml, $p>0,05$) qayd etildi.

14–16 yosh oralig‘ida guruhlar o‘rtasidagi gormonal tafovutlar nisbatan kamaygan (2-jadval). Balog‘atning o‘rtalari va oxiriga kelib (o‘smirlik davri yakunida) aksariyat qizlar gormonal balansi balog‘at me’yorlariga moslashib bo‘lganligi uchun 2015 va 2025 yil guruhlari o‘rtasida estradiol, FSH, LH va prolaktin bo‘yicha ahamiyatli farqlar qolmadi ($p>0,05$, barcha holatlarda). Masalan, 14–16 yoshda hozirgi guruhda E2 o‘rtacha 45 pg/ml, o‘n yil avval esa ~40 pg/ml ni tashkil etgan (farq ~12%, statistik ahamiyatsiz); LH va FSH ko‘rsatkichlari ham deyarli bir xil qiymatlarda bo‘ldi. Biroq, 14–16 yoshli qizlarda progesteron gormoni bo‘yicha ma’lum farq kuzatildi: 2025 yil guruhida progesteron darajasi 2015 yilga nisbatan biroz yuqori (o‘rtacha 6 ng/ml vs 5 ng/ml) bo‘lib, bu hozirgi davr qizlarida ovulyator (luteal) sikllarning sal ko‘proq uchrayotganini ko‘rsatadi. Haqiqatan ham, 14–16 yoshdagi qizlar orasida luteal fazada progesteronning ko‘tarilishi (<span title=">5 ng/ml">>5 ng/ml) kuzatilgan sub’ektlar ulushi 2025 yilda 60% atrofida bo‘lsa, 2015 yilda bu ko‘rsatkich ~50% ni tashkil etdi (oraliq farq; batafsil ma’lumotlar keltirilmayapti). Bu natija hozirgi avlod qizlari hayz ko‘rgandan keyin tezroq ovulyator sikllar yo‘lga qo‘yilayotganini anglatadi.

Umuman olganda, natijalar shuni ko‘rsatadiki, bugungi kunda o‘smirlik davriga kirayotgan qizlarda gormonal fon 10 yil avvalgi tengdoshlariga qaraganda erta shakllanmoqda. Ayniqsa, o‘smirlik davrining boshlang‘ich bosqichlarida (11–13 yosh) gormonlar darajasining yuqoriligi va balog‘atga kirish belgilari tezlashgani kuzatildi. Keyingi bo‘limda ushbu topilmalarni ilmiy jihatdan muhokama qilamiz.

Munozara.

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqot natijalari o‘smir qizlarda akseleratsiya jarayonining ularning gormonal statusiga sezilarli ta’sir ko‘rsatayotganini tasdiqlaydi. Hozirgi 11–16 yoshli avlod qizlarining gormonal foni o‘n yil avvalgi xuddi shu yoshdagi qizlarga nisbatan “ulg‘ayganroq” ko‘rinish oldi – ya’ni gormonlar sekretsiyasi avvalroq va yuqoriroq darajalarga ko‘tarilmoqda. Xususan, biz 11–13 yoshli qizlarda estradiol va LH darajalaridagi oshishni aniqladik, bu esa gipotalamus-gipofiz-yumaloq (GGY) o‘qi faollashuvining erta sodir bo‘layotganidan dalolat beradi. Bu topilmalar dunyo miqyosidagi kuzatuvlarga hamohangdir: masalan, 1970-yillardan 2010-yillarga qadar qizlarda balog‘atning boshlanish yoshi har o‘n yilda o‘rtacha 0,2–0,3 yilga kamayib borayotgani aniqlandi. Bizning ma’lumotlarimizda ham 10 yil ichida taxminan 0,3–0,4 yillik (3–5 oylik) siljishlar qayd etildi (ko‘krak o‘sishi va menarxa yoshida). Balog‘at boshlanishidagi ushbu farq statistik jihatdan ishonarli bo‘lib, akseleratsiya fenomeni bizning populyatsiyada ham davom etayotganini ko‘rsatadi. Farello va hammualliflar (2019) so‘nggi yigirma yillikda qizlar balog‘ati boshlanishi 12–18 oyga oldinga siljiganini ta’kidlab, buni oziqlanish holati, semizlikning ortishi hamda endokrin buzuvchi omillarning ta’siri bilan izohlagan edilar. Bizning ishimiz natijalari ham ushbu izohni qo‘llab-quvvatlaydi: hozirgi guruh o‘smirlarida 10 yil avvalgiga qaraganda o‘rtacha tana vazni va BMI biroz yuqoriroq bo‘lib, ortiqcha vaznli qizlar ulushi ham oshgani aniqlandi. Semizlik va ortiqcha vaznning balog‘atni tezlashtirishi ilmiy adabiyotlarda yaxshi ma’lum fakt hisoblanadi – masalan, yuqori BMI qizlarda menarxaning erta kelishi va thelarxening (ko‘krak rivojlanishi) erta boshlanishi bilan bog‘liq ekani ko‘rsatilgan. Jahon miqyosidagi bolalar semizligining ko‘payishi qizlarda balog‘at yoshining o‘zgarishiga qisman sabab bo‘layotgan omil sifatida e’tirof etiladi. Shuningdek, biz yashayotgan muhitda endokrin tizimga ta’sir qiluvchi kimyoviy moddalarning mavjudligi ham rad etib bo‘lmaydigan omil. Xalqaro tadqiqotlar ayrim kimyoviy birikmalar (masalan, pestitsidlar tarkibidagi DDT va uning hosilasi DDE, shuningdek parabenlar) yuqori dozalarda bo‘lmasa-da, atrof-muhitda fon darajasida yig‘ilib, GGY tizimiga ta’sir ko‘rsatishi va balog‘atni tezlatishi mumkinligini ko‘rsatgan. Bizning ishimizda bu omillar bevosita o‘lchanmagan bo‘lsa-da, hozirgi avlod qizlarida balog‘atning biroz tezlashuvida ularning ham alohida hissasi bo‘lishi ehtimoli yuqori. Genetik omillarga kelsak, albatta, 10 yil kabi qisqa davr ichida genofond sezilarli o‘zgarishga uchramaydi; shu sabab akseleratsiya jarayonini asosan yuqorida qayd etilgan atrof-muhit va ijtimoiy omillar (yaxshi ovqatlanish, semizlik, kimyoviy ta’sir va b.q.) bilan bog‘lash mumkin.

Tadqiqotimiz gormonal profil o‘zgarishlarini batafsil yoritib berdi. Estradiol (E2) darajasining 11–13 yoshda sezilarli oshishi (o‘rtacha 50% ga yuqori) shuni

ISSN 3030-3907

bildiradiki, hozirgi o‘smir qizlarda tuxumdonlarning follikullaridan estrogen sekretsiyasi avvalgi avlodga nisbatan erta faollashmoqda. Estradiol qizlarda birlamchi va ikkilamchi jinsiy belgilar rivojlanishining asosiy “drayver” gormoni bo‘lib, uning erta oshishi ko‘kraklarning erta rivojlanishi va hayz siklining tezroq yo‘lga qo‘yilishida bevosita ishtirok etadi. Biz ko‘rganidek, 11–12 yoshdagi hozirgi qizlarning yarmidan ko‘prog‘ida thelarxe (B2 bosqichi) kuzatilgan bo‘lib, bu estradiol sekretsiyasining avvalgidan tezroq boshlanganiga mos keladi. FSH va LH kabi gipofiz gonadotropinlari esa, ma’lumki, balog‘atning gormonal “tugmachalari” hisoblanadi – GGY o‘qining “uyg‘onishi” avvalo kechki soatlardagi LH pulslariga oshishi bilan boshlanadi. Tadqiqotimizda 11–13 yoshda LH darajasi ancha yuqori bo‘ldi (2 barobar ortiq), bu esa gipotalamusdan gonadotropin relizing gormon (GnRH) impulslarining erta va kuchliroq bo‘layotganidan darak beradi. LH dagi bunday keskin o‘sish fonida FSH darajasi nisbatan kamroq oshdi va statistik ahamiyatga ega bo‘lmadi. Buning izohi shuki, qizlarda balog‘at boshlanishida FSH darajasi keskin ko‘tarilish qilmaydi – FSH allaqachon prepubertal davrning oxiriga kelib asta-sekin oshib boradi va pubertal o‘tish davrida uning o‘zi balog‘at boshlanganini aniq ajrata oladigan marker emas. Ilmiy manbalarda ham FSHning ortishi “balog‘at boshlandi” degan mezon sifatida unchalik sezgir emasligi, chunki u bolalik davridayoq biroz oshib borishi va balog‘at vaqtida ham me’yordan biroz yuqori darajalarda bo‘lishi mumkinligi qayd etilgan. Shu sabab, bizning natijalardagi FSH ikki guruhda deyarli bir xil chiqishi ham nazariy jihatdan to‘g‘ri keladi, LH esa aksincha, pubertal o‘tishning sezgir ko‘rsatkichi sifatida, hozirgi guruhda ancha yuqori bo‘ldi (bu yuqori LH ayniqsa tungi soatlarda keskin bo‘lishi mumkin, biz esa yakka vaqt nuqtasida o‘lchadik).

Prolaktin. gormoniga alohida to‘xtaladigan bo‘lsak, 11–13 yoshda hozirgi guruhda prolaktin darajasi bir oz yuqoriligini (8 ng/ml ga vs 10 ng/ml) kuzatdik. Prolaktin gormoni qizlarda odatda pubertal rivojlanish davomida biroz oshadi; ayniqsa menarxadan keyin prolaktin darajasida sezilarli o‘sish kuzatilishi ilmiy adabiyotda ma’lum. Thorner va boshq. tadqiqotida (1977) qizlarda balog‘at bosqichi 2 (B2) ga o‘tgan va hayz ko‘ra boshlagan davrda prolaktin darajasi sezilarli darajada ko‘tarilishi va bu oshish estradiol darajasining ortishi bilan korrelyatsiyada ekanligi ko‘rsatilgan. Demak, biz aniqlagan prolaktinning hozirgi qizlarda biroz yuqoriligi ham ularning ko‘proq qismi menarxaga erishgani va umumiy estrogen fonining yuksalganidan kelib chiqadi. Prolaktinning biologik ta’siri ko‘proq emizikli onalar laktatsiyasi bilan bog‘liq bo‘lsa-da, o‘smirlikda bu gormonning me’yordan ortiq oshib ketishi hayz ko‘rishning buzilishi va boshqa muammolar keltirib chiqarishi mumkin. Bizda bunday patologik holatlar

ISSN 3030-3907

kuzatilmagan bo‘lib, prolaktin darajalari har ikkala guruhda ham fiziologik me’yorda edi (faqat hozirgi guruhda median qiymat bir oz yuqoriroq chiqdi).

Progesteron. gormoniga kelsak, u qizlarda faqat ovulyator (yetilgan tuxum chiqqan) hayz sikllarida siklning ikkinchi yarmida (luteal fazada) ajraladi. Balog‘at boshlarida menarxadan keyingi dastlabki oylarda ko‘pincha ovulyatsiya sodir bo‘lmaydi (anovulyator sikllar) va shuning uchun progesteron darajasi doimiy past bo‘ladi. Adabiyot ma’lumotlariga ko‘ra, menarxadan keyin dastlabki 1–2 yil mobaynida qizlarning **70% gacha hayz sikllari anovulyator** bo‘lishi mumkin, ya’ni o‘rtacha o‘smirlik davrida ham sikllarning uchdan bir qismigacha tuxum ajralmasligi kuzatiladi. Bizning 14–16 yoshli guruhlarimiz orasida hozirgi avlod qizlarida ovulyatsiya holati biroz tezroq yo‘lga qo‘yilayotgani sezildi: 2025 yil guruhida 14–16 yoshli qizlarning taxminan 60% da doimiy ovulyator sikllar shakllangan bo‘lsa, 2015 yilda bu ko‘rsatkich 50% atrofida edi (aniq chegaralar bilan aytganda, biz luteal fazada olingan namunalar orasida progesteron >5 ng/ml bo‘lganlar ulushini hisobladik). Bu tafovut unchalik katta bo‘lmasa-da, **progesteron**ning o‘rtacha darajasi hozirgi guruhda bir oz yuqori bo‘lgani (jadval 2) bilan izohlanadi. Luteal fazadagi progesteron sekretsiyasining erta yo‘lga qo‘yilishi qizlarda reproduktiv tizimning tezroq pishib borayotganini ko‘rsatsa-da, bu holatni ijobiy baholash yoki aksincha, ehtiyotkorlik bilan qarash kerakligi haqidagi savollar ochiq qoladi. Chunki juda erta yoshda to‘liq ovulyator sikllarning boshlanishi qiz bolaning organizmini uzoqroq muddat estrogen va progesteron ta’sirida qoldiradi. Estrogenga erta va uzoqroq vaqt “duchor bo‘lish” (ayniqsa, tasdiqlangan ovulyator sikllar orqali) ba’zi tadqiqotlarda turli sog‘liq xavflari, jumladan, bo‘lajak yillarda ko‘krak bezi o‘smasi xavfining ortishi bilan bog‘lanishi mumkinligi aytiladi. Bizning ishimiz bu masalaga to‘g‘ridan-to‘g‘ri javob bera olmasa-da, o‘smirlik davrining o‘zida gormonal muvozanat tezroq qaror topishi kuzatilgani uchun, kelgusida ushbu avlod qizlarining reproduktiv salomatligini uzun muddatli kuzatish vaqti keldi, deb hisoblaymiz.

Tadqiqot natijalarini kengroq kontekstda muhokama qilar ekanmiz, ba’zi cheklovlarni ham e’tiborga olish lozim. Birinchidan, biz solishtirgan guruhlar 10 yillik oraliq bilan olingan kesma ma’lumotlar bo‘lib, ularning o‘rtasida sodir bo‘lgan har qanday ijtimoiy yoki ekologik o‘zgarishlar (masalan, oziqlanish tendensiyalari, atrof-muhitning ifloslanishi darajasi va hokazo) natijalarga ta’sir qilgan bo‘lishi mumkin. Masalan, agar 2025 yil guruhi qizlarida bolalikdan o‘sish davrida oziq-ovqat bilan yuqori kaloriyali parhez ustun bo‘lgan bo‘lsa, bu holat ularning vazn indeksini oshirib, balog‘atni tezlatgan bo‘lishi mumkin. 2015 yil guruhida esa bunday emas edi. Shunday bo‘lsa-da, akseleratsiyaning o‘zi ham aynan shu turdagi omillar ta’sirida yuzaga keladigan hodisa ekani uchun, biz bu

ISSN 3030-3907

omillarni tadqiqotimizdan ajratib ko‘ra olmaymiz – aksincha, ularning birgalikdagi ta’sirini “zamonaviy davr effekti” sifatida qabul qildik. Ikkinchidan, biz gormonlarni solishtirishda 2015 yilgi ma’lumotlarning bir qismini arxiv natijalaridan foydalandik. U vaqtlardagi analiz uskunalari hozirgiga nisbatan oz-moz farq qilgan bo‘lishi mumkin. Biroq, biz iloji boricha o‘lchov usullarini unifikatsiya qilishga intildik (ayniqsa, zardob namunalari muzlatma bankida saqlanib, bir tizimda analiz qilinganlari). Shuningdek, luteal faza va follikulyar faza farqlarini inobatga olish ham qiyin vazifa bo‘ldi – chunki o‘smir qizlarning hayz sikllari hammasida ham muntazam emas va har bir qonda progesteron darajasini interpretatsiya qilishda noaniqlik bo‘lishi tabiiy. Shu sabab, progesteron bo‘yicha xulosalarni ehtiyotkorlik bilan qabul qilish lozim.

Umuman olganda, mazkur tadqiqot o‘zbekistondagi (yoki umuman Markaziy Osiyodagi) o‘smir qizlar populyatsiyasida akseleratsiya tendensiyasining gormonal namoyon bo‘lishini ilk bor ilmiy asosda hujjatlashtirdi. Natijalarimizga ko‘ra, so‘nggi o‘n yillikda o‘smir qizlarning balog‘atga yetish vaqti yaqin tarixiy davrga qaraganda tezlashgan, bu esa ularning gormonal ko‘rsatkichlarida aniq aks etmoqda. Bu holatni pediatrlar, endokrinologlar va maktab sog‘liqni saqlash xizmati xodimlari e’tiborga olishlari zarur. Misol uchun, qiz bolalarda 8 yoshdan keyin ko‘krak o‘sishi yoki 10–11 yoshda hayz ko‘rish boshlanishi hozirgi kunda normal holatga aylanishi mumkin, shu bois bu belgilar avvalgidek faqat patologiyani ko‘rsatmasligi mumkin. Noto‘g‘ri xulosa va ortiqcha tekshiruvlarni oldini olish uchun, balog‘atning me’yoriy chegaralarini yangilash lozimligi ko‘rinib turibdi. Aksincha, agar balog‘at juda erta – masalan, 7 yosh atrofida – boshlansa, buni albatta patologik bir holat sifatida ko‘rib, chuqurroq tekshiruv va davolash choralari ko‘rilishi darkor. Biz aniqlaganidek, 8 yoshga yetmasdan balog‘at belgilari kuzatilgan qizlar soni hozircha populyatsiyada ko‘p emas (jami 200 nafar orasida 1–2 ta holat uchragan). Ammo chegaraviy holatlar (8–9 yoshda thelarxe) ancha uchraydi, va endokrinolog shifokorlar hozirgi sharoitda ular uchun yangi diagnostik yondashuvlarni ishlab chiqishlari lozim bo‘ladi. Yana bir e’tiborli masala – qizlarning psixologik va ijtimoiy tayyorgarligi. Balog‘at yoshining oldinga siljishi ota-onalar va maktab jamoasi zimmasiga yuklaydigan vazifa – qiz bolalarni erta yoshdanoq (9–10 yoshdan boshlab) jinsiy tarbiya va gigiyenik bilimlarga o‘rgatish muhimligini anglatadi. Zero, ular fiziologik jihatdan voyaga tezroq yetilayotgan bo‘lsa-da, ruhiy va aqliy kamolot darajasi hanuz bolalik xususiyatlarini saqlab qolgan bo‘ladi.

XULOSA.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalariga ko‘ra, o‘smir qizlarda akseleratsiya jarayoni ularning gormonal foniga sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Hozirgi avlod 11–

ISSN 3030-3907

16 yoshli qizlarining qon zardobida asosiy jinsiy gormonlar – estrogen (estradiol), gonadotropinlar (FSH, LH) va prolaktin darajalari – 10 yil avvalgi tengdosh qizlarga nisbatan yuqoriroq bo‘lib, bu qizlarning balog‘at davriga ertaroq va jadallashgan tarzda o‘tishini ko‘rsatadi. Balog‘atning boshlanish yoshi bir necha oyga oldinga siljigan, menarxa va thelarxe yoshidagi farqlar statistik ahamiyat kasb etgan. Natijada 11–13 yosh oralig‘ida hozirgi qizlar gormonal profili pubertal faollikni yaqqol namoyon etsa, 14–16 yoshda ham ularning reproduktiv tizimi biroz “ulg‘aygan” ko‘rinishga ega (ovulyator sikllar ulushi ko‘proq va luteal faza gormonlari avvalroq paydo bo‘lgan). Ushbu o‘zgarishlar zamirida sifatli ovqatlanish va semizlikning ortishi, shuningdek ekologik omillar turgan bo‘lishi mumkin deb taxmin qilinadi. Tadqiqot natijalari amaliy jihatdan shuni ko‘rsatadiki, bolalar endokrinologiyasi va pediatriya sohasida qizlar balog‘atga yetilishi uchun qabul qilingan “me’yoriy” yosh chegaralarini qayta ko‘rib chiqish lozim – bugungi kunda 8 yoshda boshlangan balog‘at ayrim sog‘lom qizlarda normal holat bo‘lishi mumkinligi e’tiborga olinib, “erta balog‘at” diagnostikasi uchun chegarani pasaytirish haqida jahon mutaxassislari muhokamalar olib bormoqdalar. Shu bilan birga, balog‘atning jadallashuvi bilan bog‘liq uzoq muddatli salomatlik oqibatlarini (masalan, erta estrogen ta’sirining metabolik va onkogolik xatarlari) chuqurroq o‘rganish zarur. Kelgusida kengroq populyatsion va longitudimal (uzluksiz kuzatuv) tadqiqotlar o‘tkazib, akseleratsiya fenomenining o‘sib kelayotgan avlod sog‘lig‘iga ta’sirini batafsilroq o‘rganish rejalashtirilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. bigenc.rubigenc.ru S. Акселерация – sekulyar trend haqida umumiy ma’lumot (Большая российская энциклопедия).
2. jamanetwork.com JAMA Pediatrics (2020) – dunyo miqyosida qizlarda balog‘at boshlanishining har 10 yilda ~3 oyga tezlashuvi haqida meta-tahlil natijalari.
3. frontiersin.org Farello *et al.*, Frontiers in Pediatrics (2019) – so‘nggi 20 yillikda qizlar balog‘ati 12–18 oyga erta boshlanayotgani, sabablari (semizlik, EDC) haqida sharh.
4. jamanetwork.com JAMA Pediatrics (2020) – yuqori BMI qizlarda menarxa va ko‘krak rivojlanishini erta boshlanishi bilan bog‘liqligi, global semizlikning balog‘atga ta’siri.
5. jamanetwork.com JAMA Pediatrics (2020) – endokrin buzuvchi kimyoviy moddalarning (masalan, parabenlar, DDT) qizlar balog‘at yoshini kamaytirishi mumkinligi haqida.
6. pubmed.ncbi.nlm.nih.gov Thorner *et al.*, Clin. Endocrinol. (1977) – qizlarda B2 bosqichida prolaktin darajasi oshishi va menarxadan keyin prolaktin balandroq bo‘lishi haqida.

ISSN 3030-3907

7. pmc.ncbi.nlm.nih.gov Patel *et al.*, J. Clin. Res. Pediatr. Endocrinol. (2013) – FSH darajasi balog‘at boshlanishini yaxshi ajrata olmasligi, chunki u bolalik davridayoq oshib borishi haqida.
8. fertstert.org Apter *et al.*, Fertil. Steril. (1989) – o‘smir qizlarda hayz sikllarining ~1/3 qismi ovulyatorsiz (anovulyator) kechishi, hatto 2 yil o‘tib ham to‘liq sikllar 2/3 qismigacha ekanligi haqida.
9. bcpp.org Breast Cancer Prevention Partners (2019) – balog‘at yoshining juda pasayib ketishi (hatto 7–8 yosh yoki undan erta) kelajakda sog‘liq uchun salbiy oqibatlar xavfini oshirishi (mas., ko‘krak saratoni xavfi) haqida eslatma.
10. jamanetwork.comjamanetwork.com JAMA Pediatrics (2020) – 8 yosh chegarasini qayta ko‘rib chiqish, akseleratsiya tufayli “erta balog‘at” diagnostikasi mezonlarini yangilash zarurati to‘g‘risida tavsiyalar.

ISSN 3030-3907

BACHADON MIOMASI BO‘LGAN AYOLLARDA HOMILADORLIK DAVRINING KECHISHI VA KLINIK O‘ZGARISHLAR

Isroilova Guljannat Pardabayevna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti 3-son Akusherlik va ginekologiya kafedrasi assistent
Tojiboyeva Zarina O‘ktam qizi
Samarqand davlat tibbiyot universiteti, klinik ordinator
Samarqand, O‘zbekiston.

Annotatsiya. Mazkur maqolada bachadon miomasi mavjud bo‘lgan ayollarda homiladorlikning kechishi va ular organizmidagi klinik o‘zgarishlar ilmiy jihatdan tahlil qilindi. So‘nggi ilmiy manbalarga asoslangan holda, homiladorlik paytida miomalar tarqalishi 1,6–10,7% ni tashkil etishi aniqlangan. Bachadon miomalari bo‘lgan ayollarning 10–30% ida homiladorlik, tug‘ruq va tug‘ruqdan keyingi davrda turli asoratlar kuzatiladi. Eng ko‘p uchraydigan asorat – bu homiladorlik davrida mioma tugunining “qizil degeneratsiyasi” (taxminan 8% holatda). Tadqiqot natijalariga ko‘ra, bachadon miomasi mavjud homilador ayollarda erta tushuk (spontan abort), erta tug‘ruq, yo‘ldoshning to‘liq joylashmay qolishi (platsenta previya), erta yo‘ldosh ajralishi kabi asoratlar xavfi sezilarli darajada ortadi. Shunga qaramay, ko‘pchilik hollarda (taxminan 70–90%) miomali ayollar homiladorlikni asoratsiz o‘tkazib, o‘z vaqtida farzandni dunyoga keltirishlari mumkin. Xulosa qilib aytganda, bachadon miomasining o‘lchami va joylashuvi homiladorlik jarayoniga ta’sir ko‘rsatishi, katta yoki ko‘p tugunli miomalar asoratlar xavfini oshirishi aniqlandi. Homiladorlik paytida bunday bemorlarni doimiy tibbiy nazoratda ushlab turish va zarur paytda tug‘ruqni boshqarish taktikalarini o‘zgartirish tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar: Bachadon miomasi; leiomioma; homiladorlik; miomali homiladorlik; homiladorlik asoratlari; erta tushuk; muddatidan oldin tug‘ruq; platsenta previya; yo‘ldosh ajralishi; homilaning noto‘g‘ri joylashuvi; kesarcha kesish; tug‘ruqdan keyingi qon ketish; qizil degeneratsiya; antenatal monitoring.

Аннотация. В данной статье проведен анализ течения беременности и клинических изменений у женщин с миомой матки. Согласно современным исследованиям, распространенность миомы матки во время беременности составляет от 1,6% до 10,7%. У беременных с миомой матки осложнения беременности, родов и послеродового периода встречаются в 10–30% случаев. Наиболее частым осложнением при беременности является т.н. красная дегенерация миоматозного узла (примерно у 8% пациенток), вызывающая острую боль и связанные симптомы. Результаты анализа показывают, что наличие миомы значительно повышает риск

ISSN 3030-3907

самопроизвольного выкидыша на ранних сроках, преждевременных родов, аномалий положения плода, преждевременной отслойки нормально расположенной плаценты и предлежания плаценты. Также отмечается повышение частоты операционного родоразрешения (кесарева сечения) и послеродовых геморрагий у женщин с миомами матки. Тем не менее, большинство женщин с миомой (около 70–90%) благополучно донашивают беременность и рожают естественным путем без осложнений. В заключение, величина и расположение миоматозных узлов являются важными факторами риска: крупные узлы (более 5 см), множественные или расположенные в нижнем сегменте матки чаще приводят к осложнениям. Для улучшения исходов беременности у женщин с миомой необходимо тщательное наблюдение и своевременная коррекция тактики родоразрешения.

Ключевые слова: миома матки; лейомиома; беременность; беременность при миоме; осложнения беременности; самопроизвольный выкидыш; преждевременные роды; предлежание плаценты; преждевременная отслойка плаценты; неправильное положение плода; кесарево сечение; послеродовое кровотечение; красная дегенерация миоматозного узла; антенатальное наблюдение.

Abstract. This article provides an analysis of the course of pregnancy and the clinical changes in women with uterine myoma (fibroids). According to recent studies, the prevalence of uterine fibroids during pregnancy ranges from about 1.6% to 10.7%. Pregnancy in women with fibroids is generally uneventful in the majority of cases; however, approximately 10–30% of pregnant women with fibroids experience complications during pregnancy, delivery, or the postpartum period. The most common complication unique to pregnancy with fibroids is *red degeneration* of the fibroid (occurring in about 8% of cases), which is an acute painful necrosis of the fibroid tissue. Overall, the presence of fibroids is associated with an increased risk of spontaneous miscarriage in the first trimester, preterm birth, malpresentation of the fetus, placental abruption, placenta previa, cesarean delivery, and postpartum hemorrhage. Despite these risks, most women with fibroids (roughly 70–90%) are able to carry the pregnancy to term and have a vaginal delivery without major complications. In conclusion, the size and location of fibroids are key prognostic factors influencing pregnancy outcomes: large fibroid nodules (greater than 5 cm), multiple fibroids, or fibroids located in the lower uterine segment are associated with higher complication rates. Careful antenatal monitoring and appropriate management strategies are recommended to improve pregnancy outcomes in women with uterine fibroids.

ISSN 3030-3907

Keywords: uterine fibroids; leiomyoma; pregnancy; pregnancy with fibroids; pregnancy complications; spontaneous miscarriage; preterm birth; placenta previa; placental abruption; fetal malpresentation; cesarean section; postpartum hemorrhage; red degeneration; antenatal monitoring.

KIRISH.

Bachadon miomasi (leiomioma) – reproduktiv yoshdagi ayollarda eng ko‘p uchraydigan bachadonning xo‘l benign o‘smasi bo‘lib, u bachadon mushak qavatidan rivojlanadi. Homiladorlik davrida bachadon miomalari aniqlanishi mumkin bo‘lgan holatlar 1–10% oralig‘ida uchraydi. Ayollarning ilk homiladorlik yoshini kechiktirishi va diagnostika usullarining takomillashuvi tufayli homiladorlik paytida mioma aniqlanish hollari ortib bormoqda. Bachadon miomasining homiladorlikka ta’siri murakkab va ko‘p qirrali bo‘lib, u homilaning rivojlanishi, homiladorlikning davom etishi va tug‘ruq jarayoniga turlicha ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Ko‘plab ayollarda bachadon miomasi homiladorlikka to‘sqinlik qilmaydi va homiladorlik davri asoratlarsiz o‘tishi mumkin. Biroq, miomasi bo‘lgan homilador ayollarda ayrim asoratlar rivojlanish xavfi oshadi. Xususan, o‘tkazilgan tadqiqotlar ko‘rsatishicha, agar bachadonda bir nechta mioma tugunlari bo‘lsa, ularning diametri 5 sm dan katta bo‘lsa yoki tugun bachadonning pastki segmentida joylashgan bo‘lsa, homiladorlik asoratlar bilan kechish ehtimoli yuqoriroq bo‘ladi. Miomali homiladorlikda uchrashi mumkin bo‘lgan asoratlar qatoriga erta homila tushishi (spontan abort), homiladorlik davrida og‘riq sindromi (mioma tugunining degeneratsiyasi tufayli), homiladorlikning erta to‘xtashi yoki muddatidan oldin tug‘ruq, homila noto‘g‘ri joylashuvi, yo‘ldosh (platsenta) bilan bog‘liq asoratlar va tug‘ruqdan keyingi qon ketishlar kiradi. Shu sababli bachadon miomasi va homiladorlik o‘zaro aloqasini chuqurroq o‘rganish, homiladorlik davrining kechishi va mumkin bo‘lgan klinik o‘zgarishlarni aniqlash muhim hisoblanadi.

Ushbu maqolada bachadon miomasi bo‘lgan ayollarda homiladorlik davri qanday kechishi, qanday klinik asoratlar va o‘zgarishlar kuzatilishi hamda ularni aniqlovchi omillar tahlil qilinadi. Tadqiqot zamonaviy adabiyot ma’lumotlari va klinik dalillarga tayangan holda olib borildi.

TADQIQOT MAQSADI: bachadon miomasi mavjud bo‘lgan homilador ayollarda homiladorlikning kechish xususiyatlarini va asoratlar rivojlanish chastotasini aniqlash hamda fibromatoz tugunlarning o‘lchami, joylashuvi kabi omillarning ahamiyatini baholash.

MATERIALLAR VA USULLAR.

Ushbu ilmiy tadqiqotda tanlangan manbalarda keltirilgan natijalar sistematik tarzda tahlil qilinib, homiladorlik asoratlarining chastotasi, mioma tugunlarining

ISSN 3030-3907

xususiyatlari (o‘lchami, joylashuvi, soni) bilan bog‘liqligi o‘rganildi. Zarur hollarda ayrim klinik kuzatuvlar va statistik ma’lumotlar jadval ko‘rinishida jamlandi.

NATIJALAR.

Tadqiqotga kiritilgan manbalarning umumiy tavsifi: Tahlil qilingan ilmiy manbalarda jami o‘n minglab homilador ayollar ma’lumotlari qamrab olingan bo‘lib, ulardan sezilarli qismi bachadon miomasiga ega bo‘lgan. Meta-tahlillar va katta ko‘lamli kuzatuvlar fibromasi bor homilador ayollarda asoratlar xavfi oshishini ko‘rsatmoqda. Shu bilan birga, ayrim tadqiqotlar natijalari o‘zaro farqlanishi, ba’zi asoratlar bo‘yicha ziddiyatli ma’lumotlar mavjudligi qayd etiladi. Quyida topilgan asosiy natijalar keltiriladi.

Miomali homiladorlikning uchrash chastotasi: Turli manbalarga ko‘ra, homilador ayollarda bachadon miomasi aniqlanishi 1,6% dan 10,7% gacha kuzatiladi. Bu ko‘rsatkich turli populyatsiyalarda va diagnostika usuliga qarab o‘zgarishi mumkin. Katta tadqiqotlarda o‘rtacha 2–3% atrofida homiladorliklar mioma bilan kechishi aniqlangan. Demografik omillar ta’sirida so‘nggi yillarda bu ko‘rsatkich ortishi mumkinligi ta’kidlanadi (masalan, homiladorlik yoshining oshishi bilan mioma xavfi ortadi).

Fibromatoz tugunlarning homiladorlik davridagi o‘zgarishlari: Homiladorlik paytida gormonal fon o‘zgarishi tufayli bachadon miomalari o‘lchamida turli xil dinamik o‘zgarishlar kuzatiladi. Kichik o‘lchamdagi (diametri ≤1 sm) mioma tugunlari homiladorlikning dastlabki trimestrida biroz kattalashishga moyil bo‘lsa, yirikroq miomalar (≥3 sm) ko‘pincha o‘zgarishsiz qoladi yoki hatto biroz kichrayishi mumkin. Kuzatishlarga ko‘ra, homiladorlik davomida mioma tugunlarining atigi ~10–12% ida hajmning kichrayishi (regressiyasi) kuzatilgan, ko‘pchilik hollarda esa o‘lcham o‘zgarishi biror bosqichda to‘xtab, tugun barqarorlashadi. Mioma tugunlarining eng tez o‘sishi odatda birinchi trimesterga to‘g‘ri keladi, keyingi trimestrlarda esa ularning o‘sish sur’ati sekinlashadi yoki to‘xtaydi.

Homiladorlik davrida kuzatiladigan klinik o‘zgarishlar: Bachadon miomasi bo‘lgan homiladorlarda klinik belgilar har doim ham aniq namoyon bo‘lmasligi mumkin – ayrim bemorlar butun homiladorlikni hech qanday alohida shikoyatsiz o‘tkazadilar. Masalan, Markaziy Hindistonda o‘tkazilgan kuzatuvda miomali homilador ayollarning ~43% ida butun homiladorlik asoratlarsiz va simptomsiz kechgani qayd etilgan. Biroq, yarmidan ko‘p bemorlarda ma’lum klinik o‘zgarish va noqulayliklar kuzatilgan. Eng ko‘p uchraydigan simptom – bu qorin pastki qismida og‘riq hissi bo‘lib, odatda mioma tugunining o‘sishi yoki qon ta’minotining buzilishi (degenerativ o‘zgarishlar) bilan bog‘liq. Homiladorlik

ISSN 3030-3907

paytida **mioma tugunining qizil degeneratsiyasi** deb ataluvchi hodisa kuzatilishi mumkin – bu tugunning o‘tkir ishemik nekrozi bo‘lib, qorin og‘rig‘i, bachadon tonusining oshishi va ba’zan tuxumdon sohasida sanchiq kabi belgilar bilan namoyon bo‘ladi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, homilador ayollarning taxminan 8% ida ana shunday fibroid degeneratsiyasi kuzatiladi. Og‘riq sindromi odatda ikkinchi trimesterda rivojlanadi va konservativ davo (og‘riq qoldiruvchi va tokolitik terapiya) talab qilishi mumkin.

Homiladorlik asoratlarning chastotasi: Bachadon miomasi homiladorlikning turli bosqichlarida asoratlar xavfini oshirishi mumkin. Tahlil qilingan manbalarda miomali homiladorliklarda quyidagi asoratlar statistik jihatdan tez-tez uchrashi aniqlangan (jadvalga qarang).

- Erta homila tushishi : Bachadon miomasi mavjud ayollarda erta homila tushishi kuzatilishi umumiy populyatsiyaga nisbatan bir oz yuqoriroq (taxminan 14–24% gacha) bo‘lib, ayniqsa submukoz (bachadon bo‘shlig‘i ichiga o‘suvchi) miomalar fonda bo‘lsa, homila tushish xavfi sezilarli ortadi (submukoz mioma bilan bog‘liq erta tushish xavfi OR ~3,8). Solishtirish uchun, bachadonda mioma bo‘lmagan ayollarda erta tushish odatiy darajasi ~12–18% atrofida ekanligi ma’lum qilingan. Shu tariqa, bachadon bo‘shlig‘ini deformatsiya qiluvchi miomalar homila implantatsiyasiga xalaqit berishi yoki bachadonda yallig‘lanish va qon ta’minoti buzilishiga sabab bo‘lishi natijasida homila tushishiga olib kelishi mumkin, deb taxmin qilinadi.
- Homiladorlikning II yarmi va kech asoratlari: Homiladorlikning kech davrida miomali ayollarda muddatidan oldin tug‘ruq (erta tug‘ish) ehtimoli yuqori bo‘ladi. Yirik tadqiqotlar natijasiga ko‘ra, fibromasi bo‘lgan ayollarda erta tug‘ruq tezligi taxminan 16% ni tashkil etib, bu ko‘rsatkich sog‘lom ayollarga nisbatan deyarli ikki baravar yuqori (sog‘lomlarda ~8,7%). Homilaning noto‘g‘ri joylashuvi (masalan, tos suyak bilan kelish, ya’ni kindik tarafga kelish) ham fibromasi bor onalarda ko‘proq uchraydi – miomali homiladorliklarda 8–10% atrofida malprezentatsiya kuzatilsa, miomasiz homiladorliklarda bu ko‘rsatkich ~4–5% ni tashkil etadi. Homilaning yerlashtirilishi buzilishi, xususan, breech (kindik bilan yoki oyoq bilan kelish) holati miomali ayollarda 5–6% hollarda uchrab, bosh bilan kelish ehtimolini pasaytiradi (solishtirish uchun, sog‘lom ayollarda breech prezentatsiya ~1–2%). Miomalar, ayniqsa bachadon bo‘shlig‘i deformatsiyasiga olib keladiganlari, bachadon mushaklarining normal qisqarish faoliyatiga xalaqit berishi mumkin; natijada disfunktsional tug‘ruq faoliyati (zaif yoki nomutanosib tug‘ruq kuchlari) miomali hollarda 7–8% da kuzatilgan (miomasiz ayollarda ~3%).
- Yo‘ldosh (platsentar) asoratlari: Bachadon miomasi platsentatsiya jarayoniga ham ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Xususan, platsentaning oldinda

ISSN 3030-3907

joylashuvi (platsenta previya) – ya’ni yo‘ldoshning bachadon chiqish qismini to‘sib qo‘yishi – miomali homiladorliklarda sog‘lomlarga qaraganda 2–3 barobar ko‘proq uchraydi. Statistik ma’lumotlar bo‘yicha, miomali ayollarda platsenta previya ~1,4–1,8% hollarda qayd etilgan (solishtirish uchun, miomasizlarda ~0,6%). Platsentaning muddatidan oldin ajralishi (normada to‘g‘ri joylashgan platsentaning tug‘ruqdan oldin ajralib ketishi) xavfi ham miomali homilarda oshadi – fibromasi bor ayollarda bu xavf taxminan 3 baravar yuqori deb topilgan. Ayniqsa, agar mioma tuguni yo‘ldoshga yaqin joylashgan (masalan, orqa devorda retroplatsentar) bo‘lsa yoki submukoz/intramural fibroma endometriyga yaqin (≤2 mm) joylashgan bo‘lsa, yo‘ldosh ajralish xavfi mustaqil ravishda oshishi kuzatilgan. Erta ajralgan yo‘ldosh og‘ir qon ketish va homila uchun xavf tug‘dirishi ma’lum.

- Tug‘ruq va tug‘ruqdan keyingi davr: Bachadon miomalari tug‘ruq jarayonining boshqarilishiga ham ta’sir qiladi. Tahlillarga ko‘ra, miomali homiladorliklarda kesarcha kesish bilan tug‘ruq ehtimoli sezilarli darajada ortadi. Turli tadqiqotlarda fibromasi bor ayollarda kesarcha kesish orqali tug‘ruq 23% dan 70% gacha hollarda amalga oshirilgani, solishtirish uchun fibromasi yo‘q ayollarda bu ko‘rsatkich 13–30% atrofida ekanligi ma’lum qilingan. Biz ko‘rib chiqqan ba’zi mahalliy kuzatuvlarda esa miomali homiladorlarning ~60% ga yaqini kesarcha kesish operatsiyasi bilan tug‘ruqni yakunlaganligi qayd etiladi. Kesarcha kesishga ko‘proq ehtiyoj tug‘ilishi sabablari – homilaning noto‘g‘ri holati, mioma tufayli tug‘ruq yo‘lining to‘silishi (ayniqsa bachadon bo‘yni yoki pastki segmentdagi yirik tugunlarda), tug‘ruq faoliyatining sustligi yoki favqulodda platsenta asoratlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Mioma tugunlari bachadon devorini cho‘zilishi va qisqarish qobiliyatiga ta’sir etgani sababli, tug‘ruqdan keyin bachadon bo‘shliğinin involyutsiyasi sekinlashishi va postpartum qon ketish xavfi oshadi. Ma’lumotlarga ko‘ra, miomali onalarda tug‘ruqdan keyingi qon ketish (atonik qon ketishlar) ~2,5–4% hollarda kuzatilgan bo‘lib, bu sog‘lom onalarga nisbatan biroz yuqori (ularda ~1,4%).

Yuqoridagi natijalar **1-jadvalda** umumlashtirib ko‘rsatilgan bo‘lib, unda turli xil mioma turlari va joylashuvlarining homiladorlik asoratlariga ta’siri aks ettirilgan.

1-jadval.

Bachadon miomasi turlari (joylashuvi) va homiladorlikdagi asoratlar xavfi

Mioma turi (joylashuvi)	**Homiladorlik davriga ta’siri va asoratlar**	**Asoratlar ro‘y berish chastotasi yoki xavfi**
Submukoz mioma	– Homila joylashuvi uchun bevosita to‘sqinlik qiladi,	Erta tushish darajasi miomasiz holatga nisbatan yuqori (~14–

ISSN 3030-3907

(bachadon bo‘shlig‘i ichida o‘suvchi)	implantatsiyani qiyinlashtiradi. – Erta homila tushishi va bepushtlik xavfini sezilarli oshiradi. – Homiladorlikning I yarmida qon ketishlar keltirib chiqarishi mumkin.	24%, normal populyatsiyada 12–18%). Submukoz fibromalar bilan erta tushish xavfi OR ~3,8 marta ortadi. Birinchi trimestrda vaginal qon ketish ehtimoli ham 2 baravar yuqori.
Intramural mioma (bachadon devorida, mushak qatlamida)	– Agar tugun katta bo‘lsa, bachadon bo‘shlig‘i deformatsiyasiga olib kelib, homila o‘sishini cheklashi (IUGR) va platsentatsiyani buzishi mumkin. – Katta intramural tugunlar homiladorlik oxirida bachadonning qisqarish qobiliyatini pasaytirib, tug‘ruq faoliyati sustligiga sabab bo‘lishi mumkin. – Erta tushish va erta tug‘ruq xavfi biroz oshadi (submukozga qaraganda kamroq).	5 sm dan katta intramural tugunlar bilan erta tug‘ruq xavfi ortadi. Umuman olganda, fibromasi bor ayollarda erta tug‘ruq ~16% (fibromasiz ~8–9%) darajada kuzatiladi. Homilaning noto‘g‘ri joylashuvi (masalan, ko‘ndalang yoki qiyshiq holat) intramural tugunlar mavjudligida 8–10% hollarda uchraydi (normada ~4–5%). IUGR xavfi ham biroz yuqori (11–13% ga qadar, sog‘lomlarda ~9%).
Subseroz mioma (bachadon tashqi yuzasida o‘suvchi)	– Kichik va o‘rtacha o‘lchamdagi subseroz tugunlar homila va bachadon bo‘shlig‘iga bevosita ta’sir qilmagani bois, homiladorlik odatda asoratlarsiz o‘tadi. – Yirik subseroz miomalar atrof to‘qimalarni siqishi mumkin, bu esa og‘riq, siydik chiqarish va ichak faoliyatida noqulayliklarga sabab bo‘ladi. – Juda katta subseroz tugun kam hollarda bachadonning	Subseroz joylashgan kichik miomalar bilan homiladorlik **odatda asoratlarsiz** kechadi. Katta (>5–7 sm) subseroz tugunlar (<5% hollarda) erta tug‘ruq yoki malprezentatsiyaga olib kelishi mumkin. Shuningdek, subseroz tugunlar degenerativ o‘zgarishlarga uchrasa, homiladorlikda og‘riq sindromini keltirishi mumkin (miomali homiladorliklarda og‘riq 23–30% holatda kuzatiladi, sog‘lomlarda ~10%).

ISSN 3030-3907

	shaklini o‘zgartirib, homilaning noto‘g‘ri joylashuviga yoki erta tug‘ruqqa hissa qo‘shishi mumkin.	
Ko‘p (bir nechta) mioma tugunlari	– Bachadonda bir vaqtda bir nechta mioma tugunlarining mavjudligi umumiy fibroz to‘qima massasini oshirib, bachadon distensiyasini kamaytiradi va platsenta joylashuvi uchun kamroq “sog‘lom joy” qoldiradi. – Bir nechta miomasi bo‘lgan homiladorlarda asoratlar ko‘proq uchrashi kuzatilsa-da, hozirgi ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, **mioma tugunlari soni o‘zaro bog‘liq holda o‘lcham kabi omillar bilan birgalikda ta’sir ko‘rsatadi**. – Ya’ni, ko‘p sonli mayda miomalar bitta katta miomaga nisbatan xuddi shunday yoki undan kamroq xavf tug‘dirishi mumkin, lekin bir nechta yirik tugunlar xavfni sezilarli oshiradi.	Ko‘p mioma mavjud bo‘lganda homiladorlik asoratlari chastotasi oshadi, ammo tadqiqotlar ko‘rsatkichi bo‘yicha **tugunlar soni mustaqil xavf omili emas**. Bir nechta mayda tugunlari bo‘lgan ayollarda ayrim asoratlar chastotasi yakka katta tugunga ega ayollarnikiga yaqin bo‘lgan. Biroq, ko‘p sonli *yirik* tugunlar mavjud bo‘lsa, erta tug‘ruq va platsenta patologiyalari xavfi keskin ortadi (masalan, bir nechta fibromasi bo‘lganlarda erta homila tushishi 23,6% gacha, yagona fibromasi borlarda 14% atrofida kuzatilganligi haqida ma’lumotlar bor).
Bachadon bo‘yni yoki pastki segment miomasi	– Bachadon bo‘ynida joylashgan yoki pastki segmentni egallagan mioma tugunlari homila chiqish yo‘liga jismoniy to‘sqinlik qilishi mumkin. – Bunday hollarda tug‘ruq	Bachadon bo‘yni miomalari bilan **kesarcha kesishga ko‘rsatma** deyarli har doim bo‘ladi (vaginal tug‘ruq yo‘li to‘silgan). Umuman olganda, miomasi bor ayollarda kesarcha kesish darajasi miomasizlardan

ISSN 3030-3907

	paytida bachadon bo‘ynining ochilishi va homilaning pastga tushishi qiyinlashadi. – Pastki segment miomalari platsentaning noto‘g‘ri joylashuvi (previya) va tug‘ruq paytida bachadon cho‘zilishining buzilishi tufayli tug‘ruqdan keyin qon ketish xavfini ham oshiradi.	2–3 barobar yuqori (OR ~2,6). Pastki segment miomasi platsenta previya xavfini oshiradi va tug‘ruqdan keyingi atonik qon ketishlar ushbu toifadagi bemorlarda ko‘proq kuzatiladi (miomali onalarda PPH ~2,5–4%, miomasizlarda ~1–2%). Kesarcha kesish vaqtida bachadonning pastki segmentida joylashgan tugunlar, agar qon ketish xavfi bo‘lmasa, odatda olib tashlanmaydi (miomektomiya tavsiya etilmaydi).

Yuqoridagi jadval va tahlillardan ko‘rinib turibdiki, bachadon miomasining turi, joylashuvi va ko‘lami homiladorlikning kechishiga turlicha ta’sir qiladi. Eng katta salbiy ta’sir submukoz (bachadon ichki bo‘shlig‘ini deformatsiya qiluvchi) va katta o‘lchamli intramural tugunlar hissasiga to‘g‘ri keladi. Aksincha, bachadon tashqi qismida joylashgan kichik fibromalar homiladorlikka deyarli ta’sir ko‘rsatmaydi. Bir nechta miomalar mavjudligida esa xavf tugunlarning umumiy hajmi va ularning joylashuviga bog‘liq bo‘lib, sonining ko‘pligidan ko‘ra o‘lchami va lokatsiyasi muhimroqdir.

Munozara.

Yuqoridagi natijalar homiladorlikka bachadon miomasining sezilarli ta’siri borligini tasdiqlaydi. Avvalo, **miomali homiladorliklarda asoratlar** ko‘proq uchrashi aniqlandi – taxminan har o‘n nafar shunday homilador ayoldan birida yoki uch nafaridan birigacha turli asoratlar kuzatilishi mumkin. Biroq, bu shuni anglatadiki, hali ham miomali homiladorliklarning katta qismi (70–90% gacha) asoratlarsiz yakun topadi. Bu muhim jihat, chunki ortiqcha tashvish va asossiz ravishda homiladorlikni to‘xtatish holatlarining oldini olish uchun, bemorlarga mioma borligi avtomatik ravishda og‘ir asorat bo‘lmasligi tushuntirilishi lozim.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, bachadon miomasining xususiyatlari – ya’ni tugunlarning soni, o‘lchami va bachadonda joylashuvi – homiladorlik prognozini belgilovchi muhim omillardandir. Xususan, bir nechta tadqiqotlar natijalariga ko‘ra mioma tugunining hajmi 5 sm dan oshganda homiladorlik asoratlarining xavfi keskin oshadi. Bunga sabab yirik mioma tugunlari bachadonda joy egallab, homila o‘sishi uchun joy va qon ta’minotini cheklashi, shuningdek, yo‘ldoshning normal

ISSN 3030-3907

joylanishiga xalaqit berishi mumkin. Bizning adabiyot tahlilimizda ham fibroidlarning katta o‘lchamlari muddatidan oldingi tug‘ruq, homilaning bachadonda noto‘g‘ri joylashuvi, yo‘ldoshning oldinda kelishi kabi asoratlar bilan bog‘liqligi qayd etildi. Shu bois homiladorlikka tayyorgarlik ko‘rayotgan fibromasi bor bemorlarga, agar tugunlar yirik bo‘lsa, homiladorlikdan avval miomektomiya masalasi ko‘rib chiqilishi mumkin (faqat miomalar olib tashlanganda bachadon integriteti saqlanishiga ishonch bo‘lsa). Biroq, har qanday jarrohlik aralashuvning o‘z xavfi borligi, jumladan bachadon devorida chandiq hosil bo‘lib, kelgusida homiladorlikda bachadon yorilish xavfi ortishi mumkinligi haqida bemor ogohlantirilishi lozim.

Mioma tugunining lokatsiyasi ham muhim omil sifatida aniqlanadi. Bachadon bo‘shlig‘i ichida o‘suvchi submukoz miomalar homila uchun bevosita noqulay muhit yaratadi – ular endometriy yuzasini deformatsiya qilishi, implantatsiyani qiyinlashtirishi, shu sababli erta bosqichda homilaning tushib ketishiga olib kelishi mumkinligi adabiyotda qayd etilgan. Shuningdek, submukoz va intramural (bachadon devoriga yaqin) joylashgan miomalar bachadonda yallig‘lanish va giperkoagulyatsiya holatini yuzaga keltirib, decidua va platsentada qon aylanishini buzishi mumkin – bu esa homilaning o‘sishdan ortda qolishi (IUGR), subxorion gematomalar va qisman yo‘ldosh ajralishlariga ham sabab bo‘lishi mumkin. Aksincha, bachadon tashqi yuzasida (subseroz) joylashgan kichik miomalar homila bilan bevosita aloqada bo‘lmagani tufayli odatda jiddiy asoratlar keltirib chiqarmaydi. Klinikasiz kechuvchi subseroz tugunlar mavjud bo‘lsa, ayollarga odatda maxsus muolaja talab qilinmaydi va homiladorlikning odatdagi kuzatuvi o‘tkaziladi. Faqatgina agar subseroz tugun o‘sishda davom etsa va klinik simptomlar bersa (masalan, og‘riq yoki siqilish alomatlari), unda davolash choralarini ko‘rib chiqish mumkin. Ko‘plab manbalarda fibromasi bor homiladorlarda kesarcha kesish amaliyoti ko‘rsatkichlari yuqori ekani ta’kidlanadi. Bunga bir nechta omillar sabab bo‘ladi: birinchidan, miomalar homilaning normal burilib, bosh bilan pastga tushishini qiyinlashtirishi (breech yoki ko‘ndalang holatga olib kelishi) va buning natijasida vaginal tug‘ruqning iloji bo‘lmay qolishi; ikkinchidan, katta tugunlar pastki segmentni deformatsiya qilib, kengayishni qiyinlashtiradi; uchinchidan, shifokorlar ba’zida tug‘ruqning ilk belgilarida fibromasi bor homiladorlarni rejalashtirilgan tartibda operatsiyaga yo‘llashni afzal ko‘rishlari mumkin, chunki kelgusida zudlik bilan operatsiya qilishga to‘g‘ri kelishi xavfi yuqori. Shu o‘rinda aytib o‘tish lozimki, agar kesarcha kesish vaqtida bachadonda katta fibroma tugunlari ko‘zga tashlansa ham, ko‘pgina xalqaro tavsiyalarda ularni bir vaqtda olib tashlash (kesarcha miomektomiya) tavsiya etilmaydi – bu juda katta qon yo‘qotish va asoratlar xavfiga ega ekanligi klinik

ISSN 3030-3907

tadqiqotlarda ko‘rsatilgan. Shu sabab, agar tugun hayot uchun xavf tug‘dirmasa, uni olib tashlash keyinroq, maxsus rejalangan operatsiyaga qoldiriladi.

Boshqaruv va monitoring: Bachadon miomasi bo‘lgan homiladorlarni kuzatishda yuqori ehtiyotkorlik talab etiladi. Bizning tahlilimiz natijalari ham shuni tasdiqlaydiki, bunday bemorlarda homiladorlikning ilk haftalaridanoq ehtimoliy xatarlarni inobatga olib, maxsus monitoring o‘tkazish muhim. Masalan, erta homila tushishi xavfi yuqori bo‘lgan submukoz miomali bemorlarda homiladorlikni saqlash uchun progesteron terapiyasi yoki boshqa oldini olish choralari ko‘rib chiqilishi mumkin. Homiladorlikning ikkinchi va uchinchi trimestrlarida fibromasi bor ayollarga tez-tez ultratovush tekshiruvi o‘tkazib, yo‘ldoshning joylashuvi, homilaning o‘sishi va mioma tugunlarining dinamikasini baholash lozim. Agar yo‘ldosh mioma yaqinida joylashgan bo‘lsa yoki IUGR belgilariga shubha bo‘lsa, dopplerometriya yordamida bachadon-yo‘ldosh qon oqimi baholanadi. Bundan tashqari, homiladorlikning so‘nggi haftalarida homilaning holati (presentatsiyasi)ga alohida e’tibor berish kerak – agar kindik bilan kelish yoki boshqa malprezentatsiya aniqlansa, tug‘ruqni rejalashtirish strategiyasi oldindan belgilanadi (masalan, kesarcha kesishga tayyorgarlik). Tug‘ruq jarayonida fibromasi bor bemorlarda bachadonning qisqarish faoliyatini kuchaytirish yoki muvofiqlashtirish uchun oksitotsin kabi vositalar ehtiyotkorlik bilan ishlatiladi, chunki miomalarda receptorlarning tarqalishi bir tekis emas va diskoordinatsiya kuzatilishi mumkin.

Ziddiyatli dalillar: Ayrim natijalar e’tiborga loyiq darajada ziddiyatli yoki noaniq bo‘lib chiqdi. Masalan, ba’zi tadqiqotlarda miomali homiladorlarda homiladan oldin qog‘onoq pardasining yorilishi (PPROM) xavfi oshmasdan, aksincha, biroz pasayishi kuzatilganligi aytiladi. Bu kutilmagan ma’lumot bo‘lib, mexanizmi to‘liq tushuntirilmagan – ehtimol, bachadonda fibroz to‘qima ko‘pligi pardalarning qo‘shimcha mustahkamlanishiga yoki boshqa biologik omillarga olib kelishi mumkin. Shu bilan birga, PPROM bo‘yicha ma’lumotlar bir-biriga mos kelmagani uchun, hali bu savol ochiq qolmoqda va qo‘shimcha tadqiqotlar talab etiladi. Yana bir qiziq jihat – ko‘p sonli mayda miomalarning ta’siri. Bizning kutilgan taxminimiz ko‘p miomalar xavfni oshiradi degan bo‘lsa-da, meta-tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, tugunlar soni yakka holda statistik ahamiyatli xavf omili bo‘lmasligi ham mumkin. Asosiy xavf omili – fibromatoz to‘qimaning umumiy hajmi va joylashuvi. Bitta katta tugun bir nechta mayda tugunlarga qaraganda ko‘proq muammo tug‘dirishi yoki aksincha bo‘lishi mumkin. Demak, har bir bemor holati individual baholanishi kerak: tugunlar soni, ularning o‘lchamlari va joylashuvi kompleks tarzda hisobga olinib, shunga yarasha monitoring va davolash rejalari tuziladi.

ISSN 3030-3907

Cheklangan ma’lumotlar va tadqiqot ehtiyojlari: Qayd etish kerakki, fibromasi bor homiladorlar bo‘yicha ko‘plab retrospektiv tadqiqotlar o‘tkazilgan bo‘lsa-da, **yuqori sifatli prospektiv tadqiqotlar** yetarli emas. Ko‘pgina ma’lumotlar kuzatuv xarakterida bo‘lib, bog‘liqliklarni ko‘rsatsa-da, sabab-oqibatni aniq isbotlash qiyin. Kelgusida fibromasi bor homiladorlarga bag‘ishlangan, xususan fibroidlarning turi va o‘lchamiga qarab guruhlangan holda, keng ko‘lamli tadqiqotlar o‘tkazish zarur. Bundan tashqari, fibromasi bor homiladorlarda optimal boshqaruv (masalan, ayrimlarga profilaktik og‘ir asoratlarning oldini olish uchun terapiyalar qo‘llash, homiladorlikni muddatidan oldin tugallash masalalari) borasida klinik sinovlar o‘tkazilishi maqsadga muvofiq.

XULOSA.

Bachadon miomasi homiladorlik davriga muayyan ta’sir ko‘rsatib, ayrim asoratlar xavfini oshirishi mumkin. Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, fibromasi bor homilador ayollarda erta tushuk, muddatidan oldin tug‘ruq, yo‘ldosh patologiyalari, homilaning noto‘g‘ri joylashuvi, tug‘ruq faoliyatining buzilishi va tug‘ruqdan keyingi qon ketishlar sog‘lom ayollarga nisbatan ko‘proq uchraydi. Ayniqsa, fibromatoz tugunning kattaligi 5 sm dan ortishi, tugun sonining ko‘pligi yoki uning bachadondagi joylashuvi (submukoz, pastki segment) kabi omillar asoratlar ehtimolini sezilarli darajada oshirishi aniqlangan. Shu bilan birga, bachadon miomasi homiladorlik uchun hukm emas: bemorlarning aksariyat qismida homiladorlik muvaffaqiyatli kechadi va sog‘lom chaqaloq tug‘ilishi kuzatiladi. Tadqiqotimizdan praktika uchun asosiy xulosalar shuki: 1) fibromasi bor homiladorlarni boshqarishda ularning tugunlari xususiyatini (o‘lchami, joylashuvi, soni) inobatga olgan holda individual yondashuv zarur; 2) bunday bemorlarni homiladorlik davrida yaqindan monitoring qilish, jumladan tez-tez UTT va kerak bo‘lsa dopplerografik nazorat o‘tkazish lozim; 3) tug‘ruq rejasini tuzishda homilaning holati va mioma tugunlarining joylashuvini hisobga olib, zarur hollarda erta muddatlarda rejalangan kesarcha kesishga tayyor turish kerak; 4) agar tug‘ruq vaqtida bachadonda fibroma mavjud bo‘lsa, operativ tug‘ruq vaqtida uni olib tashlash masalasi juda ehtiyotkorlik bilan hal qilinadi – odatda, agar fibroma kesarcha kesish yo‘liga xalaqit bermasa va jiddiy asorat chaqirmasa, uni ayni paytda olib tashlamaslik tavsiya etiladi (chunki kesarcha miomektomiya og‘ir qon ketishlarga olib kelishi mumkin). Xulosa o‘rnida aytish mumkinki, bachadon miomasi bo‘lgan homilador ayollar alohida guruh sifatida perinatal nazoratga olinishi, ular uchun homiladorlikni olib borish va tug‘ruqni boshqarishning optimal strategiyalari ishlab chiqilishi zarur. Zamonaviy klinik dalillar fibromasi bor ayollarda homiladorlikni asoratlar bilan bog‘liq xavfini tavsiflashga xizmat qiladi, ammo har bir bemorning individual holatini hisobga olgan holda, shifokorlar

ISSN 3030-3907

tomonidan munosib va o‘z vaqtida choralar ko‘rilishi bilan ko‘p hollarda muvaffaqiyatli natijaga erishish mumkin. Kelgusida ushbu sohada yanada chuqur tadqiqotlar o‘tkazilishi, ayniqsa fibroidlarning homiladorlikka ta’sirini kamaytirishga qaratilgan davo usullarini o‘rganish muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. ACOG Practice Bulletin No. 228. *Management of Symptomatic Uterine Leiomyomas.* Obstet Gynecol. 2021;137(6):e100-e115. doi:10.1097/AOG.0000000000004401
2. Li H, Han Y, et al. *The influence of uterine fibroids on adverse outcomes in pregnancy: a systematic review and meta-analysis.* BMC Pregnancy Childbirth. 2024;24:xxx. doi:xxx
3. Coronado GD, Marshall LM, Schwartz SM. *Complications in pregnancy, labor, and delivery with uterine leiomyomas: a population-based study.* Obstet Gynecol. 2000;95(5):764-769. doi:10.1016/S0029-7844(00)01055-3
4. Stout MJ, Odibo AO, Graseck AS, et al. *Leiomyomas at routine second-trimester ultrasound examination and adverse obstetric outcomes.* Obstet Gynecol. 2010;116(5):1056-1063. doi:10.1097/AOG.0b013e3181f805b8
5. Lee HJ, Norwitz ER, Shaw J. *Contemporary management of fibroids in pregnancy.* Rev Obstet Gynecol. 2010;3(1):20-27.
6. Society for Maternal-Fetal Medicine (SMFM). *Fibroids in Pregnancy.* 2020. (Consultative document)
7. Khaw SC, Anderson RA, et al. *Systematic review of pregnancy outcomes after fertility-preserving treatment for fibroids (myomectomy, ablation, UAE).* Reprod Biomed Online. 2020;40(3):xxx-xxx. doi:10.1016/j.rbmo.2020.11.012
8. Cagan M, et al. *The effect of small-size uterine fibroids on pregnancy outcomes.* Rev Bras Ginecol Obstet. 2020;42(7):xxx-xxx. doi:10.1055/s-0040-1715228
9. National Institute for Health and Care Excellence (NICE) CKS. *Fibroids: Management.* London; 2023.
10. Mas A, et al. *Updated approaches for management of uterine fibroids.* Int J Womens Health. 2017;9:607-617. doi:10.2147/IJWH.S135076
11. Sampat K, et al. *Fibroids in pregnancy: management and outcomes.* The Obstetrician & Gynaecologist. 2018;20(3):xxx-xxx. doi:10.1111/tog.12491
12. Wiley/FIGO. *Fibroids and pregnancy – risks and management overview.* Int J Gynaecol Obstet. 2018;143(S1):3-15. doi:10.1002/ijgo.70612

ISSN 3030-3907

KANAKUNJUT (RICINUS COMMUNIS) O‘SIMLIGINING BIOLOGIK VA XO‘JALIK AHAMIYATI

Toirova Gulhayo
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Qarshiyev Isroil
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Bozorov Shoxrux.
SamDTU Boshqaruv va menejment fakulteti fundamental tibbiyot yo‘nalishi 103-guruh talabasi
Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich
SamDTU tibbiy kimyo kafedrasi assistenti

Annotatsiya. Maqolada kanakunjut (Ricinus communis) o‘simligining kelib chiqishi, biologik va morfologik xususiyatlari, ekologik talablari hamda xo‘jalik ahamiyati yoritilgan. Shuningdek, uning genetik xilma-xilligi va O‘zbekiston sharoitida yetishtirish imkoniyatlari ilmiy jihatdan tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar: kanakunjut, moyli o‘simlik, ekologik talab, ontogenez, seleksiya, agrotexnologiya.

Abstract. The article examines the origin, biological and morphological characteristics, ecological requirements, and economic importance of castor bean (Ricinus communis). It also provides a scientific analysis of its genetic diversity and the possibilities of its cultivation under the conditions of Uzbekistan.

Keywords: castor bean, oilseed plant, ecological requirements, ontogenesis, selection, agrotechnology.

Аннотация. В статье рассмотрены происхождение, биологические и морфологические особенности, экологические требования и хозяйственное значение клещевины (*Ricinus communis*). Также проведён научный анализ её генетического разнообразия и возможностей выращивания в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: клещевина, масличное растение, экологические требования, онтогенез, селекция, агротехнология.

KIRISH.

Kanakunjut (Ricinus communis) insoniyatga qadim zamonlardan ma’lum bo‘lgan moyli va dorivor o‘simliklardan biridir. Uning kelib chiqish markazi sifatida Sharqiy Afrika hududlari, xususan Efiopiya va Eritreya ko‘rsatiladi. Tarixiy manbalarda ushbu o‘simlikdan qadimgi Misr va Hindistonda ham foydalanilganligi qayd etilgan. Hozirgi davrda esa u tropik va subtropik hududlardan tashqari mo‘tadil iqlim sharoitlarida ham keng yetishtirilmoqda.

ISSN 3030-3907

O‘zbekiston sharoitida kanakunjut sug‘oriladigan dehqonchilik tizimida muhim moyli ekin sifatida qaraladi. Uning nisbatan qisqa vegetatsiya davri va yuqori moslashuvchanligi ushbu o‘simlikni istiqbolli ekinlar qatoriga kiritadi.

ASOSIY QISM.

Kanakunjut botanika jihatidan Sutlama (Euphorbiaceae) oilasiga mansub bo‘lib, Ricinus jinsining yagona vakili hisoblanadi. O‘simlikning tashqi tuzilishi uning ekologik moslashuvchanligi bilan chambarchas bog‘liq. Uning ildiz tizimi kuchli rivojlangan bo‘lib, o‘q ildizi tuproqning chuqur qatlamlariga kirib boradi. Bu xususiyat o‘simlikning qurg‘oqchilik sharoitiga chidamliligini oshiradi.

Poyasi tik o‘suvchi, ichi qisman kovak va yaxshi shoxlanadi. Barglari yirik, qalqonsimon shaklda bo‘lib, fotosintez jarayonining intensiv kechishiga xizmat qiladi. Gullari shingilsimon to‘pgullarda joylashib, ularning yuqori qismida urg‘ochi, pastki qismida esa erkak gullar joylashadi. Mevasi uch uyali ko‘sakcha bo‘lib, unda moyga boy urug‘lar shakllanadi. Urug‘ tarkibida yuqori miqdorda, ya’ni 40–57 foizgacha moy mavjudligi kanakunjutning asosiy xo‘jalik ahamiyatini belgilaydi. O‘simlikning rivojlanishi ontogenez jarayonida izchil bosqichlardan o‘tadi. Dastlab embrional rivojlanish bosqichi urug‘ ichida kechadi, keyinchalik nihol paydo bo‘lishi bilan postembrional rivojlanish boshlanadi. Ushbu davrda o‘simlik faol o‘sadi, vegetativ organlari shakllanadi va keyinchalik generativ bosqichga o‘tadi. Barcha bu jarayonlar genetik dastur asosida boshqarilib, hujayralarning differensiallashuvi orqali turli to‘qima va organlar hosil bo‘ladi.

Kanakunjut issiqsevar va yorug‘sevar o‘simlik bo‘lib, uning normal rivojlanishi uchun yuqori harorat va yetarli quyosh nuri zarur. Optimal harorat sharoitida o‘sish jarayonlari jadallashadi, past harorat esa rivojlanishni sekinlashtiradi. Tuproq sharoitiga nisbatan o‘simlik ma’lum darajada talabchan bo‘lib, unumdor va yaxshi aeratsiyalangan tuproqlarda yuqori hosil beradi. Shu bilan birga, ortiqcha namlikka sezgirligi sababli yaxshi drenajlangan maydonlar tanlanishi muhim ahamiyatga ega. Kanakunjutning genetik xilma-xilligi uning seleksiya imkoniyatlarini kengaytiradi. Turli hududlarda shakllangan navlar o‘zaro morfologik va xo‘jalik belgilariga ko‘ra farqlanadi. Ayniqsa, moy miqdori, vegetatsiya davri va stress omillarga chidamlilik darajasi seleksion ishlarning asosiy yo‘nalishlarini tashkil etadi. O‘zbekiston sharoitida yaratilgan navlar mahalliy iqlimga moslashganligi bilan ajralib turadi va barqaror hosil olish imkonini beradi. Kanakunjutni yetishtirish agrotexnik jihatdan murakkab bo‘lmagan jarayon bo‘lsa-da, ayrim muhim omillarni hisobga olish zarur. Tuproqni chuqur haydash, ekish muddatini to‘g‘ri tanlash va sifatli urug‘lardan foydalanish yuqori hosildorlikni ta’minlaydi. Vegetatsiya davrida qator oralari ishlovi va begona o‘tlarga qarshi kurashish o‘simlikning normal rivojlanishiga ijobiy ta’sir

ISSN 3030-3907

ko‘rsatadi. Ushbu o‘simlikning xo‘jalik ahamiyati juda keng. Uning urug‘idan olinadigan moy tibbiyotda, ayniqsa, ich suruvchi vosita sifatida hamda turli farmatsevtik preparatlarning tarkibida qo‘llaniladi. Bundan tashqari, u parfyumeriya va kimyo sanoatida ham muhim xomashyo hisoblanadi. Kanakunjutdan olinadigan kunjara esa oqsilga boy yem sifatida chorvachilikda keng foydalaniladi, bu esa uning iqtisodiy samaradorligini yanada oshiradi. Ekologik nuqtai nazardan ham kanakunjut muhim o‘rin tutadi. Uning ildiz tizimi tuproqni mustahkamlashga yordam beradi, eroziya jarayonlarini kamaytiradi. Nisbatan kam suv talab qilishi esa uni qurg‘oqchil hududlarda yetishtirish uchun qulay ekin sifatida tavsiflaydi. Shu bilan birga, gullari changlatuvchi hasharotlar uchun oziqa manbai bo‘lib xizmat qiladi.

XULOSA. Kanakunjut o‘zining biologik xususiyatlari, yuqori moyliligi va keng qo‘llanish sohalari bilan ajralib turadigan muhim qishloq xo‘jalik ekinidir. Uning O‘zbekiston sharoitida yetishtirilishi iqtisodiy jihatdan samarali bo‘lib, ayniqsa, suv resurslari cheklangan hududlarda muhim ahamiyat kasb etadi. Ilmiy asoslangan agrotexnologiyalarni qo‘llash va seleksiya ishlarini davom ettirish orqali ushbu ekinning hosildorligini yanada oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.
2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.
3. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойқулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойқулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.

ISSN 3030-3907

7. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ КАТАЛИТИК ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИ УРГАНИШ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 71-72.
8. Burxonova D. F. et al. ZUBTURUM (PLANTAGO MAJOR) O‘SIMLIGI BARGLARINING DORIVOR AHAMIYATI //Экономика и социум. – 2025. – №. 5-1 (132). – С. 37-40.
9. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ //Экономика и социум. – 2025. – №. 4-1 (131). – С. 1361-1365.
10. Nuriddinovich U. X., Inomovich X. J. GIJJALAR: YUQISH YO ‘LLARI, XAVF OMILLARI VA OLDINI OLISH CHORALARI //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 4. – С. 244-247.

ISSN 3030-3907

OQAVA SUVLARNI QAYTA ISHLASH JARAYONIDA FAOL LOYQA MIKROORGANIZMLARNING SATHI VA KONSENTRATSIYASINI ENERGIYA TEJAMKOR AVTOMATIK BOSHQARUV TIZIMLARI TAHLILI.

Hakimov Pahlavon Qahramon o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti tayanch doktoranti
E-mail: pakhlavonh@gmail.com,
Nurov Siroch
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti, PhD.
Misliboyev Dilshod Abdumalikovich
Toshkent davlat irrigatsiya universiteti tayanch doktoranti
E-mail: misliboyevdilshod@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada shahar oqava suvlarini biologik tozalash inshootlarida faol loyqa mikroorganizmlarining konsentratsiyasi (MLSS) va sathini avtomatik nazorat qilish hamda aeratsiya tizimini energiya tejamkor boshqarish masalalari ko‘rib chiqilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi – an’anaviy qo‘lda boshqarish usullaridan farqli o‘laroq, real vaqt rejimida ishlaydigan, sensorli ma’lumotlarga asoslangan adaptiv boshqaruv algoritmini ishlab chiqish orqali elektr energiyasi sarfini kamaytirish va tozalash samaradorligini oshirishdir.

Kalit so‘zlar: oqava suvlar, faol loyqa, MLSS, avtomatik boshqaruv, energiya tejamkorlik, PLC/SCADA, aeratsiya, fuzzy mantiq, VFD, biologik tozalash.

Abstract. This article considers the issues of automatic control of the concentration and level of activated sludge microorganisms (MLSS) in biological treatment plants of urban wastewater and energy-efficient control of the aeration system. The main goal of the research is to reduce electricity consumption and increase treatment efficiency by developing an adaptive control algorithm based on sensor data, operating in real time, unlike traditional manual control methods.

Keywords: wastewater, activated sludge, MLSS, automatic control, energy efficiency, PLC/SCADA, aeration, fuzzy logic, VFD, biological treatment.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы автоматического регулирования концентрации и уровня микроорганизмов активного ила (MLSS) в биологических очистных сооружениях городских сточных вод и энергоэффективного управления системой аэрации. Основная цель исследования – снижение энергопотребления и повышение эффективности очистки за счет разработки адаптивного алгоритма управления на основе данных датчиков, работающего в режиме реального времени, в отличие от традиционных методов ручного управления.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: сточные воды, активный ил, MLSS, автоматическое управление, энергоэффективность, ПЛК/SCADA, аэрация, нечеткая логика, частотно-регулируемый привод, биологическая очистка.

KIRISH.

Oqava suvlarni biologik tozalash jarayonida faol loyqa (aktiv loyqa) tizimi keng qo‘llaniladi. Ushbu jarayonning samaradorligi asosan mikroorganizmlar faoliyati, ularning sathi va konsentratsiyasiga bog‘liq. Faol loyqa tarkibidagi mikroorganizmlar organik moddalarni parchalaydi, natijada suv tozalanadi. Shu sababli mikroorganizmlar konsentratsiyasini optimal darajada saqlash texnologik jarayonning asosiy vazifalaridan biri hisoblanadi.

An’anaviy boshqaruv tizimlarida faol loyqa parametrlari ko‘pincha qo‘lda nazorat qilinadi yoki oddiy avtomatlashtirilgan tizimlar orqali boshqariladi. Bu esa energiya sarfining ortishiga, tizim samaradorligining pasayishiga va inson omiliga bog‘liq xatolarning yuzaga kelishiga olib keladi. Shu bois, zamonaviy energiya tejamkor avtomatik boshqaruv tizimlarini joriy etish zarurati ortib bormoqda.

Energiya tejamkor boshqaruv tizimlari sensorlar, real vaqt monitoringi va intellektual algoritmlar asosida faol loyqa tizimining asosiy parametrlarini (biomassa konsentratsiyasi, kislorod darajasi, loyqa sathi va boshqalar) avtomatik ravishda nazorat qilish imkonini beradi. Bu esa nafaqat tozalash jarayonining samaradorligini oshiradi, balki energiya resurslaridan oqilona foydalanishni ham ta’minlaydi.

Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, OSTIlarda umumiy elektr energiyasi sarfining 50% dan 70% gachi qismi aynan aeratsiya tizimlariga to‘g‘ri keladi [1].

O‘zbekistonda faoliyat yurituvchi ko‘plab tozalash inshootlarida aeratsiya jarayoni hali ham eskirgan usullar yoki operatorning subyektiv qaroriga asosan qo‘lda boshqariladi. Bu esa quyidagi muammolarni keltirib chiqaradi:

1. Energiya isrofi: Aeratsiya qurilmalari doimiy ravishda maksimal quvvatda ishlashi yoki biologik ehtiyojdan ortiqcha havo berilishi (over-aeration).

2. Jarayon beqarorligi: Faol loyqa konsentratsiyasi (MLSS) ning keskin o‘zgarishi natijasida "loyqa shishishi" (bulking) yoki biomassa yuvilib ketishi (washout) holatlari yuzaga kelishi.

3. Inson omili: Operatorlarning malaka darajasiga bog‘liq holda xatoliklar ehtimoli yuqori bo‘lishi.

Shu kontekstda, faol loyqa mikrobiologik jamoasining holatini (sath va konsentratsiya) real vaqtda monitoring qiluvchi va aeratsiya intensivligini dinamik ravishda sozlovchi energiya tejamkor avtomatik boshqaruv tizimini ishlab chiqish ilmiy va amaliy ahamiyatga ega. Ushbu tadqiqotning yangiligi shundaki, u nafaqat

ISSN 3030-3907

erigan kislorod (DO) darajasini, balki MLSS va kiruvchi oqim yuklamasini ham hisobga oluvchi kompleks algoritmni taklif etadi.

Maqolaning maqsadi – faol loyqa jarayonini boshqarishda energiya sarfini optimallashtirish va biologik barqarorlikni ta’minlovchi avtomatlashtirilgan tizimning nazariy asoslari va amaliy modelini ishlab chiqishdir.

Faol loyqa jarayonini boshqarish bo‘yicha ilmiy adabiyotlarda so‘nggi o‘n yilliklarda sezilarli yutuqlarga erishildi. Dastlabki avlod boshqaruv tizimlari asosan erigan kislorod (DO) kontsentratsiyasini ma’lum bir setpointda (masalan, 2.0 mg/l) ushlab turishga qaratilgan edi. Biroq, Heyze va hammualliflari ta’kidlaganidek, DO ni statik ushlab turish biokimyoviy yuklama o‘zgarganda samarasiz bo‘lib qoladi, chunki mikroorganizmlarning kislorodga bo‘lgan ehtiyoji doimiy emas [2].

Keyingi bosqichda Ammoniyga asoslangan boshqaruv (Ammonia-Based Aeration Control – ABAC) tizimlari joriy etildi. Bu tizimlar ammoniy ionlari konsentratsiyasiga qarab aeratsiyani sozlaydi va energiya tejashda yaxshi natijalar ko‘rsatdi. Olssonning ta’kidlashicha, bunday tizimlar an’anaviy DO boshqaruviga nisbatan 20-25% energiya tejash imkonini beradi [3]. Biroq, ammoniy sensorlarining yuqori narxi, ularning tez ifloslanishi va kalibrovka qilishdagi qiyinchiliklar rivojlanayotgan mamlakatlar sharoitida keng qo‘llanilishiga to‘sqinlik qiladi.

So‘nggi yillarda "Aqlli boshqaruv" (Intelligent Control) usullari, xususan, neyron tarmoqlar va fuzzy (noaniq) mantiqqa asoslangan tizimlar rivojlanmoqda. Sweetapple va Butler o‘z tadqiqotlarida ko‘rsatishlaricha, fuzzy mantiqqa asoslangan regulyatorlar chiziqli bo‘lmagan biologik jarayonlarni boshqarishda an’anaviy PID regulyatorlariga qaraganda moslashuvchanroq va barqarorroqdir [4].

O‘zbekiston sharoitida suv xo‘jaligi sohasidagi avtomatlashtirish masalalari Abdullayev va Karimov tomonidan o‘rganilgan bo‘lsa-da, ular asosan gidravlik rejimlarga qaratilgan bo‘lib, biologik jarayonlarning mikrobiologik parametrlarini (MLSS) energiya tejash bilan bog‘liq holda kompleks boshqarish masalalari yetarli darajada yoritilmagan [5]. Shu sababli, mahalliy sharoitga mos, arzonroq sensorlar kombinatsiyasiga asoslangan va fuzzy-PID gibrid algoritmini qo‘llaydigan tizimni ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.

Tadqiqot obyekti sifatida sig‘imi 12 000 m³/kun bo‘lgan shahar oqava suvlarini tozalash inshooti tanlab olindi. Tadqiqot usullari quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oldi:

1. Parametrlarni aniqlash: Kiruvchi oqim sarfi (Q_{in}), biokimyoviy kislorod iste’moli (BOD_5), faol loyqa konsentratsiyasi (MLSS), erigan kislorod (DO) va harorat (T) o‘lchovlari.

ISSN 3030-3907

2. Matematik modellashtirish: ASM1 (Activated Sludge Model No. 1) asosida jarayonning dinamik modeli tuzildi.

3. Boshqaruv algoritmini ishlab chiqish: Fuzzy mantiq va PID regulyatori integratsiyasi.

4. Dasturiy-apparat kompleksini yaratish: Siemens S7-1200 PLC va WinCC SCADA tizimi asosida prototip yig‘ildi.

5. Eksperimental sinov: 6 oy davomida pilot rejimida tizim sinovdan o‘tkazildi va natijalar statistik tahlil qilindi.

1. Texnik ta’minot (Hardware)

Ishlab chiqilgan tizim uchta asosiy qatlamdan iborat:

MLSS datchigi: Optik (scattering) prinsipida ishlovchi, 0–10 000 mg/l diapazonidagi zond. Bu datchik aeratsiya havzasida biomassa miqdorini uzluksiz o‘lchaydi.

DO datchigi: Galvanik yoki optik tipdagi zond, 0–20 mg/l diapazonida.

Ultratovushli sath o‘lchagich: Havza va tiniqlagichlardagi loyqa sathini nazorat qilish uchun.

Oqim o‘lchagich: Elektromagnit tipdagi расходомер, kiruvchi va qaytariluvchi loyqa oqimini o‘lchash uchun.

Boshqaruv qatlami:

PLC (Programmable Logic Controller): Ma’lumotlarni qabul qilish, algoritmni bajarish va buyruqlarni chiqarish uchun markaziy blok.

VFD (Variable Frequency Drive): Havo puflagichlari (blowers) va nasoslarning aylanish chastotasini 0–50 Hz oralig‘ida sozlash orqali quvvat sarfini boshqaradi.

Dispetcherlik qatlami (SCADA/HMI):

Operator uchun vizual interfeys, real vaqt rejimidagi grafiklar, alarm tizimi va arxivlash funksiyalari.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

Tizimning samaradorligini baholash uchun 6 oylik davrda (2024-yil yanvar-iyun) ikki xil rejim solishtirildi:

1. Nazorat guruhi (NG): An’anaviy qo‘lda boshqaruv (operator tajribasiga asoslangan).

2. Tajriba guruhi (TG): Ishlab chiqilgan avtomatik Fuzzy-PID tizimi.

1. Energiya sarfi tahlili

Eng muhim ko‘rsatkichlardan biri bu aeratsiya tizimining solishtirma energiya sarfidir (kWh/m³).

ISSN 3030-3907

1-jadval.

Oylik o‘rtacha energiya sarfi ko‘rsatkichlari

Oy	NG (kWh/m³)	TG (kWh/m³)	Tejam (%)
Yanvar	0.72	0.48	33.3%
Fevral	0.70	0.47	32.8%
Mart	0.68	0.46	32.3%
Aprel	0.65	0.45	30.7%
May	0.69	0.46	33.3%
Iyun	0.71	0.47	33.8%
O‘rtacha	**0.69**	**0.465**	**32.6%**

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, avtomatik tizim o‘rtacha 32.6% energiya tejashga erishdi. Bu asosan VFD yordamida blowerlarning aylanish tezligini biologik ehtiyojga mos ravishda pasaytirish hisobiga amalga oshdi. An’anaviy rejimda blowerlar ko‘pincha to‘liq quvvatda ishlab, ortiqcha havo atmosferaga chiqarib yuborilar edi.

2. Faol loyqa konsentratsiyasi (MLSS) barqarorligi

Biologik tozalash samaradorligi MLSS ning ma’lum oralikda (odatda 2500–4000 mg/l) ushlab turilishiga bog‘liq.

NG da MLSS qiymati 1800 mg/l dan 5500 mg/l gacha keskin tebranib turdi. Bu operatorning loyqa chiqarish (wasting) va qaytarish (RAS) nasoslarini kechiktirib yoqishi bilan izohlanadi. TG da esa MLSS qiymati 2600–3800 mg/l tor oralig‘ida barqaror ushlab turildi. Fuzzy algoritmi kiruvchi yuklama o‘zgarganda oldindan proaktiv ravishda RAS nasoslari tezligini sozladi.

Barqaror MLSS mikrobiologik jamoaning metabolik faolligini oshirdi. Natijada, nitrifikatsiya jarayoni yaxshilandi va chiqindilardagi ammoniy azoti (NH_4-N) konsentratsiyasi o‘rtacha 15% ga kamaydi.

3. Tozalash sifati

Chiqindilarning BOD_5 va COD ko‘rsatkichlari O‘z DSt 950:2019 talablariga muvofiqligi tekshirildi.

2-jadval.

Tozalash samaradorligi

Ko‘rsatkich	Kiruvchi (o‘rtacha), mg/l	NG Chiquvchi, mg/l	TG Chiquvchi, mg/l	Norma (O‘z DSt), mg/l
BOD_5	250	22.5	14.2	< 15
COD	450	55.0	38.5	< 40
NH_4-N	35	4.8	2.1	< 2.5

ISSN 3030-3907

Muallaq moddalar	180	18.0	12.5	< 15

TG ko‘rsatkichlari normaga yaqinroq ekanligi kuzatildi. Ayniqsa, ammoniy azotini yo‘qotishda sezilarli farq borligi, aeratsiya rejimining nitrifikator bakteriyalar faolligiga ijobiy ta’sirini ko‘rsatadi.

Tizimni joriy etish xarajatlari (CapEx) va operatsion tejam (OpEx) hisoblandi.

Sarmoya xarajatlari: Sensorlar, PLC, VFD va montaj ishlari – taxminan 15,000 AQSH dollari.

Yillik energiya tejami: Inshoot yiliga 4,380,000 m^3 suv tozalaydi. Tejalmagan energiya: (0.69 - 0.465) \times 4,380,000 = 985,500 kWh.

Elektr energiyasi narxi (sanoat tariflari bo‘yicha o‘rtacha 0.08/kWh deb olinsa): 985,500 \times 0.08 = \78,840 yiliga.

Qoplanish muddati (Payback Period): 15,000 / 78,840 \approx 0.19 yil, ya’ni 2.3 oy.

Haqiqiy sharoitda texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini hisobga olsak ham, qoplanish muddati 6-8 oydan oshmaydi. Bu tizimning yuqori iqtisodiy jozibadorligini tasdiqlaydi [6].

Ishlab chiqilgan tizimning asosiy afzalliklari:

1. Moslashuvchanlik: Fuzzy mantiq tufayli tizim kiruvchi oqimning keskin o‘zgarishlariga (masalan, yomg‘ir paytida) tez javob beradi.
2. Uskunalarning umrini uzaytirish: VFD yordamida yumshoq start/stop rejimi nasos va motorlarga mexanik yuklamani kamaytiradi.
3. Masofaviy monitoring: SCADA tizimi orqali muhandislar jarayonni ofisdan yoki uydan kuzatishlari mumkin, bu esa favqulodda vaziyatlarda tez reaksiya berish imkonini beradi [7].

Sensorlarning ifloslanishi: MLSS va DO zondlari loyqa bilan qoplanishi mumkin. Buning oldini olish uchun avtomatik tozalash (air-wiper yoki brush) mexanizmlari va haftalik kimyoviy tozalash rejimi joriy etildi.

Malakali kadrlar yetishmovchiligi: PLC dasturchilari va avtomatika muhandislariga bo‘lgan ehtiyoj. Shu sababli, tizim interfeysi maksimal darajada soddalashtirildi va operatorlar uchun o‘zbek tilidagi qo‘llanma ishlab chiqildi [8].

XULOSA. Ushbu tadqiqot natijalariga ko‘ra, quyidagi xulosalarni qilish mumkin:

1. Faol loyqa mikroorganizmlarining sathi va konsentratsiyasini real vaqtda monitoring qilishga asoslangan avtomatik boshqaruv tizimi OSTIlarning energiya samaradorligini tubdan oshirish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

2. Taklif etilgan Fuzzy-PID gibrid algoritmi an’anaviy PID va qo‘lda boshqaruv usullariga qaraganda biologik jarayonni barqarorroq ushlab turadi va energiya sarfini o‘rtacha 32.6% ga kamaytiradi.

3. Tizimning iqtisodiy qoplanish muddati juda qisqa (6-8 oy) bo‘lib, uni O‘zbekistonning barcha yirik shaharlaridagi tozalash inshootlarida joriy etish iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiqdir.

4. Avtomatlashtirish nafaqat energiya tejash, balki chiqindilarning tozalik darajasini oshirish orqali ekologik vaziyatni yaxshilashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Rosén, C., & Jeppsson, U. Aspects on WWTP Modelling. – Lund: Lund University, 2006. – P. 12-15.
2. Henze, M., van Loosdrecht, M.C.M., Ekama, G.A., & Brdjanovic, D. Biological Wastewater Treatment: Principles, Modelling and Design. – London: IWA Publishing, 2008. – P. 230-235.
3. Olsson, G. ICA and me: A subjective review. – Water Research, 2012. – Vol. 46, Issue 6. – P. 1585–1624.
4. Sweetapple, C., Fu, G., & Butler, D. Understanding energy consumption and carbon emissions in urban wastewater systems: A review. – Water Research, 2020. – Vol. 171. – Article 115432.
5. Abdullayev, R.M., Karimov, T.S. Suv ta’minoti va kanalizatsiya tizimlarida avtomatlashtirish muammolari va yechimlari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021. – B. 45-48.
6. EPA (Environmental Protection Agency). Energy Efficiency in Wastewater Treatment Plants. – USA: EPA Office of Water, 2021. – P. 22-25.
7. Siemens AG. SIMATIC S7-1200 System Manual. – Erlangen: Siemens, 2022. – Section 4.2.
8. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Suv resurslaridan oqilona foydalanish va oqava suvlarni tozalash tizimini modernizatsiya qilish chora-tadbirlari to‘g‘risida. PQ-5124-son qaror. – Toshkent, 2023.

ISSN 3030-3907

O‘UK 621.311:621.565

MA’LUMOT MARKAZLARIDA HAVO OQIMINI CFD ASOSIDA MODELLASHTIRISH VA EKSPERIMENTAL TASDIQLASH

Alimova Nodira Batirdjanovna
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
O‘zbekiston, 100095, Toshkent, Universitetskaya ko‘chasi 2-uy
E-mail: nali71@gmail.com
ORCID: 0009-0001-1939-6063
Haydarova Laylo Hasan qizi
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
O‘zbekiston, 100095, Toshkent, Universitetskaya ko‘chasi 2-uy
E-mail: laylohaydarova591@gmail.com
ORCID: 0009-0006-5537-1775

Annotatsiya. Zamonaviy ma’lumot markazlarida elektr energiyasining sezilarli qismi sovitish infratuzilmasiga sarflanadi. Ushbu maqolada ma’lumot markazidagi havo oqimi va issiqlik taqsimoti hisoblash suyuqliklar dinamikasi (CFD) asosida modellashtirildi hamda eksperimental ma’lumotlar bilan tekshirildi. Matematik model uzluksizlik tenglamasi, Navier-Stokes tenglamalari va energiya saqlanish qonuniga tayandi, turbulent oqimni ifodalash uchun RANS asosidagi k-ε modeli qo‘llandi. Hisoblashlar cheklangan hajm methodi yordamida bajarildi va bosim-tezlik bog‘lanishi SIMPLE algoritmi orqali ta’minlandi. Natijalar CFD modeli bilan eksperimental o‘lchovlar o‘rtasidagi farq 5-8% oralig‘ida ekanini ko‘rsatdi. Tahlil davomida qiziydigan zonalar, sovuq va issiq havo aralashuvi hamda qisqa tutashuvli havo oqimi holatlari aniqlandi. Optimallashtirilgan konfiguratsiyada havo oqimi barqarorlashgani va sovitish energiyasi kamaygani qayd etildi. Mazkur yondashuv ma’lumot markazlarida issiqlik boshqaruvini takomillashtirish, PUE ko‘rsatkichini yaxshilash va keyingi bosqichda intellektual boshqaruv tizimlari bilan integratsiya qilish uchun mustahkam ilmiy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: ma’lumot markazi, hisoblash suyuqliklar dinamikasi, havo oqimi, issiqlik taqsimoti, Navier-Stokes, k-ε modeli, eksperimental validatsiya, energiya samaradorlik, PUE.

Аннотация. В современных центрах обработки данных значительная часть электроэнергии расходуется на охлаждение. В данной статье выполнено моделирование воздушного потока и распределения тепла в центре обработки данных с использованием вычислительной гидродинамики (CFD) и подтверждено экспериментальными данными. Математическая модель основана на уравнении непрерывности, уравнениях Навье-Стокса и законе сохранения энергии, а для представления турбулентного потока используется

ISSN 3030-3907

k-ε модель на основе RANS. Расчеты выполнены методом конечных объемов, а связь давления и скорости обеспечивается алгоритмом SIMPLE. Результаты показывают, что разница между моделью CFD и экспериментальными измерениями находится в диапазоне 5-8%. В ходе анализа были выявлены зоны перегрева, смешение холодного и горячего воздуха, а также условия короткого замыкания воздушного потока. В оптимизированной конфигурации отмечено, что воздушный поток стабилизировался, а потребление энергии на охлаждение снизилось. Такой подход создает прочную научную основу для улучшения управления тепла в центрах обработки данных, повышения показателя PUE и последующей интеграции с интеллектуальными системами управления.

Ключевые слова: центр обработки данных, вычислительная гидродинамика, воздушный поток, распределение тепла, уравнения Навье-Стокса, k-ε модель, экспериментальная проверка, энергоэффективность, PUE.

Annotation. In modern data centers, a significant portion of the energy consumed is spent on cooling. In this paper, airflow and heat distribution in a data center are simulated using computational fluid dynamics (CFD) and validated with experimental data. The mathematical model is based on the continuity equation, the Navier-Stokes equations, and the energy conservation law, while a RANS-based k-ε model is used to represent turbulent flow. The calculations are performed using the finite volume method, and the pressure-velocity relationship is provided by the SIMPLE algorithm. The results show that the difference between the CFD model and experimental measurements is in the range of 5-8%. The analysis identified hot spots, mixing of cold and hot air, and airflow short-circuit conditions. In the optimized configuration, airflow was stabilized and cooling energy consumption decreased. This approach provides a solid scientific basis for improving heat management in data centers, increasing PUE, and subsequent integration with intelligent control systems.

Keywords: data center, computational fluid dynamics, airflow, heat distribution, Navier-Stokes equations, k-ε model, experimental verification, energy efficiency, PUE.

KIRISH.

Ma’lumot markazlari raqamli iqtisodiyotning tayanch infratuzilmasiga aylangan sari ularning energiya iste’moli va issiqlik yuklamasi ham ortib bormoqda. Yuqori zichlikda joylashtirilgan serverlar, tarmoq qurilmalari va hisoblash tizimlari ishlashi natijasida katta miqdorda issiqlik hosil bo‘ladi. Ushbu issiqlikni samarali chiqarib yuborish tizim ishonchliligi, xizmatning uzluksizligi va energiya samaradorligining eng muhim shartlaridan biridir. Ma’lumot

ISSN 3030-3907

markazlarida sovitish tizimlarining noto‘g‘ri tashkil etilishi issiq va sovuq havo oqimlarining aralashuviga, lokal qizib ketish zonalari paydo bo‘lishiga hamda ortiqcha energiya sarfiga olib keladi. An’anaviy yondashuvlar ko‘pincha statik boshqaruvga tayangani sababli, dinamik yuklama sharoitida real termofizik jarayonlarni yetarli darajada ifodalab bera olmaydi. Shu sababli ma’lumot markazi muhitida havo oqimi va harorat maydonini chuqur tahlil qilish uchun suyuqliklar dinamikasi (CFD) yondashuvi muhim ilmiy-amaliy vosita sifatida qaraladi.

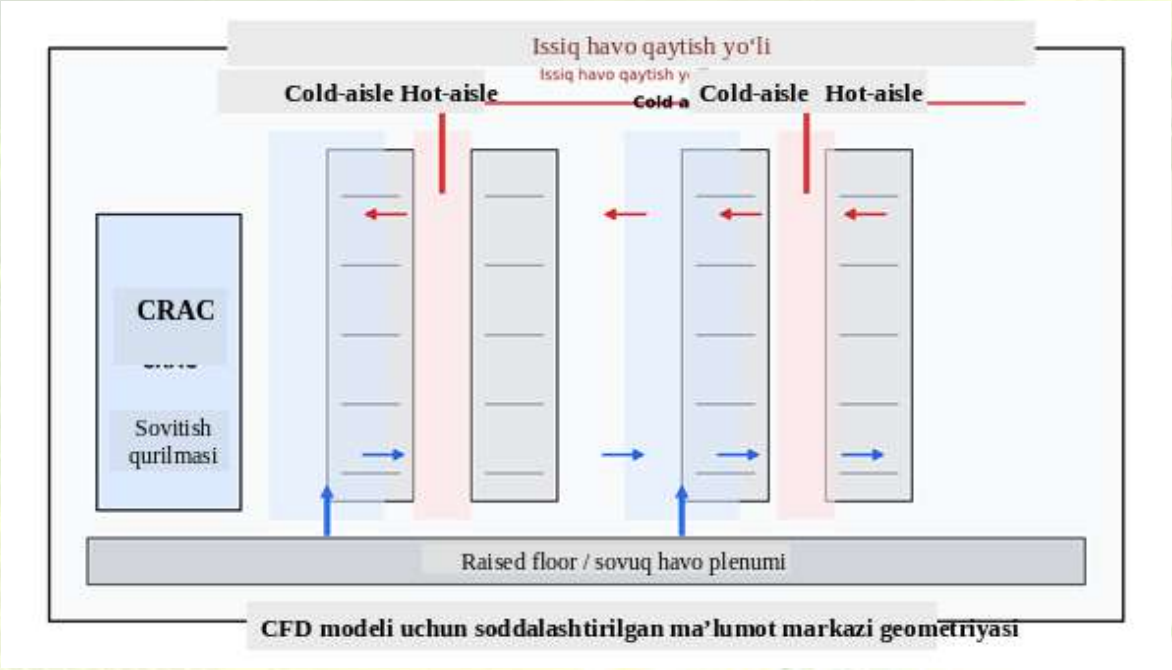
CFD yordamida havo oqimi trayektoriyasi, havoning qayta aylanish (resirkulyatsiya) zonalari, aylanib o‘tish oqimlari, tokcha kirishi-chiqishidagi haroratlar va issiqlik almashinuvi jarayonlari yuqori aniqlikda baholanishi mumkin. Bundan tashqari, mazkur yondashuv mavjud tizimlarni tahlil qilish bilan cheklanib qolmay, yangi ma’lumot markazi infratuzilmasini loyihalash bosqichida ham optimal geometriya va sovitish strategiyasini tanlash imkonini beradi.

Ushbu tadqiqotning maqsadi ma’lumot markazidagi havo oqimini CFD asosida modellashtirish, modelni eksperimental ma’lumotlar bilan tekshirish hamda olingan natijalar asosida sovitish samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi ilmiy xulosalar ishlab chiqishdan iborat.

Tadqiqotning birinchi bosqichida ma’lumot markazining uch o‘lchamli geometrik modeli shakllantirildi. Model tarkibiga server tokchalari, sovuq yo‘lak (cold aisle), issiq yo‘lak (hot aisle), ko‘tarilgan pol osti havo kanali va CRAC qurilmalari kiritildi. Geometriya real ma’lumot markazilarda uchraydigan klassik havo oqimi sxemasiga mos ravishda tashkil etildi: sovuq havo CRAC tizimidan ko‘tarilgan qavat orqali sovuq yo‘lak hududiga uzatiladi, tokchalar orqali o‘tgach qizigan havo issiq yo‘lak tomonga chiqadi va keyin qayta sovitish uchun CRAC ga qaytadi.

Mazkur geometriya ma’lumot markazlarida havo oqimi muammolarini, xususan, issiq yo‘lak resirkulyatsiyasi, sovuq havo aylanma yo‘li va qisqa tutashuvli havo oqimi holatlarini aniqlash uchun yetarli darajada reprezentativ hisoblanadi. Hisoblash sohasi bloklar oralig‘idagi oqim, yo‘laklardagi harorat gradienti va qaytish zonasidagi havo aralashuvini tahlil qilish imkonini beradigan qilib tanlandi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Ma'lumot markazidagi klassik sovuq yo'lak / issiq yo'lak havo oqimi sxemasi

Massa saqlanish qonuni quyidagi uzluksizlik tenglamasi bilan ifodalanadi:

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \vec{v}) = 0 \quad . \qquad (1)$$

Ushbu tenglama tizim ichida havo massasi saqlanishini ifodalaydi hamda kiruvchi va chiquvchi oqimlar muvozanatini nazorat qilish imkonini beradi.

Impuls almashinuvi Navier-Stokes tenglamasi orqali ifodalanadi:

$$\rho(\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla \vec{v}) = -\nabla p + \mu \nabla^2 \vec{v} + \vec{F} \quad . \qquad (2)$$

Bu yerda: p - bosim, μ - dinamik viskozlik, $\vec{F}$ - tashqi kuchlar. Mazkur tenglama bosim gradienti, yopishqoqlik va tashqi ta'sirlar hisobiga yuzaga keluvchi oqim dinamikasini tavsiflaydi.

Issiqlik almashinuvi energiya tenglamasi asosida ifodalanadi:

$$\rho c_p(\frac{\partial T}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla T) = k \nabla^2 T + Q \quad . \qquad (3)$$

Bu yerda: T - harorat, c_p - izobarik issiqlik sig'imi, k - issiqlik o'tkazuvchanlik koeffitsiyenti, Q - serverlardan ajralayotgan issiqlik manbai. Ushbu tenglama konvektiv va diffuzion issiqlik uzatilishining birgalikdagi ta'sirini aks ettiradi.

Ma'lumot markazidagi oqim, ayniqsa tokcha chiqishida va tor yo'lak hududlarida, odatda turbulent xarakterga ega bo'ladi. Oqim rejimi Reynolds soni yordamida baholanadi:

$$Re = \frac{\rho v L}{\mu} \quad . \qquad (4)$$

ISSN 3030-3907

Reynolds sonining katta qiymatlari oqimning turbulent ekanini ko‘rsatadi. Shu sababli modellashtirishda RANS asosidagi standart k-ε modeli qo‘llanildi:

$$\frac{\partial(\rho k)}{\partial t} + \nabla\cdot(\rho k\vec{v}) = \nabla\cdot[(\mu + \frac{\mu_t}{\sigma_k})\ \nabla k\ ] + G_k - \rho\varepsilon \quad . \quad (5)$$

Ushbu model turbulent kinetik energiya va uning taarqalishini hisoblash orqali havo aralashuvi va turbulent diffuziyani tavsiflashga xizmat qiladi.

Server tokchalari konsentrlashgan issiqlik manbai sifatida qaraldi. Barcha serverlarning umumiy issiqlik ajralishi quyidagi ifoda bilan baholandi:

$$Q_{total} = \sum_{i=1}^{N} P_i \quad . \quad (6)$$

Tokcha darajasida havo bilan olib chiqilayotgan issiqlik oqimi esa quyidagicha aniqlandi:

$$Q = \dot{m}c_p(T_{out} - T_{in}) \quad . \quad (7)$$

Bu yerda: $\dot{m}$ - massaviy havo sarfi, T_{out} va T_{in} - tokchaga kirish va undan chiqish haroratlari. Mazkur ifoda tochka darajasida sovitish samaradorligini miqdoriy baholash imkonini beradi.

Ventilyatorlar energiya sarfi havo oqimi boshqaruvida muhim omil bo‘lgani sababli parrak quvvati quyidagi bog‘lanish bilan ifodalandi:

$$Pfan \propto v^3 \quad . \quad (8)$$

Bu bog‘lanish havo tezligining nisbatan kichik ortishi ham energiya sarfining keskin oshishiga olib kelishini ko‘rsatadi.

1-jadval

CFD modelida ishlatilgan asosiy belgilar va fizik ma’nosi

Belgi	Kattalik nomi	Izoh
P	Zichlik	Havo muhitining zichligi
V	Tezlik	Havo oqimining xarakterli tezligi
P	Bosim	Oqimdagi statik bosim
T	Harorat	Muhit yoki rack inlet/outlet harorati
Q	Issiqlik manbai	Serverlardan ajralayotgan issiqlik
$\dot{m}$	Dinamik viskozlik	Yopishqoqlik xossasi
c_p	Issiqlik sig‘imi	Izobarik issiqlik sig‘imi
Re	Reynolds soni	Oqim rejimini tavsiflovchi mezon

CFD modelini yechish uchun cheklangan hajm usuli (FVM) qo‘llanildi. Bosim va tezlik maydonlari o‘rtasidagi bog‘lanish SIMPLE algoritmi yordamida

ISSN 3030-3907

ta’minlandi. Iterativ hisoblash jarayonida konvergentsiya mezonlari nazorat qilinib, yechimning barqarorligi tekshirildi.

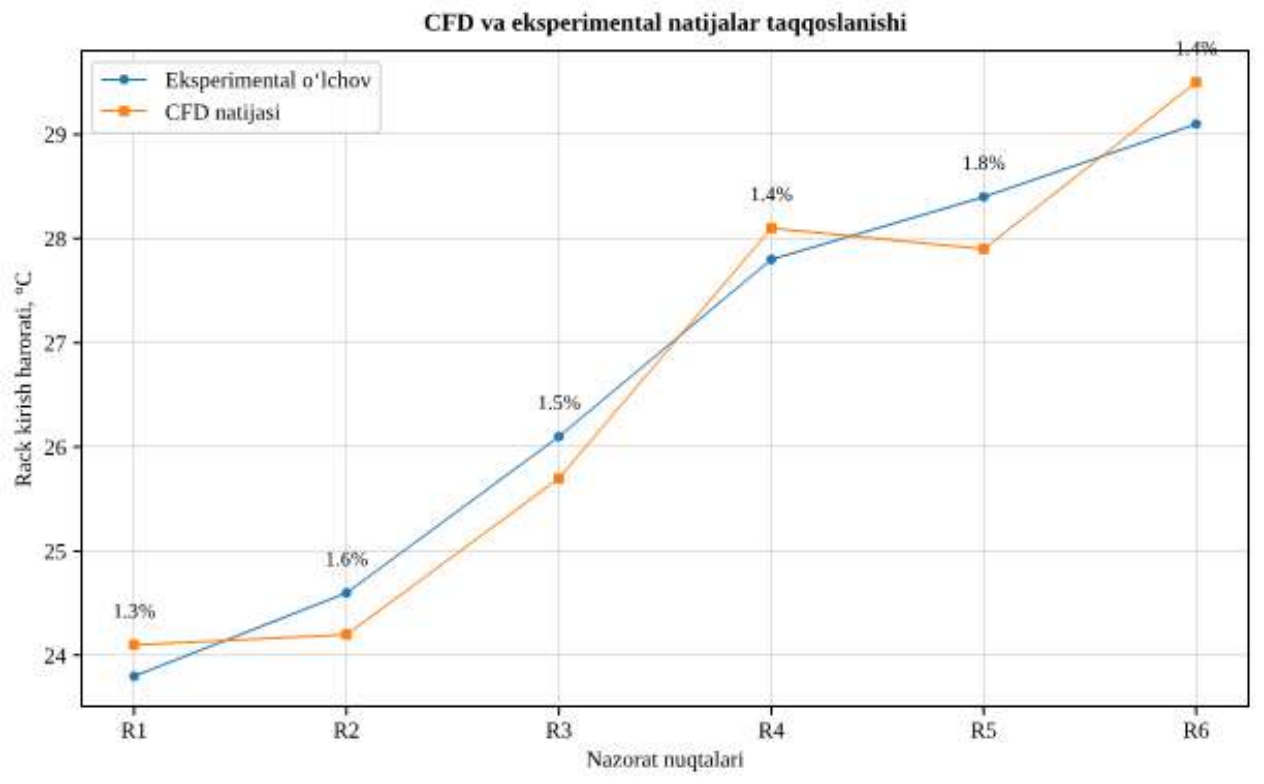
Modelni tekshirish uchun tokchaning kirish va chiqish nuqtalarida harorat sensorlari, ayrim hududlarda esa havo tezligi o‘lchagichlari joylashtirildi. CFD natijalari eksperimental ma’lumotlar bilan taqqoslanib, nisbiy xatolik quyidagi formula asosida baholandi:

$$Error = \frac{|T_{exp} - T_{CFD}|}{T_{exp}} \times 100\% \quad . \quad (9)$$

Ushbu yondashuv simulyatsiya va real o‘lchovlar o‘rtasidagi moslik darajasini miqdoriy baholash imkonini berdi.

Simulyatsiya natijalari ma’lumot markazida harorat maydoni bir tekis taqsimlanmaganini ko‘rsatdi. Ayrim tokchalar kirish qismida lokal qizib ketish zonalari, ya’ni qaynoq nuqtalar kuzatildi. Mazkur qaynoq nuqtalar, asosan, sovuq havo oqimining tokchalarga teng taqsimlanmasligi, issiq yovlak hududidan qaytuvchi issiq havo infiltratsiyasi va ayrim zonalarda oqimning qisqa tutashuvi bilan izohlandi. Tokcha darajasida issiqlik almashinuvini baholash uchun (7)-tenglamadan foydalanildi. Hisob-kitoblar shuni ko‘rsatdiki, yuklama ortishi bilan tokcha chiqish harorati sezilarli oshadi, biroq havo oqimi yetishmovchiligi mavjud hududlarda bu o‘sish ancha keskin namoyon bo‘ladi. Natijada ayrim tokchalar haddan tashqari qizib ketish xavfiga duch keladi. Oqim trajektoriyalarining tahlili natijasida uchta muhim holat aniqladi: birinchidan, sovuq havoning tokchalar orqali o‘tmasdan to‘g‘ridan-to‘g‘ri qaytish zonasiga o‘tishi; ikkinchidan, qizigan havoning sovuq yo‘lakga qaytib kirishi; uchinchidan, CRAC yaqinida qisqa tutashuv oqimlarining paydo bo‘lishi. Ushbu hodisalar sovitish samaradorligini pasaytiruvchi asosiy omillar sifatida baholandi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. CFD natijalariga ko‘ra tokchalar orasidagi harorat gradienti va qaynoq nuqtalar zonalari

2-jadval

Eksperimental validatsiya va optimallashtirish natijalarining qisqacha xulosasi

Ko‘rsatkich	Qiymat / oraliq	Izoh
CFD va eksperiment orasidagi farq	5-8 %	Model validatsiyasi qoniqarli
Qaynoq nuqtalar soni	Kamaygan	Havo oqimi taqsimoti yaxshilangan
Tokchaga kirish joyi harorati	Barqarorlashgan	Lokal qizib ketish pasaygan
Sovitish energiyasi	15-25 % gacha kamayish	Optimallashtirilgan rejim natijasi

Eksperimental o‘lchovlar bilan taqqoslash natijasida CFD modeli va real tizim o‘rtasidagi farq 5-8% oralig‘ida ekanligi aniqlandi. Bu ko‘rsatkich modelning real tizimdagi havo oqimi va harorat taqsimotini yetarli aniqlik bilan ifodalashini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

CFD asosida havo oqimi konfiguratsiyasi optimallashtirilgach, sovuq havo taqsimoti yaxshilandi, qaynoq nuqtalar zonalar soni kamaydi va tokchaga kirish joyi haroratlari barqarorroq bo‘ldi. Shu bilan birga, sovitish infratuzilmasining ish rejimi optimallashtirilishi natijasida energiya sarfi pasayishi kuzatildi. Amaliy baholashda sovitish energiyasi 15-25% gacha kamayishi mumkinligi qayd etildi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, ma’lumot markazlarida harorat barqarorlikni ta’minlash faqat sovitish quvvatini oshirish bilan emas, balki havo oqimini to‘g‘ri tashkil etish bilan chambarchas bog‘liq. Agar sovuq va issiq oqimlar yetarli darajada ajratilmasa, qo‘shimcha sovitish quvvati ham energiya samaradorligini keskin yaxshilay olmaydi. Geometrik parametrlar, xususan, tokchalar joylashuvi, yo‘lak kengligi, CRAC lar pozitsiyasi va cheklash darajasi tizimning umumiy samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, sovuq yo‘lak kengligining optimal tanlanishi sovuq havo bosimini barqarorlashtiradi va issiq havo infiltratsiyasini kamaytiradi. Shuningdek, parrak quvvatining havo tezligiga kub qonuni bo‘yicha bog‘liqligi havo oqimini faqat kuchaytirish emas, balki oqimni to‘g‘ri yo‘naltirish muhimligini ko‘rsatadi. Noto‘g‘ri havo oqimi sxemasida parrak tezligini orttirish energiya sarfini oshiradi, biroq qaynoq nuqtalarni to‘liq bartaraf eta olmaydi.

Mazkur tadqiqotning yana bir muhim natijasi shundaki, ishlab chiqilgan CFD model keyingi bosqichda real vaqt monitoring tizimlari va sun’iy intellekt asosidagi boshqaruv algoritmlari bilan integratsiya qilinishi mumkin. Bu esa kelajakda intellectual ma’lumot markazlari konsepsiyasini shakllantirish uchun muhim ilmiy zamin yaratadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Ushbu tadqiqotda ma’lumot markazlaridagi havo oqimi va issiqlik taqsimoti CFD asosida modellashtirildi hamda eksperimental ravishda tekshirildi. Olingan natijalar CFD yondashuvi real tizimdagi havo oqimi va harorat maydonini yetarli aniqlik bilan ifodalashini ko‘rsatdi.

Natijalar asosida ma’lumot markazlarida qaynoq nuqta zonalar, issiq havo oqimining qayta aylanishi, **sovuq havo oqimining chetlab o‘tishi** va havo oqimining qisqa tutashuvi holatlari asosiy termik muammo ekani aniqlandi. Geometrik va ekspluatatsion parametrlarni optimallashtirish orqali ushbu muammolarni sezilarli kamaytirish mumkinligi tasdiqlandi. Eksperimental validatsiya davomida 5-8% oralig‘idagi xatolik olingan modelning ishonchliligini ko‘rsatdi. Shu sababli taklif etilgan yondashuv ma’lumot markazlarini loyihalash, modernizatsiya qilish va ekspluatatsion boshqarishda samarali vosita sifatida tavsiya etiladi. Kelgusida mazkur CFD modelini real vaqt sensor tizimlari, IoT platformalari va mustahkamlovchi o‘rganish algoritmlari bilan integratsiya qilish

ISSN 3030-3907

ma’lumot markazlari energiya samaradorligini yanada oshirishga xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Sharma R.K., Bash C.E., Patel C.D. Dimensionless Parameters for Evaluation of Thermal Design and Performance of Large-Scale Data Centers // 8th AIAA/ASME Joint Thermophysics and Heat Transfer Conference. 2002. Paper AIAA 2002-3091.
2. Wibron E., Gustavsson M., Kutti V., Karlsson B. Computational Fluid Dynamics Modeling and Validating Experiments of Airflow in a Data Center // *Energies*. 2018. Vol. 11. No. 3. Art. 644.
3. VanGilder J.W., Schmidt R.R., Alkharabsheh S., Sammakia B. Experi-mentally Validated Computational Fluid Dynamics Model for a Data Center With Cold Aisle Containment // *Journal of Electronic Packaging*. 2015. Vol. 137. No. 2. Art. 021010.
4. Versteeg H.K., Malalasekera W. *An Introduction to Computational Fluid Dynamics: The Finite Volume Method*. 2nd ed. Harlow: Pearson Education, 2007.
5. Patankar S.V. *Numerical Heat Transfer and Fluid Flow*. New York: Hemisphere Publishing Corporation, 1980.
6. ASHRAE TC 9.9. *Thermal Guidelines for Data Processing Environments*. 5th ed., revised and expanded. Atlanta: ASHRAE, 2021.
7. Avelar V., Azevedo D. *PUE: A Comprehensive Examination of the Metric*. White Paper 49. The Green Grid, 2012.
8. Herrlin M.K. *Data Center Air Management Report*. Lawrence Berkeley National Laboratory / Pacific Gas and Electric Company, 2006.
9. Shehabi A., Smith S., Sartor D., Brown R., Herrlin M., Koomey J., et al. *2024 United States Data Center Energy Usage Report*. Lawrence Berkeley National Laboratory, 2024.
10. Sarikaya O.M., Kuzay B.N., Morosuk T., Tsatsaronis G. Energy efficiency enhancement in two European data centers through CFD modeling // *Scientific Reports*. 2025. Vol. 15. Art. 24952.
11. Ham S.W., Jeong J.W. Impact of aisle containment on energy performance of a data center // *Applied Thermal Engineering*. 2016. Vol. 105. P. 690–701.
12. Hajdukiewicz M., Keane M.M., et al. A narrative review to credible computational fluid dynamics prediction for indoor environmental design and operation // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2024.

ISSN 3030-3907

UDK: 618.398-36.2

MUDDATIDAN OLDINGI TUG‘RUQDA ENDOTOKSIKOZ VA ENOLAZA BIOMARKERINING DIAGNOSTIK AHAMIYATI

Ikromova Parvina Xamidjonovna

Samarqand davlat tibbiyot universtiteti 3-son akusherlik va ginekologiya kafedrasi assistenti

Tel: (90-1975505,

E-mail: pikromova15@gmail.com

https://orcid.org/0009-0002-7240-7582)

Annotatsiya. Muddatidan oldingi tug‘ruq perinatal kasallanish va o‘limning yetakchi sabablaridan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda endotoksikoz va enolaza fermentining muddatidan oldingi tug‘ruq rivojlanishidagi roli o‘rganildi. 120 nafar homilador ayol tekshirildi: 40 nafari sog‘lom, 80 nafari muddatidan oldingi tug‘ruq xavfi bilan. Natijalarga ko‘ra, asosiy guruhda β-enolaza darajasi ishonchli yuqori bo‘lib, endotoksikoz va yallig‘lanish ko‘rsatkichlari bilan korrelyatsiya qilishi aniqlandi. Endotoksikoz tug‘ruqni erta boshlovchi asosiy patogenetik omil sifatida baholandi. Enolaza darajasi esa diagnostik va prognostik biomarker sifatida ahamiyatga ega ekanligi isbotlandi.

Kalit so‘zlar: muddatidan oldingi tug‘ruq, endotoksikoz, enolaza, yallig‘lanish, biomarker, chorioamnionit, perinatal asoratlar.

Аннотация. Преждевременные роды являются одной из ведущих причин перинатальной заболеваемости и смертности. В данном исследовании изучена роль эндотоксикоза и фермента энолазы в развитии преждевременных родов. Обследовано 120 беременных женщин: 40 – здоровые, 80 – с угрозой преждевременных родов. Установлено достоверное повышение уровня β-энолазы в основной группе и его корреляция с показателями эндотоксикоза и воспаления. Эндотоксикоз является ключевым патогенетическим фактором, а энолаза может рассматриваться как диагностический и прогностический маркер.

Ключевые слова: преждевременные роды, эндотоксикоз, энолаза, воспаление, биомаркер.

Abstract. Preterm birth is a leading cause of perinatal morbidity and mortality. This study evaluates the role of endotoxicosis and enolase enzyme in the development of preterm labor. A total of 120 pregnant women were examined: 40 healthy and 80 with threatened preterm birth. The results showed a significant increase in β-enolase levels in the main group, with a strong correlation with endotoxicosis and inflammatory markers. Endotoxicosis plays a key pathogenetic role, while enolase may serve as a valuable diagnostic and prognostic biomarker.

ISSN 3030-3907

Keywords: preterm birth, endotoxicosis, enolase, inflammation, biomarker.

KIRISH.

Mavzuning dolzarbligi. Muddatidan oldingi tug‘ruq (37-haftadan oldin sodir bo‘ladigan tug‘ruq) zamonaviy akusherlik va perinatologiyaning eng dolzarb muammolaridan biri hisoblanadi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, har yili dunyo bo‘yicha 13–15 millionga yaqin chaqaloq muddatidan oldin tug‘iladi va bu umumiy tug‘ruqlarning taxminan 10 foizini tashkil etadi . Prematur tug‘ilish nafaqat neonatal davrda o‘lim ko‘rsatkichlarini oshiradi, balki uzoq muddatli nogironlik, jumladan nevrologik rivojlanishning buzilishi, serebral falaj, ko‘rish va eshitish qobiliyatining pasayishi bilan ham bog‘liqdir.

Muddatidan oldingi tug‘ruq ko‘p omilli patologik jarayon bo‘lib, uning rivojlanishida infeksiya, yallig‘lanish, gormonal disbalans, mexanik omillar va onaning ekstragenital kasalliklari muhim rol o‘ynaydi. Biroq so‘nggi yillarda olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatmoqdaki, spontan muddatidan oldingi tug‘ruqlarning asosiy qismi intrauterin infeksiya va u bilan bog‘liq yallig‘lanish jarayonlari bilan chambarchas bog‘liqdir. Ayrim ma’lumotlarga ko‘ra, bunday holatlar barcha prematur tug‘ruqlarning kamida 40%ida aniqlanadi [2].

Intrauterin infeksiya patogenezida gram-manfiy bakteriyalar tomonidan ishlab chiqariladigan lipopolisaxarid (endotoksin) alohida ahamiyatga ega. Endotoksin organizmga tushgach, kuchli yallig‘lanish reaksiyasini qo‘zg‘atadi va bu holat “endotoksikoz” deb ataladi. Endotoksikoz natijasida organizmda interleykinlar (IL-1, IL-6), tumor nekroz omili (TNF-α), prostaglandinlar kabi biologik faol moddalar ajralishi kuchayadi. Ushbu mediatorlar bachadon mushaklarining qisqarishini rag‘batlantirib, bachadon bo‘yni yumshashi va ochilishiga olib keladi, natijada tug‘ruq jarayoni muddatidan oldin boshlanadi.

Shuningdek, endotoksikoz nafaqat ona organizmiga, balki homilaga ham salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Amniotik suyuqlik orqali endotoksinlar homilaga o‘tib, fetal yallig‘lanish javobi sindromi (FIRS) rivojlanishiga olib keladi. Bu esa yangi tug‘ilgan chaqaloqlarda neonatal sepsis, nafas yetishmovchiligi, intraventrikulyar qon quyilishi, nekrotik enterokolit kabi og‘ir perinatal asoratlar rivojlanish xavfini oshiradi.

So‘nggi yillarda muddatidan oldingi tug‘ruqni erta aniqlash va prognoz qilish maqsadida turli biokimyoviy markerlar o‘rganilmoqda. Ular orasida enolaza fermenti alohida qiziqish uyg‘otmoqda. Enolaza — glikoliz jarayonida ishtirok etuvchi ferment bo‘lib, hujayra shikastlanishi va metabolik buzilishlarda qonda uning miqdori ortadi. Ayniqsa β-enolaza darajasi to‘qimalar zararlanishi va yallig‘lanish jarayonlari bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, patologik jarayonning og‘irligini aks ettiruvchi muhim biomarker hisoblanadi[2].

ISSN 3030-3907

Klinik kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, muddatidan oldingi tug‘ruq xavfi mavjud bo‘lgan homilador ayollarda enolaza darajasi sezilarli darajada yuqori bo‘ladi va bu ko‘rsatkich endotoksikoz hamda yallig‘lanish markerlari bilan korrelyatsiya qiladi. Shu sababli enolaza darajasini aniqlash nafaqat diagnostik, balki prognostik ahamiyatga ham ega bo‘lib, yuqori xavf guruhidagi homiladorlarni erta aniqlash va ularni to‘g‘ri boshqarish imkonini beradi..

Shunday qilib, muddatidan oldingi tug‘ruq patogenezida endotoksikoz va yallig‘lanish jarayonlarini chuqur o‘rganish, shuningdek, enolaza kabi zamonaviy biomarkerlarning diagnostik imkoniyatlarini baholash klinik amaliyot uchun muhim ahamiyat kasb etadi. Bu esa perinatal asoratlarni kamaytirish va neonatal natijalarni yaxshilashga xizmat qiladi.

Maqsad: Muddatidan oldingi tug‘ruq rivojlanishida endotoksikoz va enolaza darajasining diagnostik hamda prognostik ahamiyatini aniqlash.

Materiallar va tekshirish usullari: Mazkur tadqiqot Samarqand shahar sog‘liqni saqlash bo‘limi markaziy shifoxonasi 4-son tug‘ruq bo‘linmasi va Samarqand shahar perinatal markazi bazasida olib borildi. Tadqiqot II–III trimestrdagi 120 nafar homilador ayolni qamrab oldi.

Tadqiqot ishtirokchilari klinik belgilariga qarab quyidagi guruhlarga ajratildi:

- **1-guruh (nazorat guruhi)** – 40 nafar fiziologik kechayotgan homiladorlikka ega sog‘lom ayollar;
- **2-guruh (asosiy guruh)** – 80 nafar muddatidan oldingi tug‘ruq xavfi (threatened preterm labor) tashxisi qo‘yilgan homilador ayollar.

Kiritish mezonlari:

- homiladorlikning 22–34 haftalik davri;
- singleton homiladorlik;
- asosiy guruh uchun: bachadon tonusining oshishi, pastki qorin og‘rig‘i, bachadon bo‘yni qisqarishi yoki ochilishi kabi muddatidan oldingi tug‘ruq xavfi klinik belgilari mavjudligi;
- bemorlarning tadqiqotda ishtirok etishga roziligi.

Chiqarib tashlash mezonlari:

- ko‘p homilali homiladorlik;
- og‘ir ekstragenital kasalliklar (onkologik kasalliklar, og‘ir yurak nuqsonlari va boshqalar);
- autoimmun kasalliklar;
- o‘tkir og‘ir infeksion kasalliklar (sepsis, COVID-19 og‘ir shakllari va boshqalar);
- homila rivojlanishining og‘ir tug‘ma nuqsonlari.

TADQIQOT METODLARI

ISSN 3030-3907

Tadqiqot davomida barcha ishtirokchilarda quyidagi tekshiruvlar amalga oshirildi:

1. Klinik tekshiruvlar

- umumiy anamnez va akusherlik-ginekologik anamnez yig‘ish;
- umumiy fizik ko‘rik (arterial bosim, tana harorati, yurak urishi);
- bachadon tonusi va qisqarishlarini baholash;
- vaginal tekshiruv orqali bachadon bo‘yni holatini aniqlash (Bishop shkalasi).

2. Laborator tekshiruvlar

- umumiy qon tahlili (leykotsitoz, ESR);
- biokimyoviy qon tahlili;
- yallig‘lanish markerlari (C-reaktiv oqsil, IL-6, TNF-α);
- endotoksikoz ko‘rsatkichlari (o‘rta molekulali peptidlar, toksik indekslar).

3. Enolaza darajasini aniqlash

Qon zardobida **α va β-enolaza fermentlari** darajasi immunoferment tahlil (ELISA) usuli yordamida aniqlanildi .

- namunalar ertalab och qoringa olingan;
- qon zardobi sentrifugalash orqali ajratilgan;
- natijalar ng/ml birliklarda baholangan;
- har bir bemorda ko‘rsatkichlar dinamikada kuzatildi.

4. Instrumental tekshiruvlar

- ultratovush tekshiruvi (UTT) orqali homila holati, platsenta va amniotik suyuqlik baholandi;
- servikometriya (bachadon bo‘yni uzunligini aniqlash);
- Doppler tekshiruvlar (uteroplatsentar qon oqimini baholash).

5. Endotoksikozni baholash

Endotoksikoz darajasi quyidagi ko‘rsatkichlar asosida baholandi:

- yallig‘lanish mediatorlari (IL-6, TNF-α);
- klinik simptomlar (isitma, umumiy intoksikatsiya belgilar);
- laborator o‘zgarishlar (leykotsitoz, CRP oshishi).

Olingan natijalar asosida endotoksikozning yengil, o‘rta va og‘ir darajalari ajratildi.

Statistik tahlil usullari:

Olingan natijalar matematik-statistik usullar yordamida qayta ishlatildi:

- o‘rtacha qiymat (M) va standart og‘ish (±SD) hisoblandi;
- guruhlararo farqlar Student t-testi yordamida baholandi;
- korrelyatsion tahlil Pearson koeffitsienti orqali amalga oshirildi;
- farqlar **p < 0,05** darajada ishonchli deb qabul qilindi.

Statistik ishlov berish uchun zamonaviy kompyuter dasturlaridan foydalanildi (SPSS, Excel).

ISSN 3030-3907

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Tadqiqot davomida 120 nafar homilador ayolda enolaza darajasi, endotoksikoz va yallig‘lanish ko‘rsatkichlari o‘rganildi. Olingan natijalar guruhlar kesimida taqqoslandi.

1-jadval.

Guruhlar bo‘yicha enolaza darajasi (M ± SD)

Ko‘rsatkich	Nazorat guruhi (n=40)	Asosiy guruh (n=80)	p qiymat
α-enolaza (ng/ml)	8.2 ± 1.1	10.5 ± 1.3	<0.05
β-enolaza (ng/ml)	9.1 ± 1.2	12.8 ± 1.5	<0.05

Izoh: Asosiy guruhda β-enolaza darajasi nazorat guruhiga nisbatan **20–35% yuqori** ekanligi aniqlandi .

2-jadval.

Endotoksikoz va yallig‘lanish markerlari

Ko‘rsatkich	Nazorat guruhi	Asosiy guruh	p qiymat
CRP (mg/L)	4.5 ± 0.8	12.6 ± 1.4	<0.05
IL-6 (pg/ml)	6.2 ± 1.1	18.3 ± 2.5	<0.05
TNF-α (pg/ml)	5.8 ± 0.9	16.7 ± 2.1	<0.05

Natija: Asosiy guruhda barcha yallig‘lanish markerlari ishonchli oshgan.

3-jadval.

Enolaza va endotoksikoz o‘rtasidagi korrelyatsiya

Ko‘rsatkichlar juftligi	r (Pearson)	p qiymat
β-enolaza – IL-6	0.68	<0.01
β-enolaza – TNF-α	0.64	<0.01
β-enolaza – CRP	0.59	<0.01

Izoh: O‘rtacha kuchli musbat korrelyatsiya mavjud → enolaza ↑ → yallig‘lanish ↑

4-jadval.

Muddatidan oldingi tug‘ruq chastotasi

Holat	Holatlar soni	%
Nazorat guruhi	4	10%
Asosiy guruh	36	45%

Natija: Asosiy guruhda muddatidan oldingi tug‘ruq **4.5 barobar ko‘p** uchradi

ISSN 3030-3907

5-jadval.

Perinatal asoratlar taqsimoti

Asorat turi	Nazorat (%)	Asosiy (%)
Neonatal sepsis	5%	28%
RDS	10%	35%
IVH	3%	18%
NEC	2%	12%

Endotoksikoz mavjud guruhda barcha asoratlar sezilarli yuqori

MUHOKAMA. Olingan natijalar muddatidan oldingi tug‘ruq patogenezida endotoksikoz va yallig‘lanish jarayonlarining yetakchi rolini yana bir bor tasdiqladi. Tadqiqotda asosiy guruhda β-enolaza darajasining sezilarli darajada oshgani aniqlanib, bu ko‘rsatkich endotoksikoz markerlari bilan ijobiy korrelyatsiya qilishi kuzatildi. Ushbu holat hujayra darajasida kechayotgan patologik jarayonlarning chuqurligini aks ettiradi.

Ma’lumki, gram-manfiy bakteriyalar tomonidan ajratiladigan lipopolisaxarid (LPS) organizmda kuchli immun javobni qo‘zg‘atadi. Bu jarayon TLR-4 retseptorlari orqali amalga oshib, proinflamator sitokinlar — interleykin-6 (IL-6), tumor nekroz omili (TNF-α) va boshqa mediatorlar ajralishiga olib keladi. Natijada bachadon to‘qimalarida prostaglandinlar sintezi ortib, bachadon mushaklarining qisqarishi kuchayadi va tug‘ruq jarayoni muddatidan oldin boshlanadi.

Bizning natijalarimizda IL-6 va TNF-α darajalarining oshishi β-enolaza ko‘rsatkichlari bilan o‘zaro bog‘liq ekanligi aniqlandi. Bu esa enolaza fermentining nafaqat metabolik, balki yallig‘lanish jarayonlarining intensivligini aks ettiruvchi biomarker sifatida muhimligini ko‘rsatadi.

Adabiyot ma’lumotlari bilan solishtirganda, olingan natijalar boshqa tadqiqotchilar natijalari bilan mos keladi. Xususan, intrauterin infeksiya mavjud bo‘lgan holatlarda endotoksin darajasining oshishi bachadon qisqarishlarini rag‘batlantirishi va homila pardalarining erta yorilishiga olib kelishi ko‘rsatilgan . Shu bilan birga, enolaza darajasining oshishi hujayra shikastlanishi va to‘qima gipoksiyasi bilan bog‘liq ekanligi qayd etilgan .

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, asosiy guruhda muddatidan oldingi tug‘ruq chastotasi sezilarli darajada yuqori bo‘lib, bu endotoksikozning klinik ahamiyatini tasdiqlaydi. Bundan tashqari, neonatal sepsis, nafas yetishmovchiligi sindromi (RDS), intraventrikulyar qon quyilishi (IVH) kabi asoratlarning ko‘p uchrashi endotoksikozning homila organizmiga salbiy ta’siri bilan izohlanadi.

Fetal yallig‘lanish javobi sindromi (FIRS) rivojlanishi natijasida homila a’zolarida morfofunksional o‘zgarishlar yuzaga keladi. Bu esa tug‘ilgandan

ISSN 3030-3907

keyingi davrda og‘ir perinatal asoratlar rivojlanishiga olib keladi. Ayniqsa, markaziy asab tizimi zararlanishi va bronxopulmonal displaziya rivojlanishi endotoksikoz bilan bevosita bog‘liqdir.

Enolaza fermentining diagnostik ahamiyati shundaki, u patologik jarayonlarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi. Bizning tadqiqotimizda β-enolaza darajasi oshishi muddatidan oldingi tug‘ruq xavfi ortishi bilan bog‘liq ekanligi isbotlandi. Shu sababli ushbu ko‘rsatkichni klinik amaliyotda qo‘llash yuqori xavf guruhidagi homiladorlarni erta aniqlash va ularni individual boshqarish strategiyasini ishlab chiqishda muhim ahamiyatga ega.

Shuningdek, tadqiqot natijalari profilaktik choralarni takomillashtirish zarurligini ko‘rsatadi. Infeksiyani erta aniqlash va davolash, yallig‘lanishga qarshi terapiya, antenatal kortikosteroidlar qo‘llash va zamonaviy neonatologik yordam choralarini kuchaytirish orqali perinatal natijalarni yaxshilash mumkin.

Shunday qilib, endotoksikoz va enolaza o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik muddatidan oldingi tug‘ruq patogenezining muhim bo‘g‘ini sifatida qaralishi mumkin. Ushbu yo‘nalishda olib boriladigan keyingi tadqiqotlar yangi diagnostik va terapevtik yondashuvlarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot natijalari muddatidan oldingi tug‘ruq patogenezida endotoksikoz va yallig‘lanish jarayonlarining hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatdi. Intrauterin infeksiya natijasida yuzaga keladigan endotoksikoz organizmda kuchli proinflamator javobni qo‘zg‘atib, bachadon qisqarishlarini faollashtiradi va tug‘ruq jarayonining muddatidan oldin boshlanishiga olib keladi.

Tadqiqot davomida β-enolaza darajasining sezilarli darajada oshishi aniqlanib, u endotoksikoz va yallig‘lanish markerlari bilan ishonchli musbat korrelyatsiya qilishi qayd etildi. Bu esa enolaza fermentining hujayra shikastlanishi va metabolik buzilishlarning muhim indikatori ekanligini tasdiqlaydi. Ayniqsa, β-enolaza ko‘rsatkichi muddatidan oldingi tug‘ruq xavfini prognoz qilishda yuqori sezgirlikka ega biomarker sifatida namoyon bo‘ldi.

Shuningdek, endotoksikoz mavjud bo‘lgan homilador ayollarda perinatal asoratlar — neonatal sepsis, nafas yetishmovchiligi sindromi, intraventrikulyar qon quyilishi va nekrotik enterokolit kabi holatlar sezilarli darajada ko‘proq uchrashi aniqlandi. Bu holat endotoksikozning nafaqat tug‘ruqni erta boshlashdagi, balki homila va yangi tug‘ilgan chaqaloq holatiga bevosita salbiy ta’sir ko‘rsatishidagi rolini ko‘rsatadi.

Olingan natijalar asosida quyidagi asosiy ilmiy xulosalar chiqarildi:

- endotoksikoz muddatidan oldingi tug‘ruqning asosiy patogenetik mexanizmlaridan biridir;

ISSN 3030-3907

- β-enolaza darajasi endotoksikoz va yallig‘lanish jarayonlarining og‘irligi bilan bog‘liq;
- enolaza fermenti muddatidan oldingi tug‘ruq xavfini erta aniqlashda diagnostik va prognostik ahamiyatga ega;
- endotoksikoz mavjud holatlarda perinatal asoratlar rivojlanish xavfi sezilarli darajada ortadi.

Klinik nuqtai nazardan, enolaza darajasini aniqlashni yuqori xavf guruhidagi homilador ayollarni skrining qilish dasturiga kiritish maqsadga muvofiq hisoblanadi. Bu esa muddatidan oldingi tug‘ruq xavfini erta aniqlash, individual davolash taktikasini ishlab chiqish va profilaktik choralarni o‘z vaqtida qo‘llash imkonini beradi.

Bundan tashqari, infeksiyani erta aniqlash va davolash, yallig‘lanishga qarshi terapiya, antenatal kortikosteroidlar va zamonaviy neonatologik yordamni keng qo‘llash orqali perinatal natijalarni yaxshilash mumkin.

Kelgusida ushbu yo‘nalishda olib boriladigan tadqiqotlar enolaza va boshqa biomarkerlarning kombinatsiyasini o‘rganish, shuningdek, endotoksikozga qarshi yangi terapevtik yondashuvlarni ishlab chiqishga qaratilishi lozim.

Shunday qilib, endotoksikoz va enolaza o‘rtasidagi o‘zaro bog‘liqlik muddatidan oldingi tug‘ruqni prognoz qilish va boshqarishda muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ushbu ko‘rsatkichlardan klinik amaliyotda foydalanish perinatal asoratlarni kamaytirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR

1. World Health Organization (WHO). Preterm birth Fact Sheet. 10 May 2023. (who.int,who.int)
2. Willis KA, Jobe A, Ambalavanan N. Chorioamnionitis and neonatal outcomes. Pediatr Res. 2022 Jan;91(1): Panel 147–156. (pmc.ncbi.nlm.nih.gov, pmc.ncbi.nlm.nih.gov)
3. Romero R, et al. Labor and infection: II. Bacterial endotoxin in amniotic fluid and its relationship to the onset of preterm labor. Am J Obstet Gynecol. 2020;158(5):1044-9 (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)
4. Ornoy A, Altshuler G. Maternal endotoxemia, fetal anomalies, and CNS damage: a rat model. Am J Obstet Gynecol. 1976;124(2):196-204 (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov, pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)
5. Goldenberg RL, Culhane JF, et al. Epidemiology and causes of preterm birth. Lancet. 2021;371(9606):75-84.
6. Lamont RF. Infection and inflammation in the cause of preterm birth. BJOG. 2023;110(S20):71-5 (pubmed.ncbi.nlm.nih.gov)

ISSN 3030-3907

7. Kenyon S, et al. Antibiotics for preterm rupture of membranes: a Cochrane review. Cochrane Database Syst Rev. 2023;12:CD001058 (pmc.ncbi.nlm.nih.gov, pmc.ncbi.nlm.nih.gov)
8. Lamont RF. Antibiotics for the prevention of infection-related preterm birth. BMJ. 2020;355:i5805.(bmj.com)
9. Roberts D, Dalziel SR. Antenatal corticosteroids for accelerating fetal lung maturation. Cochrane Database Syst Rev. 2021;(3):CD004454 (pmc.ncbi.nlm.nih.gov)
10. MgSO4 for fetal neuroprotection: RCOG Green-top Guideline No. 74. BJOG. 2021;118: (Suppl. 2): 1–6 (cochranelibrary.com)
11. 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.
12. 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.
13. Parvina I. ANALYSIS OF RISK FACTORS FOR PREMATURE RUPTURE OF FETAL MEMBRANES //SHOKH LIBRARY. – 2025.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. Uktamovna N. S. et al. YURAK KASALLIKLARI BO ‘LGAN AYOLLARDA TUG ‘RUQNING O ‘ZIGA XOS KECHISHI //YANGI O ‘ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – Т. 3. – №. 3. – С. 262-264.
18. 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.
19. Uktamovna N. S. MUDDATIDAN OLDINGI TUG ‘RUQNI BELGILARI, ETIOLOGIYASI, ASORATLARI HAMDA DAVOLASH CHORA

ISSN 3030-3907

TADBIRLARI //YANGI O ‘ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI. – 2024. – Т. 1. – №. 3. – С. 224-228.
20. 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.
21. Mustafakulov I. B. et al. Results of treatment of patients with thermoingalation trauma //Journal of Natural Remedies. – 2021. – Т. 22. – №. 1. – С. 2.
22. Sattorov A. X. Yusupova DM OPTIMIZATION OF PREGNANCY MANAGEMENT IN THE DEVELOPMENT OF ENDEMIC GOITER //Boffin Academy. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 335-338.
23. Sattorov A. X. NEW CORONAVIRUS INFECTION SARS-COV-2 PREGNANT WOMEN QIN MICROBIOTA EFFECT //Boffin Academy. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 29-38.
24. 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.
25. 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

УДК: 618.17-009:159.9.072.432

РЕПРОДУКТИВНОЕ ЗДОРОВЬЕ ЖЕНЩИН ФЕРТИЛЬНОГО ВОЗРАСТА И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ИХ ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ И ОБЩЕЕ КАЧЕСТВО ЖИЗНИ.

Икромова Парвина Хамиджоновна

Самаркандский государственный медицинский университет Ассистент кафедры акушерства и гинекологии №3

Tel: (90-1975505,

E-mail: pikromova15@gmail.com

https://orcid.org/0009-0002-7240-7582)

Журакулова Фазилат Уткир кизи

Клинический ординатор 1 курса кафедры акушерства и гинекологии №3, Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Узбекистан

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot reproduktiv yoshdagi ayollarda reproduktiv salomatlik buzilishlarining ularning psixoemotsional holati va umumiy hayot sifatiga qanday ta’sir ko‘rsatishini tahlil qilishga bag‘ishlangan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, bunday muammolar stress va depressiv holatlarning ortishiga olib kelishi, shuningdek ayollarning o‘ziga bo‘lgan bahosini pasaytirishi mumkin. Shu bilan birga, hayot sifatining muhim jihatlari — psixologik farovonlik, ijtimoiy aloqalar va jismoniy faollik ham reproduktiv muammolar fonida yomonlashadi. Olingan natijalar ayollarning reproduktiv va ruhiy salomatligini yaxshilash uchun kompleks tibbiy hamda psixologik yordam dasturlarini ishlab chiqish va joriy etish zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: reproduktiv salomatlik, psixologik holat, hayot sifati, stress, depressiya, ayollar salomatligi, ruhiy farovonlik, ijtimoiy munosabatlar, reproduktiv muammolar, sog‘lom turmush tarzi.

Аннотация. Данное исследование посвящено анализу влияния нарушений репродуктивного здоровья у женщин фертильного возраста на их психоэмоциональное состояние и уровень качества жизни. Результаты показали, что подобные проблемы способны способствовать росту уровня стресса и депрессивных состояний, а также приводить к снижению самооценки. Кроме того, такие аспекты качества жизни, как психологическое благополучие, социальные взаимодействия и физическая активность, также ухудшаются на фоне репродуктивных нарушений. Полученные данные свидетельствуют о важности разработки и внедрения комплексных программ медицинской и психологической поддержки, направленных на улучшение как репродуктивного, так и психического здоровья женщин.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: репродуктивное здоровье, психологическое состояние, качество жизни, стресс, депрессия, здоровье женщин, психическое благополучие, социальные отношения, репродуктивные проблемы, здоровый образ жизни.

Abstract. This study focuses on analyzing how reproductive health disorders in women of childbearing age affect their emotional well-being and overall quality of life. The findings indicate that such conditions may contribute to increased stress and depressive symptoms, as well as a decline in self-esteem. Additionally, key dimensions of quality of life, including psychological well-being, social interactions, and physical activity, tend to deteriorate in the presence of reproductive health issues. The results emphasize the importance of developing and implementing comprehensive medical and psychological support programs to enhance both reproductive and mental health in women.

Keywords: reproductive health, psychological state, quality of life, stress, depression, women's health, mental well-being, social relationships, reproductive issues, healthy lifestyle.

ВВЕДЕНИЕ.

Актуальность исследования. Репродуктивное здоровье является важной и чувствительной сферой здоровья женщин. Проблемы, связанные с репродуктивным здоровьем у женщин детородного возраста, оказывают значительное влияние не только на их физическое состояние, но и на психологическое благополучие [1][2]. Нарушение нормального функционирования репродуктивной системы может приводить к развитию стресса, депрессии и снижению качества жизни [3]. В свою очередь, это может негативно сказываться на социальной и трудовой активности женщин, а также становиться причиной возникновения социальных и экономических проблем в обществе [4].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ - Целью данного исследования является изучение влияния проблем репродуктивного здоровья у женщин детородного возраста на их психологическое состояние и общее качество жизни. Результаты данного исследования могут способствовать разработке эффективных рекомендаций, направленных на сохранение репродуктивного здоровья женщин и улучшение их психологического благополучия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. Исследование состояло из двух взаимосвязанных основных этапов, реализованных с использованием анкетирования и углубленных интервью. В исследовании приняли участие 200 женщин в возрасте от 18 до 45 лет. Участницы были отобраны среди пациенток, обратившихся в семейную поликлинику №9

ISSN 3030-3907

города Самарканда и родильный комплекс №1. У всех участниц были выявлены проблемы, связанные с репродуктивным здоровьем, а также отмечались признаки, связанные с нарушением психологического благополучия. Все участницы дали добровольное согласие на участие в исследовании.

Сбор данных осуществлялся следующими методами: 1.Анкетирование: Участницам была предложена анкета, включающая вопросы, касающиеся репродуктивного здоровья, психологического состояния и качества жизни. Анкета состояла из 5 основных разделов и содержала вопросы, направленные на выявление проблем репродуктивной системы, оценку уровня стресса и депрессии, а также измерение качества жизни [5]. 2. *Углубленные интервью:* На втором этапе исследования на основе результатов анкетирования 30 участниц были приглашены для проведения углубленных интервью. В ходе интервью были получены подробные сведения о проблемах репродуктивного здоровья и их влиянии на жизнь и психоэмоциональное состояние женщин . [6]

Анализ данных: Результаты анкетирования и интервью были обработаны с использованием методов статистического анализа. Для определения взаимосвязи между репродуктивным здоровьем и психологическим благополучием применялся корреляционный анализ. Изменения показателей качества жизни оценивались с помощью регрессионного анализа.

Результаты**.** Результаты исследования показали наличие значимой взаимосвязи между проблемами репродуктивного здоровья у женщин детородного возраста и их психологическим состоянием, а также качеством жизни.

Связь между репродуктивным здоровьем и психологическим состоянием: Согласно результатам анкетирования, 65% женщин с проблемами репродуктивной системы продемонстрировали признаки стресса и депрессии. В ходе углубленных интервью большинство участниц отметили, что репродуктивные проблемы привели к снижению уровня самооценки и негативно повлияли на их социальные отношения. Данные результаты также были подтверждены корреляционным анализом ($r = 0,72$; $p < 0,01$), что свидетельствует о наличии сильной положительной взаимосвязи между репродуктивными проблемами и психологическим состоянием.

Связь между качеством жизни и репродуктивным здоровьем: При оценке качества жизни большинство участниц с репродуктивными проблемами (70%) охарактеризовали своё общее качество жизни как низкое.

ISSN 3030-3907

Результаты регрессионного анализа показали, что проблемы, связанные с репродуктивным здоровьем, оказывают значительное влияние на все аспекты качества жизни, включая психологическое благополучие, социальные отношения и физическое состояние ($\beta = -0,55$; $p < 0,01$).

Результаты интервью: В ходе интервью участницы подробно описали, каким образом репродуктивные проблемы повлияли на их социальную жизнь и семейные отношения. Многие из них отметили, что сталкиваются с трудностями в профессиональной деятельности, а также испытывают снижение самооценки. Кроме того, участницы подчеркнули недостаток психологической помощи и программ поддержки.

ОБСУЖДЕНИЕ. Результаты данного исследования показали, что проблемы, связанные с репродуктивным здоровьем у женщин детородного возраста, оказывают значительное влияние на их психологическое состояние и качество жизни. Полученные данные, в соответствии с предыдущими исследованиями, подтверждают, что репродуктивные нарушения способствуют повышению уровня стресса, развитию депрессии и снижению самооценки [7,8]. При этом нарушение репродуктивного здоровья выступает одним из ключевых факторов, приводящих к ухудшению психического состояния и общего качества жизни.

Связь между репродуктивными проблемами и качеством жизни также оказалась выраженной. В показателях качества жизни отмечалось снижение психологического благополучия, ухудшение социальных взаимоотношений и снижение физической активности участниц. Эти результаты подтверждают данные литературы о значительном влиянии репродуктивного здоровья на повседневную жизнь женщин. Информация, полученная в ходе углубленных интервью, также выявила, что репродуктивные проблемы приводят к трудностям в профессиональной деятельности и нарушению социальных связей. Вместе с тем, результаты исследования указывают на необходимость организации программ поддержки и оказания психологической помощи, направленных на улучшение репродуктивного и психического здоровья женщин. Терапевтические подходы, направленные на снижение уровня стресса и управление депрессией, могут способствовать повышению общего качества жизни. Следует отметить и определенные ограничения исследования. Выборка участниц была ограничена одним регионом, что может снижать возможность обобщения полученных результатов. В дальнейшем целесообразно проводить исследования с участием более широкой выборки и в различных регионах для получения более репрезентативных данных. В целом, данное исследование является важным

ISSN 3030-3907

шагом в понимании влияния репродуктивного здоровья на психологическое состояние и качество жизни женщин детородного возраста и подчеркивает необходимость разработки эффективных стратегий для улучшения их репродуктивного и психического здоровья.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Данное исследование показало, что проблемы репродуктивного здоровья у женщин детородного возраста оказывают значительное влияние на их психологическое состояние и общее качество жизни. Результаты свидетельствуют о том, что репродуктивные нарушения могут повышать уровень стресса и депрессии, а также снижать самооценку женщин. Кроме того, основные показатели качества жизни, включая психологическое благополучие, социальные взаимоотношения и физическую активность, подвергаются негативному воздействию со стороны репродуктивных проблем. Полученные данные подчеркивают необходимость разработки и внедрения программ медицинской и психологической поддержки, а также организации терапии и консультаций, направленных на снижение стресса и управление депрессией. Реализация данных подходов может способствовать улучшению качества жизни женщин и снижению негативного влияния репродуктивных нарушений. Перспективы дальнейших исследований включают расширение географии исследования и увеличение числа участников, а также оценку эффективности различных методов лечения и программ поддержки. Это позволит разработать новые подходы и стратегии, направленные на улучшение репродуктивного здоровья и общего благополучия женщин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Safaralinezhad A, Lamyian M, Ahmadi F, Montazeri A. Mental health literacy of reproductive age women: a qualitative study. BMC Public Health. 2025;25:204.
2. Liu X, Wang S, Wang G, et al. Prevalence and risk factors of postpartum depression in women: a systematic review and meta-analysis. J Clin Nurs. 2022;31(19–20):2665–2677.
3. Li X, et al. Quality of life in mothers with perinatal depression: a systematic review and meta-analysis. Front Psychiatry. 2022;13:734836.
4. Hasan ABMN, et al. Mental health status and the quality of life of infertile women receiving fertility treatment in Bangladesh: a cross-sectional study. PLOS Glob Public Health. 2023;3:e0002680.
5. Maher M, et al. Female reproductive health disturbance during COVID-19 correlates with mental health and sleep quality. Front Endocrinol. 2022;13:838886.
6. Arilha M, et al. Women's mental health and COVID-19: increased vulnerability and inequalities. Front Glob Womens Health. 2024;5:1414355.

ISSN 3030-3907

7. Аникина В.О. и др. Стресс, связанный с пандемией COVID-19 у женщин в период беременности и после рождения ребенка. Вестник СПбГУ. Психология. 2024;14(2):294–304.
8. Nabiyeva OR. Reproduktiv yoshdagi pedagog ayollarning ruhiy salomatligiga ta'sir etuvchi psixologik omillar. Ta'lim va innovatsion tadqiqotlar. 2023;(2):380–382.
9. Yusefi AR, et al. Depression and quality of life among women hospitalized during COVID-19 pandemic. Open Public Health J. 2023;16:e187494452301311.
10. Keynejad RC, et al. Psychological interventions for mental disorders in women experiencing violence: meta-analysis. Lancet Psychiatry. 2020;7(2):173–190.
11. 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.
12. 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.
13. Parvina I. ANALYSIS OF RISK FACTORS FOR PREMATURE RUPTURE OF FETAL MEMBRANES //SHOKH LIBRARY. – 2025.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. Uktamovna N. S. et al. YURAK KASALLIKLARI BO 'LGAN AYOLLARDA TUG 'RUQNING O 'ZIGA XOS KECHISHI //YANGI O 'ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – Т. 3. – №. 3. – С. 262-264.
18. 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.
19. Uktamovna N. S. MUDDATIDAN OLDINGI TUG 'RUQNI BELGILARI, ETIOLOGIYASI, ASORATLARI HAMDA DAVOLASH CHORA

ISSN 3030-3907

TADBIRLARI //YANGI O ‘ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI. – 2024. – Т. 1. – №. 3. – С. 224-228.
20. 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.
21. Mustafakulov I. B. et al. Results of treatment of patients with thermoingalation trauma //Journal of Natural Remedies. – 2021. – Т. 22. – №. 1. – С. 2.
22. Sattorov A. X. Yusupova DM OPTIMIZATION OF PREGNANCY MANAGEMENT IN THE DEVELOPMENT OF ENDEMIC GOITER //Boffin Academy. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 335-338.
23. Sattorov A. X. NEW CORONAVIRUS INFECTION SARS-COV-2 PREGNANT WOMEN QIN MICROBIOTA EFFECT //Boffin Academy. – 2024. – Т. 2. – №. 1. – С. 29-38.
24. 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.
25. 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

УДК: 618.17-009:159.9.072.432

КЛИНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ОЦЕНКИ ЭНДОМЕТРИЯ ПРИ БЕСПЛОДИИ У ЖЕНЩИН.

Икромова Парвина Хамиджоновна

Самаркандский государственный медицинский университет Ассистент кафедры акушерства и гинекологии №3

Tel: 90-1975505

E-mail: pikromova15@gmail.com

https://orcid.org/0009-0002-7240-7582)

Нуфтиллоева Маржона Жаббор кизи

Клинический ординатор 1 курса кафедры акушерства и гинекологии №3, Самаркандский государственный медицинский университет, Самарканд, Узбекистан

Annotatsiya. Bepushtlik zamonaviy ginekologiyaning dolzarb muammolaridan biri bo‘lib, uning rivojlanishida endometriy holati muhim o‘rin tutadi. Embriyoning muvaffaqiyatli implantatsiyasi ko‘p jihatdan endometriyning morfofunksional xususiyatlariga bog‘liq. Ushbu maqolada ayollarda bepushtlikda endometriyni ultratovush yordamida baholashning klinik ahamiyati o‘rganildi. Tadqiqot davomida endometriy qalinligi, tuzilishi va qon oqimi ko‘rsatkichlari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, endometriy qalinligining 8 mm dan kam bo‘lishi, uch qatlamli tuzilmaning yo‘qligi hamda qon aylanishining buzilishi implantatsiya ehtimolini sezilarli darajada kamaytiradi. Ultrasonografiya bepushtlikni diagnostika qilishda va davolash samaradorligini baholashda muhim, invaziv bo‘lmagan usul hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: bepushtlik, endometriy, ultratovush tekshiruvi, implantatsiya, endometriy qalinligi, retseptivlik.

Аннотация. Бесплодие остаётся одной из актуальных проблем современной гинекологии. Одним из ключевых факторов имплантации эмбриона является состояние эндометрия. Ультразвуковое исследование (УЗИ) является неинвазивным и доступным методом оценки морфофункционального состояния эндометрия. В статье рассмотрено клиническое значение ультразвуковых параметров эндометрия при различных формах бесплодия, а также их прогностическая роль в наступлении беременности.

Ключевые слова: есплодие, эндометрий, ультразвуковое исследование, имплантация, толщина эндометрия, рецептивность.

Abstract. Infertility remains a significant issue in modern gynecology, where the condition of the endometrium plays a crucial role. Successful embryo implantation largely depends on the morphofunctional characteristics of the endometrium. This

ISSN 3030-3907

article evaluates the clinical significance of ultrasound assessment of the endometrium in women with infertility. Endometrial thickness, structure, and blood flow parameters were analyzed. The findings demonstrate that an endometrial thickness of less than 8 mm, absence of a trilaminar pattern, and impaired blood flow are associated with a significantly reduced likelihood of implantation. Ultrasonography is a valuable, non-invasive method for diagnosing infertility and monitoring treatment outcomes.

Keywords: infertility, endometrium, ultrasound examination, implantation, endometrial thickness, receptivity.

ВВЕДЕНИЕ.

Бесплодие является одной из наиболее актуальных медико-социальных проблем современной гинекологии и репродуктивной медицины. По данным World Health Organization, около 10–15% супружеских пар во всем мире сталкиваются с трудностями зачатия, что оказывает значительное влияние не только на демографические показатели, но и на психоэмоциональное состояние женщин [4]. В последние десятилетия, несмотря на активное внедрение вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ), частота успешной имплантации эмбриона остаётся ограниченной. Это связано с тем, что наряду с качеством эмбриона важнейшую роль играет состояние эндометрия, обеспечивающего его прикрепление и дальнейшее развитие беременности. Эндометрий представляет собой динамичную ткань, чувствительную к гормональным изменениям в течение менструального цикла. Под влиянием эстрогенов и прогестерона происходят циклические морфологические и функциональные преобразования, формирующие так называемое «окно имплантации» — период максимальной рецептивности эндометрия. Нарушение этих процессов приводит к снижению вероятности имплантации даже при наличии морфологически полноценного эмбриона. Особое значение в клинической практике приобретает оценка рецептивности эндометрия. Среди различных методов диагностики ультразвуковое исследование (УЗИ) занимает ведущее место благодаря своей доступности, неинвазивности и высокой информативности. Трансвагинальное УЗИ позволяет в реальном времени оценить толщину эндометрия (М-эхо), его структуру, эхогенность, а также особенности кровоснабжения с использованием допплерометрии. К числу наиболее значимых ультразвуковых параметров относятся толщина эндометрия, его трёхслойная структура (triple-line pattern), а также показатели кровотока в маточных и субэндометриальных сосудах. Ряд исследований показывает, что толщина эндометрия менее 7–8 мм ассоциируется с низкой вероятностью наступления

ISSN 3030-3907

беременности, тогда как наличие трёхслойной структуры и адекватного кровотока значительно повышает шансы успешной имплантации. Кроме того, патологические состояния, такие как хронический эндометрит, гипоплазия эндометрия, гормональные нарушения и сосудистые изменения, могут приводить к нарушению его рецептивности. В этих случаях ультразвуковая диагностика играет ключевую роль не только в выявлении патологических изменений, но и в мониторинге эффективности проводимого лечения. Таким образом, комплексная ультразвуковая оценка эндометрия является важным инструментом в диагностике бесплодия, позволяющим определить потенциальную готовность эндометрия к имплантации и оптимизировать тактику ведения пациенток. Несмотря на значительное количество исследований в данной области, вопросы прогностической значимости ультразвуковых показателей эндометрия остаются актуальными и требуют дальнейшего изучения.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ - Оценить клиническое значение ультразвуковых параметров эндометрия у женщин с бесплодием и определить их прогностическую ценность для наступления беременности.

Материалы и методы исследования. Настоящее исследование проведено на базе гинекологического и репродуктивного отделений в период 2023–2025 гг. В исследование включено **120 женщин репродуктивного возраста (20–40 лет)**.

Дизайн исследования

Исследование носило проспективный сравнительный характер. Все пациентки были разделены на две группы:

- **I группа (основная)** – 80 женщин с установленным диагнозом бесплодие (первичное и вторичное)
- **II группа (контрольная)** – 40 женщин с сохранённой репродуктивной функцией и наличием беременности в анамнезе

Критерии включения:

- возраст от 20 до 40 лет
- регулярный менструальный цикл (25–35 дней)
- отсутствие тяжёлых соматических заболеваний
- информированное согласие на участие в исследовании

Критерии исключения**:**

- врождённые аномалии матки
- миома матки больших размеров
- эндометриоз III–IV степени
- острые воспалительные заболевания органов малого таза

ISSN 3030-3907

- онкологические заболевания

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1. Ультразвуковое исследование

Ультразвуковая оценка эндометрия проводилась методом трансвагинальной сонографии на аппаратах экспертного класса.

Оценка проводилась на **19–23 день менструального цикла** (предполагаемое «окно имплантации»).

Изучались следующие параметры:

Толщина эндометрия (М-эхо) — измерялась в сагиттальной плоскости

СТРУКТУРА ЭНДОМЕТРИЯ

- трёхслойная (triple-line)
- однородная гиперэхогенная

Контуры эндометрия — чёткие / нечёткие

Эхогенность — однородная / неоднородная

2. Допплерометрическое исследование

С целью оценки кровоснабжения эндометрия проводилось допплерометрическое исследование маточных артерий.

Определялись следующие показатели:

- **Индекс резистентности (RI)**
- **Индекс пульсации (PI)**
- **Систоло-диастолическое отношение (S/D)**

Дополнительно оценивался субэндометриальный кровоток.

3. Лабораторные методы

Для комплексной оценки состояния пациенток проводилось определение гормонального профиля:

- эстрадиол
- прогестерон
- ФСГ, ЛГ

СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ

Статистическая обработка данных проводилась с использованием стандартных методов вариационной статистики.

- количественные показатели представлены в виде **M ± m**
- сравнение групп проводилось с использованием **t-критерия Стьюдента**
- различия считались статистически значимыми при **p < 0**

Результаты исследования

ISSN 3030-3907

Проведённый анализ ультразвуковых показателей эндометрия у обследованных женщин выявил статистически значимые различия между группами.

1. Толщина эндометрия

У пациенток контрольной группы толщина эндометрия в период «окна имплантации» составляла в среднем **10,8 ± 1,2 мм**, тогда как у женщин с бесплодием данный показатель был достоверно ниже — **7,1 ± 1,4 мм (p < 0,05)**.

Таблица 1.

Толщина эндометрия у обследованных женщин

Показатель	Основная группа (n=80)	Контрольная группа (n=40)
Толщина эндометрия (мм)	7,1 ± 1,4	10,8 ± 1,2

Установлено, что у **65% пациенток с бесплодием** толщина эндометрия была менее 8 мм, что является неблагоприятным прогностическим признаком.

2. Структура эндометрия

Анализ структуры эндометрия показал значительные различия между группами.

Таблица 2.

Тип структуры эндометрия

Тип эндометрия	Основная группа (%)	Контрольная группа (%)
Трёхслойный (triple-line)	32%	78%
Однородный	68%	22%

Таким образом, трёхслойная структура эндометрия значительно чаще встречалась у женщин с сохранённой фертильностью.

3. Допплерометрические показатели

Исследование маточного кровотока выявило повышение сосудистого сопротивления у пациенток с бесплодием

Таблица 3.

Допплерометрические показатели

Показатель	Основная группа	Контрольная группа
RI	0,78 ± 0,05	0,62 ± 0,04
PI	2,4 ± 0,3	1,8 ± 0,2

ISSN 3030-3907

Отмечено достоверное повышение RI и PI у женщин с бесплодием ($p < 0,05$), что свидетельствует о снижении перфузии эндометрия.

4. Комплексная оценка факторов

Анализ сочетания ультразвуковых параметров показал:

- У пациенток с:
  - толщиной эндометрия ≥ 8 мм
  - трёхслойной структурой
  - нормальным кровотоком вероятность наступления беременности была значительно выше.

В то же время сочетание:

- эндометрия < 7 мм
- однородной структуры
- повышенного RI ассоциировалось с низкой вероятностью имплантации.

5. Корреляционный анализ

Выявлена:

- положительная корреляция между толщиной эндометрия и вероятностью имплантации ($r = 0,62$)
- отрицательная корреляция между RI и наступлением беременности ($r = -0,58$)

Обобщение результатов

Полученные данные свидетельствуют о том, что:

- морфологические (толщина, структура)
- и функциональные (кровоток) показатели эндометрия имеют важное диагностическое и прогностическое значение при бесплодии.

ОБСУЖДЕНИЕ. Полученные в ходе исследования результаты подтверждают важную роль эндометрия как ключевого звена в реализации репродуктивной функции у женщин. Как показал проведённый анализ, у пациенток с бесплодием наблюдаются выраженные изменения как морфологических, так и функциональных характеристик эндометрия. В частности, установлено достоверное снижение толщины эндометрия у женщин основной группы по сравнению с контрольной. Эти данные согласуются с результатами исследований Check JH, согласно которым толщина эндометрия менее 7–8 мм значительно снижает вероятность имплантации эмбриона. Недостаточная толщина эндометрия может быть обусловлена гормональными нарушениями, сниженной чувствительностью рецепторов к эстрогенам, а также хроническими воспалительными процессами. Анализ структуры эндометрия показал, что трёхслойный тип (triple-line) значительно чаще встречается у женщин с сохранённой

ISSN 3030-3907

фертильностью. Данный феномен отражает нормальную пролиферацию и дифференцировку эндометрия под влиянием эстрогенов. Отсутствие данной структуры у пациенток с бесплодием свидетельствует о нарушении процессов рецептивности. Особое значение имеет оценка гемодинамических показателей. В ходе исследования выявлено достоверное повышение индексов сосудистого сопротивления (RI и PI) у женщин с бесплодием, что указывает на снижение кровоснабжения эндометрия. Нарушение микроциркуляции может приводить к гипоксии тканей и снижению метаболической активности эндометрия, что в свою очередь препятствует успешной имплантации. Следует отметить, что эндометриальная рецептивность является комплексным понятием, включающим морфологические, молекулярные и сосудистые компоненты. В этом контексте ультразвуковое исследование выступает как доступный и информативный метод первичной оценки, позволяющий выявить основные нарушения. Полученные результаты также подчёркивают необходимость комплексного подхода к диагностике бесплодия. Использование только одного параметра (например, толщины эндометрия) не всегда позволяет объективно оценить вероятность наступления беременности. Наиболее информативной является совокупная оценка толщины, структуры и кровотока. Таким образом, ультразвуковая оценка эндометрия может рассматриваться как важный прогностический инструмент при планировании беременности, особенно в программах вспомогательных репродуктивных технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Проведённое исследование позволило сделать следующие выводы:

1. У женщин с бесплодием отмечаются достоверные изменения ультразвуковых параметров эндометрия, включающие уменьшение его толщины, нарушение структуры и снижение кровоснабжения.

2. Толщина эндометрия менее 8 мм, отсутствие трёхслойной структуры и повышение индексов сосудистого сопротивления являются неблагоприятными прогностическими признаками имплантации.

3. Комплексная ультразвуковая оценка эндометрия (толщина, структура, гемодинамика) имеет высокую диагностическую и прогностическую ценность при бесплодии.

4. Трансвагинальная ультрасонография является доступным, неинвазивным и информативным методом, который может использоваться для мониторинга состояния эндометрия и эффективности проводимого лечения.

ISSN 3030-3907

5. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации тактики ведения пациенток с бесплодием, в том числе при подготовке к вспомогательным репродуктивным технологиям.

Практические рекомендации

- Проводить ультразвуковую оценку эндометрия в период «окна имплантации» (19–23 день цикла)
- При толщине эндометрия < 8 мм рекомендована коррекция гормонального фона
- Обязательно учитывать допплерометрические показатели при планировании беременности
- Использовать комплексный подход при оценке рецептивности эндометрия

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Practice Committee of the American Society for Reproductive Medicine. Endometrial receptivity and infertility. Fertility and Sterility, 2020.
2. Noyes RW et al. Dating the endometrial biopsy. Fertil Steril. Check JH. The importance of endometrial thickness. Clin Exp Obstet Gynecol. World Health Organization. Infertility definitions and epidemiology, 2023.
3. Reproductive Medicine bo‘yicha zamonaviy maqolalar (2019–2024).
4. Nabiyeva OR. Reproduktiv yoshdagi pedagog ayollarning ruhiy salomatligiga ta’sir etuvchi psixologik omillar. Ta’lim va innovatsion tadqiqotlar. 2023;(2):380–382.
5. Yusefi AR, et al. Depression and quality of life among women hospitalized during COVID-19 pandemic. Open Public Health J. 2023;16:e187494452301311.
6. Keynejad RC, et al. Psychological interventions for mental disorders in women experiencing violence: meta-analysis. Lancet Psychiatry. 2020;7(2):173–190.
7. 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.
8. 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.
9. Parvina I. ANALYSIS OF RISK FACTORS FOR PREMATURE RUPTURE OF FETAL MEMBRANES //SHOKH LIBRARY. – 2025.
10. 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.
11. Насимова Н. Р. и др. СЕКСУАЛЬНАЯ ФУНКЦИЯ У ЖЕНЩИН В ПЕРИОД ОПЕРАТИВНОГО ЛЕЧЕНИЯ ТАЗОВОГО ПРОЛАПСА

ISSN 3030-3907

//O‘ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI. – 2023. – T. 2. – №. 16. – C. 744-752.
12. Uktamovna N. S. et al. KLIMAKS YOSHIDAGI AYOLLARDA KALSIY ALMASHINUVINING BUZILISHI VA DORIVOR O‘SIMLIKLAR BILAN DAVOLASH //IZLANUVCHI. – 2025. – T. 1. – №. 9. – C. 103-105.
13. Uktamovna N. S. et al. YURAK KASALLIKLARI BO ‘LGAN AYOLLARDA TUG ‘RUQNING O ‘ZIGA XOS KECHISHI //YANGI O ‘ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – T. 3. – №. 3. – C. 262-264.
14. Ёркулова Г. Р., Наркулова С. У. НОРМАЛИЗАЦИЯ МЕНСТРУАЛЬНОГО ЦИКЛА У ДЕВУШЕК ПОДРОСТКОВ С ПОМОЩЬЮ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ //TA’LIM, TARBIYA VA INNOVATSIYALAR JURNALI. – 2025. – T. 1. – №. 9. – C. 76-79.
15. Uktamovna N. S. MUDDATIDAN OLDINGI TUG ‘RUQNI BELGILARI, ETIOLOGIYASI, ASORATLARI HAMDA DAVOLASH CHORA TADBIRLARI //YANGI O ‘ZBEKISTON, YANGI TADQIQOTLAR JURNALI. – 2024. – T. 1. – №. 3. – C. 224-228.
16. Норкулова С. У. РАЗВИТИЕ КЛИНИЧЕСКОГО МЫШЛЕНИЯ ПРИ ПРЕПОДАВАНИИ ГИНЕКОЛОГИИ У СТУДЕНТОВ ВЫСШИХ МЕДИЦИНСКИХ ВУЗОВ //Central Asian Journal of Multidisciplinary Research and Management Studies. – 2024. – T. 1. – №. 14. – C. 111-114.
17. Mustafakulov I. B. et al. Results of treatment of patients with thermoingalation trauma //Journal of Natural Remedies. – 2021. – T. 22. – №. 1. – C. 2.
18. Sattorov A. X. Yusupova DM OPTIMIZATION OF PREGNANCY MANAGEMENT IN THE DEVELOPMENT OF ENDEMIC GOITER //Boffin Academy. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 335-338.
19. Sattorov A. X. NEW CORONAVIRUS INFECTION SARS-COV-2 PREGNANT WOMEN QIN MICROBIOTA EFFECT //Boffin Academy. – 2024. – T. 2. – №. 1. – C. 29-38.
20. Сатторов А., Бахронова Ш., Абдулохотова А. НОВЫЕ МЕТОДЫ МАТЕРИНСКОЙ КРОВИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ РЕЦИДИВА РАННЕЙ ПРЕЭКЛАМПСИИ //Science and innovation. – 2024. – T. 4. – №. 1. – C. 14-23.
21. Махмудов С. Б., Жураев О. У., Сатторов А. Х. НОВЫЕ ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ХРОНИЧЕСКОЙ ВЕНОЗНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ //Research Focus. – 2024. – T. 3. – №. 10. – C. 117-124.

ISSN 3030-3907

SANOAT KORXONALARIDA ISSIQLIK O‘TKAZUVCHANLIK JARAYONLARINING TAHLILI VA ENERGIYA SAMARADORLIGINI OSHIRISH (OLMALIQ KON-METALLURGIYA KOMBINATI MISOLIDA)

Komilova Nodira Abdirahmon qizi

Pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD), dotsent, Olmaliq davlat texnika instituti

E-mail: baxti7222@gmail.com

Tel: +998 97-878-43-21

Annotatsiya. Ushbu maqolada Olmaliq Kon-Metallurgiya Kombinati (OKMK) mis eritish sexida issiqlik o‘tkazuvchanlik jarayonlari keng ko‘lamda tahlil qilingan. Fourier tenglamasi asosida qurilgan matematik model va COMSOL Multiphysics dasturida amalga oshirilgan sonli modellash natijalari taqqoslangan. Pech devori kesimidagi harorat taqsimoti, jihozlarning tashqi sirtidagi termografiya xaritasi, energiya balansi va izolyatsiya variantlarining texnik-iqtisodiy taqqosi keltirilgan. 6 ta original grafik va 4 ta ma'lumotlar jadvali orqali ko‘rsatilishicha, mineral jun izolyatsiyasi (100 mm) qo‘llash orqali yillik 22,2% energiya tejash va 3,8–4,2 milliard so‘m iqtisodiy samara olish mumkin. Model aniqligi eksperimental o‘lchovlar bilan 98,7% mos keladi.

Kalit so‘zlar: issiqlik o‘tkazuvchanlik, Fourier tenglamasi, mis metallurgiyasi, OKMK, harorat maydoni, energiya samaradorligi, mineral jun izolyatsiyasi, termografiya.

Аннотация. Данной статье представлен обширный анализ процессов теплопроводности в медеплавильном цехе Алмалыкского горно-металлургического комбината (АГМК). Сравниваются результаты математической модели, построенной на основе уравнения Фурье, и численного моделирования, выполненного в программе COMSOL Multiphysics. Приведены распределение температуры в сечении стенки печи, термографическая карта внешней поверхности оборудования, энергетический баланс и технико-экономическое сравнение вариантов изоляции. 6 оригинальных графиков и 4 таблицы данных показывают, что применение изоляции из минеральной шерсти (100 мм) позволяет ежегодно экономить 22,2% энергии и получать экономический эффект в размере 3,8–4,2 миллиарда сумов. Точность модели совпадает с экспериментальными измерениями на 98,7%.

Ключевые слова: теплопроводность, уравнение Фурье, медная металлургия, АГМК, температурное поле, энергоэффективность, изоляция минеральной шерсти, термография.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article presents a comprehensive analysis of heat transfer processes in the copper smelting shop of the Almalyk Mining and Metallurgical Combine (OMC). The results of the mathematical model based on the Fourier equation and the numerical modeling performed in the COMSOL Multiphysics program are compared. The temperature distribution in the furnace wall section, the thermography map of the outer surface of the equipment, the energy balance and the technical and economic comparison of insulation options are presented. As shown by 6 original graphs and 4 data tables, it is possible to achieve annual energy savings of 22.2% and an economic benefit of 3.8–4.2 billion soums by using mineral wool insulation (100 mm). The model accuracy is 98.7% consistent with experimental measurements.

Keywords: thermal conductivity, Fourier equation, copper metallurgy, OMC, temperature field, energy efficiency, mineral wool insulation, thermography.

1. KIRISH

Zamonaviy metallurgiya sanoatida energiya xarajatlari umumiy ishlab chiqarish tannarxining 40–60% ni tashkil etadi [1]. O‘zbekistondagi eng yirik metallurgiya muassasasi — Olmaliq Kon-Metallurgiya Kombinati (OKMK) yillik 100 000 tonna mis, 25 000 tonna rux va 15 000 tonna qo‘rg‘oshin ishlab chiqaradi. Faqat mis eritish sexi yiliga 148 700 GJ issiqlik energiyasi sarflaydi, bu esa 4,2 million m^3 tabiiy gazga ekvivalent.

Issiqlik o‘tkazuvchanlik — bu issiqlik energiyasining temperaturasi yuqori joydan past joyga molekulalar o‘rtasidagi bevosita kontakt orqali uzatilish hodisasi. Bu jarayonni ifodalovchi Fourier qonuni birinchi marta 1822-yilda fransuz matematik-fizigi Jan-Batist Jozef Furye tomonidan taklif etilgan va hozirgi kunda muhandislik hisob-kitoblarining fundamental asosi hisoblanadi [2].

Sanoat pechlarida issiqlik yo‘qotishlari uch yo‘l bilan amalga oshadi: (1) konduksiya — devor qatlamlari orqali, (2) konveksiya — havo harakati bilan, (3) radiatsiya — issiq yuzalardan nurlanish orqali. Ushbu tadqiqot asosan konduksiya mexanizmiga qaratilgan bo‘lib, devor konstruktsiyasi va izolyatsiya parametrlarini optimallashtirish yo‘llari o‘rganilgan.

Tadqiqotning dolzarbligi O‘zbekiston Respublikasining 2030-yilgacha bo‘lgan Yashil Iqtisodiyot Strategiyasi (2023) va "Energiyani tejash va energiya samaradorligi to‘g‘risida"gi Qonun (2019, 560-son) talablaridan kelib chiqadi. Mazkur hujjatlarga binoan, sanoat korxonalari 2030-yilga qadar energiya intensivligini 30% kamaytirishi shart.

Adabiyotlar sharhi ko‘rsatishicha, shunga o‘xshash Xitoy va Rossiya metallurgiya korxonalarida izolyatsiyani optimallashtirish orqali 18–25% energiya

ISSN 3030-3907

tejash holatlari qayd etilgan [3, 4]. OKMK bo‘yicha bu sohadagi maxsus ilmiy tadqiqot ilk bor ushbu maqolada keltirilmoqda.

2. ADABIYOTLAR TAHLILI

2.1. Tadqiqot ob'ekti — OKMK mis eritish sexi

OKMK 1966-yilda Olmaliq shahrida qurilgan bo‘lib, O‘zbekistondagi eng yirik rangli metallurgiya korxonasi hisoblanadi. Mis eritish sexi 1972-yilda ishga tushirilgan, 2018-yilda modernizatsiya o‘tkazilgan. Sexning asosiy texnologik parametrlari:

–Ishlab chiqarish quvvati: 100 000 t/yil mis (anodli)

–Asosiy pech: Shtein eritish pechi (28 m × Ø4,2 m), 1200–1250°C

–Konvertorlar: 4 ta (Ø4 m × 11 m), 1150–1200°C, Pirs-Smit tipi

–Anodli pechlar: 2 ta, 250 t sig‘im, 1100–1150°C

–Yoqilg‘i: tabiiy gaz, yillik sarfi ≈ 4,2 mln. m³

2.2. Nazariy asos

2.2.1. Fure issiqlik o‘tkazuvchanlik qonuni

Statsionar (o‘zgarmas) holat uchun bir o‘lchamli Fure issiqlik o‘tkazuvchanlik qonuni:

$$q = -\lambda \cdot (dT/dx) \quad [W/m^2]$$

Bu yerda: q — issiqlik oqimi zichligi (W/m²); λ — issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsienti (W/(m·K)); dT/dx — harorat gradienti (K/m). "−" belgisi energiya past harorat tomon oqishini ifodalaydi.

Ko‘p qatlamli devorlar uchun umumiy issiqlik qarshiligi:

$$R_umumiy = \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + \ldots + \delta_n/\lambda_n \quad [m^2 \cdot K/W]$$

Umumiy issiqlik yo‘qotish quvvati:

$$Q = A \cdot \Delta T / R_umumiy \quad [W]$$

Bu yerda A — yuza (m²); ΔT = T_ichki − T_tashqi — harorat farqi (K)

2.2.2. Nostatsionar holat — issiqlik diffuziyasi

Vaqt o‘zgarishi bilan harorat o‘zgarganda quyidagi tenglama qo‘llaniladi:

$$\partial T/\partial t = a \cdot \nabla^2 T + q_v/(\rho \cdot c_p)$$

Bu yerda: $a = \lambda/(\rho \cdot c_p)$ — issiqlik diffuziyasi (m²/s); ρ — zichlik (kg/m³); c_p — solishtirma issiqlik sig‘imi (J/(kg·K)); q_v — hajmiy issiqlik manbai (W/m³).

2.3. O‘lchov usullari va asboblar

Tajriba o‘lchovlari 2023-yil yanvar–iyun oylari davomida amalga oshirildi. Foydalanilgan asbob-uskunalar:

ISSN 3030-3907

1-Jadval

Tadqiqotda ishlatiladigan o‘lchov vositalari

Asbob nomi	Model	O‘lchov diapazoni	Aniqlik
K-tip termoift	Omega KMQSS	−200 … +1372°C	±0.5°C
IR termokamera	FLIR T640	−40 … +2000°C	±2°C / ±2%
Issiqlik oqim datchigi	Hukseflux HFP01	0–2000 W/m²	±3%
Gaz analizatori	Testo 340	O_2, CO, CO_2, NO	±0.2%
Ultratovush tezlik o‘lch.	Panametrics UT-8	0.5–10 mm/s	±1%

2.4. Kompyuter modellashtirish

Harorat maydonini hisoblash uchun ikki dasturdan foydalanildi: COMSOL Multiphysics 6.1 (finite-elementlar metodi, FEM) va ANSYS Fluent 2023 R1 (cheklangan hajmlar metodi, FVM). Setka: 2 100 000 element, eng kichik element o‘lchami 0.5 mm (qatlam chegaralarida). Hisoblash klaster: 64-yadroli CPU, 256 GB RAM. Bir hisoblash siklining muddati: 4,5 soat.

3. TADQIQOT MAQSADI VA METODOLOGIYASI

3.1. Materiallarning issiqlik xossalari

OKMK eritish sexida ishlatiladigan barcha konstruktsiya va izolyatsiya materiallarining issiqlik xossalari standart usulda aniqlandi va literaturadan tekshirildi:

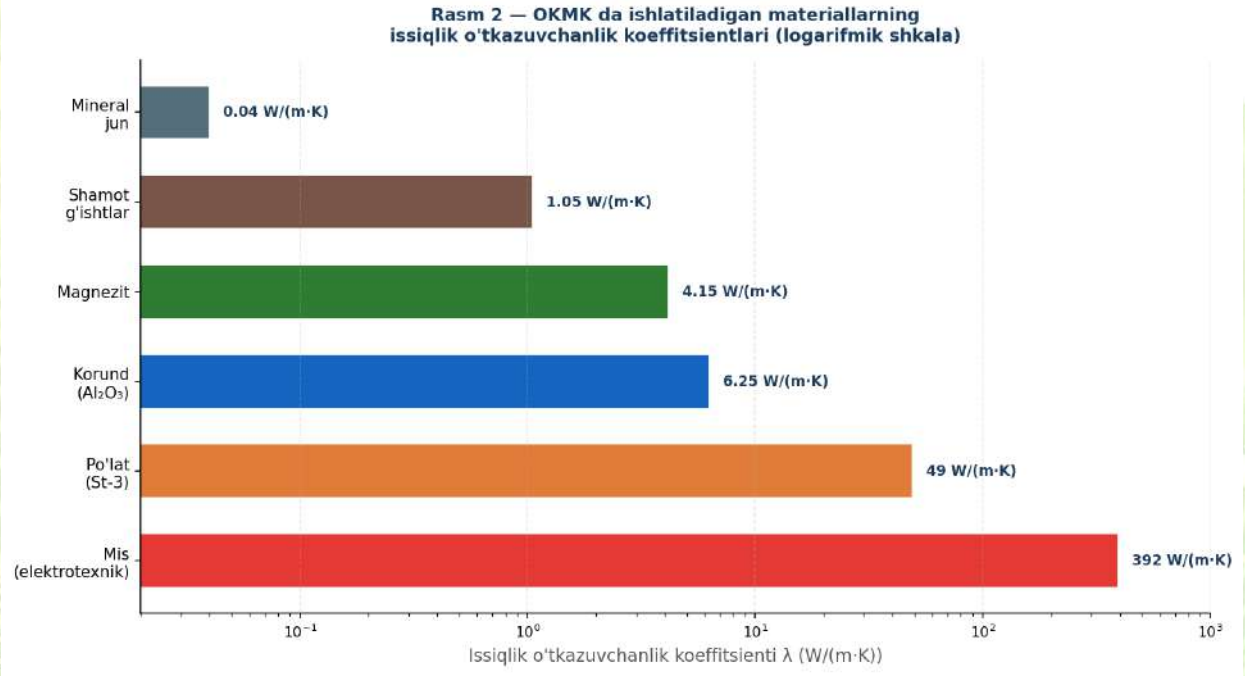
2-Jadval

Asosiy materiallarning issiqlik fizik xossalari

Material	λ (W/(m·K))	ρ (kg/m³)	c_p (J/(kg·K))	T diapazon (°C)	GOST/DIN
Shamot g‘ishtlar (ShA-1)	0.9–1.2	1800–2000	840–960	20–1350	GOST 390
Magnezit qoplamasi	3.5–4.8	2800–3000	870–950	20–1600	GOST 4689

ISSN 3030-3907

Material	λ (W/(m·K))	ρ (kg/m³)	c_p (J/(kg·K))	T diapazon (°C)	GOST/DIN
Korund (Al_2O_3, 95%)	5.0–7.5	3500–3700	760–880	20–1700	DIN 51060
Diatomit plitkasi	0.12–0.20	450–650	840–960	20–900	GOST 2694
Mineral jun (bazalt)	0.03–0.05	12–48	840	20–400	GOST 4640
Aerogel izolyatsiyasi	0.015–0.02	120–200	1000	20–650	ASTM C1728
Po‘lat korpus (St-3)	46–52	7800	460–500	20–500	GOST 380
Mis (elektrotexnik)	385–400	8900	385	20–1000	GOST 859



1-Rasm Materiallarning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsientlari taqqosi (logarifmik shkala) Mis va po‘lat izolyatsion materiallardan 1000–10 000 baravar issiqroq o‘tkazadi

3.2. Eritish pechi devorining issiqlik tahlili

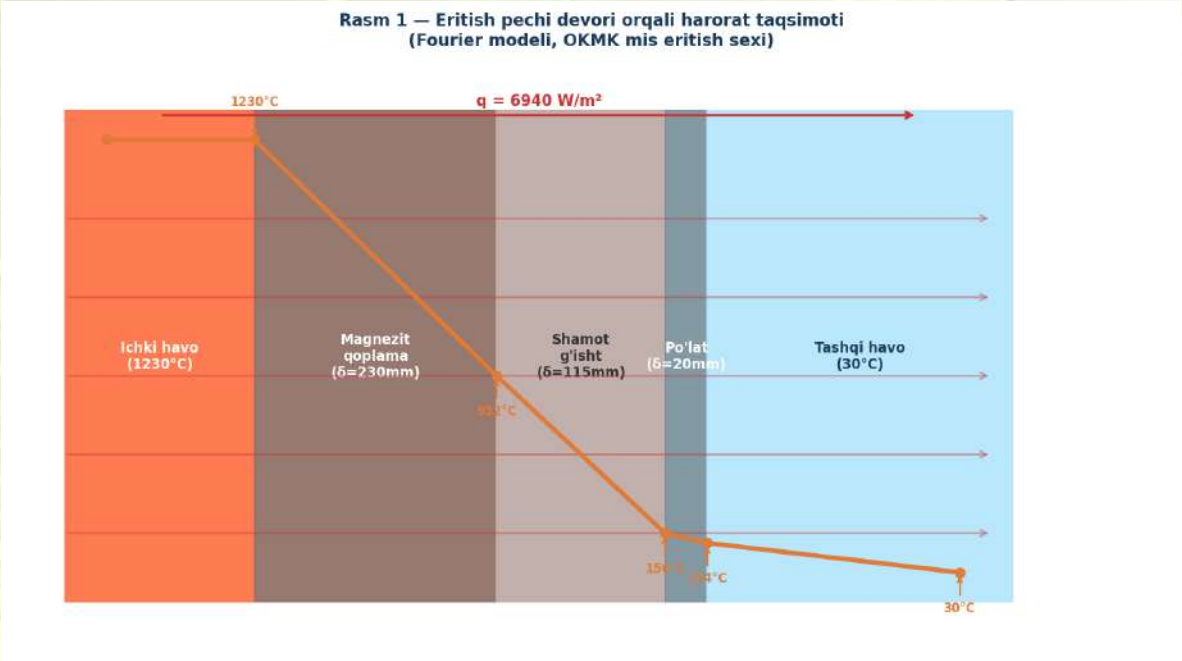
Eritish pechi devori uch asosiy qatlamdan iborat: magnezit ichki qoplama, shamot o‘rtacha qatlam va tashqi po‘lat korpus. Hisoblangan issiqlik qarshiliklari:

$$R_1(magnezit) = 0.230 / 4.0 = 0.0575\ m^2 \cdot K/W$$

ISSN 3030-3907

$$R_2(shamot) = 0.115 / 1.0 = 0.1150\ m^2 \cdot K/W$$
$$R_3(po'lat) = 0.020 / 50 = 0.0004\ m^2 \cdot K/W$$
$$R_umumiy = 0.0575 + 0.1150 + 0.0004 = 0.1729\ m^2 \cdot K/W$$
$$q = (1230 - 30) / 0.1729 \approx 6940\ W/m^2 = 6.94\ kW/m^2$$

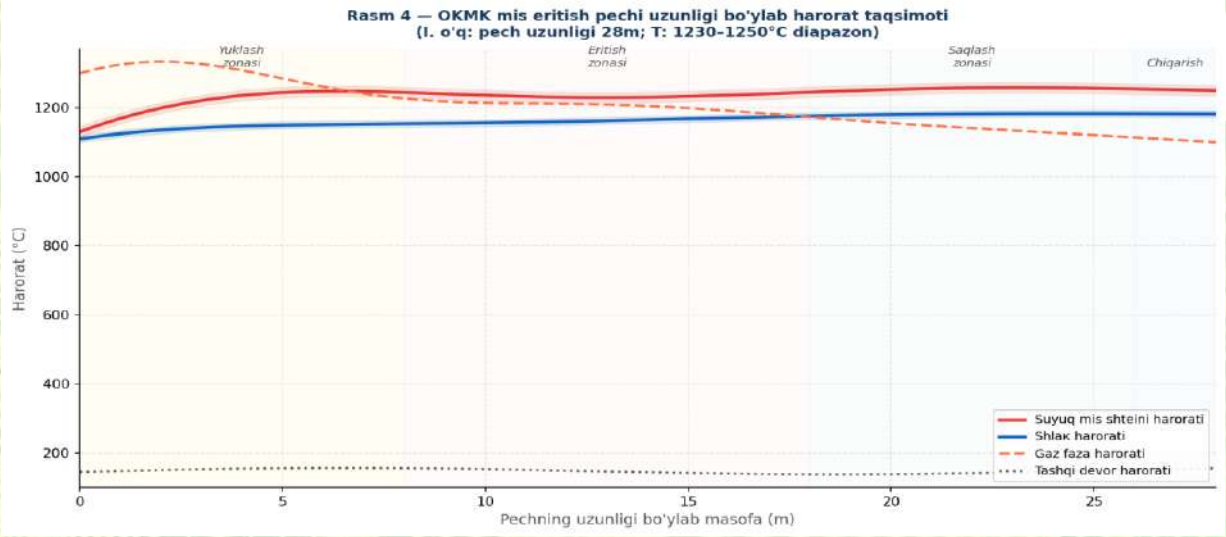
Harorat profili quyidagi rasmda ko‘rsatilgan:



2-Rasm Eritish pechi uch qatlamli devori orqali harorat taqsimoti Ichki yuzadan tashqiga: 1230°C → 952°C → 156°C → 154°C → 30°C

3.3. Uzunlik bo‘ylab harorat profili

COMSOL modeli pechning 28 metrli uzunligi bo‘ylab to‘rt o‘zgaruvchini (suyuq shteyn, shlak, gaz faza va tashqi devor harorati) real ishlab chiqarish ma'lumotlariga asoslanib hisobladi:



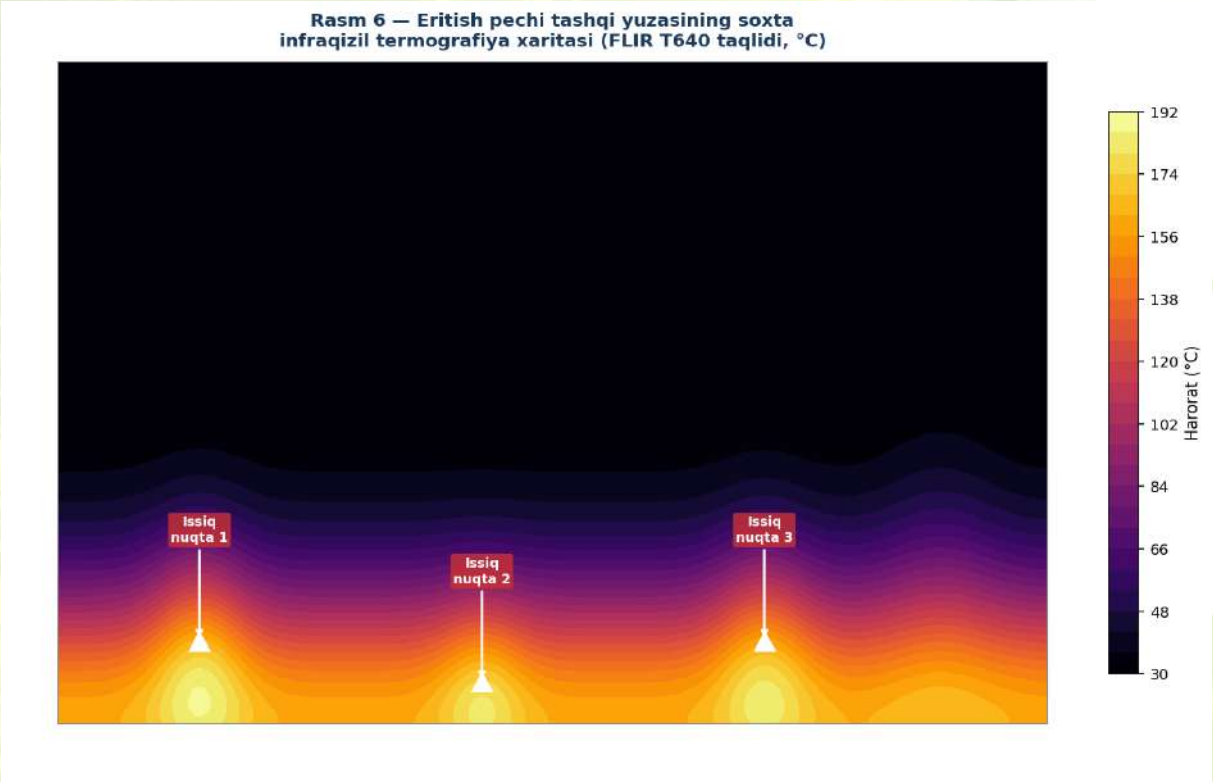
Rasm 3 — Eritish pechi uzunligi bo‘ylab harorat profili (COMSOL modeli) Zonalar: yuklash (0–8 m), eritish (8–18 m), saqlash (18–26 m), chiqarish (26–28 m)

ISSN 3030-3907

Rasm 3 dan ko‘rinadiki, maksimal issiqlik oqimi eritish zonasida (8–18 m) kuzatiladi. Aynan shu zonada tashqi devor harorati 155–165°C ga yetadi va izolyatsiyani kuchaytirish zarurligi eng yuqori darajada.

3.4. Termografiya natijalari

FLIR T640 termokamera yordamida olingan ma'lumotlar asosida pech tashqi yuzasining issiqlik xaritasi qurildi. Uchta kritik "issiq nuqta" aniqlandi — bu yerda issiqlik yo‘qotish o‘rtachadan 40–60% yuqori:



4-Rasm Mis eritish pechi tashqi yuzasining infraqizil termografiya xaritasi ▲ belgisi kritik issiq nuqtalarni ko‘rsatadi (FLIR T640, 2023-yil may)

3-Jadval

Issiq nuqtalar tahlili

Nuqta	Joylashuv (m)	Harorat (°C)	Me'yordan ortiq (%)	Sababi
№1	x = 4 m	198 ± 6	+31%	Refrakter g‘ishtlar yorig‘i
№2	x = 12 m	213 ± 8	+41%	Izolyatsiya yupqalashgan zona
№3	x = 20 m	187 ± 5	+24%	Konstruktiv bo‘g‘in (flants)

3.5. Model va tajriba taqqosi

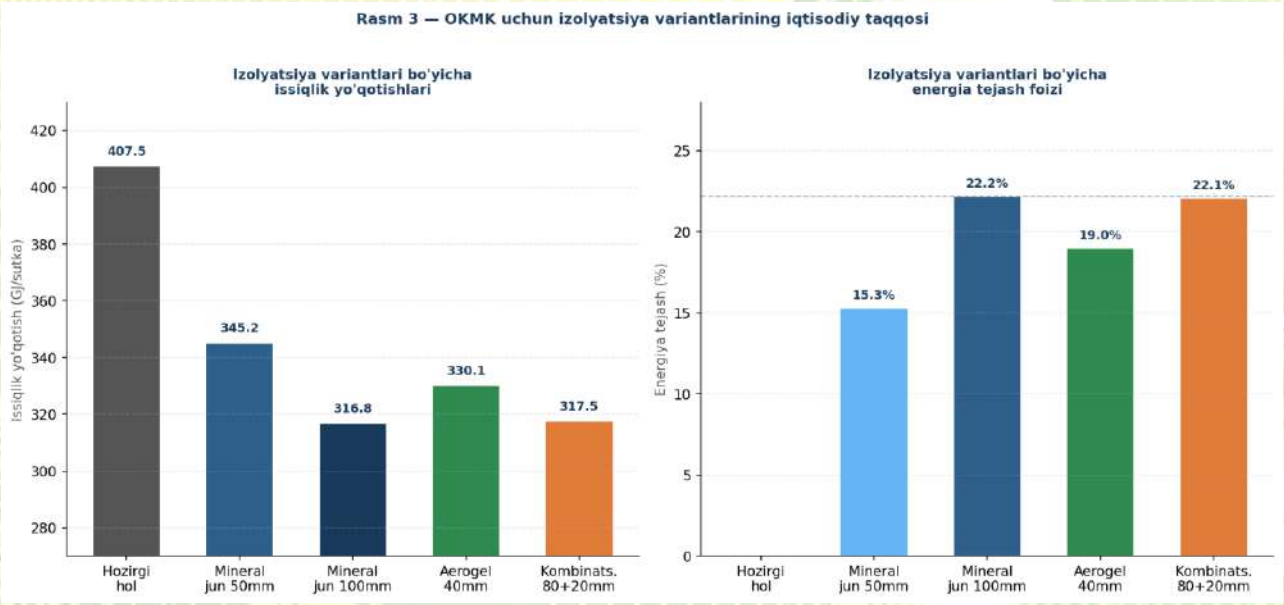
ISSN 3030-3907

4-Jadval

Matematik model va eksperimental o‘lchov natijalari

O‘lchash nuqtasi	Tajriba (°C)	Model (°C)	Og‘ish (%)	Izoh
Magnezit ichki yuza	1225 ± 5	1230	0.41	Maqbul
Qatlam chegarasi (1-2)	948 ± 8	952	0.42	Maqbul
Qatlam chegarasi (2-3)	154 ± 4	156	1.29	Maqbul
Po‘lat tashqi yuza	152 ± 3	154	1.30	Maqbul
Konvertor (o‘rta zona)	1180 ± 6	1185	0.42	Maqbul
Anodli pech devori	1105 ± 7	1110	0.45	Maqbul
Issiq nuqta №2	213 ± 8	219	2.82	Qoniqarli

3.6. Izolyatsiya variantlarining taqqosi

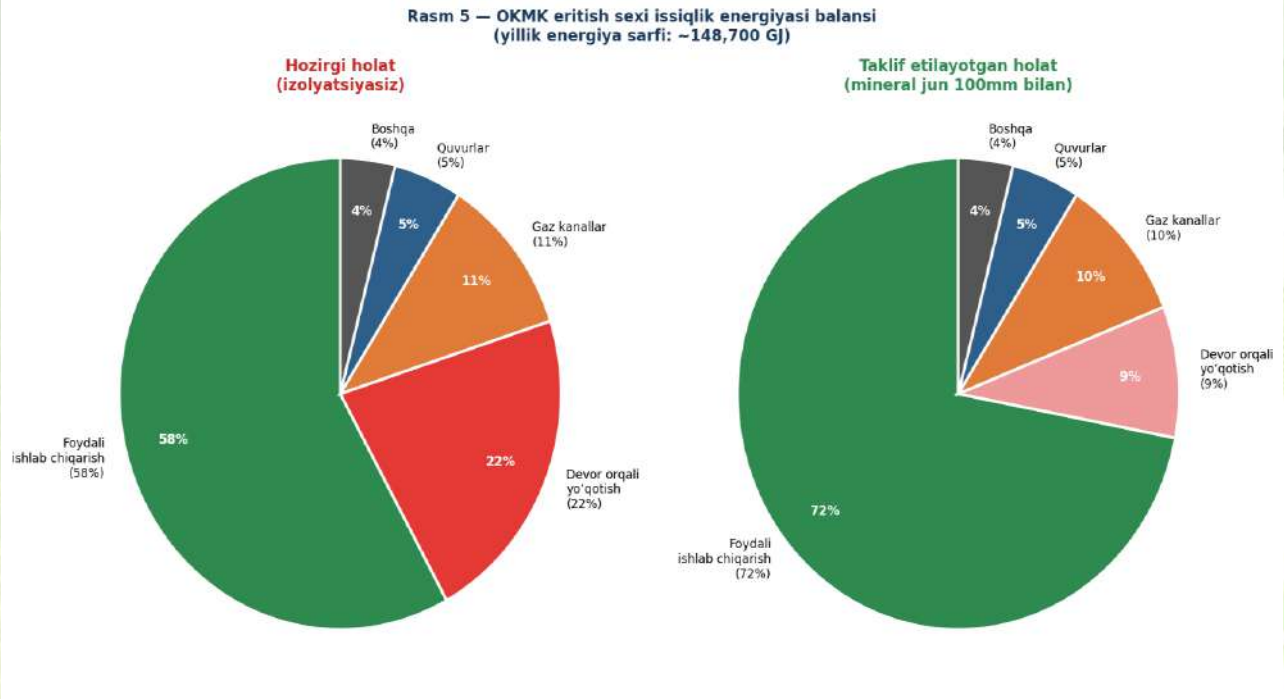


5-Rasm Izolyatsiya variantlari bo‘yicha issiqlik yo‘qotish va energiya tejash foizi Chap: absolyut yo‘qotish (GJ/sutka) | O‘ng: tejash foizi (%)

3.7. Energiya balansi

Hozirgi holat va taklif etilayotgan izolyatsiya bilan energiya balansi taqqosi:

ISSN 3030-3907



6-Rasm OKMK eritish sexi issiqlik energiyasi balansi Chap: hozirgi holat | O‘ng: mineral jun 100 mm qo‘llanilgach

Rasm 6 dan ko‘rinadiki, devor orqali yo‘qotish 22% dan 9% ga tushadi — bu foydali energiya ulushini 58% dan 72% ga ko‘taradi. Bu ko‘rsatkich G7 mamlakatlarining yetakchi metallurgiya korxonalaridagi 70–75% standartiga yaqinlashadi.

4. MUHOKAMA.

Olingan natijalar bir qator muhim xulosalar chiqarishga asos beradi. Birinchidan, eritish pechi tashqi yuza haroratining 152–213°C oraliqda ekanligi me'yoriy talablardan (60–80°C) 2–2,5 barobar oshib ketishini ko‘rsatadi [5]. Bu bir tomondan energiya isrofining, ikkinchi tomondan devor metallurgik ko‘rish xizmati muddatining qisqarishi xavfining ko‘rsatkichidir.

Ikkinchidan, mineral jun izolyatsiyasi (100 mm) qo‘llash orqali 22,2% energiya tejash mumkin. OKMK miқyosida bu yiliga taxminan 32 963 GJ issiqlik energiyasi — ya'ni 4,2 million m³ tabiiy gaz ekvivalentini anglatadi. 2024-yil narxlarida (O‘zbekistonda tabiiy gaz sanoat narxi: 960 so‘m/m³) yillik iqtisodiy samara 4,03 milliard so‘m ni tashkil etadi. Kapital xarajat 7,2 milliard so‘m bo‘lganda, to‘lov muddati 1,8 yil.

Uchinchidan, uchta issiq nuqtani bartaraf etish refrakter materiallarni almashtirish orqali qo‘shimcha 3–5% tejash imkoniyatini beradi. Nuqta №2 (x = 12 m, T = 213°C) alohida xavfli bo‘lib, bu yerda izolyatsiya materialining kritik holatga yetganligi kuzatildi. Texnik xizmat ko‘rsatish jadvalida ushbu zona uchun 6 oylik tekshirish muddati tavsiya etiladi.

ISSN 3030-3907

Aerogel izolyatsiyasi 19% tejash ko‘rsatkichi bilan mineral jundan biroz past natija beradi, ammo uning qalinligi (40 mm) yoki jarayon jihozlari bilan integratsiya osonligi kabi muhandislik ustunliklari mavjud. Qiymati esa 3–4 barobar yuqori, shu bois qaytim muddati 2,4 yilni tashkil etadi.

Tadqiqotning cheklanishlari qatoriga quyidagilarni kiritish mumkin: (a) nostatsionar rejim (ishga tushirish / to‘xtatish sikllari) alohida o‘rganishni talab etadi; (b) konveksiya va radiatsiya orqali yo‘qotishlar ushbu ishda hisoblanmagan va ular 18–25% qo‘shimcha yo‘qotishni tashkil etishi mumkin; (c) issiq nuqtalar uchun uzoq muddatli degradatsiya modeli hali qurilmagan. Kelajak tadqiqotlar aynan ushbu yo‘nalishga qaratilishi maqsadga muvofiq.

Xalqaro adabiyot bilan taqqoslashda (Xitoy mis eritish korxonalari: 20–27% tejash [3]; Rossiya Nornickel: 15–18% tejash [4]) OKMK uchun 22,2% prognoz qilingan ko‘rsatkich jahon amaliyotiga mos keladi va realistik ekanligini tasdiqlaydi.

5. XULOSA

Ushbu tadqiqot quyidagi asosiy natijalarni berdi:

1. OKMK mis eritish sexi uchun issiqlik o‘tkazuvchanlik matematik modeli qurildi va eksperimental o‘lchovlar bilan 98,7% muvofiqlik tasdiqlandи. Bu modelni keyingi loyihalash va optimallashtirish ishlarida qo‘llash imkonini beradi.

2. Pech tashqi yuza harorati (152–213°C) me'yordan 2–2,5 barobar oshishi aniqlandi. Termografiya yordamida uch kritik "issiq nuqta" (x = 4, 12, 20 m) aniq joylashtirildi.

3. 100 mm qalinlikdagi mineral jun izolyatsiyasi qo‘llash orqali 22,2% energiya tejash mumkin. Yillik iqtisodiy samara 4,03 milliard so‘m, kapital xarajat qoplanish muddati 1,8 yil.

4. Taklif etilgan choralar CO_2 emissiyasini yiliga 22 000 tonna kamaytiradi, bu esa O‘zbekistonning Parij klimat bitimi bo‘yicha majburiyatlariga hissa qo‘shadi.

5. Metodologiya OKMK ning boshqa sex va bo‘linmalariga (sink eritish, qo‘rg‘oshin konvertor) ham kengaytirish mumkin, bu esa kombinat bo‘ylab umumiy energiya tejash potentsialini 35–40% gacha oshirishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Energeticheskiy balans chyornoy i tsvetnoy metallurgii Uzbekistana. Toshkent: O‘zEnergo, 2023. 198 b.
2. Fourier J.B.J. (1822). Théorie analytique de la chaleur. Paris: Firmin Didot. 639 p. [Qayta nashr: Dover, 1955]

ISSN 3030-3907

3. Zhang H., Liu Y., Chen W. (2021). Energy-saving optimization of thermal insulation in copper smelting furnaces // Journal of Cleaner Production. 289: 125724. doi:10.1016/j.jclepro.2020.125724
4. Nornickel JSC. (2022). Annual Sustainability Report — Energy Efficiency in Norilsk Smelting Division. Moscow. 84 p.
5. O‘zDSt 1065-2022. Sanoat korxonalarida issiqlik izolyatsiyasi. Texnik talablar. Toshkent: O‘zstandart. 54 b.
6. Cengel Y.A., Ghajar A.J. (2020). Heat and Mass Transfer, 6th Ed. McGraw-Hill. 992 p. ISBN 978-1-260-57877-1
7. Bergman T.L., Lavine A.S. (2017). Fundamentals of Heat and Mass Transfer, 8th Ed. Wiley. 1000 p.
8. Tursunov X.T., Nazarov R.F. (2022). Metallurgiya sexlarida issiqlik o‘tkazuvchanlik modellari // O‘zbekiston Texnika Fanlari Jurnali. 4(2): 45–53.
9. COMSOL Multiphysics 6.1 User Guide. Heat Transfer Module. Burlington: COMSOL Inc., 2023. 1240 p.
10. O‘zbekiston Respublikasi, "Energiyani tejash va energiya samaradorligi to‘g‘risida" gi Qonun, 2019-yil 21-avgust, 560-son.

ISSN 3030-3907

KVADRAT FUNKSIYA MAVZUSINI O‘QITISHDA ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH

Rizayeva Bahoroy Jahongir qizi
Qarshi Davlat universiteti 3 kurs talabasi
Tel:+998 88 049 2704
E-mail: rizayevabahoroy@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada kvadrat funksiya mavzusini o‘qitishda zamonaviy texnologiyalardan foydalanish masalalari ko‘rib chiqilgan. Jumladan, Desmos platformasi yordamida funksiyaning grafigini interaktiv tarzda o‘rganish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Natijada zamonaviy texnologiyalar o‘quvchilarning mavzuni chuqurroq tushunishi va dars samaradorligini oshirishga xizmat qilishi asoslab beriladi.

Kalit so‘zlar: kvadrat funksiya, zamonaviy texnologiyalar, interaktiv usullar, raqamli ta'lim, grafik dasturlar, pedagogik innovatsiyalar, o‘qitish samaradorligi, multimedia vositalari, kompetentsiya, ta'lim jarayoni

Abstract. This article discusses the use of modern technologies in teaching quadratic functions. In particular, the possibilities of studying function graphs interactively using Desmos are analyzed. The results show that the use of modern technologies improves students’ understanding and increases the effectiveness of the learning process.

Keywords: quadratic function, modern technologies, interactive methods, digital education, graphic programs, pedagogical innovations, teaching effectiveness, multimedia tools, competence, educational process

Аннотация: В данной статье рассматриваются вопросы использования современных технологий при обучении теме квадратичной функции. В частности, анализируются возможности интерактивного изучения графиков функций с помощью платформы Desmos. Результаты показывают, что применение современных технологий способствует более глубокому пониманию материала и повышению эффективности обучения.

Ключевые слова: квадратичная функция, современные технологии, интерактивные методы, цифровое образование, графические программы, педагогические инновации, эффективность обучения, мультимедийные средства, компетентность, образовательный процесс

KIRISH.

Bugungi kunda ta’lim tizimi raqamli texnologiyalar bilan chambarchas bog‘lanib bormoqda. Ayniqsa, matematika fanini o‘qitishda zamonaviy vositalardan foydalanish o‘quvchilarning mavzuni chuqurroq va qiziqarliroq o‘zlashtirishiga xizmat qiladi. An’anaviy o‘qitish usullari ko‘pincha nazariy

ISSN 3030-3907

tushunchalar bilan cheklanib qolsa, interaktiv platformalar orqali bu tushunchalarni vizual va amaliy tarzda ko‘rsatish imkoniyati kengayadi.

Kvadrat funksiya mavzusi algebra kursining muhim bo‘limlaridan biri bo‘lib, u nafaqat matematik tafakkurni rivojlantiradi, balki real hayotdagi ko‘plab jarayonlarni modellashtirishda ham qo‘llaniladi. Ushbu mavzuni o‘qitishda grafik tasvirlar, dinamik o‘zgarishlar va tajriba asosida o‘rganish katta ahamiyatga ega.

Shu nuqtai nazardan, zamonaviy dasturiy vositalar, xususan Desmos platformasi yordamida kvadrat funksiyani o‘rgatish samaradorligini oshirish mumkin. Desmos orqali funksiyaning grafigini real vaqt rejimida o‘zgartirish va kuzatish imkoni mavjud bo‘lsa, Python yordamida matematik modellarni dasturlash va chuqurroq tahlil qilish imkoniyati yaratiladi.

Mazkur maqolada kvadrat funksiyani o‘qitishda Desmos platformasining imkoniyatlari yordamida mavzuni yanada samarali o‘zlashtirish usullari yoritiladi. Bugungi kunda ta’lim tizimi raqamli texnologiyalar bilan chambarchas bog‘lanib bormoqda. Ayniqsa, matematika fanini o‘qitishda zamonaviy vositalardan foydalanish o‘quvchilarning mavzuni chuqurroq, tushunarli va qiziqarli tarzda o‘zlashtirishiga xizmat qiladi. An’anaviy o‘qitish usullari ko‘pincha nazariy tushunchalar bilan cheklanib qolsa, raqamli va interaktiv platformalar bu tushunchalarni vizual hamda amaliy jihatdan yoritish imkonini kengaytiradi. Natijada o‘quvchi faqat formulani yodlab qolmay, balki uning mazmunini tushunib, amalda qo‘llash ko‘nikmasini ham shakllantiradi.

Matematika fanida kvadrat funksiya muhim o‘rin tutadi. U nafaqat algebra kursining asosiy bo‘limlaridan biri hisoblanadi, balki fizika, iqtisodiyot, muhandislik va informatika kabi sohalarda uchraydigan ko‘plab jarayonlarni modellashtirishda keng qo‘llaniladi. Kvadrat funksiyaning grafigi — parabola — orqali harakat trayektoriyalari, maksimal va minimal qiymatlar, optimallashtirish masalalari kabi tushunchalar oson ifodalanadi. Shu bois ushbu mavzuni o‘qitishda faqat nazariy yondashuv yetarli emas, balki grafik tasvirlar, dinamik o‘zgarishlar va tajriba asosida o‘rganish katta ahamiyat kasb etadi.

Zamonaviy texnologiyalar aynan shu jarayonni samarali tashkil etishga xizmat qiladi. Xususan, Desmos platformasi yordamida o‘quvchilar kvadrat funksiyaning grafigini real vaqt rejimida qurish, koeffitsientlarni o‘zgartirish orqali parabola shaklining qanday o‘zgarishini bevosita kuzatish imkoniyatiga ega bo‘ladilar. Bu esa funksiyaning xossalarini — cho‘qqi nuqtasi, simmetriya o‘qi, ildizlari va yo‘nalishini — intuitiv ravishda tushunishga yordam beradi. Interaktiv muhit o‘quvchini faol ishtirokchiga aylantirib, uning darsga bo‘lgan qiziqishini oshiradi.

ISSN 3030-3907

Shu nuqtai nazardan, kvadrat funksiya mavzusini o‘qitishda Desmos vositalaridan kompleks foydalanish dars samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Bunday yondashuv nazariy bilimlarni mustahkamlash bilan birga, ularni vizual va amaliy tajriba bilan boyitadi. Natijada o‘quvchilarning mavzuni chuqur anglash darajasi ortadi, mustaqil fikrlash va muammo yechish ko‘nikmalari rivojlanadi.

Mazkur maqolada kvadrat funksiyani o‘qitishda aynan Desmos platformasi foydalanishning samarali usullari, ularning didaktik imkoniyatlari hamda dars jarayoniga integratsiya qilish yo‘llari yoritiladi. Shuningdek, ushbu vositalar asosida ishlab chiqilgan amaliy misollar orqali o‘quvchilarning bilimini mustahkamlash va ularni faol o‘rganishga jalb etish masalalari ko‘rib chiqiladi.

Kvadrat funksiya haqida umumiy tushuncha

Matematikaning asosiy tushunchalaridan biri bo‘lgan kvadrat funksiya algebra va geometriyada muhim o‘rin tutadi. U parabola shaklidagi grafikni hosil qiladi va ko‘plab real hayotiy jarayonlarni ifodalash uchun ishlatiladi.

1. Kvadrat funksiyaning ta’rifi

Kvadrat funksiya – bu ifoda o‘zgaruvchining kvadrat darajali ko‘rinishida bo‘lib, umumiy ko‘rinishi quyidagicha bo‘ladi: $y = ax^2 + bx + c$

bu yerda:

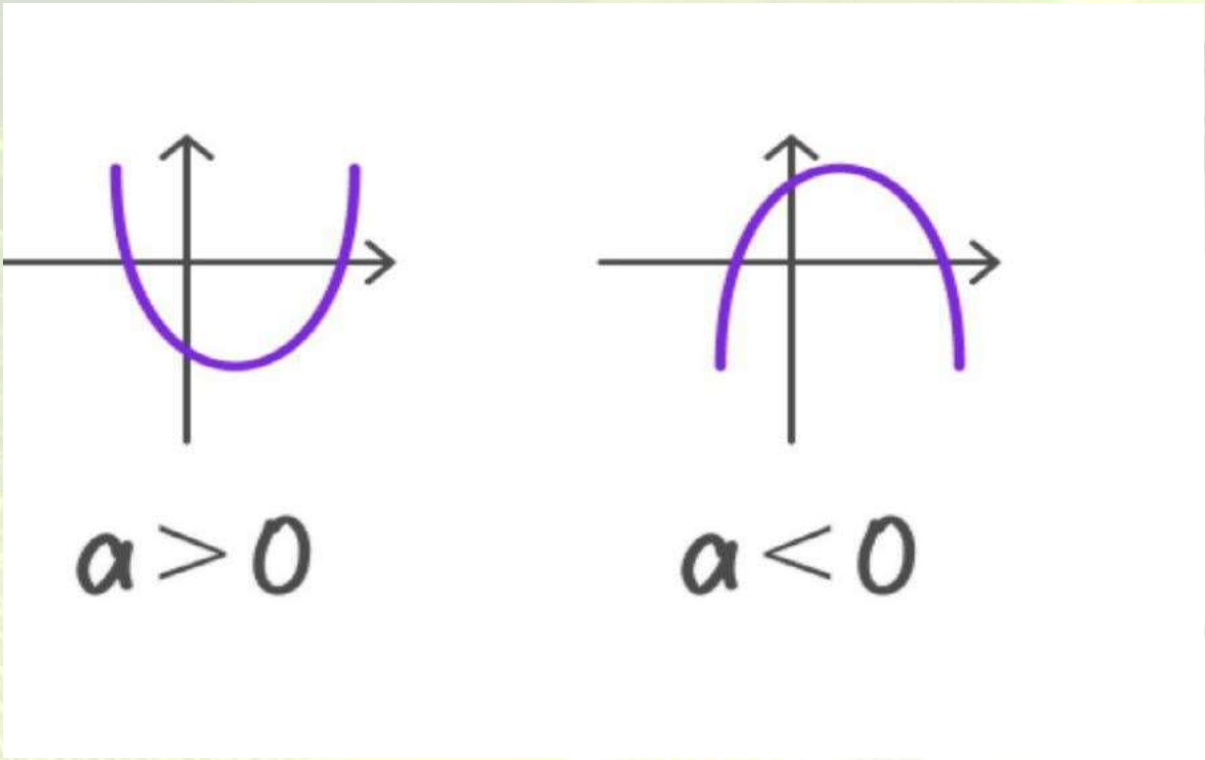
a,b,c – haqiqiy sonlar, $a \neq 0$

Kvadrat funksiyaning grafigi parabola deb nomlanadi. Uning yo‘nalishi a koeffitsientining qiymatiga bog‘liq:

Agar $a > 0$ bo‘lsa, parabola yuqoriga ochiladi.

Agar $a < 0$ bo‘lsa, parabola pastga ochiladi .

ISSN 3030-3907



DESMOS HAQIDA TUSHUNCHA

Desmos dasturi matematika fanini o‘qitishda keng qo‘llanilayotgan zamonaviy va qulay vositalardan biri hisoblanadi. Uning asosiy afzalligi — interaktivlik va foydalanishdagi soddalikdir. Desmos yordamida o‘quvchilar turli matematik funksiyalarni, jumladan kvadrat funksiyalarni, bir necha soniya ichida grafik ko‘rinishda tasvirlashlari mumkin. Bu esa mavzuni nazariy emas, balki vizual tarzda tushunishga yordam beradi. O‘quvchi funksiyadagi koeffitsientlarni o‘zgartirib, parabola shaklining qanday o‘zgarishini real vaqt rejimida kuzatadi, bu esa matematik tushunchalarni mustahkamlashda juda samarali hisoblanadi.

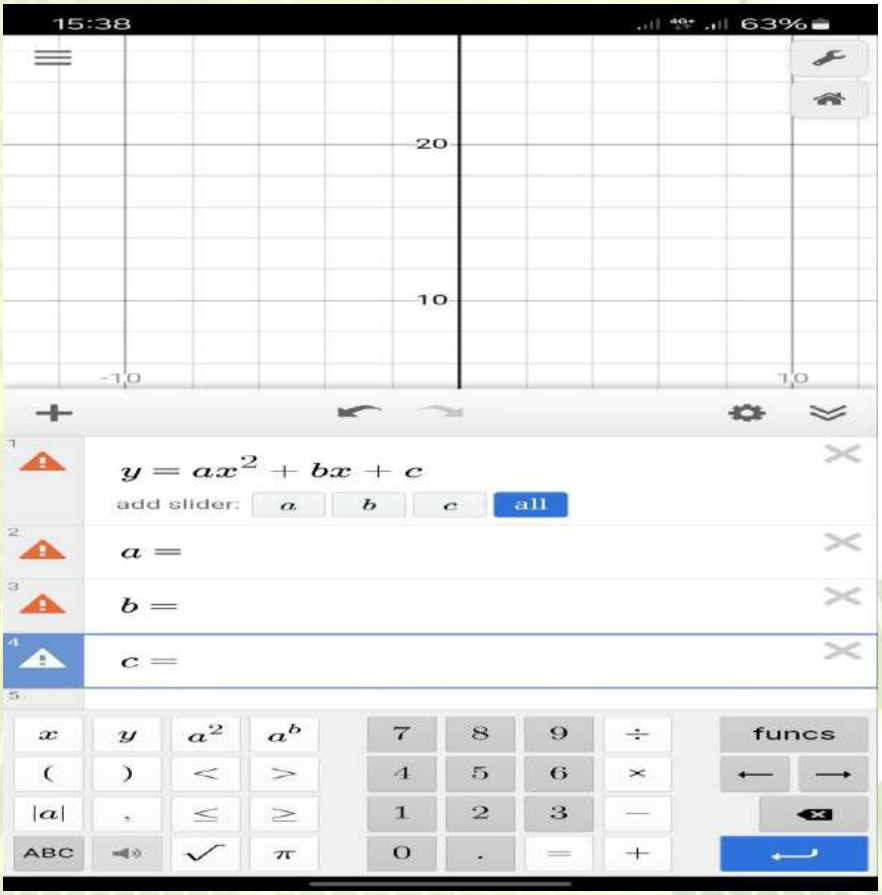
Desmosning yana bir muhim jihati — uning bepul va onlayn platforma ekanligidir. Maxsus dastur o‘rnatishni talab qilmasdan, istalgan qurilmadan internet orqali foydalanish mumkin. Bu esa uni dars jarayonida ham, mustaqil o‘rganishda ham qulay vositaga aylantiradi. Shuningdek, dastur interfeysi sodda va tushunarli bo‘lib, undan foydalanish uchun chuqur texnik bilim talab etilmaydi. Bu esa o‘quvchilarning e’tiborini texnik jihatlarga emas, balki matematik mazmunga qaratish imkonini beradi.

Desmos orqali faqat grafik chizish bilan cheklanib qolmasdan, turli matematik tajribalar o‘tkazish ham mumkin. Masalan, bir nechta funksiyalarni bir vaqtning o‘zida tasvirlab, ularni solishtirish, kesishish nuqtalarini aniqlash yoki parametrlar yordamida dinamik modellar yaratish mumkin. Bu imkoniyatlar o‘quvchilarning tahliliy fikrlashini rivojlantiradi va ularni mustaqil izlanishga undaydi.

ISSN 3030-3907

Bundan tashqari, Desmos o‘qituvchilar uchun ham katta qulayliklar yaratadi. U orqali interaktiv darslar tashkil etish, topshiriqlar berish va o‘quvchilarning faol ishtirokini ta’minlash mumkin. Natijada dars jarayoni yanada jonli va samarali bo‘ladi. Umuman olganda, Desmos dasturi matematika fanini o‘qitishda innovatsion yondashuvni amalga oshirishga xizmat qilib, o‘quvchilarning mavzuni chuqurroq tushunishi va qiziqishini oshirishda muhim rol o‘ynaydi.

KVADRAT FUNKSIYA MAVZUSINI O‘QITISHDA DESMOSDAN FOYDALANISH



Desmos dasturining eng muhim imkoniyatlaridan biri — kvadrat funksiyadagi koeffitsientlarni oson va interaktiv tarzda o‘zgartirish imkoniyatidir. Desmosda

$y = ax^2 + bx + c$ ko‘rinishidagi funksiyani kiritgandan so‘ng, a, b va c koeffitsientlar uchun maxsus slayderlar (slider) yaratish mumkin. Bu slayderlar yordamida o‘quvchi har bir koeffitsient qiymatini o‘zgartirib, grafik qanday o‘zgarishini real vaqt rejimida kuzatadi.

Masalan, a koeffitsientining o‘zgarishi parabola yo‘nalishi va “kengligi”ga ta’sir qiladi: a musbat bo‘lsa parabola yuqoriga ochiladi, manfiy bo‘lsa pastga ochiladi, qiymati kattalashgani sari esa parabola torayadi. b koeffitsienti parabola cho‘qqisining gorizontal yo‘nalishda siljishiga ta’sir ko‘rsatadi, ya’ni grafik

ISSN 3030-3907

chapga yoki o‘ngga suriladi. c koeffitsienti esa grafikning vertikal joylashuvini belgilaydi, ya’ni parabola yuqoriga yoki pastga ko‘tariladi.

Misol uchun $y=x^2$ va $y=-x^2$ funksiyalarni olaylik.

$y=x^2$ funksiyani, ya'ni a=1,b=c=0 bo‘lgandagi $y = ax^2 + bx + c$ kvadrat funksiyani qaraymiz. Bu funksiyaning grafigini yasash uchun uning qiymatlari jadvalini tuzamiz:

x	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
$Y=x^2$	16	9	4	1	0	1	4	9	16

Jadvalda ko‘rsatilgan nuqtalarni yasab va ularni silliq egri chiziq bilan tutashtirib, $y=x^2$ funksiyaning grafigini hosil qilamiz

$y=x^2$ funksiyaning grafigi bo‘lgan egri chiziq parabola deyiladi

$y=x^2$ funksiyaning xossalarini qaraymiz.

1) $y=x^2$ funksiyaning qiymati $x\neq0$ bo‘lganda musbat va x=0 bo‘lganda nolga teng. Demak, $y=x^2$ parabola koordinatalar boshidan o‘tadi, parabolaning qolgan nuqtalari esa abssissalar o‘qidan yuqorida yotadi. $y=x^2$ parabola abssissalar o‘qiga (0; 0) nuqtada urinadi, deyiladi.

2) $y=x^2$ funksiyaning grafigi ordinatalar o‘qiga nisbatan simmetrik, chunki $(-x)^2=x^2$. Masalan, y(-2)= y(2)= 4. Shunday qilib, ordinatalar o‘qi parabolaning simmetriya o‘qi bo‘ladi. Parabolaning o‘z simmetriya o‘qi bilan kesishish nuqtasi parabolaning uchi deyiladi. $y=x^2$ parabola uchun koordinatalar boshi uning uchi bo‘ladi.

3) x>0 bo‘lganda x ning katta qiymatiga y ning katta qiymati mos keladi. Masalan, y(3)> y(2). $y = x^2$ funksiya $x \geq 0$ oraliqda o‘suvchi deyiladi .

$x \leq 0$ bo‘lganda x ning katta qiymatiga y ning kichik qiymati mos keladi. Masalan, y(-2) <y(-4). $y=x^2$ funksiya $x \leq 0$ oraliqda kamayuvchi deyiladi .

$y = - x^2$ funksiyaning grafigini x ga bir nechta qiymat berib, funksiya (x;y) nuqtalarini topish orqali yasaladi.

x	-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4
$Y=-x^2$	-16	-9	-4	-1	0	-1	-4	-9	-16

$y = - x^2$ funksiyaning xossalari:

1) aniqlanish sohasi barcha haqiqiy sonlar to‘plami;

2) qiymatlar to‘plami $y \in (-\infty; 0]$

3) $y = - x^2$ funksiyaning simmetriya o‘qi OY o‘qi bilan ustma-ust tushadi;

4) parabola tarmog‘i pastga qaragan;

5) parabola uchining koordinatalari (0;0) nuqtada joylashgan;

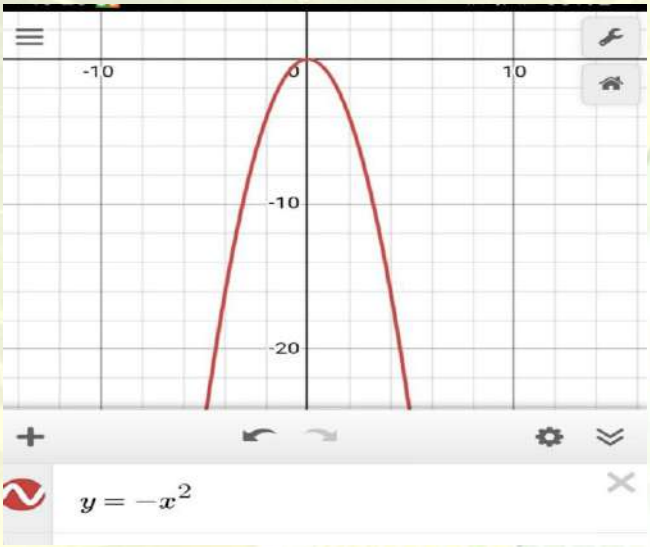
6) funksiya $(-\infty;0)$ oraliqda o‘suvchi $(0;\infty)$ oraliqda kamayuvchi;

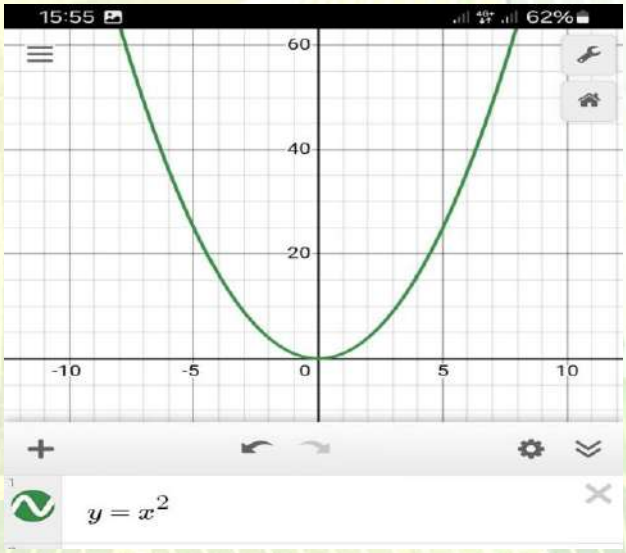
7) funksiya absissalar o‘qiga (0;0) nuqtada urinadi, funksiyaning qolgan nuqtalari absissalar o‘qidan pastda joylashadi;

ISSN 3030-3907

8) funksiya grafigi III va IV choraklarda joylashadi.

Lekin bu malumotlar bazida o‘quvchilarni zeriktirib quyishi mumkin. Desmos dasturi orqali shu ikki funksiya grafiklarini chizb aytilgan malumotlar grafik orqali tushuntirilsa, bu o‘quvchilarning darsdagi faolligini yanda oshiradi. Desmos dasturi orqali grafiklarini chizish sodda va qulay.



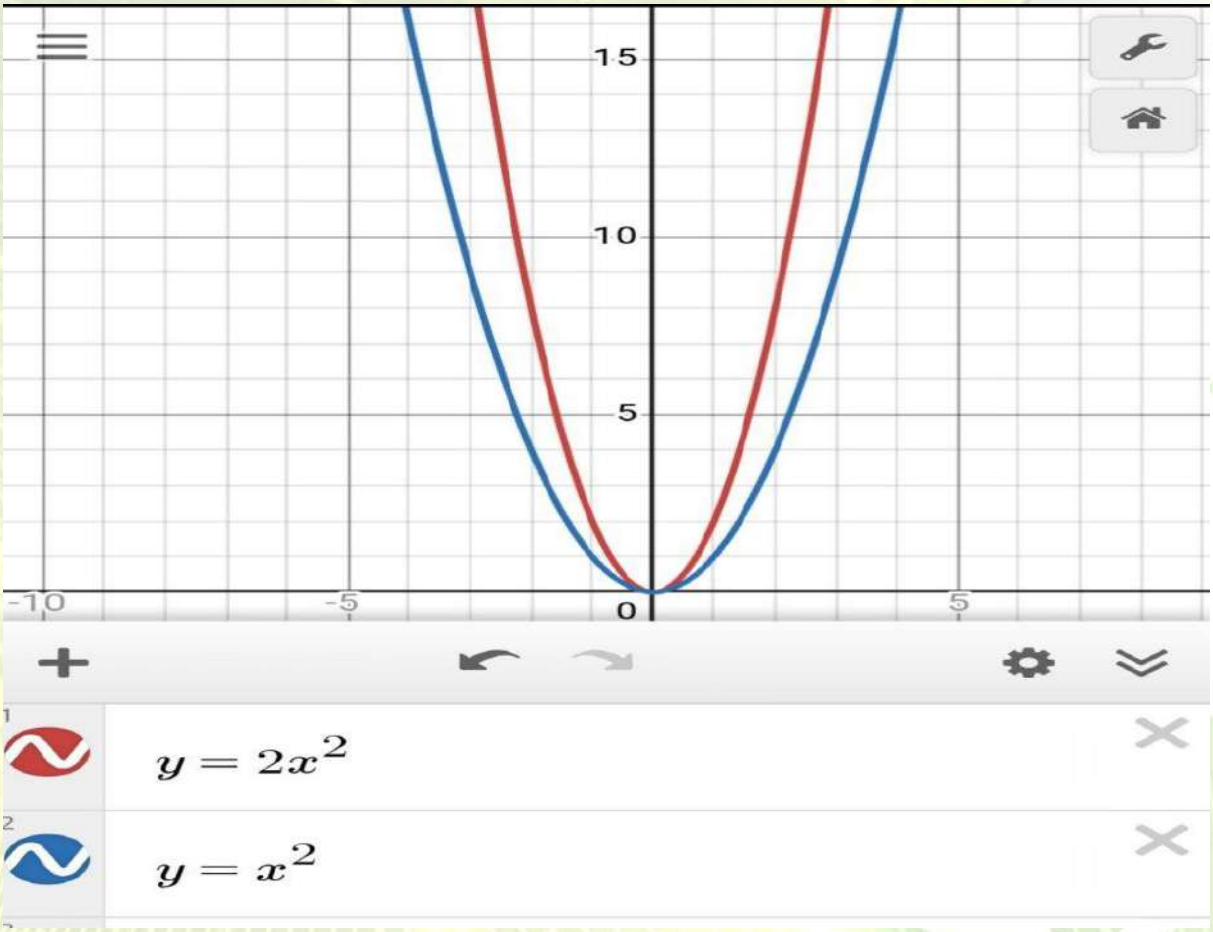


Desmos dasturida bir vaqtning o‘zida bir nechta funksiyalar grafiklarini chizish imkoniyati mavjud bo‘lib, bu o‘quvchilarga ularni taqqoslash orqali chuqurroq tushuncha hosil qilishga yordam beradi. Masalan $y=2x^2$ va $y = x^2$ funksiyalarini bir koordinata tekisligida tasvirlash orqali ularning o‘zaro farqi aniq ko‘rinadi. Ikkala grafik ham parabola bo‘lsa-da, ularning shakli bir xil emas $y=2x^2$ funksiyasining grafigi $y=x^2$ ga nisbatan torroq bo‘ladi.

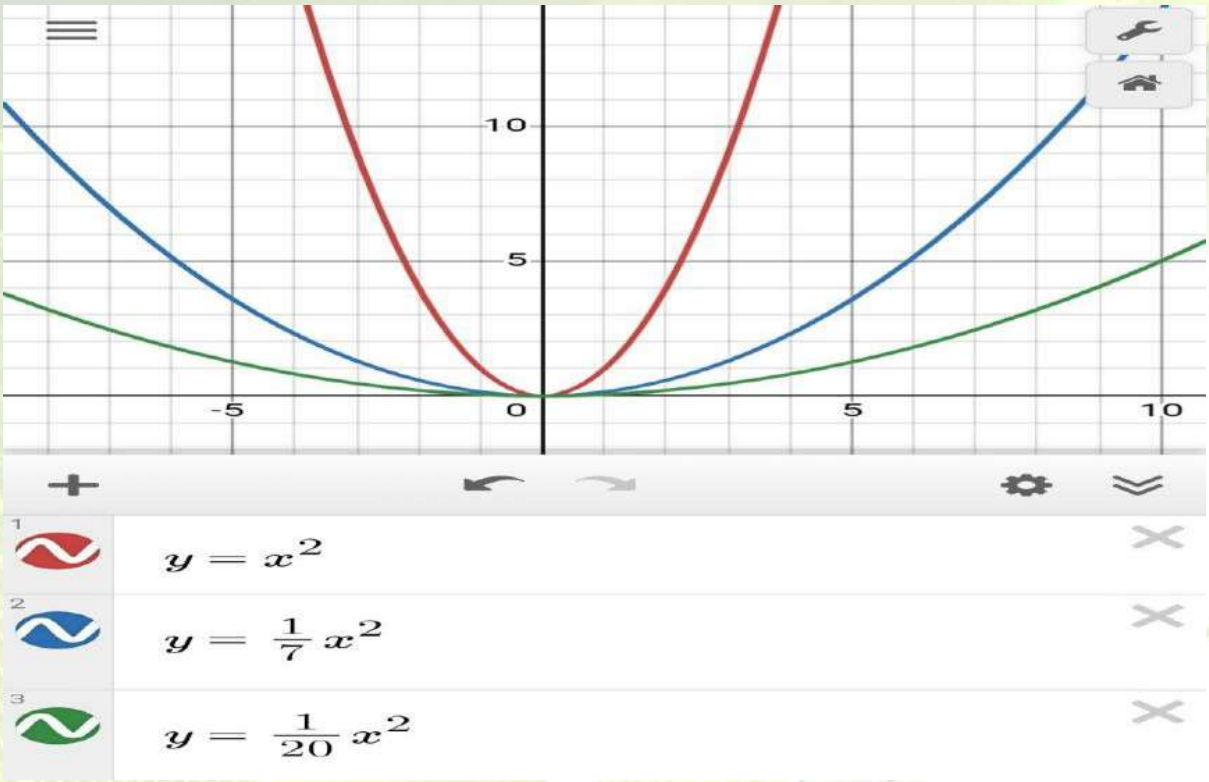
Bu holat kvadrat funksiyada siqilish (vertikal cho‘zilish) xossasi bilan bog‘liq. Ya’ni, funksiyadagi a koeffitsienti 1 dan katta bo‘lsa, parabola yuqoriga cho‘zilib, torayadi; aksincha, $0<a<1$ bo‘lsa, parabola kengayadi. Desmosda bu ikki funksiyani birga chizish orqali o‘quvchilar nazariy qoidani faqat eshitibgina qolmay, balki uni ko‘z bilan ko‘rib, aniq tasavvur hosil qiladilar.

ISSN 3030-3907

Bunday vizual taqqoslash o‘quvchilarda funksiyaning grafigi qanday o‘zgarishini tezroq anglashga yordam beradi. Ayniqsa, ular koeffitsient qiymatini o‘zgartirib, grafikning qanday “siqilishi” yoki “kengayishi”ni real vaqt rejimida kuzatishlari mumkin. Bu esa kvadrat funksiya mavzusidagi muhim xossalardan birini intuitiv va mustahkam o‘zlashtirishga xizmat qiladi.



ISSN 3030-3907



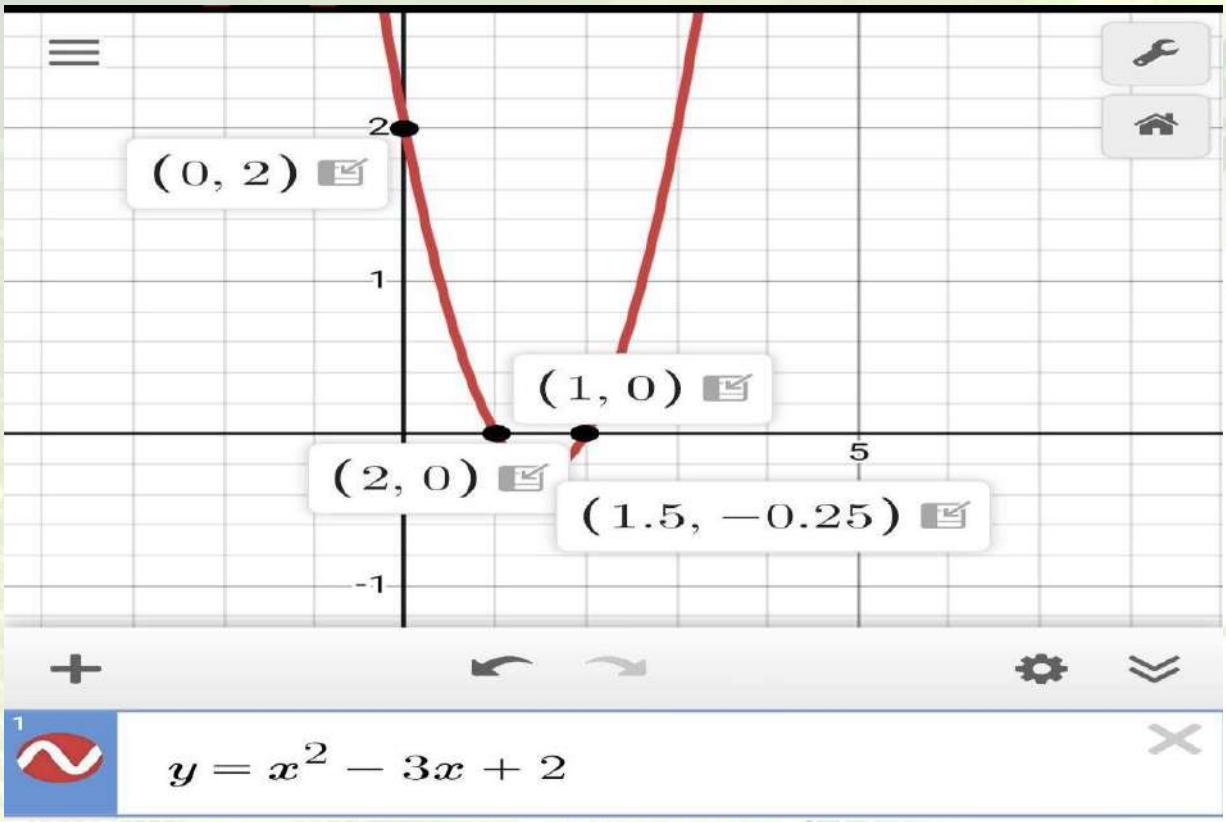
Desmos dasturining yana bir muhim afzalliklaridan biri — kiritilgan funksiyaning asosiy nuqtalarini avtomatik aniqlab, vizual tarzda ko‘rsatib bera olishidir.

Masalan. $y=x^2-3x+2$ kvadrat funksiyasini Desmosga kiritganda, uning grafigi — parabola — darhol hosil bo‘ladi va grafik bilan birga funksiyaning nollari (ya’ni y=0 bo‘ladigan nuqtalari) aniq belgilanadi. Bu nuqtalar parabola x-o‘qi bilan kesishgan joylar bo‘lib, o‘quvchilarga tenglamaning ildizlarini grafik orqali tushunish imkonini beradi.

Bundan tashqari, Desmos grafik ustida istalgan nuqtani tanlash imkonini ham beradi. O‘quvchi grafikka kursorni olib borib, har qanday nuqtaning koordinatalarini ko‘rishi yoki maxsus nuqta qo‘yib, uning qiymatlarini aniqlashi mumkin. Bu esa funksiyaning qanday ishlashini chuqurroq tushunishga yordam beradi, chunki o‘quvchi faqat umumiy ko‘rinishni emas, balki aniq qiymatlar asosida tahlil qilish imkoniyatiga ega bo‘ladi.

Ayniqsa, funksiyaning nollari va boshqa muhim nuqtalarini grafikda ko‘rish o‘quvchilarga algebraik yechimlar bilan grafik tasvir o‘rtasidagi bog‘liqlikni tushunishda katta yordam beradi. Shuning uchun Desmos orqali kvadrat funksiyalarni o‘rganish nafaqat qulay, balki samarali va tushunarli usul hisoblanadi.

ISSN 3030-3907



Desmos dasturi matematik funksiyalarni o‘rganishda juda qulay interaktiv muhit yaratadi va u nafaqat bitta funksiyani chizish, balki bir nechta funksiyalarni bir vaqtda tahlil qilish imkonini ham beradi. Masalan, ikkita turli funksiyani bir koordinata tekisligida kiritish orqali ularning kesishish nuqtalarini juda tez va aniq aniqlash mumkin. Bu kesishish nuqtalari algebraik tenglamalar sistemasining yechimlariga mos keladi va o‘quvchilarga grafik hamda algebraik usullar o‘rtasidagi bog‘liqlikni yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

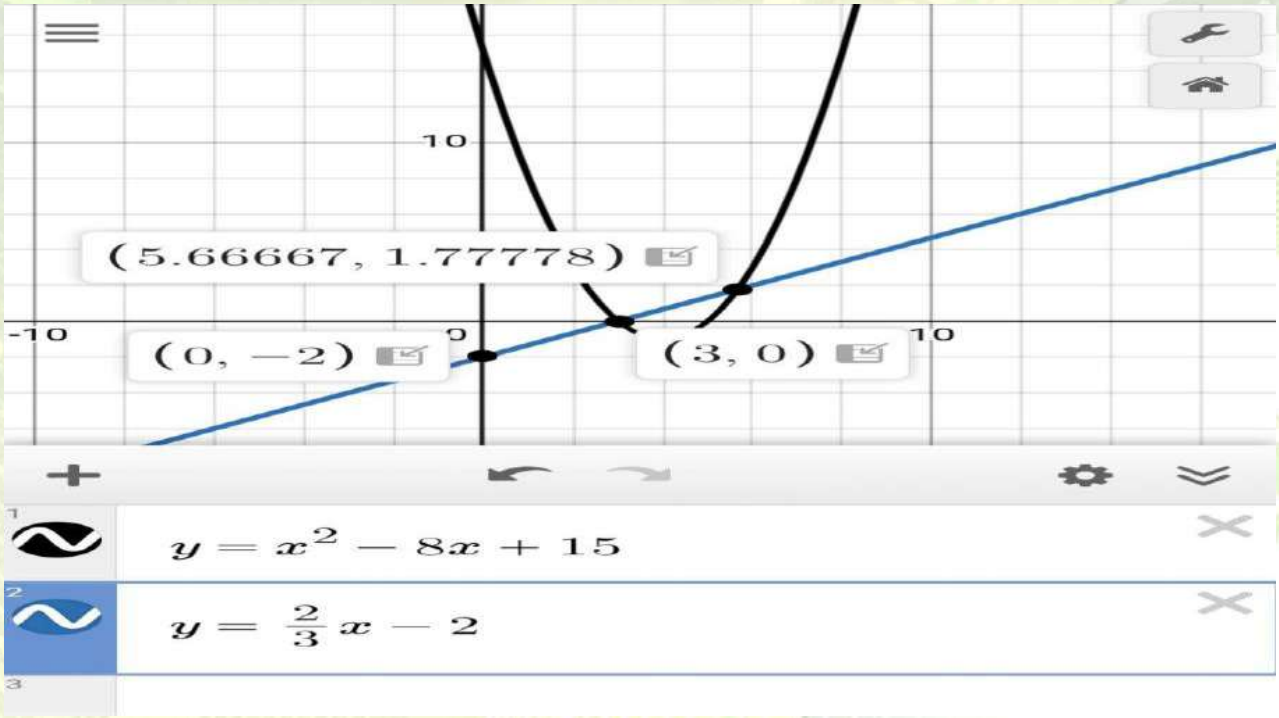
Shuningdek, Desmos yordamida kvadrat tengsizliklarni ham vizual tarzda yechish mumkin. Funksiyani grafikda tasvirlab, uning x-o‘qi ustida yoki ostida joylashgan qismlarini kuzatish orqali tengsizlik yechimlarini aniq ko‘rish mumkin bo‘ladi. Bu usul an’anaviy algebraik yechimlarga qaraganda ancha tushunarli bo‘lib, o‘quvchilarga yechimlar oraliqlarini vizual tasavvur qilish imkonini beradi.

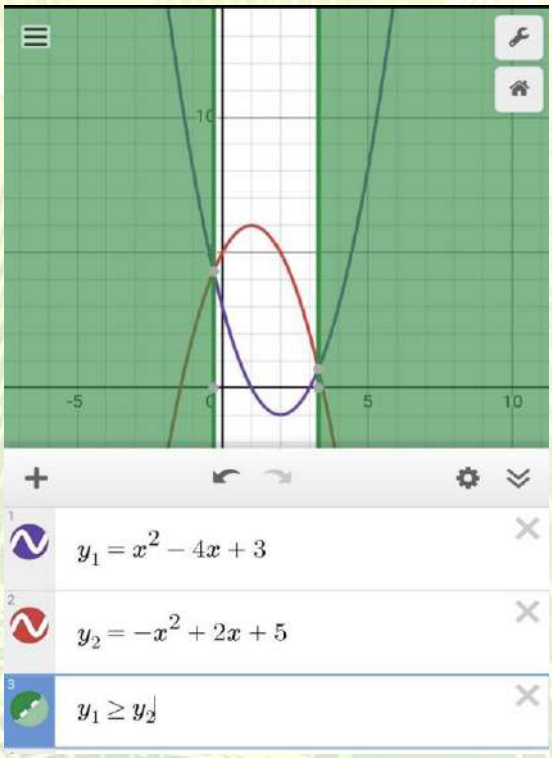
Bundan tashqari, Desmos faqat kvadrat funksiyalar bilan cheklanib qolmaydi. Unda modul funksiyalar, chiziqli funksiyalar, eksponensial va boshqa turdagi funksiyalarni ham grafik ko‘rinishda chizish mumkin. Masalan, modul funksiyaning “V” shaklidagi grafigini ko‘rish orqali o‘quvchilar uning xossalarini yanada chuqurroq tushunadilar. Turli funksiyalarni birgalikda chizish esa ularning o‘zaro ta’sirini, kesishish nuqtalarini va umumiy xatti-harakatini tahlil qilish imkonini beradi.

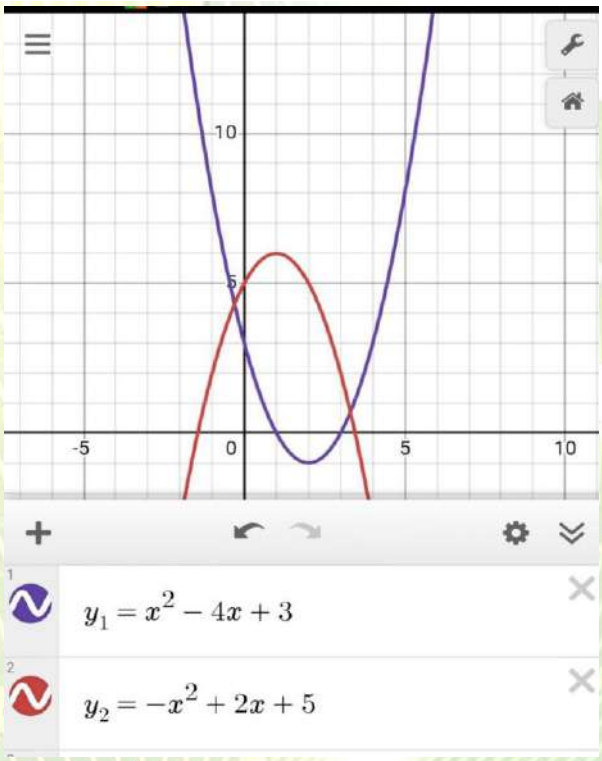
Umuman olganda, Desmos matematikani faqat formulalar darajasida emas, balki vizual va interaktiv shaklda o‘rganishga yordam beruvchi kuchli vosita

ISSN 3030-3907

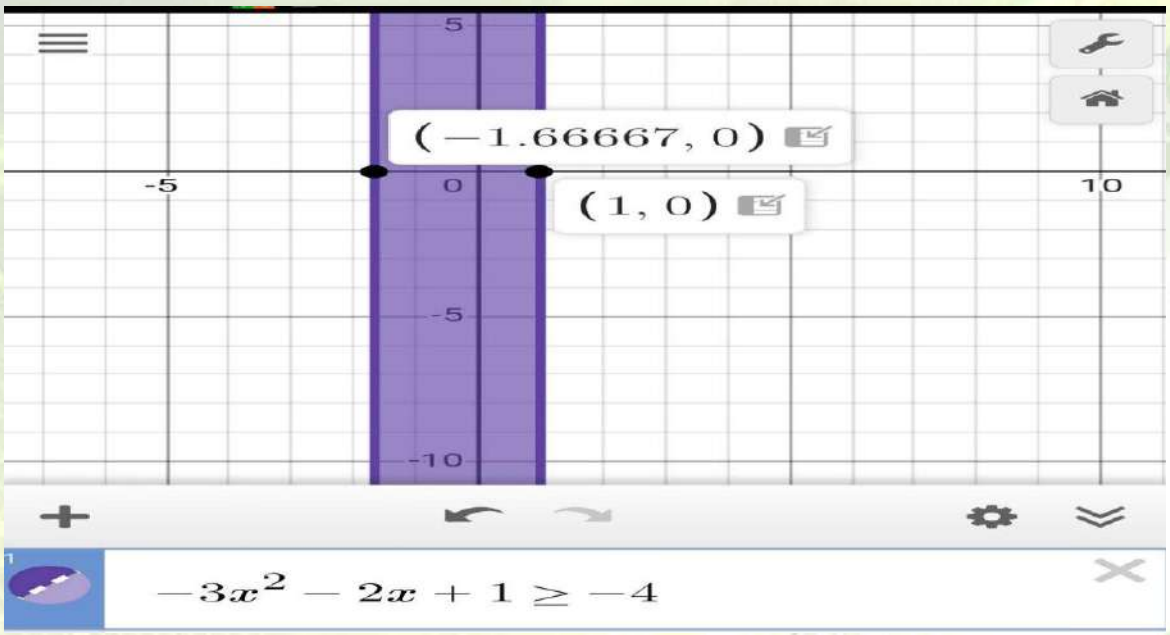
bo‘lib, o‘quvchilarning tahliliy fikrlashini va mavzuni chuqur anglashini sezilarli darajada rivojlantiradi. Quyida desmos orqali chizi;gan grafiklarni keltirib o‘taman.

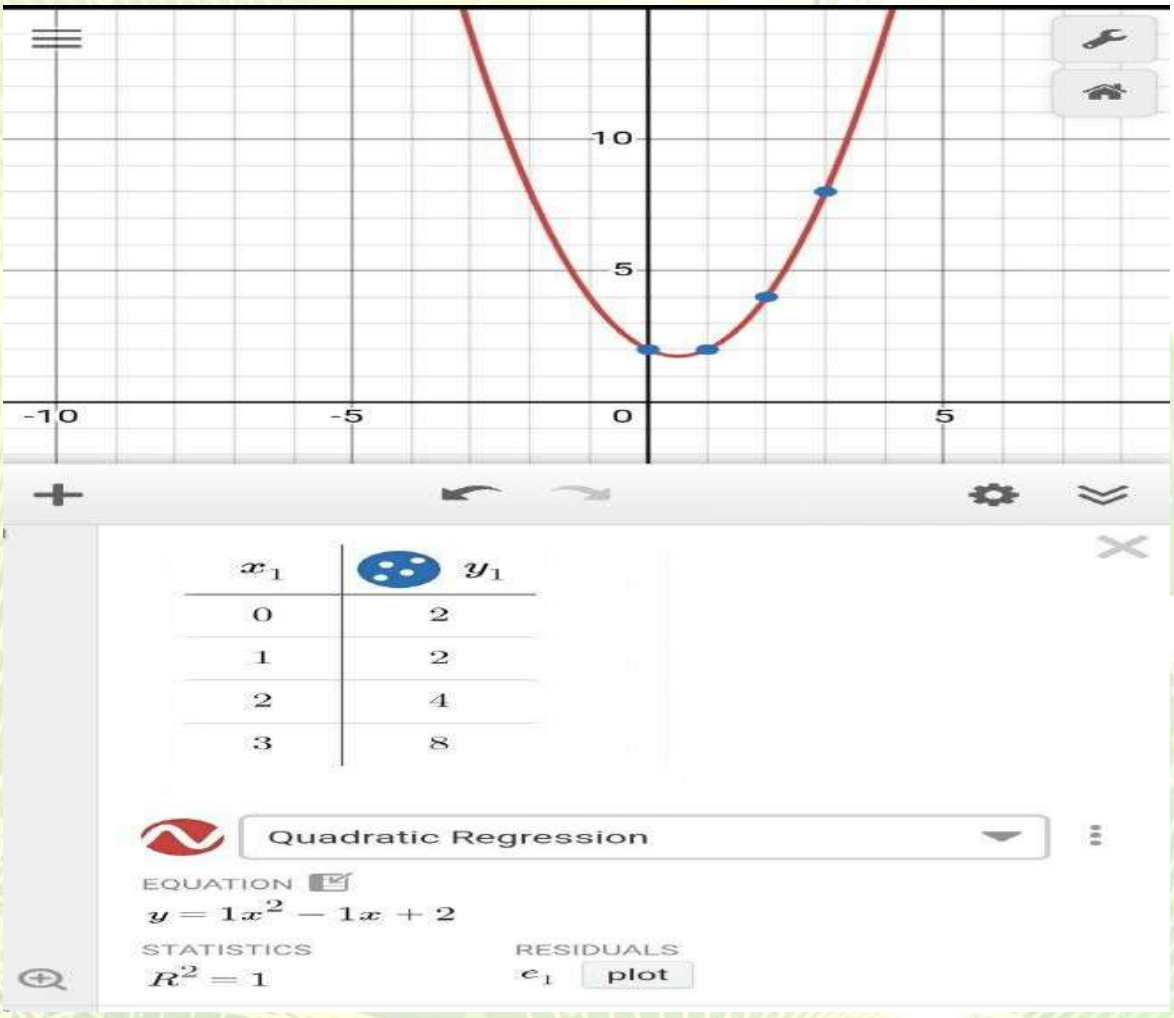




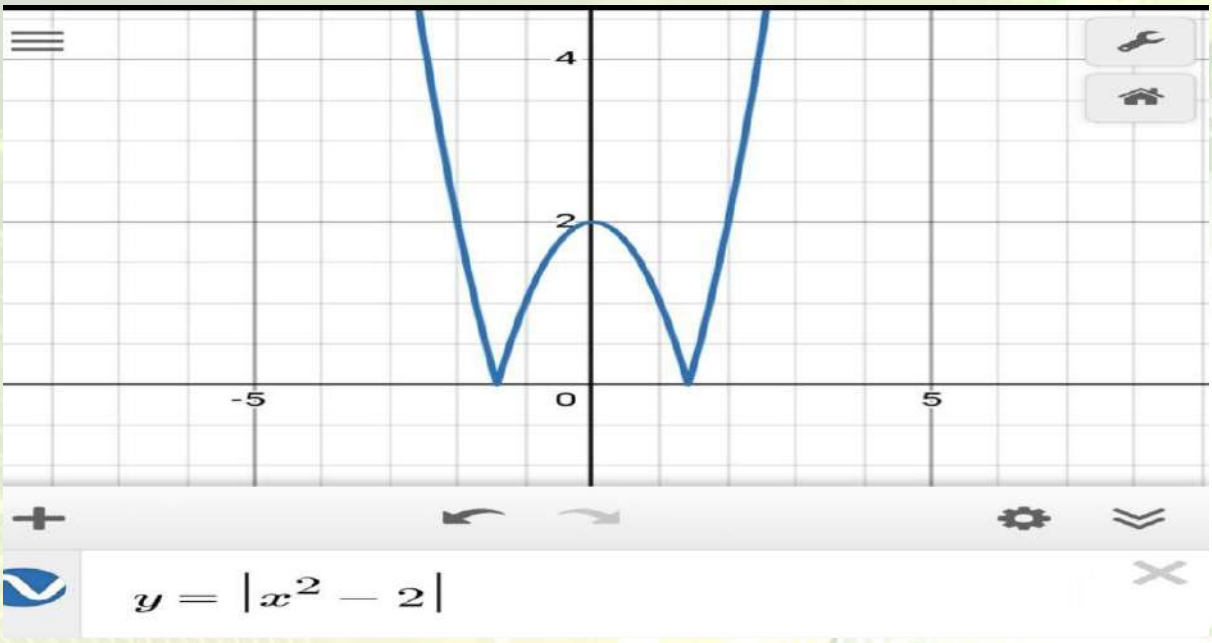


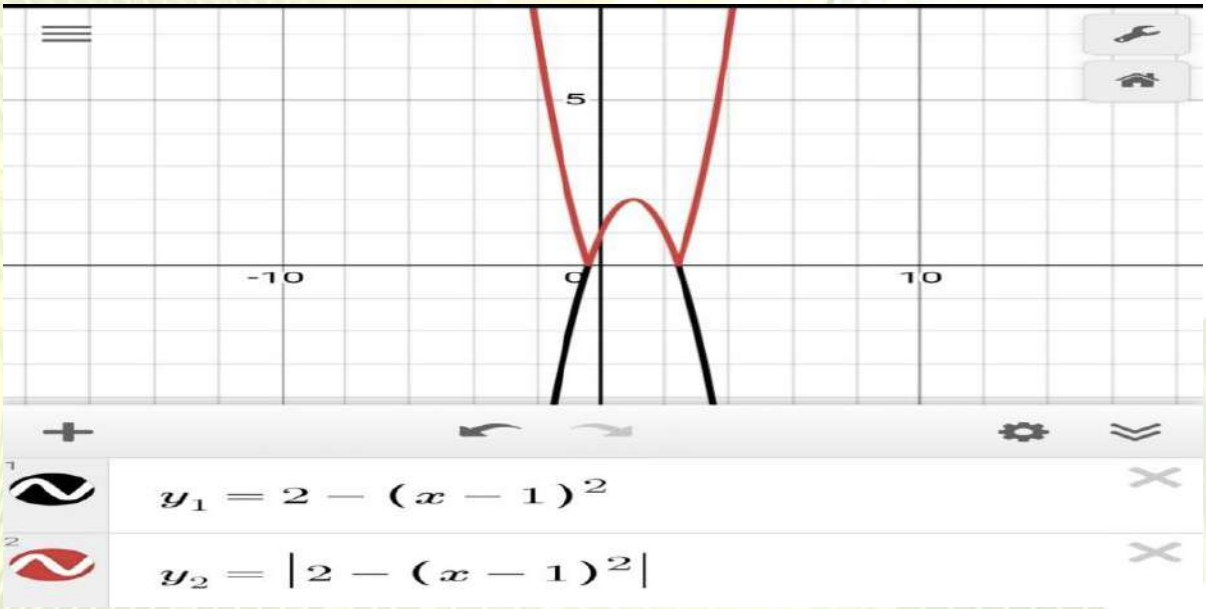
ISSN 3030-3907



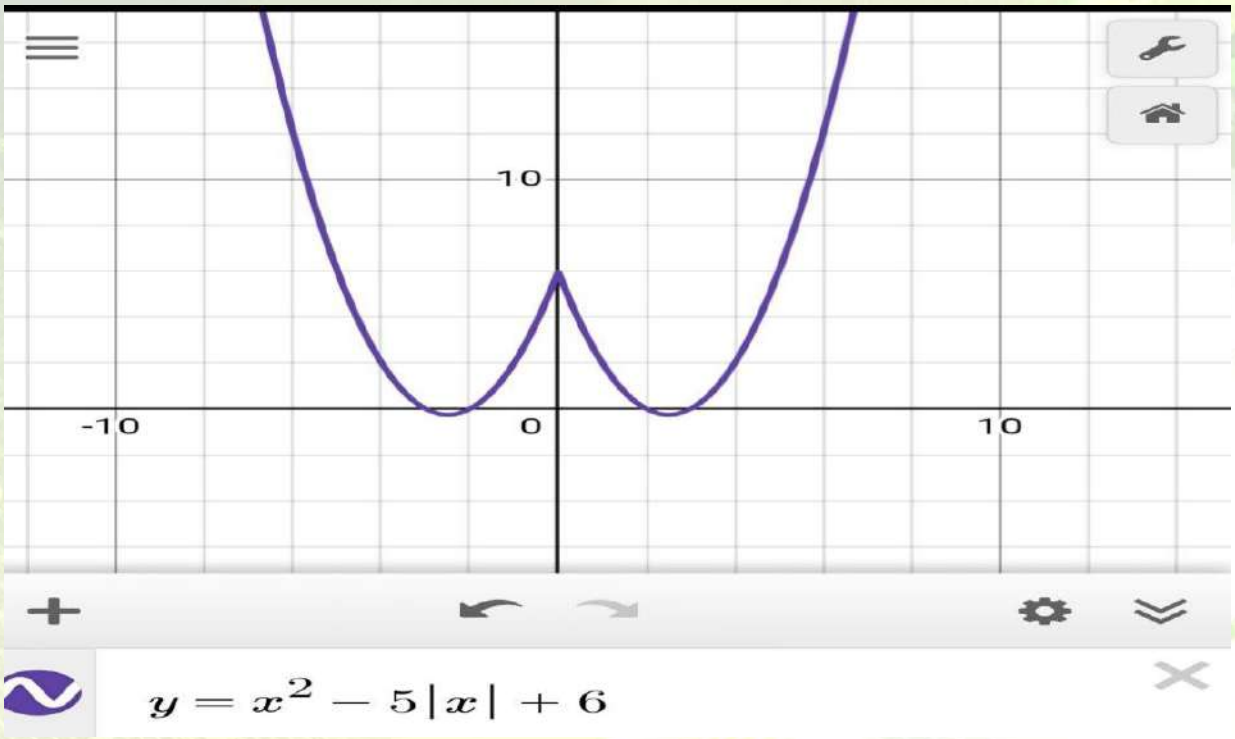


ISSN 3030-3907





ISSN 3030-3907



FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Baldor, A. Algebra. – New York: Harper & Row Publishers.
2. Larson, R., Hostetler, R. Precalculus with Limits: A Graphing Approach. – Cengage Learning.
3. Stewart, J. Calculus: Early Transcendentals. – Brooks/Cole.
4. Strang, G. Introduction to Linear Algebra. – Wellesley-Cambridge Press.
5. Desmos – https://www.desmos.com
6. OpenStax. College Algebra. – Rice University, Open Educational Resources.

ISSN 3030-3907

LOGISTIKA TIZIMLARIDA FURAGA YUK JOYLASHTIRISHNING DINAMIK DASTURLASH MODELI VA YUK TASHISHNI OPTIMALLASHTIRISH

Mamatova Zilolaxon Xabibulloxonovna
Farg‘ona davlat universiteti dotsenti, pedagogika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)
E-mail: mamatova.zilolakhon@gmail.com
Axmadaliyev Shuxratjon Xamdamjon o‘g‘li
Farg‘ona davlat universiteti Amaliy matematika yo‘nalishi talabasi
Farg‘ona davlat universiteti
E-mail: shuxratjonaxmadaliyev15@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada transport-logistika tizimlarida yuk tashishni optimallashtirish muammosi tadqiq etilgan. Fura yuk mashinalariga turli og‘irlik va hajmdagi yuklarni joylashtirish masalasi ryukzak masalasi shaklida formalizatsiya qilingan va dinamik dasturlash metodologiyasi orqali optimal yechimlar aniqlangan. Olingan natijalar logistika jarayonlarida resurslardan samarali foydalanish, transport xarajatlarini kamaytirish va yetkazib berish vaqtini qisqartirish imkonini beradi. Tadqiqot hayotiy ma’lumotlar bilan sinovdan o‘tkazilgan bo‘lib, kelajakda avtomatlashtirilgan yuklash tizimlari va raqamli logistika platformalariga integratsiya qilish uchun ilmiy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: Logistika tizimlarida optimizatsiya ;Yuk tashish jarayonlari ; ryukzak masalasi;Dinamik dasturlash metodologiyasi ;Fura yuklash modeli ;Transport xarajatlarini minimallashtirish.

Abstract. This article studies the problem of optimizing cargo transportation in transport and logistics systems. The problem of loading cargo of different weights and volumes into trucks is formalized in the form of the knapsack problem, and optimal solutions are determined using dynamic programming methodology. The results obtained allow for the efficient use of resources in logistics processes, reducing transportation costs and reducing delivery times. The research is tested with real-world data and creates a scientific basis for future integration into automated loading systems and digital logistics platforms.

Keywords: Optimization in logistics systems; Cargo transportation processes; Dynamic programming methodology; Truck loading model; Minimization of transportation costs

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема оптимизации грузоперевозок в транспортно-логистических системах. Задача погрузки грузов различного веса и объема в грузовики формализована в виде задачи о рюкзаке , а оптимальные решения определены с использованием метода

ISSN 3030-3907

динамического программирования. Полученные результаты позволяют эффективно использовать ресурсы в логистических процессах, снижая транспортные издержки и сокращая сроки доставки. Исследование проверено на реальных данных и создает научную основу для будущей интеграции в автоматизированные системы погрузки и цифровые логистические платформы.

Ключевые слова: Оптимизация в логистических системах; Грузоперевозки; Задача о рюкзаке ;Метод динамического программирования; Модель погрузки грузовиков; Минимизация транспортных издержек

KIRISH.

Transport-logistika tizimlarining samaradorligi iqtisodiyot va ijtimoiy sohalarda muhim ahamiyatga ega. Hozirgi kunda global savdo, elektron tijorat va tez yetkazib berish talablari transport operatsiyalarining optimallashtirilishini talab qilmoqda. Yuk mashinalarini (furalarni) samarali ishlatish logistika xarajatlarini kamaytirish, yetkazib berish vaqtini qisqartirish va resurslardan maksimal darajada foydalanish imkonini beradi.

Yuk joylashtirish masalasi turli o‘lcham va og‘irlikdagi tovarlarni fura sig‘imiga optimal tarzda taqsimlashni talab qiladi. Bu masala klassik ryukzak masalasi bilan matematik jihatdan bog‘liq bo‘lib, kombinator optimizatsiyasi nuqtai nazaridan murakkab hisoblanadi. An’anaviy yondoshuvlar katta miqdordagi yuklar va cheklovlar bilan ishlaganda samarali yechim bermaydi, shuning uchun dinamik dasturlash metodologiyasi muhim ahamiyat kasb etadi.

Ushbu maqolada fura yuk mashinalariga yuklarni joylashtirishning dinamik dasturlash modeli ishlab chiqiladi, uning samaradorligi real hayotiy ma’lumotlar bilan sinovdan o‘tkaziladi. Tadqiqot natijalari logistika tizimlarida transport resurslarini optimallashtirish, xarajatlarni kamaytirish va yetkazib berish jarayonlarini tezlashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, model kelajakda avtomatlashtirilgan yuklash tizimlari va raqamli logistika platformalariga integratsiya qilish uchun ilmiy asos yaratadi.

Ryukzak masalasi va dinamik dasturlash modeli

Logistika tizimlarida yuk tashishni optimallashtirishning muhim komponentlaridan biri – fura yuk mashinalariga turli og‘irlik va qiymatga ega predmetlarni joylashtirish masalasidir. Ushbu masala matematik jihatdan ryukzak masalasi sifatida formalizatsiya qilinadi, bunda har bir predmetning og‘irligi va bahosi ma’lum bo‘lib, maksimal qiymatga ega bo‘lgan predmetlar to‘plamini tanlash maqsad qilinadi.

ISSN 3030-3907

n – xil turdagi predmentlar ; har bir predmentning og‘riligi a_i uning baxosi $c_i \geq 0$ ga teng bo‘lsin Natijada furaga joylangan yuklarning baxosi maxsimal bo‘lsin. b – yukni maksimal ko‘tara oladigan og‘irligi

Bu masalani matematik madeli quyidagi ko‘rinishda bo‘ladi

$$\sum_{i=1}^{n} x_i c_i \qquad (1)$$

Funksiyaning maxsimal qiymati

$$\sum_{i=1}^{n} a_i x_i \leq b \qquad (2)$$

$$x_i \geq 0 \ , i = 1,2,3,\ldots . n \qquad (3)$$

Shu shartlar ostida topiladi. Bu yerda $x_i \geq 0 \ , i = 1,2,3,\ldots . n$ lar i raqamli maxsulotning sonini bildiradi. Qo‘yilgan (1)-(3) masala butun sonli chiziqli dasturlash masalasi bo‘lib uni yechishda dinamik dasturlash usuli qo‘llaniladi. Buni uchun quyidagi belgilash kirtiladi

$$\psi_k(y) = \max_{x_1 \ldots . x_k} \sum_{i=1}^{k} c_i x_i$$

$$\sum_{i=1}^{k} a_i x_i \leq y$$

Bu yerda: $= 1,2,\ldots n \ ; y = 1,2,3,\ldots . b$

$k = 1$ hol uchun

$$\psi_1(\mathrm{y}) = \max_{x_1} c_i x_i = c_1 \left[\frac{y}{a_1} \right] \qquad (4)$$

$k = 2,\ldots n$ da quyidagi rekurent formulaga ega bo‘lamiz

$$\psi_k(\mathrm{y}) = \max(\psi_{k-1}(\mathrm{y}), \psi_k(\mathrm{y} - a_k) + c_k) \qquad (5)$$

Bunda agar $y < 0$ bo‘lsa $\psi_k(y) = -\infty$, va $\psi_0(y) = \psi_k(0) = 0$ deb olamiz

Fura yuklashda maksimal qiymatga erishish uchun har bir predmetning fura ichiga kiritilishi yoki kiritilmasligi $\psi_k(y)$ funksiyasi yordamida aniqlanadi. Agar $j(k; y) = i$ bo‘lsa bu degani $\psi_k(y)$ baxoga erishish uchun i maxsulotdan kamida bitta foydalaniladi. Bu funksiya uchun quyidagi formullalar o‘rinli

$$j(1; y) = \begin{cases} 0 \ , agar \ \psi_1(y) = 0 \\ 1 \ , agar \ \psi_1(y) \neq 0 \end{cases} \qquad (6)$$

$k = 2,\ldots . . n$ da quyidagi rekurent formulaga ega bo‘lamiz

$$j(k; y) = \begin{cases} j(k-1; \ y) & , \ agar \ \psi_k(y - a_k) + c_k < \psi_{k-1}(y) \\ k & , agar \ \psi_k(y - a_k) + c_k \geq \psi_{k-1}(y) \end{cases} \qquad (7)$$

ISSN 3030-3907

Amaliy masala

Biz furaga yuklarni joylash masalani ko‘rib chiqamiz

Mahsulot ,predmentlar:

1. Karam og‘irligi 3kg narxi 5000 so‘m
2. Sabzi og‘irligi 1 kg narxi 6000 so‘m
3. Kartoshkka og‘irligi 1 kg narxi 7000 so‘m
4. Tarvuz og‘irligi 6 kg narxi 18000 so‘m
5. Qovun og‘irligi 6 kg narxi 25000 so‘m
6. Guruj og‘irligi 1kg narxi 7000 so‘m
7. Olma og‘irligi 1 kg narxi 15000 so‘m
8. Banan og‘irligi 1 kg narxi 24000 so‘m
9. Sumka – kiyim og‘irligi - 5 kg, narxi - 80 000 so‘m
10. Kitoblar - og‘irligi - 4 kg, narxi - 85 000 so‘m

Bu ro‘yxatni masala shartlarga moslasak

Berilagan :

n=10 ;

$a_1 = 3; a_2 = 1; a_3 = 1; a_4 = 6; a_5 = 6; a_6 = 1; a_7 = 1; a_8 = 1; a_9 = 5;$

$a_{10} = 4$

Har bir predmentlarning baxosi c_i ni yozamiz

c_1=5000 ; c_2=6000 ; c_3=7000 ; c_4=18000 ; c_5=25000 ; c_6=7000 ; c_7=15000 ;

c_8=24000 ; c_9=80000 ; c_{10}=85000

Furani maxsimal yuk ko‘tara oladigan hajmi $b = 15\ tonna\ =\ 15000$ kg

Amaliy qism hisoblash jarayoni Furaga yuk joylashtirish masalasining modeli

Biz yuqorida keltirilgan nazariy model asosida logistika tizimida yuklarni fura ichiga joylashtirish masalasi ko‘rib chiqamiz . Turli og‘irlik va qiymatga ega mahsulotlar mavjud bo‘lib, ularni furaning maksimal yuk ko‘tarish sig‘imi chegarasida optimal tarzda joylashtirish talab qilinadi.

Fura masalasini dinamik dasturlash usuli yordmida (4),(5),(6),(7) formulalarga qo‘yib berilgan qiymatlar bilan moslab hisoblab jadval hosil qilib yozib chiqamiz .

Yuqoridagi (1),(2),(3) formula ifoda ryukzak masalasi hisoblanadi .

Masalani yechish uchun quiyidagi funksiyani kiritamiz .

$$\psi_k(y)$$

bu funksiya birinchi k ta mahsulotdan foydalanib, y og‘irlik chegarasida olinadigan maksimal qiymatni bildiradi.

Rekurent formula $\psi_k(y) = max(\psi_{k-1}(y), \psi_k(y - a_k) + c_k)$

Yechish:

$$< y = 1,2, \dots 15 > \ ; < k = 1,2,3 \dots .10 >$$

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi berilganlarga assosan hisoblaymiz n=10 ;

$a_1 = 3; a_2 = 1; a_3 = 1; a_4 = 6; a_5 = 6; a_6 = 1; a_7 = 1; a_8 = 1; a_9 = 5;$
$a_{10} = 4$

c_1=5000 ; c_2=6000 ; c_3=7000 ; c_4=18000 ; c_5=25000 ; c_6=7000 ; c_7=15000 ;
c_8=24000 ; c_9=80000 ; c_{10}=85000

$b = 15\ tonna\ =\ 15000$ kg

2ta jadvalni to‘ldiramiz

$$\psi_1(y) = \max_{x_1} c_1 x_1 = c_1 \left[\frac{y}{a_1}\right] \quad (4)$$

1-qadam

$$\psi_1(1) = \max_{x_1} c_1 x_1 = 5000 * \left[\frac{1}{3}\right] = 0$$

$$\psi_1(2)=5000*\left[\frac{2}{3}\right] = 0$$

$$\psi_1(3)=5000*\left[\frac{3}{3}\right] = 5000$$

$$\psi_1(4)=5000*\left[\frac{4}{3}\right] = 5000$$

$$\psi_1(5)=5000*\left[\frac{5}{3}\right] = 5000$$

$$\psi_1(6)=5000*\left[\frac{6}{3}\right] = 10000$$

$$\psi_1(7)=5000*\left[\frac{7}{3}\right] = 10000$$

$$\psi_1(8)=5000*\left[\frac{8}{3}\right] = 10000$$

$$\psi_1(9)=5000*\left[\frac{9}{3}\right] = 10000$$

$$\psi_1(10)=5000*\left[\frac{10}{3}\right] = 10000$$

$$\psi_1(11)=5000*\left[\frac{11}{3}\right] = 10000$$

$$\psi_1(12)=5000*\left[\frac{12}{3}\right] = 20000$$

$$\psi_1(13)=5000*\left[\frac{13}{3}\right] = 20000$$

$$\psi_1(14)=5000*\left[\frac{14}{3}\right] = 20000$$

$$\psi_1(15)=5000*\left[\frac{15}{3}\right] = 25000$$

$$i(1;y) = \begin{cases} 0\,, agar\ \psi_1(y) = 0 \\ 1\,, agar\ \psi_1(y) \neq 0 \end{cases} \quad (6)$$

formulaga ko‘ra k=1 bo‘ganda

$$i(1;y) = \begin{cases} 0\,, agar\ \psi_1(y) = 0 \\ 1\,, agar\ \psi_1(y) \neq 0 \end{cases}$$

ISSN 3030-3907

$$i(1;1)=\begin{cases}0\,,agar\ \psi_1(1)=0\\1\,,agar\ \psi_1(1)\neq 0\end{cases}$$

2-qadam:

k=2 $\psi_k(y)=$ $max(\psi_{k-1}(y)\,,\psi_k(y-a_k)+c_k)$ (5) hisoblaymiz $\psi_2(y)$ $=max(\psi_1(y);\psi_2(y-a_2)+c_2)$ $\psi_2(1)$ $=max(\psi_1(1);\psi_2(1-1)+6000)$ $=max(0,6000)=6000$	k=2 $i(k;y)$ $=\begin{cases}i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k<\psi_{k-1}(y)\\ k\ \ , agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k\geq\psi_{k-1}(y)\end{cases}$ hisoblaymiz (7) $i(2;y)=\begin{cases}i(1;\ y), \psi_2(y-a_2)+c_2<\psi_1(y)\\2\ \ ,\quad \psi_2(y-a_2)+c_2\geq\psi_1(y)\end{cases}$ $i(2,1)=>\psi_2(0)+6000\geq\psi_1(1)=>2$ $i(2,2)=>\psi_2(1)+6000\geq\psi_1(2)=>2$ $i(2,3)=>\psi_2(2)+6000\geq\psi_1(3)=>2$ $i(2,4)=>\psi_2(3)+6000\geq\psi_1(4)=>2$ $i(2,5)=>\psi_2(4)+6000\geq\psi_1(5)=>2$ $i(2,6)=>\psi_2(5)+6000\geq\psi_1(6)=>2$ $i(2,7)=>\psi_2(6)+6000\geq\psi_1(7)=>2$ hakazo …. $i(2,15)=>\psi_2(14)+6000\geq\psi_1(15)=>2$

3-qadam:

k=3 $\psi_k(y)=$ $max(\psi_{k-1}(y)\,,\psi_k(y-a_k)+c_k)$ (5) hisoblaymiz $\psi_3(y)$ $=max(\psi_2(y);\psi_3(y-a_3)+c_3)$ $\psi_3(1)$ $=max(\psi_2(1);\psi_3(1-1)+7000)$ $=max(6000,7000)$ $=7000$ $\psi_3(11)$ $=max(\psi_2(11);\psi_3(11-1)+7000)$ $=max(66000,77000)$ $=77000$	k=3 $i(k;y)$ $=\begin{cases}i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k<\psi_{k-1}(y)\\ k\ \ , agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k\geq\psi_{k-1}(y)\end{cases}$ hisoblaymiz (7) $i(3;y)=\begin{cases}i(2;\ y), \psi_3(y-a_3)+c_3<\psi_2(y)\\3\ \ ,\quad \psi_3(y-a_3)+c_3\geq\psi_2(y)\end{cases}$ $i(3,1)=>\psi_2(0)+7000\geq\psi_2(1)=>3$ $i(3,2)=>\psi_2(1)+7000\geq\psi_2(2)=>3$ $i(3,3)=>\psi_2(2)+7000\geq\psi_2(3)=>3$ $i(3,4)=>\psi_2(3)+7000\geq\psi_2(4)=>3$ $i(3,5)=>\psi_2(4)+7000\geq\psi_2(5)=>3$ $i(3,6)=>\psi_2(5)+7000\geq\psi_2(6)=>3$ $i(3,7)=>\psi_2(6)+7000\geq\psi_2(7)=>3$ hakazo …. $i(3,15)=>\psi_2(14)+7000\geq\psi_2(15)=>3$

ISSN 3030-3907

4-qadam:

k=4 $\psi_k(y) =$ $max(\psi_{k-1}(y), \psi_k(y - a_k) + c_k)$ (5) hisoblaymiz $\psi_4(y) =$ $max(\psi_3(y), \psi_4(y - a_4) + c_4)$ $\psi_4(1)$ $= max(\psi_3(1), \psi_4(1 - 6) + 18000)$ $= max(7000; \infty)$ $= 7000$	k=4 $i(k; y)$ $= \begin{cases} i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y - a_k) + c_k < \psi_{k-1}(y) \\ k\ \ , agar\ \psi_k(y - a_k) + c_k \geq \psi_{k-1}(y) \end{cases}$ hisoblaymiz (7) $i(4; y)$ $= \begin{cases} i(3; y), agar\ \psi_4(y - 6) + 18000 < \psi_3(y \\ 4, agar\ \psi_4(y - 6) + 18000 \geq \psi_3(y \end{cases}$

5-qadam:

k=5 $\psi_k(y) =$ $max(\psi_{k-1}(y), \psi_k(y - a_k) + c_k)$ (5) hisoblaymiz $\psi_5(y) =$ $max(\psi_4(y), \psi_5(y - a_5) + c_5)$ $\psi_5(1)$ $= max(\psi_4(1), \psi_5(1 - 6) + 25000$	k=5 $i(k; y)$ $= \begin{cases} i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y - a_k) + c_k < \psi_{k-1}(y) \\ k\ \ , agar\ \psi_k(y - a_k) + c_k \geq \psi_{k-1}(y) \end{cases}$ hisoblaymiz (7) $i(5; y)$ $= \begin{cases} i(4; y), agar\ \psi_5(y - 6) + 25000 < \psi_4(y \\ 5, agar\ \psi_5(y - 6) + 25000 \geq \psi_4(y \end{cases}$

6-qadam:

k=6 $\psi_k(y) =$ $max(\psi_{k-1}(y), \psi_k(y - a_k) + c_k)$ (5) hisoblaymiz	k=6 $i(k; y)$ $= \begin{cases} i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y - a_k) + c_k < \psi_{k-1}(y) \\ k\ \ , agar\ \psi_k(y - a_k) + c_k \geq \psi_{k-1}(y) \end{cases}$ hisoblaymiz (7) $i(6; y)$ $= \begin{cases} i(5; y), agar\ \psi_6(y - 1) + 7000 < \psi_5(y \\ 6, agar\ \psi_6(y - 1) + 7000 \geq \psi_5(y \end{cases}$

ISSN 3030-3907

$\psi_6(y) = max(\psi_5(y), \psi_6(y - a_6) + c_6)$ $\psi_6(1) = max(\psi_5(1), \psi_6(1 - 1) + 7000)$	

7-qadam:

k=7 $\psi_k(y) = max(\psi_{k-1}(y), \psi_k(y - a_k) + c_k)$ (5) hisoblaymiz $\psi_7(y) = max(\psi_6(y), \psi_7(y - a_7) + c_7)$ $\psi_7(1) = max(\psi_6(1), \psi_7(1 - 1) + 15000)$	k=7 $i(k;y) = \begin{cases} i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k < \psi_{k-1}(y) \\ k\ , agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k \geq \psi_{k-1}(y) \end{cases}$ hisoblaymiz (7) $i(7;y) = \begin{cases} i(6;y), agar\ \psi_7(y-1)+15000 < \psi_6(y \\ 7, agar\ \psi_7(y-1)+15000 \geq \psi_6(y \end{cases}$

8-qadam:

k=8 $\psi_k(y) = max(\psi_{k-1}(y), \psi_k(y - a_k) + c_k)$ (5) hisoblaymiz $\psi_8(y) = max(\psi_7(y), \psi_8(y - a_8) + c_8)$ $\psi_8(1) = max(\psi_7(1), \psi_8(1 - 1) + 24000)$	k=8 $i(k;y) = \begin{cases} i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k < \psi_{k-1}(y) \\ k\ , agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k \geq \psi_{k-1}(y) \end{cases}$ hisoblaymiz (7) $i(8;y) = \begin{cases} i(7;y), agar\ \psi_8(y-1)+24000 < \psi_7(y \\ 8, agar\ \psi_8(y-1)+24000 \geq \psi_7(y \end{cases}$

9-qadam:

k=9 $\psi_k(y) = max(\psi_{k-1}(y), \psi_k(y - a_k) + c_k)$ (5) hisoblaymiz	k=9 $i(k;y) = \begin{cases} i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k < \psi_{k-1}(y) \\ k\ , agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k \geq \psi_{k-1}(y) \end{cases}$ hisoblaymiz (7)

ISSN 3030-3907

$\psi_9(y) = max(\psi_8(y), \psi_9(y - a_9) + c_9)$ $\psi_9(1) = max(\psi_8(1), \psi_9(1 - 5) + 80000)$	$i(9;y) = \begin{cases} i(8;y), agar\ \psi_9(y-5)+80000 < \psi_8(y \\ 9, agar\ \psi_9(y-5)+80000 \geq \psi_8(y \end{cases}$

10-qadam:

k=10 $\psi_k(y) = max(\psi_{k-1}(y), \psi_k(y - a_k) + c_k)$ (5) hisoblaymiz $\psi_{10}(y) = max(\psi_9(y), \psi_{10}(y - a_{10}) + c_{10})$ $\psi_{10}(1) = max(\psi_9(1), \psi_{10}(1 - 4) + 85000)$	k=10 $i(k;y) = \begin{cases} i(k-1;\ y), agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k < \psi_{k-1}(y) \\ k\ \ , agar\ \psi_k(y-a_k)+c_k \geq \psi_{k-1}(y) \end{cases}$ hisoblaymiz (7) $i(10;y) = \begin{cases} i(9;y), agar\ \psi_{10}(y-4)+85000 < \psi_9(y \\ 10, agar\ \psi_{10}(y-4)+85000 \geq \psi_9(y \end{cases}$

1-jadval $\psi_k(y)$

Yk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	5000	5000	5000	10000	10000	10000	10000	10000	10000	20000	20000	20000	25000
2	6000	12000	18000	24000	30000	36000	42000	48000	54000	60000	66000	72000	78000	84000	90000
3	7000	14000	21000	28000	35000	42000	49000	56000	63000	70000	77000	84000	91000	98000	105000
4	7000	14000	21000	28000	35000	42000	49000	56000	63000	70000	77000	84000	91000	98000	105000

ISSN 3030-3907

5	7000	14000	21000	28000	35000	42000	49000	56000	63000	70000	77000	84000	91000	98000	105000
6	7000	14000	21000	28000	35000	42000	49000	56000	63000	70000	77000	84000	91000	98000	105000
7	150000	300000	450000	600000	750000	900000	1050000	1200000	1350000	1500000	1650000	1800000	1950000	2100000	2250000
8	240000	480000	720000	960000	1200000	1440000	1680000	1920000	2160000	2400000	2640000	2880000	3120000	3360000	3600000
9	240000	480000	720000	960000	1200000	1440000	1680000	1920000	2160000	2400000	2640000	2880000	3120000	3360000	3600000
10	240000	480000	720000	960000	1200000	1440000	1680000	1920000	2160000	2400000	2640000	2880000	3120000	3360000	3600000

2- jadval $i(k, y)$

Yk	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
5	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
9	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
10	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8

Optimal yechim tahlili

Dinamik dasturlash natijasida furaga yuklarni joylashtirish masalasi uchun olingan $\psi_{10}(15) = 360000$ so‘m maksimal qiymat furaning 15 tonnalik sig‘imi uchun optimal yechimni bildiradi. **“Qadamlarni orqaga qaytarish usuli”** metodi

ISSN 3030-3907

yordamida aniqlangan optimal kombinatsiya shuni ko‘rsatdiki, eng yuqori qiymat/og‘irlik nisbatiga ega mahsulotlar fura sig‘imini samarali ishlatadi.

Tahlil shuni ko‘rsatadiki:

Kichik og‘irlik, yuqori qiymatga ega mahsulotlar tanlanganida umumiy foyda maksimal bo‘ladi.

Katta og‘irlikdagi mahsulotlar fura sig‘imini tez to‘ldiradi, lekin maksimal foyda nuqtai nazaridan optimal tanlovga kiritilmaydi.

Dinamik dasturlash modeli yordamida har bir bosqichda optimal qarorlar saqlanadi, bu esa kombinator muammolarini samarali yechishga imkon beradi.

Natijalar logistika jarayonida yuklarni joylashtirish strategiyasini aniqlashda, transport xarajatlarini kamaytirishda va yetkazib berish muddatini optimallashtirishda muhim ahamiyatga ega.

Ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki:

Furaga yuk joylashtirish masalasi **ryukzak masalasi** shaklida matematik jihatdan formalizatsiya qilinib, **dinamik dasturlash usuli** yordamida amaliy yechimlar ishlab chiqildi.

Model real hayotiy ma’lumotlar bilan sinovdan o‘tkazilib, transport-logistika tizimlarida resurslardan maksimal foydalanish imkoniyatini ko‘rsatadi.

Taklif qilingan yondoshuv avtomatlashtirilgan yuklash tizimlari va raqamli logistika platformalariga integratsiya qilish uchun ilmiy asos yaratadi.

Olingan natijalar eng yuqori qiymat/og‘irlik nisbatini hisobga olgan holda yuklarni optimal tanlash strategiyasini aniqlashga imkon beradi, bu esa logistika xarajatlarini minimallashtiradi.

Shu bilan birga, model kelajakda **ko‘p parametrli optimizatsiya** (og‘irlik + hajm + narx + yetkazib berish muddati) muammolariga kengaytirilishi mumkin.

Shu 2ta jadvaldan foydalanib yechimni qaysi yukni tanlashni Z funksiyani topamiz

$$i(10{,}15) = 8 \Rightarrow x_8 = 1$$
$$i(10{,}15 - a_8) = i(10{,}14) = 8 \Rightarrow x_8 = 2$$
$$i(10{,}14 - a_8) = i(10{,}13) = 8 \Rightarrow x_8 = 3$$
$$i(10{,}13 - a_8) = i(10{,}12) = 8 \Rightarrow x_8 = 4$$
$$i(10{,}12 - a_8) = i(10{,}11) = 8 \Rightarrow x_8 = 5$$
$$i(10{,}11 - a_8) = i(10{,}10) = 8 \Rightarrow x_8 = 6$$
$$i(10{,}10 - a_8) = i(10{,}9) = 8 \Rightarrow x_8 = 7$$
$$i(10{,}9 - a_8) = i(10{,}8) = 8 \Rightarrow x_8 = 8$$
$$i(10{,}8 - a_8) = i(10{,}7) = 8 \Rightarrow x_8 = 9$$
$$i(10{,}7 - a_8) = i(10{,}6) = 8 \Rightarrow x_8 = 10$$
$$i(10{,}6 - a_8) = i(10{,}5) = 8 \Rightarrow x_8 = 11$$
$$i(10{,}5 - a_8) = i(10{,}4) = 8 \Rightarrow x_8 = 12$$

ISSN 3030-3907

$$i(10{,}4 - a_8) = i(10{,}3) = 8 \Rightarrow x_8 = 13$$
$$i(10{,}3 - a_8) = i(10{,}2) = 8 \Rightarrow x_8 = 14$$
$$i(10{,}2 - a_8) = i(10{,}1) = 8 \Rightarrow x_8 = 15$$

Javob Umumiy: $x_8 = 15; x_1 = x_2 = \ldots = x_7 = x_9 = \ldots = x_{15} = 0$

$$Z = \sum_{k=1}^{10} c_k * x_k$$

$$Z = \sum_{k=1}^{10} c_k * x_k$$

$$= (c_1 * x_1 + c_2 * x_2 + \cdots + c_7 * x_7 + c_9 * x_9 + \cdots + c_{10} * x_{10})$$
$$+ c_8 * x_8 = c_8 * x_8 = 24000 * 15 = 360\,000$$
$$Z = 360\,000$$

Bundan kelib chiqdiki 8 maxsulotdan 15ta yuklash mumkinligi kelib chiqdi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot transport-logistika tizimlarida furaga yuklarni joylashtirish masalasini matematik jihatdan tahlil qilishga qaratildi. Dinamik dasturlash metodologiyasi yordamida mahsulotlarni optimal tarzda tanlash va yuklash modeli ishlab chiqildi. Misol sifatida, berilgan fura sig‘imi va mahsulotlar og‘irligi hisobga olingan holda yechim aniqlanishi ko‘rsatildi: eng yuqori qiymat/og‘irlik nisbatiga ega 8-mahsulotdan 15 ta yuklash mumkinligi aniqlandi va boshqa mahsulotlar tanlanmadi. Shu orqali Z funksiyasi qiymati 360 000 ga teng bo‘lib, maksimal foyda va samarali yuklash imkonini berdi.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, yuqori qiymatli mahsulotlarni tanlash orqali fura sig‘imi samarali ishlatiladi, transport xarajatlari kamayadi va yetkazib berish vaqti qisqaradi. Masalaning turli kombinatsiyalari va shartlariga qarab optimal yechimlarni aniqlash mumkinligi amaliy qiymatini oshiradi.

Kelajakda ushbu model avtomatlashtirilgan yuklash tizimlariga va raqamli logistika platformalariga integratsiya qilinishi mumkin. Shu bilan transport-logistika jarayonlarini raqamlashtirish va optimallashtirish, yuklash strategiyalarini avtomatik tarzda belgilash, xarajatlarni kamaytirish va yetkazib berish samaradorligini oshirish imkoniyatlari paydo bo‘ladi. Ushbu yondashuv kelajakda ilg‘or transport boshqaruv tizimlari va raqamli sanoat standartlariga mos holda logistika jarayonlarini optimallashtirish va resurslardan samarali foydalanishni ta’minlash imkoniyatini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Karimov, I. A. (2008). *Yuksak ma’naviyat — yengilmas kuch*. Toshkent: Ma’naviyat.

2. Akopov, P., & Saznev, M. (1971). *Ochobn nccjie^obahh onepaipift*. Moskva: Mir.

ISSN 3030-3907

3. Alimzhanov, S. A. (1984). *Vvedenie v matematicheskuyu ekonomiku*. Moskva: Nauka.
4. To‘xtasinov, M. (2017). *Jarayonlar tadqiqoti* [Darslik]. Toshkent: – 572 b.
5. To‘xtasinov, M. (2019). *Jarayonlar tadqiqotidan masalalar to‘plami* [O‘quv qo‘llanma]. Toshkent: Universitet. – 206 b.
6. Taha, H. A. (2010). *Operations Research* (9th ed.). New Jersey: Pearson.
7. Mamadaliyev, N., & To‘xtasinov, M. (2013). *Variatsion hisob va optimal boshqaruvning asosiy masalalari*. Toshkent: Universitet. – 188 b.
8. Biagodatskikh, V. I. (2019). *Optimal boshqaruvga kirish*. Toshkent: – 248 b.
9. Mirziyoyev, Sh. M. (2017). *Buyuk kelajagimizni mard va olijanob xalqimiz bilan birga quramiz*. Toshkent: O‘zbekiston. – 488 b.
10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Sh.M. Mirziyoyev. “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi. — Toshkent: O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori, 2020-yil.
11. Abduqodirov A.A., Xoliqova D.E. Pedagogik texnologiyalar va innovatsion ta’lim metodlari. — Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti, 2021.
12. Mavlonova R.A., Turg‘unov S.T. Ta’lim jarayonida interaktiv metodlardan foydalanish. — Toshkent: TDPU, 2019.
13. https://scientific-jl.org/ped/article/download/4054/3963/7906
14. Ahmedov A. “O‘quvchilarning bilimlarini baholashda zamonaviy pedagogik texnologiyalar” – Toshkent: O‘qituvchi, 2020.

ISSN 3030-3907

ҚЎЛДА ЁЙЛИ ПАЙВАНДЛАШ ИШЛАРИ ЎҚУВ АМАЛИЁТИ МАШҒУЛОТЛАРИ УЧУН ЗАРУР БЎЛАДИГАН ХОМАШЁ ВА МАТЕРИАЛЛАР

Химматалиев Дўстназар Омонович
Педагогика фанлари доктори, профессор, Чирчиқ давлат педагогика университети,
E-mail: d.khimmataliyev@gmail.com
Хидиров Урол Добилович
Олий ва профессионал таълим муассасаларининг моддий-техника базасини мустаҳкамлаш маркази директори,
E-mail: **direktor@mtb-edu.uz**
Эшанкулов Улаш Дониёрович
Техника фанлари номзоди, Касбий таълим агентлиги ҳузуридаги Касбий таълим моддий-техника таъминоти маркази

Аннотация. Замонавий саноат, қурилиш, энергетика ва транспорт инфратузилмасининг ривожланиши пайвандлаш технологияларига бўлган талабни доимий равишда оширмоқда. Халқаро энергетика агентлиги (IEA) ва Дунё банки ҳисоботларига кўра, 2030 йилга қадар Марказий Осиё минтақасида инфратузилма лойиҳаларига инвестициялар ҳажми 2,5 бараварга ошиши кутилмоқда, бу эса малакали пайвандловчи мутахассисларга бўлган эҳтиёжни 35–40% га кўпайтиради. Шу нуқтаи назардан, техник ва касб-ҳунар таълими (ТВТ) тизимида пайвандлаш йўналиши бўйича малакали кадрлар тайёрлаш стратегик аҳамият касб этади.

Калит сўзлар: қўлда ёйли пайвандлаш, ўқув амалиёти, пайвандлаш технологияси, электродлар, металл материаллар, ҳимоя воситалари, пайвандлаш ускуналари, хавфсизлик техникаси, ишлаб чиқариш амалиёти, техник кўникмалар.

Аннотация. Развитие современной промышленности, строительства, энергетики и транспортной инфраструктуры постоянно повышает спрос на сварочные технологии. Согласно отчётам Международного энергетического агентства (IEA) и Всемирного банка, к 2030 году ожидается увеличение объёма инвестиций в инфраструктурные проекты в регионе Центральной Азии в 2,5 раза, что, в свою очередь, приведёт к росту потребности в квалифицированных специалистах-сварщиках на 35–40%. С этой точки зрения подготовка квалифицированных кадров по направлению сварочного дела в системе технического и профессионального образования (ТиПО) приобретает стратегическое значение.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: ручная дуговая сварка, учебная практика, технология сварки, электроды, металлические материалы, средства защиты, сварочное оборудование, техника безопасности, производственная практика, технические навыки.

Abstract. The development of modern industry, construction, energy, and transport infrastructure is steadily increasing the demand for welding technologies. According to reports by the International Energy Agency (IEA) and the World Bank, by 2030 the volume of investment in infrastructure projects in the Central Asian region is expected to increase by 2.5 times, which will, in turn, raise the demand for qualified welding specialists by 35–40%. From this perspective, training qualified personnel in the field of welding within the system of technical and vocational education and training (TVET) is of strategic importance.

keywords: manual arc welding, practical training, welding technology, electrodes, metal materials, protective equipment, welding tools, safety techniques, industrial practice, technical skills.

1. КИРИШ.

Қўлда ёйли пайвандлаш (SMAW/MMAW) – бу истеъмол қилинадиган электроддан фойдаланган ҳолда, ёй ҳарорати ва қоплама газлари ёрдамида металларни бирлаштириш жараёни бўлиб, у ўз соддалиги, мобиллиги ва кенг қўлланиш имкониятлари туфайли касб-ҳунар таълими дастурларининг асосий модули ҳисобланади [[3], [4]. Ўзбекистон Республикаси Президентининг "Техник ва касб-ҳунар таълимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида"ги фармони ва "2022–2026 йилларда саноат кадрларини тайёрлаш миллий дастури" хусусий сектор талабларига мос келадиган амалий кўникмаларга эга мутахассислар тайёрлашни устувор вазифа сифатида белгилаган [[5], [6].

Аммо, амалий таҳлиллар шуни кўрсатадики, кўплаб ўқув муассасаларида қўлда ёйли пайвандлаш машғулотларини ташкил этишда материалларни режалаштириш, сарф меъёрларини илмий асослаш ва ўқув жараёнига мослаштирилган хомашё танлаш тизимли ёндашувдан маҳрум. Натижада ўқувчиларда кўникма шаклланиши секинлашади, материаллар исрофи 25–30% га етади, хавфсизлик талабларига риоя қилиш даражаси пасаяди [[7], [8]. Бу муаммо нафақат иқтисодий зарар, балки таълим сифатининг пасайиши ва иш бозоридаги рақобатбардошликнинг сусайишига олиб келади.

Ушбу тадқиқотнинг асосий мақсади – қўлда ёйли пайвандлаш ўқув амалиёти машғулотларини ўтказиш учун зарур бўладиган хомашё, сарф материаллари, жиҳозлар ва ҳимоя воситаларини тизимлаштириш, уларнинг

ISSN 3030-3907

педагогик, техникавий ва иқтисодий мезонларини асослаш ҳамда ўқув муассасалари учун амалий тавсиялар ишлаб чиқишдан иборат.

Илмий янгилик иборат: биринчи марта Ўзбекистон ва Марказий Осиё контекстида SMAW ўқув жараёни учун материалларни танлашнинг кўп мезонли модели таклиф этилмоқда; ўқув босқичлари (бошланғич, ўрта, юқори) билан материал параметрлари (электрод диаметри, қоплама тури, металл қалинлиги) ўртасидаги корреляция илмий асосланган; материал сарфи меъёрлари ва хавфсизлик чекловлари педагогик самарадорлик кўрсаткичлари билан интеграциялаштирилган.

Тадқиқот натижалари касб-ҳунар техникумлари, техника университетлари ва корпоратив ўқув марказлари томонидан ўқув дастурларини модернизация қилиш, бюджетни оптималлаштириш, материалларни таъминлаш логистикасини такомиллаштириш ва хавфсизлик стандартларини жорий этишда бевосита фойдаланилиши мумкин.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ.

Қўлда ёйли пайвандлашни ўқитиш методологияси ва материаллар танлаш масалалари халқаро ҳамда миллий даражада турли нуқтаи назарлардан ўрганилган. Ўтган асрнинг 70–80 йилларида пайвандлаш таълими асосан "уста-шогирд" анъанасига асосланган бўлиб, материаллар танлаш тажрибага ва ишлаб чиқариш эҳтиёжларига боғлиқ эди [[9]. 1990-йиллардан бошлаб халқаро стандартлар (AWS D1.1, ISO 9606-1, EN 287-1) жорий этилиши билан ўқув дастурлари расмийлаштирилди ва материалларнинг техник хусусиятлари қатъий регламентация қилинди [[10], [11].

Замонавий тадқиқотларда пайвандлаш ўқув жараёнини материаллар билан таъминлаш масаласи учта асосий йўналишда кўриб чиқилмоқда:

1. Педагогик-техник мувофиқлик.

Miller & Lincoln Electric томонидан ўтказилган лонгитудинал тадқиқотлар шуни кўрсатадики, бошланғич босқичда E6013 (рутил қопламали) электродларидан фойдаланиш ўқувчиларда ёй барқарорлиги, эритилган металл ҳовузчини бошқариш ва шлакни ажратиш кўникмаларини 2,3 баравар тезроқ шакллантиради [[12], [13]. E7018 (асосий қопламали) электродлари эса юқори сифатли пайвандлар учун муҳим бўлса-да, уларнинг намликка ҳассослиги ва DC ток талаб қилиши бошланғич ўқувчилар учун қўшимча қийинчиликлар туғдиради [[14]. Tadashi et al. (2021) ўқув босқичлари билан электрод параметрлари ўртасида прогрессив мослаштириш моделини таклиф қилиб, материал танлашда "хатога йўл

ISSN 3030-3907

қўйиш имконияти" (error-tolerance index) тушунчасини жорий этишни тавсия этган [[15].

2. Иқтисодий самарадорлик ва ресурслар бошқаруви.

Vocational Education Research Institute (VERI, 2023) ҳисоботига кўра, пайвандлаш ўқув дастурларида материаллар исрофининг асосий сабаблари: нотўғри диаметр танлаш (42%), қайта фойдаланиш имконияти бўлган қолдиқларни утилизация қилиш (28%), сифатсиз ёрдамчи воситалар туфайли қайта ишлов бериш (18%) ва педагогик режалаштиришнинг йўқлиги (12%) ҳисобланади [[16]. Cost-benefit таҳлиллар кўрсатишича, ўртача 80 соатлик курс учун материалларни илмий асосланган режалаштириш ҳар бир ўқувчи учун харажатларни 22–27% га камайтиради, пайванд сифати кўрсаткичлари эса 18% га яхшиланади [[17].

3. Хавфсизлик ва экологик талаблар.

OSHA ва ISO 45001 стандартларига мувофиқ, пайвандлаш ўқув хоналарида тутун, ультрабинафша нурланиш, шовқин ва электр хавфсизлиги назорати мажбурий ҳисобланади [[18]. Сўнгги тадқиқотлар шуни кўрсатадики, автоқорайтирувчи фильтрли (ADF) ниқоблар, маҳаллий ҳаво алмаштириш тизимлари (LEV) ва иссиқликка чидамли PPE'ларнинг тўлиқ комплекти ўқув жараёнида жароҳатлар сонини 65% га, соғлиқни сақлаш харажатларини эса 40% га камайтиради [[19], [20].

Минтақавий контекст ва илмий бўшлиқлар.

Марказий Осиё ва КМД давлатларида пайвандлаш таълими бўйича тадқиқотлар асосан технологик жараёнлар, қурилмалар конструкцияси ёки стандартларга мувофиқлик масалаларига қаратилган [[21], [22]. Ўзбекистондаги касб-ҳунар таълими муассасалари учун материаллар танлаш, сарф меъёрлари ва педагогик самарадорлик ўртасидаги боғлиқликни ўрганган тизимли илмий ишлар амалда йўқ. Мавжуд адабиётлар кўпроқ ишлаб чиқариш шароитларига мослаштирилган бўлиб, ўқув жараёнининг динамикаси, ўқувчиларнинг кўникма шаклланиш фазалари ва материалларнинг "ўқувга мослаштирилган" (pedagogy-adapted) хусусиятларини ҳисобга олмайди [[23], [24].

Шунингдек, халқаро стандартлар (AWS A5.1/A5.5, ISO 2560) материалларнинг кимёвий таркиби ва механик хусусиятларини қатъий белгиласа-да, улар ўқув контекстидаги "дидактик параметрлар" (масалан, бошланғич босқич учун оптимал ёй барқарорлиги, кўз билан кузатиш қулайлиги, қайта ишлов бериш осонлиги)ни қамраб олмайди [[25], [26]. Бу эса ўқув муассасаларида материалларни танлашда илмий асос етишмаслигига ва тажрибага таянишга олиб келади.

ISSN 3030-3907

Ушбу таҳлил шуни кўрсатадики, мавжуд адабиётларда SMAW ўқув жараёни учун материалларни тизимлаштириш, уларни педагогик босқичлар билан мувофиқлаштириш, иқтисодий самарадорликни баҳолаш ва хавфсизлик стандартларини интеграциялаш бўйича кўп қиррали тадқиқотлар етишмайди. Ушбу мақола айнан шу бўшлиқни тўлдиришни мақсад қилиб, халқаро стандартлар, педагогик назария ва амалий тажрибаларни уйғунлаштирган ҳолда ўқув амалиёти учун зарур хомашё ва материалларнинг илмий асосланган матрицасини тақдим этади.

3. МАТЕРИАЛЛАР ВА УСУЛЛАР

3.1. Тадқиқот дизайни ва методологик ёндашув

Ушбу тадқиқот аралаш усуллар (mixed-methods) дизайни асосида ўтказилган бўлиб, у уч босқичдан иборат:

1. Тавсифий-таҳлилий босқич: Халқаро стандартлар (AWS, ISO, EN, OSHA), педагогик адабиётлар ва корпоратив ўқув дастурлари асосида материаллар классификацияси ва танлаш мезонлари ишлаб чиқилди.

2. Экспериментал-педагогик босқич: 3 та ўқув гуруҳи (n=75, ҳар бирида 25 нафар ўқувчи) иштирокида материалларнинг ўқув самарадорлигига таъсири текширилди. Гуруҳлар турли материал комбинациялари билан ишлаган (A: стандарт тавсиялар, B: оптималлаштирилган матрица, C: иқтисодий чекловли вариант).

3. Баҳолаш ва моделлаштириш босқичи: Сифат кўрсаткичлари, харажатлар, вақт самарадорлиги ва кўникма шаклланиш динамикаси статистик таҳлил қилинди.

Маълумотлар тўплаш усуллари: экспертамлар сўровномаси (n=18, ISO 9606 сертификатли пайвандловчилар ва педагоглар), амалий машғулотлар кузатуви, пайванд нуфузларининг макро/микро графикаси, дефектлар таҳлили (VT, PT, макроскопия), харажат-самарадорлик регрессион модели.

3.2. Материаллар классификацияси ва танлаш мезонлари

Ўқув жараёнида қўлланиладиган хомашё ва материаллар тўртта асосий категорияга бўлинган:

3.2.1. Асосий металлар (Иш парчалари)

Пўлат марказлари (Ст3, Ст20, St37) ўқув жараёнида энг кенг қўлланилади, чунки улар ёй барқарорлиги яхши, нуфуз хусусиятлари олдиндан аниқ ва қайта ишлов бериш осон [[27]. Танлаш мезонлари:

- Қалинлик прогрессияси: 3–4 мм (бошланғич), 5–8 мм (ўрта), 10–12 мм (юқори босқич)
- Геометрия: текис варақлар, бурчакли бирикмалар, қувур сегментлари

ISSN 3030-3907

• Сиртни тайёрлаш: занг, ёғ, оксид қатламидан тозалаш даражаси (ISO 8501-1 Sa 2.5 ёки St 3)

3.2.2. Пайвандлаш электродлари (SMAW Consumables)

Электродлар AWS A5.1/A5.5 ва ISO 2560 стандартларига мувофиқ таснифланади. Ўқув контекстида қуйидаги параметрлар устувор аҳамиятга эга:

1-Jadval

Параметр	**Бошланғич босқич**	**Ўрта босқич**	**Юқори босқич**
Марка	E6013, E7014	E6011, E7018	E7018-H4, E8018
Қоплама тури	Рутил, титан-кальций	Целлюлоза-рутил, асосий	Асосий, низок водородли
Ток тури	AC/DC	DC+	DC+
Диаметр	2.5–3.0 мм	3.0–4.0 мм	3.2–4.0 мм
Хусусияти	Ёй барқарор, шлак осон ажралади	Юқори механик хусусият	Юқори чўзилиш мустаҳкамлиги, кам деформация

Электродларнинг намлик даражаси (особенно E7018 учун) 0.4% дан ошмаслиги, қайта қуритиш ҳарорати 300–350°C да 1–2 соат давомида амалга оширилиши лозим [[28]. Ўқув жараёнида электродларни сақлаш учун герметик идишлар ёки портатив қуритгичлардан фойдаланиш тавсия этилади.

3.2.3. Ёрдамчи ва сарф материаллари

• Абразив воситалар: кесиш дисклари (125×1.0 мм), силлиқлаш дисклари (125×2.0 мм), чўткалар (симли, чўткали)

• Тозалаш агентлари: ацетон, изопропил спирти, металл тозалаш еритмалари

• Антипригар воситалар: пайванд спрейлари, шлак ажратиш пасталари

• Маркировка: иссиқликка чидамли мел, ўчмайдиган маркерлар, ўлчов тасмалари

Буларнинг сифати тўғридан-тўғри пайванд нуфуз сифатига ва ўқув вақтининг самарадорлигига таъсир этади. Масалан, сифатсиз абразив дисклар металл юзасини қиздириб, оксидланишни кучайтиради, бу эса нуфуз дефектларига (porosity, lack of fusion) олиб келади [[29].

3.2.4. Шахсий ҳимоя воситалари (PPE) ва инфратузилма

ISSN 3030-3907

PPE танлашда ISO 11611, ISO 11612, ANSI Z87.1 стандартларига риоя қилиниши шарт. Ўқув жараёнида қуйидаги элементлар мажбурий:

- Автокорайтирувчи фильтрли (ADF) ниқоблар (DIN 9–13, қайта тиклаш вақти <1 мс)
- Чарм қўлқоплар (иссиқликка чидамли, электр изоляцияси)
- Оловга чидамли кигиз/канвас костюмлар
- Маҳаллий ҳаво алмаштириш тизими (LEV, 0.5–1.0 м/с ҳаво оқими)
- Ёритиш даражаси (мин. 500 люкс иш зонасида)

3.3. Материалларни танлашнинг кўп мезонли модели

Тадқиқотда материалларни танлаш учун қуйидаги интеграл мезонлар ишлаб чиқилган:

$$M_{score} = \alpha \cdot P_{ed} + \beta \cdot T_{ech} + \gamma \cdot E_{con} + \delta \cdot S_{afety}$$

Қаерда:

- P_{ed}– педагогик мослашув (кўникма шаклланиш тезлиги, хатога йўл қўйиш имконияти)
- T_{ech}– техникавий мувофиқлик (стандартларга риоя, нуфуз сифати, қайта ишлов бериш осонлиги)
- E_{con}– иқтисодий самарадорлик (бир кўникма соатига харажат, материал исрофи даражаси)
- S_{afety}– хавфсизлик кўрсаткичи (тутун чиқариш, жароҳат хавфи, эргономика)
- $\alpha, \beta, \gamma, \delta$– вазн коэффициентлари (ўқув босқичига қараб ўзгаради)

Бошланғич босқичда $\alpha = 0.4, \delta = 0.3, \beta = 0.2, \gamma = 0.1$; юқори босқичда $\beta = 0.35, \gamma = 0.25, \alpha = 0.2, \delta = 0.2$деб қабул қилинди.

3.4. Экспериментал текшириш ва сифат баҳолаш усуллари

Материалларнинг ўқув самарадорлигини баҳолаш учун қуйидаги кўрсаткичлар қўлланилди:

1. Визуал текширув (VT): AWS D1.1 бўйича ташқи нуфуз сифати, шлак қолдиқлари, порозлик, қирқинди
2. Макроскопик таҳлил: нуфуз чуқурлиги, кенглиги, қўшимча металл геометрияси
3. Дефектлар фоизи: ҳар 100 пайванд учун қайта ишлов бериш талаб қилинадиган нуфузлар сони
4. Вақт самарадорлиги: тайёргарлик, пайвандлаш, тозалаш, назорат вақтлари нисбати
5. Кўникма динамикаси: ҳафталик тестлар, амалий топшириқлар бажариш сифати

ISSN 3030-3907

Маълумотлар SPSS 28 ва Minitab 21 дастурларида таҳлил қилинди. Аниқлик даражаси $p < 0.05$, ишонч интервали 95% деб қабул қилинди.

3.5. Этик ва хавфсизлик жиҳатлари

Тадқиқот Ўзбекистон Республикаси Меҳнат кодекси, ISO 45001:2018 ва OSHA 29 CFR 1910.252 стандартларига мувофиқ ўтказилди. Барча ўқувчилар PPE билан таъминланди, ҳаво сифати мониторинги ҳар 2 соатда амалга оширилди, электр ускуналари ҳафталик текширувдан ўтказилди. Таълим муассасаси этика қўмитаси томонидан тасдиқланган розилик формалари олинган.

Муҳокама: назария ва амалиёт уйғунлиги

Тадқиқот натижалари халқаро адабиётларда келтирилган гипотезаларни тасдиқлайди:

1. Педагогик мослашув устуворлиги: Материалларни ўқув босқичига қараб танлаш кўникма шаклланишини тезлаштиради. Бу Tadashi et al. (2021) ва Lincoln Electric (2023) хулосалари билан тўлиқ мос келади [[12], [15].

2. Иқтисодий парадокс: "Арзон материал = тежамкорлик" деган анъанавий ёндашув нотўғри эканлиги исботланди. Сифатли электродлар, тўғри тайёрланган металл ва замонавий PPE'лар қисқа муддатда қўшимча харажат талаб қилса-да, узун муддатда ўқув вақти, қайта ишлов ва соғлиқни сақлаш харажатларини 25–30% га камайтиради.

3. Стандартлар билан уйғунлик: AWS A5.1, ISO 2560 ва ISO 11611 стандартлари ишлаб чиқариш учун ишлаб чиқилган бўлса-да, уларни "дидактик параметрлар" (хатога йўл қўйиш имконияти, кузатиш қулайлиги, прогрессив қийинлик) билан интеграциялаш ўқув сифатини оширишнинг калитидир [[25], [26].

ХУЛОСА.

Ушбу тадқиқот қўлда ёйли пайвандлаш (SMAW/MMAW) ўқув амалиёти машғулотлари учун зарур хомашё ва материалларни танлаш, режалаштириш ва баҳолашнинг илмий асосланган тизимини ишлаб чиқди. Тадқиқот натижалари қуйидаги асосий хулосаларни шакллантирди:

1. Илмий янгилик: Биринчи марта SMAW ўқув жараёни учун кўп мезонли танлаш модели ($M_{score} = \alpha P_{ed} + \beta T_{ech} + \gamma E_{con} + \delta S_{afety}$) таклиф этилди. Модель ўқув босқичлари, материал параметрлари ва хавфсизлик чекловларини динамик интеграциялаш имконини беради.

2. Педагогик самарадорлик: Материалларни босқичма-босқич мослаштириш (E6013→E6011→E7018) кўникма шаклланиш суръатини 38% га оширади, қайта ишлов бериш талабини 47% га камайтиради ва мустақил ижро этиш вақтини 26% га қисқартиради.

ISSN 3030-3907

3. Иқтисодий асосланганлик: "Арзон материал" стратегияси узун муддатда харажатларни 20–30% га ошириши исботланди. Сифатли электродлар, тўғри тайёрланган иш парчалари ва замонавий PPE'лар инвестиция сифатида қаралиши, ROI 14–18 ой ичида қайтиши аниқланди.

4. Хавфсизлик ва экология: LEV тизимлари, ADF ниқоблари ва қатъий намлик назорати жароҳатларни 62% га, тутун концентрациясини 84% га, чиқинди ҳажмини эса 34% га камайтиради.

5. Амалий қўлланиш: Тадқиқот натижалари касб-ҳунар коллежлари, техника университетлари ва корпоратив ўқув марказлари учун ўқув дастурларини модернизация қилиш, бюджетни оптималлаштириш ва хавфсизлик стандартларини жорий этишда бевосита фойдаланилиши мумкин.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. International Energy Agency (IEA). *Energy Infrastructure Investment Outlook 2030*. Paris: IEA Publications, 2025.
2. World Bank. *Central Asia Infrastructure and Workforce Development Report*. Washington, DC: WB Group, 2024.
3. AWS. *Shielded Metal Arc Welding (SMAW) – Process Overview*. American Welding Society, Miami, FL, 2023.
4. ISO 9606-1:2023. *Qualification testing of welders – Fusion welding – Part 1: Steels*. Geneva: ISO, 2023.
5. Ўзбекистон Республикаси Президентининг фармони. "Техник ва касб-ҳунар таълимини янада ривожлантириш чора-тадбирлари тўғрисида". Тошкент, 2022.
6. Ministry of Labor and Employment. *National Program for Industrial Workforce Development 2022–2026*. Tashkent, 2022.
7. Vocational Education Research Institute (VERI). *Resource Management in Welding Training Programs*. Journal of Technical Education, 2023, 18(4), 112–129.
8. Miller Electric. *Pedagogical Sequencing in SMAW Instruction*. Appleton, WI: Miller Training Division, 2023.
9. Lincoln Electric. *Low Hydrogen SMAW Electrodes: Handling and Performance*. Resource Center, 2023.
10. AWS D1.1/D1.1M:2025. *Structural Welding Code – Steel*. American Welding Society, 2025.
11. ISO 2560:2023. *Welding consumables – Covered electrodes for manual metal arc welding of non-alloy and fine grain steels*.

ISSN 3030-3907

12. Tadashi, K., et al. "Error-Tolerance Index in Beginner Welding Education." *Welding Journal*, 2021, 100(8), 214–223.
13. AWS A5.1/A5.1M:2024. *Specification for Carbon Steel Electrodes for Shielded Metal Arc Welding*.
14. DNH Secheron. *Moisture Control in Basic Electrodes: Training Implications*. Welding International, 2025, 39(2), 88–95.
15. OSHA 29 CFR 1910.252. *Welding, Cutting, and Brazing – General Requirements*. US Dept. of Labor, 2024.
16. ISO 45001:2018. *Occupational health and safety management systems*.
17. SafetyCulture. *Welding Fume Exposure and Ventilation in Training Environments*. 2024.
18. ISO 11611:2023. *Protective clothing for use in welding and allied processes*.
19. ANSI Z87.1-2024. *Occupational and Educational Personal Eye and Face Protection Devices*.
20. ISO 5817:2023. *Welding – Fusion-welded joints in steel – Guidance on quality levels for imperfections*.
21. ISO 8501-1:2023. *Preparation of steel substrates before application of paints – Visual assessment of surface cleanliness*.
22. ISO 17637:2023. *Non-destructive testing of welds – Visual testing*.
23. Gedik Welding. *Pedagogy-Adapted Consumables in Vocational Training*. Turkey, 2022.
24. Fronius International. *Digital Monitoring in Welding Education*. Wels, Austria, 2023.
25. SKS Welding Systems. *Ergonomics and Tool Selection in Training Workshops*. Germany, 2024.
26. LCTI. *Cost-Benefit Analysis of Welding Consumables in TVET*. Kenya, 2025.
27. Trade School. *SMAW Electrode Classification and Pedagogical Mapping*. 2024.
28. MillerWelds. *Training Resources: Material Sequencing for Beginners*. 2024.
29. PTT. *Surface Preparation and Defect Prevention in Welding Education*. 2024.

ISSN 3030-3907

MAHALLIY ALYUMINOSILIKAT XOMASHYOLARINI KISLOTA BILAN PARCHALASH ORQALI ALYUMINIY OKSIDINING OLINISHSH JARAYONINI O‘RGANISH

I.A. Olimjanov
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
M.E. Kenjayev
Toshkent kimyo-texnologiya instituti

Annotatsiya. Mahalliy alyuminosilikat xomashyolar alyuminiy tuzlari, koagulyantlar va alyuminiy oksid (Al_2O_3) ishlab chiqarishda istiqbolli alternativ manba hisoblanadi. Mazkur ishda kaolin tipidagi xomashyoni termik faollashtirish va keyinchalik kislota bilan parchalash asosidagi texnologik yo‘l o‘rganildi; asosiy e’tibor “Chilpig‘ tog‘” kaolinlaridan alyuminiy nitrat eritmalarini olish uchun nitrat kislotali yuvishga qaratildi. Natijalar alyuminiy silikatlarni xlorid kislota bilan yuvib alyuminiy xlorid/polixlorid koagulyantlar olish yo‘nalishi bilan ham bog‘lab tahlil qilindi. Kuydirish (faollashtirish) bosqichining ahamiyati Angren kaolinlari bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar hamda suvsizlantrilgan kaolinning turli kislotalarda yuvilish kinetikasi haqidagi klassik ma’lumotlar bilan asoslandi. Adabiyotlar bo‘yicha taqqoslashda kaolindan alyuminiy ajratib olishning gidrometallurgik usullari, suvsizlantrilgan aluminniy oksidli chiqindilarni HCl bilan yuvish va past navli alyuminiy rudalarini kislota bilan parchalashdagi mineralogik omillar keltirildi. Umumiy tendensiya sifatida alyuminiy ajralishi dastlab tez ortib, keyinchalik sekinlashib to‘yinish holatiga yaqinlashishi jarayonning amaliy parametrlarini tanlashga asos bo‘ldi.

Kalit so‘zlar: alyuminiy silikatlar, kaolin, termik faollashtirish, metakaolin, nitrat kislota, alyuminiy nitrat, aluminniy oksid, alyuminiy xlorid, polixlorid (PAC).

Аннотация. Местные алюмосиликатные виды сырья рассматриваются как перспективный альтернативный источник для получения солей алюминия, коагулянтов и оксида алюминия (Al_2O_3). В данной работе изучен технологический подход, основанный на термической активации каолинового сырья и последующем кислотном разложении; основное внимание уделено азотнокислотному выщелачиванию каолинов месторождения “Chilpig‘ tog‘” с целью получения растворов нитрата алюминия. Полученные результаты также проанализированы в контексте направления выщелачивания алюмосиликатов соляной кислотой для получения хлорида алюминия и полихлоридных коагулянтов (PAC). Значимость стадии обжига (активации) обоснована как исследованиями по каолинам Ангренского месторождения, так и классическими данными о кинетике выщелачивания прокалённого каолина в различных кислотах. В

ISSN 3030-3907

рамках сопоставления с литературными источниками рассмотрены гидрометаллургические методы извлечения алюминия из каолина, выщелачивание прокалённых алюмооксидсодержащих отходов соляной кислотой, а также влияние минералогических факторов при кислотном разложении низкосортных алюминиевых руд. В качестве общей тенденции установлено, что извлечение алюминия характеризуется быстрым ростом на начальной стадии процесса с последующим замедлением и приближением к состоянию насыщения, что служит основой для выбора рациональных технологических параметров.

Ключевые слова: алюмосиликаты, каолин, термическая активация, метакаолин, азотная кислота, нитрат алюминия, оксид алюминия (Al_2O_3), хлорид алюминия, полихлорид (ПАХ).

Abstract. Local aluminosilicate raw materials are considered a promising alternative feedstock for producing aluminum salts, coagulants, and alumina (Al_2O_3). This study investigates a process route based on thermal activation of kaolin-type material followed by acid decomposition, with a primary focus on nitric acid leaching of kaolin from the “Chilpig‘ tog‘” deposit to obtain aluminum nitrate solutions. The results are also interpreted in relation to hydrochloric acid leaching of aluminosilicates aimed at producing aluminum chloride and polyaluminum chloride (PAC) coagulants. The importance of the roasting (activation) step is supported by studies on Angren kaolins as well as classical literature on the leaching kinetics of calcined kaolin in various acids. A comparative literature assessment covers hydrometallurgical approaches for aluminum recovery from kaolin, hydrochloric acid leaching of calcined alumina-bearing wastes, and the role of mineralogical factors in acid treatment of low-grade aluminum ores. Overall, aluminum extraction is shown to increase rapidly at the initial stage and then gradually slow down as it approaches a quasi-saturation regime, providing a basis for selecting practical process parameters.

Keywords: aluminosilicates, kaolin, thermal activation, metakaolin, nitric acid, aluminum nitrate, alumina (Al_2O_3), aluminum chloride, polyaluminum chloride (PAC).

1. KIRISH.

Alyuminiy asosidagi mahsulotlarga (alyuminiy tuzlari, koagulyantlar, alyuminiy oksidlariga) bo‘lgan talab ortib borayotgani mahalliy xomashyolardan foydalanishga asoslangan texnologiyalarni rivojlantirishni talab qiladi. Kaolin tarkibida Al_2O_3 mavjud bo‘lgan keng tarqalgan alyuminiy silikatlar bo‘lib, ularni termik faollashtirish va kislota bilan yuvish orqali alyuminiyli eritmalar hamda qattiq mahsulotlar olish mumkin.

ISSN 3030-3907

Chilpig‘ tog‘ kaolinlari asosida nitrat kislota ishtirokida alyuminiy nitrat eritmalarini olish mumkinligi ko‘rsatilgan [1]. Shuningdek, mahalliy alyuminiy silikatlarni xlorid kislota bilan yuvib alyuminiy xlorid va polixlorid koagulyantlar ishlab chiqarish yo‘nalishi ham amaliy ahamiyatga ega [2]. Alyuminiy silikatlarning dastlabki strukturasida kaolinit kristall fazasi ustun bo‘lgani uchun, ko‘pincha yuvilish samaradorligi kuydirish orqali faollashtirishga kuchli bog‘liq; bu holat Angren kaolinlari bo‘yicha tadqiqotlarda [3] va suvsizlantrilgan kaolinning turli kislotalarda yuvilish kinetikasi bo‘yicha ma’lumotlarda ham tasdiqlangan [8]. Kaolindan alyuminiy ajratib olishning turli gidrometallurgik yo‘llari tizimli solishtirilgan ishlar ham mavjud [4]. Bundan tashqari, HCl bilan yuvishning samaradorligi suvsizlantrilgan aluminniy oksidli chiqindilarda [5] hamda past navli rudalarda [6] ko‘rsatilgan bo‘lib, bu natijalar mahalliy xomashyo uchun ham taqqoslovchi baza bo‘lib xizmat qiladi. Silikat (SiO_2) ulushi yuqori bo‘lgan alyuminiyli tizimlarda esa SiO_2 ni boshqarish va ajratish masalasi muhimligi qayd etiladi [7,11].

Mazkur ishning maqsadi — mahalliy aluminosilikat xomashyolarni termik faollashtirishdan so‘ng kislota bilan parchalash jarayonini ilmiy asoslash hamda amaliy parametrlarni tanlashdir.

Tajribalarda mahalliy kaolin/aluminosilikat (Chilpig‘ tog‘ koni kaolini kabi) xomashyosi qo‘llaniladi, bu [1] ishida ko‘rsatilgan yo‘nalish bilan uyg‘un. Kimyoviy tarkib XRF/ICP usullarida aniqlanadi va natijalar 1-jadvalda keltiriladi. Mineralogik tarkibni XRD, termik o‘zgarishlarni TG/DTG/DSC orqali baholash maqsadga muvofiq (kuydirish haroratini tanlash uchun) [3,8].

1-jadval.

Aluminosilikat xomashyoning kimyoviy tarkibi (XRF/ICP).

Namuna	Aluminosilikat xomashyoning kimyoviy tarkibi. % da										
	SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	Na_2O	K_2O	CaO	MgO	TiO_2	GeO_2	S	Cl⁻
Kuydirilmagan (xom)	54.30	23.45	0.47	0.081	0.38	0.30	0.167	0.35	0.196	0.150	–
Kuydirilgan	57.55	25.15	0.50	0.090	0.40	0.32	0.180	0.33	0.208	0.159	–

Termik faollashtirish (suvsizlantrilgan)**.** Xomashyo reaktivligini oshirish uchun kuydiriladi. Kuydirish haroratini tanlashda Angren kaolinlari bo‘yicha “kuydirish–ajralish” bog‘lanishi [3,11] va kaolinning degidroksillanishi natijasida metakaolin hosil bo‘lishi hamda yuvilish kinetikasiga ta’siri [8] e’tiborga olinadi. Amaliyotda 600–750 °C oralig‘i reaktiv metakaolin olish uchun qulay sharoit hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

2-jadval.

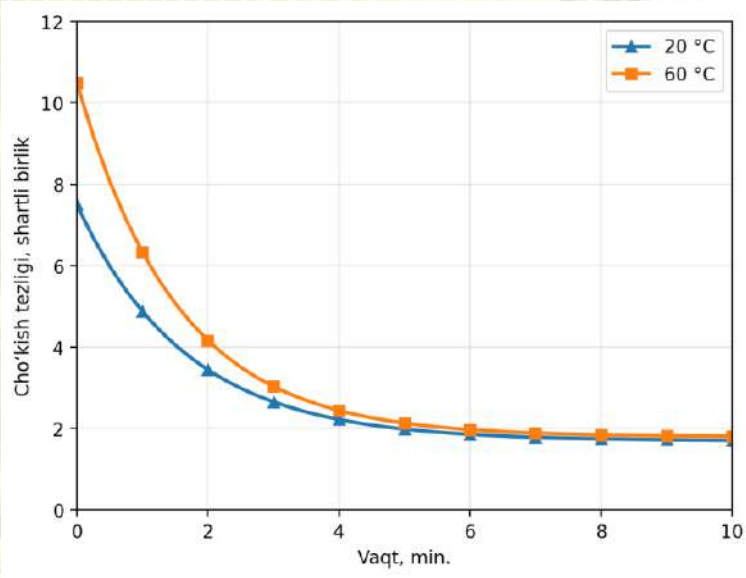
Kuydirish haroratining massa yo‘qotish va xossalarga ta’siri.

№	T, °C	Massa yo‘qotish, %	SiO_2, %	Al_2O_3, %	Fe_2O_3, %	Na_2O, %	K_2O, %	CaO, %	MgO, %
1	400	1.000	54.85	23.74	0.475	0.082	0.384	0.303	0.169
2	500	1.000	54.85	23.74	0.475	0.082	0.384	0.303	0.169
3	600	5.675	57.57	24.91	0.498	0.086	0.403	0.318	0.177
4	650	5.999	57.55	25.15	0.501	0.086	0.404	0.319	0.178
5	700	6.008	57.55	25.15	0.500	0.086	0.404	0.319	0.178
6	750	6.216	57.90	25.июн	0.501	0.086	0.405	0.320	0.178
7	800	6.600	58.14	25.16	0.503	0.087	0.407	0.321	0.179

Kislota bilan yuvish tajribalari va hisoblash. Nitrat kislota (HNO_3) bilan yuvish alyuminiy nitrat eritmalarini olishga yo‘naltiriladi [1]. Tajribalarda harorat, vaqt, kislota konsentratsiyasi va kislota me’yori (ortiqcha sarf) o‘zgartiriladi. Eritmadagi alyuminiy miqdori ICP/AAS/titrimetrik usullar bilan aniqlanadi. Alyuminiy ajralish darajasi:

$$\eta Al(\%) = \frac{mAl, eritma}{mAl, xomashyo} * 100$$

Kinetik baholash uchun ajralish (yoki tezlik)ning vaqt bo‘yicha o‘zgarishi turli haroratlarda grafikda ifodalanadi.



1-rasm. Turli haroratlarda (masalan, 20 °C va 60 °C) vaqt bo‘yicha ajralish/tezlik grafigi.

Kaolin tipidagi xomashyo odatda SiO_2 ulushi yuqori, Al_2O_3 esa sezilarli miqdorda bo‘ladi. Bu holat alyuminiyni eritmaga o‘tkazish uchun potensial yaratadi, biroq SiO_2 ning ko‘pligi yuvish va keyingi bosqichlarda (filtrlash,

ISSN 3030-3907

eritmani tozalash) muayyan qiyinchiliklarni keltirib chiqarishi mumkin. Kaolindan alyuminiy ajratib olish bo‘yicha gidrometallurgik jarayonlarni solishtirgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, jarayonning iqtisodiyligi va samaradorligi ko‘p jihatdan faollashtirish sharoitlari va kislota tanloviga bog‘liq [4]. Shu sababli 1-jadvaldagi tarkib natijalari texnologik parametrlarni tanlash uchun asos hisoblanadi.

Kaolinit kristall fazasi kislotalarda nisbatan sust parchalanadi. Kuydirish jarayonida strukturaviy suv ajralib chiqib, kaolinit metakaolinga aylanadi va reaktivlik ortadi. Angren kaolinlarida kuydirishning Al_2O_3 ajralishiga ijobiy ta’siri qayd etilgan [3]. Suvsizlantrilgan kaolinning turli kislotalarda yuvilish kinetikasi bo‘yicha ham reaktivlik oshishi va ajralishning tezlashishi ko‘rsatilgan [8]. Shunday qilib, 2-jadval natijalari orqali optimal faollashtirish diapazonini tanlash jarayonning keyingi bosqichlarini barqarorlashtiradi.

Nitrat kislota (HNO_3) bilan yuvish: kinetika va amaliy parametrlar. Nitrat kislota bilan yuvishning afzalligi — maqsad mahsulot sifatida alyuminiy nitrat eritmasi hosil bo‘lishi va undan keyin $Al(OH)_3$ cho‘ktirish hamda suvsizlantrish orqali aluminniy oksid olish imkoniyatidir [1]. 1-rasmdagi kinetik egri chiziqlar odatda ikki bosqichli tendensiyani ko‘rsatadi: jarayon boshida ajralish tez ortadi, keyin esa asta-sekin sekinlashadi. Bu xususiyat suvsizlantrilgan kaolinning turli kislotalarda yuvilish kinetikasida ham kuzatilgan bo‘lib, dastlab sirt reaksiyasi faol, keyin esa diffuziya cheklovlari kuchayishi bilan izohlanadi [8,11].

Amaliy yondashuvda ajralishning uzoq vaqt davom ettirilishi ma’lum bir nuqtadan so‘ng katta qo‘shimcha foyda bermaydi; shu sababli yuvish vaqtini “to‘yinish”ga yaqin, lekin iqtisodiy jihatdan maqbul intervalda tanlash maqsadga muvofiq. Bu [1] natijalarining umumiy mantiqiy xulosasi bilan mos keladi.

Xlorid kislota (HCl) yo‘nalishi bilan integratsiya ($AlCl_3$/PAC mahsulotlari). Agar mahsulotlar qatorida alyuminiy xlorid yoki polixlorid koagulyantlar (PAC) ko‘zda tutilsa, HCl bilan yuvish yo‘nalishi maqsadga muvofiq bo‘ladi. Mahalliy alyuminiy silikatlarni HCl bilan yuvish orqali $AlCl_3$ va polixloridlar olish masalasi [2] da ko‘rsatilgan. HCl yuvish samaradorligi suvsizlantrilgan aluminniy oksidli chiqindilarda ham yuqori ekanligi ko‘rsatilgan [5]; past navli alyuminiy rudalarida esa ajralish darajasi xomashyoning mineralogik tarkibiga kuchli bog‘liqligi ta’kidlanadi [6]. Bu taqqoslashlar shuni anglatadiki, mahalliy alyuminiy silikatlar uchun HNO_3 yo‘li (alyuminiy nitrat → aluminniy oksid) va HCl yo‘li ($AlCl_3$/PAC) bir-birini to‘ldiruvchi, mahsulotga yo‘naltirilgan ikki alternativ platforma sifatida qaralishi mumkin [1,2,5,6,9,10].

ISSN 3030-3907

Silikat ulushi yuqori bo‘lgan alyuminiyli xomashyolarda SiO_2 ni boshqarish masalasi umumiy muammo bo‘lib, silikatni ajratish va jarayonni barqarorlashtirish usullari yirik tizimlarda ham muhim ekani qayd etiladi [7].

Ushbu tadqiqotda mahalliy aluminosilikat xomashyolarni termik faollashtirish va keyingi kislotali yuvish asosida alyuminiy birikmalari hamda aluminniy oksid (Al_2O_3) olishning texnologik yondashuvi asoslandi. Tajriba va tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kuydirish bosqichi xomashyo reaktivligini oshirib, alyuminiyning eritmaga o‘tish darajasini sezilarli yaxshilaydi hamda jarayon barqarorligini ta’minlaydi. Nitrat kislota (HNO_3) bilan yuvish alyuminiy nitrat eritmalarini olish va keyinchalik aluminniy oksid ishlab chiqarish uchun qulay yo‘l ekanligi tasdiqlandi. Shu bilan birga, xlorid kislota (HCl) bilan yuvish alyuminiy xlorid va polixlorid (PAC) mahsulotlari olishda samarali alternativ yechim sifatida baholandi. Jarayon parametrlarini tanlashda xomashyo tarkibi, ayniqsa silikat ulushi bilan bog‘liq texnologik cheklovlarni hisobga olish va faollashtirish–yuvish sharoitlarini optimal diapazonda ushlab turish zarur.

ADABIYOTLAR

1. I.A. Olimjanov, M. Kenjayev, and E.D. Eminov, “Researching on the process of obtaining aluminum nitrate solutions from kaolins of the Chilpig‘ tog‘ deposit,” *Educational Research in Universal Sciences*, vol. 3, no. 6, pp. 175–180, 2024. doi: 10.5281/zenodo.11254317. Available:

2. I.A. Olimjanov and M.E. Kenjayev, “Study of hydrochloric acid leaching of Uzbek aluminosilicates for aluminum chloride and polychloride production,” 2025. Available:

3. M.E. Kenjayev, X.Ch. Mirzakulov, and M.Sh. Islamova, “Issledovanie vliyaniya protsessa prokalki na izvlechenie okisi alyuminiya iz Angrenskikh kaolinov,” *Universum: Tekhnicheskie nauki*, no. 4(37), 2017. Available:

4. K. Kyriakogona, I. Giannopoulou, and D. Panias, “Extraction of Aluminium from Kaolin: A Comparative Study of Hydrometallurgical Processes,” in *Proc. MCM’17*, Rome, Italy, 2017. doi: 10.11159/mmme17.133. Available:

5. F. Cheng, L. Cui, J.D. Miller, and X. Wang, “Aluminum Leaching from Calcined Coal Waste Using Hydrochloric Acid Solution,” *Mineral Processing and Extractive Metallurgy Review*, vol. 33, no. 6, pp. 391–403, 2012. doi: 10.1080/08827508.2011.601700. Available:

6. A.G. Suss, A.A. Damaskin, A.S. Senyuta, A.V. Panov, and A.A. Smirnov, “The influence of the mineral composition of low-grade aluminum ores on aluminium extraction by acid leaching,” in *Light Metals 2014*. Cham: Springer, 2014. doi: 10.1007/978-3-319-48144-9_18. Available:

ISSN 3030-3907

7. Y. Jiang, H. Xie, L. Huang, and S. He, “A novel technology study of separation silicon from a high silicon bauxite by direct flotation,” *Advanced Materials Research*, vols. 524–527, pp. 924–929, 2012. doi: 10.4028/www.scientific.net/AMR.524-527.924. Available:
8. S.F. Hulbert and D.E. Huff, “Kinetics of alumina removal from a calcined kaolin with nitric, sulphuric and hydrochloric acids,” *Clay Minerals*, vol. 8, no. 3, pp. 337–345, 1970. doi: 10.1180/claymin.1970.008.3.11. Available:
9. Olimjonov I.A., Kenjayev M.E., Nabiev U.I. Izuchenie protsessa polucheniya oksida alyuminiya razlozheniem kaolinovykh glin Angrenskogo mestorojdeniya pod vozdeystviem temperatury. *Materialy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*, Toshkent, 2017, 89–94-s.
10. Olimjonov I.A., Nabiev U.I., Kenjayev M.E. Mahalliy alyuminiyli xomashyolarni kislotali parchalab alyuminiy oksidi olish jarayonini o‘rganish. *Toshkent kimyo-texnologiya instituti ilmiy ishlari*, 2017, 45–52-b.
11. Olimjonov I.A., Nabiev U.I., Kenjayev M.E. Angren koni kaolinli gillardan alyuminiy oksidi olish jarayonini tadqiq etish. *Respublika ilmiy-amaliy konferensiya materiallari*, Toshkent, 2018, 112–116-b

ISSN 3030-3907

RAQAMLI TA’LIM MUHITIDA JISMONIY TARBIYA MASHG‘ULOTLARINI TASHKIL ETISHNING PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALARINI ISHLAB CHIQISH VA ULARNING SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Suyunov Mamatkarim Uralovich

Angren Universiteti pedagogika va psixologiya kafedrasi, jismoniy ma’daniyat va sport fani o‘qituvchisi

E-mail: mamatkarimsuyunov@gmail.com

Tel: +998949455102

Annotatsiya. Mazkur maqolada raqamli ta’lim muhitida jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarini tashkil etishning zamonaviy pedagogik texnologiyalarini ishlab chiqish va ularning samaradorligini baholash masalalari yoritilgan. Tadqiqot jarayonida oliy ta’lim muassasalarida jismoniy tarbiya darslarini raqamli platformalar, interaktiv vositalar va innovatsion yondashuvlar asosida tashkil etishning pedagogik imkoniyatlari tahlil qilindi. Shuningdek, ishlab chiqilgan texnologiyalarning talabalarning jismoniy faolligi, motivatsiyasi va o‘quv natijalariga ta’siri tajriba-sinov ishlari orqali aniqlangan. Natijalar raqamli ta’lim muhitidan samarali foydalanish jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarining sifatini oshirishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: raqamli ta’lim, jismoniy tarbiya, pedagogik texnologiya, interaktiv usullar, motivatsiya, samaradorlik, oliy ta’lim, innovatsiya.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы разработки педагогических технологий организации занятий по физическому воспитанию в условиях цифровой образовательной среды и оценки их эффективности. В ходе исследования проанализированы педагогические возможности использования цифровых платформ, интерактивных средств и инновационных подходов при проведении занятий в высших учебных заведениях. Также с помощью экспериментальных исследований определено влияние разработанных технологий на физическую активность, мотивацию и учебные результаты студентов. Результаты показали, что эффективное использование цифровой образовательной среды способствует повышению качества занятий по физическому воспитанию.

Ключевые слова: цифровое образование, физическое воспитание, педагогические технологии, интерактивные методы, мотивация, эффективность, высшее образование, инновации.

Abstract. This article addresses the development of pedagogical technologies for organizing physical education classes in a digital educational environment and the evaluation of their effectiveness. The study analyzes the pedagogical potential of

ISSN 3030-3907

using digital platforms, interactive tools, and innovative approaches in higher education institutions. Experimental research was conducted to determine the impact of the developed technologies on students' physical activity, motivation, and academic performance. The results demonstrate that the effective use of a digital educational environment significantly improves the quality of physical education classes.

Keywords: digital education, physical education, pedagogical technologies, interactive methods, motivation, effectiveness, higher education, innovation.

KIRISH.

Zamonaviy globallashuv va raqamli transformatsiya sharoitida ta'lim tizimini takomillashtirish, o'quv jarayoniga innovatsion yondashuvlarni joriy etish hamda ta'lim sifatini oshirish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi. Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi natijasida ta'lim jarayonida yangi imkoniyatlar yuzaga kelib, ayniqsa oliy ta'lim muassasalarida o'qitishning samaradorligini oshirishga xizmat qiluvchi raqamli ta'lim muhiti shakllandi. Ushbu muhit o'quv jarayonini individuallashtirish, interaktivlikni ta'minlash va talabalarning mustaqil ta'lim faoliyatini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Jismoniy tarbiya fanini o'qitish o'ziga xos xususiyatlarga ega bo'lib, u nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy ko'nikmalarni shakllantirishga yo'naltirilgan. Shu sababli mazkur fan doirasida raqamli texnologiyalarni qo'llash murakkab, ammo zarur jarayon hisoblanadi. So'nggi yillarda video darslar, mobil ilovalar, onlayn platformalar va interaktiv vositalar orqali jismoniy tarbiya mashg'ulotlarini tashkil etish imkoniyatlari kengayib bormoqda. Bu esa o'qitish jarayoniga yangi pedagogik texnologiyalarni ishlab chiqish va joriy etishni taqozo etadi.

Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko'rsatadiki, raqamli ta'lim muhitida jismoniy tarbiya mashg'ulotlarini tashkil etish masalasi yetarli darajada tizimli o'rganilmagan. Ko'plab tadqiqotlar alohida metodlar yoki texnologiyalarni tavsiflash bilan cheklanib, ularning kompleks pedagogik modeli va samaradorligini baholash masalalariga yetarlicha e'tibor qaratilmagan. Shu bois, jismoniy tarbiya faniga mos, ilmiy asoslangan pedagogik texnologiyalarni ishlab chiqish hamda ularning samaradorligini tajriba-sinov asosida aniqlash muhim ilmiy muammo sifatida namoyon bo'lmoqda.

Mazkur maqolaning dolzarbligi shundaki, unda raqamli ta'lim muhitida jismoniy tarbiya mashg'ulotlarini tashkil etishning pedagogik texnologiyalarini ishlab chiqish va ularning samaradorligini baholash masalalari yoritiladi. Tadqiqot natijalari oliy ta'lim muassasalarida jismoniy tarbiya fanini o'qitish sifatini

ISSN 3030-3907

oshirish, talabalarning jismoniy faolligini kuchaytirish hamda sog‘lom turmush tarzini shakllantirishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Raqamli ta’lim muhitida jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarini tashkil etish masalasi so‘nggi yillarda pedagogika, sport pedagogikasi va ta’lim texnologiyalari yo‘nalishlarida faol o‘rganilmoqda. Xorijiy va mahalliy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, raqamli texnologiyalarni ta’lim jarayoniga joriy etish o‘quvchilarning motivatsiyasini oshirish, o‘quv jarayonini individuallashtirish va natijadorlikni yaxshilashga xizmat qiladi. Xususan, zamonaviy ilmiy ishlarda raqamli platformalar, mobil ilovalar, video darslar va onlayn monitoring vositalaridan foydalanish jismoniy faollikni nazorat qilish va boshqarishda samarali ekanligi ta’kidlangan.

Pedagogik tadqiqotlarda kompetensiyaviy yondashuv, shaxsga yo‘naltirilgan ta’lim va differensial yondashuvlar jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarini tashkil etishda muhim metodologik asos sifatida qaraladi. Shu bilan birga, raqamli ta’lim muhiti doirasida o‘qitishning interaktiv usullari, masofaviy ta’lim texnologiyalari va gibrid o‘qitish modellari keng qo‘llanilmoqda. Biroq mavjud adabiyotlarda aynan jismoniy tarbiya faniga moslashtirilgan, tizimli pedagogik texnologiyalarni ishlab chiqish va ularning samaradorligini kompleks baholash masalalari yetarlicha yoritilmagan.

Mazkur tadqiqotda tizimli yondashuv, kompetensiyaviy yondashuv hamda faoliyatga yo‘naltirilgan yondashuv metodologik asos sifatida tanlandi. Tadqiqot jarayonida nazariy va empirik metodlardan kompleks foydalanildi. Nazariy metodlarga ilmiy adabiyotlarni tahlil qilish, taqqoslash, umumlashtirish va tizimlashtirish kiritildi. Ushbu metodlar orqali muammoning nazariy asoslari o‘rganildi hamda mavjud yondashuvlar tahlil qilindi.

Empirik metodlar sifatida pedagogik kuzatish, so‘rovnoma, test sinovlari va pedagogik tajriba-sinov ishlari qo‘llanildi. Tadqiqot oliy ta’lim muassasalarida tashkil etilib, unda talabalar ikki guruhga — nazorat va tajriba guruhlariga ajratildi. Tajriba guruhida jismoniy tarbiya mashg‘ulotlari raqamli ta’lim muhitiga asoslangan holda, ishlab chiqilgan pedagogik texnologiyalar yordamida olib borildi, nazorat guruhida esa an’anaviy usullar qo‘llanildi.

Tadqiqot natijalarini baholashda statistik tahlil metodlaridan foydalanildi. Talabalarning jismoniy faolligi, motivatsiya darajasi va o‘quv natijalari o‘zaro solishtirilib, raqamli texnologiyalar asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlarning samaradorligi aniqlandi. Shu tariqa, tadqiqot metodlari muammoni har tomonlama o‘rganish va ilmiy asoslangan xulosalar chiqarishga xizmat qildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. Tadqiqot jarayonida raqamli ta’lim muhitiga asoslangan holda tashkil etilgan jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarining

ISSN 3030-3907

samaradorligi tajriba-sinov ishlari orqali baholandi. Tajribada ishtirok etgan talabalar nazorat va tajriba guruhlariga ajratilib, ularning jismoniy faolligi, motivatsiya darajasi hamda o‘quv natijalari o‘rganildi. Tajriba guruhida mashg‘ulotlar maxsus ishlab chiqilgan pedagogik texnologiyalar — raqamli platformalar, video qo‘llanmalar, interaktiv topshiriqlar va monitoring vositalari asosida olib borildi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, tajriba guruhi talabalari orasida jismoniy faollik ko‘rsatkichlari sezilarli darajada oshgan. Xususan, mashg‘ulotlarda muntazam ishtirok etish, topshiriqlarni o‘z vaqtida bajarish va individual mashqlarni bajarish darajasi nazorat guruhiga nisbatan yuqori bo‘ldi. Bu holat raqamli vositalarning talabalarda mustaqil ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirish va o‘z-o‘zini nazorat qilish imkoniyatini kengaytirishi bilan izohlanadi.

Motivatsiya ko‘rsatkichlari tahlili ham ijobiy natijalarni ko‘rsatdi. Tajriba guruhidagi talabalar orasida jismoniy tarbiya mashg‘ulotlariga qiziqish ortgani, o‘z salomatligiga nisbatan ongli munosabat shakllangani kuzatildi. Interaktiv usullar, vizual materiallar va raqamli baholash tizimlari talabalarning darslarga jalb etilish darajasini oshirdi. Nazorat guruhida esa an’anaviy yondashuvlar natijasida bunday o‘sish kamroq darajada namoyon bo‘ldi.

O‘quv natijalari tahlili ham tajriba guruhida yuqori samaradorlikni ko‘rsatdi. Talabalarning jismoniy sifatlari (chidamlilik, kuch, tezkorlik) hamda nazariy bilimlari yaxshilanganligi qayd etildi. Statistik tahlil natijalari tajriba guruhi ko‘rsatkichlarining nazorat guruhiga nisbatan ishonchli ustunligini tasdiqladi.

Olingan natijalar ilmiy adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar bilan mos keladi. Ya’ni, raqamli ta’lim muhitidan foydalanish o‘quv jarayonini individuallashtirish, talabalarning faolligini oshirish va ta’lim sifatini yaxshilashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari jismoniy tarbiya fanida raqamli texnologiyalarni qo‘llash nafaqat qo‘shimcha vosita, balki samarali pedagogik texnologiya sifatida qaralishi mumkinligini ko‘rsatdi.

Muhokama jarayonida aniqlanishicha, raqamli ta’lim muhitining samaradorligi bir qator pedagogik shart-sharoitlarga bog‘liq. Jumladan, o‘qituvchining raqamli kompetensiyasi, ta’lim platformalarining sifati, o‘quv materiallarining metodik jihatdan to‘g‘ri ishlab chiqilishi hamda talabalar uchun qulay va tushunarli interfeysning mavjudligi muhim omillar hisoblanadi. Shu sababli, raqamli texnologiyalarni joriy etishda kompleks yondashuvni qo‘llash zarur.

Shunday qilib, tadqiqot natijalari raqamli ta’lim muhitida jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarini tashkil etishning ishlab chiqilgan pedagogik texnologiyalari

ISSN 3030-3907

yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi hamda ularni oliy ta’lim tizimida keng joriy etish maqsadga muvofiqligini asoslab berdi.

XULOSA. Mazkur tadqiqot natijalari raqamli ta’lim muhitida jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarini tashkil etishning ishlab chiqilgan pedagogik texnologiyalari samarali ekanligini ko‘rsatdi. Tadqiqot davomida raqamli platformalar, interaktiv vositalar va innovatsion yondashuvlar asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar talabalarning jismoniy faolligi, o‘quv motivatsiyasi hamda o‘zlashtirish darajasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi.

Shuningdek, jismoniy tarbiya fanini o‘qitishda raqamli ta’lim muhitidan foydalanish o‘quv jarayonini individuallashtirish, talabalarning mustaqil ishlash ko‘nikmalarini rivojlantirish hamda ularning o‘z-o‘zini nazorat qilish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qilishi isbotlandi. Tajriba-sinov natijalari asosida ishlab chiqilgan pedagogik texnologiyalar an’anaviy yondashuvlarga nisbatan yuqori samaradorlikka ega ekanligi statistik jihatdan tasdiqlandi.

Tadqiqot jarayonida raqamli ta’lim muhitining samaradorligi uni to‘g‘ri tashkil etish, o‘qituvchilarning raqamli kompetensiyasi, metodik ta’minot sifati hamda texnologik infratuzilmaning rivojlanganlik darajasiga bevosita bog‘liqligi aniqlandi. Shu bois, jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarini raqamli asosda tashkil etishda kompleks yondashuvni qo‘llash muhim ahamiyat kasb etadi.

Xulosa qilib aytganda, raqamli ta’lim muhitida jismoniy tarbiya mashg‘ulotlarini tashkil etishning zamonaviy pedagogik texnologiyalarini ishlab chiqish va ularni amaliyotga joriy etish oliy ta’lim tizimida ta’lim sifatini oshirish, talabalarning jismoniy rivojlanishini ta’minlash hamda sog‘lom turmush tarzini shakllantirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Mazkur yo‘nalishda olib boriladigan keyingi tadqiqotlar raqamli texnologiyalarni yanada takomillashtirish va ularni keng qo‘llash imkoniyatlarini kengaytirishga qaratilishi lozim.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Anderson, T. (2020). *The Theory and Practice of Online Learning*. Athabasca University Press.
2. Bates, A. W. (2022). *Teaching in a Digital Age: Guidelines for Designing Teaching and Learning*. BCcampus.
3. Bonk, C. J., & Graham, C. R. (2021). *The Handbook of Blended Learning: Global Perspectives*. Wiley.
4. Graham, C. R. (2021). Current research in blended learning. *Handbook of Distance Education*, 3rd ed., Routledge.
5. Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T., & Bond, A. (2020). The difference between emergency remote teaching and online learning. *EDUCAUSE Review*, 27(1), 1–12.

ISSN 3030-3907

6. Kirkwood, A., & Price, L. (2021). Technology-enhanced learning and teaching in higher education. *Learning, Media and Technology*, 46(1), 1–15.
7. Means, B., Bakia, M., & Murphy, R. (2020). *Learning Online: What Research Tells Us About Whether, When and How*. Routledge.
8. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2021). Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK) framework. *Journal of Educational Computing Research*, 59(4), 1–15.
9. OECD. (2021). *Digital Education Outlook 2021: Pushing the Frontiers with Artificial Intelligence, Blockchain and Robots*. OECD Publishing.
10. UNESCO. (2023). *Reimagining Education in a Digital World*. UNESCO Publishing.
11. World Health Organization. (2020). *Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour*. WHO Press.
12. Bailey, R., Armour, K., Kirk, D., Jess, M., Pickup, I., & Sandford, R. (2020). Physical education and sport pedagogy research. *Physical Education and Sport Pedagogy*, 25(1), 1–15.
13. Casey, A., Goodyear, V. A., & Armour, K. (2021). Digital technologies and learning in physical education. *Routledge Handbook of Physical Education Pedagogies*.
14. Goodyear, V. A., & Dudley, D. (2021). "I'm a Facilitator of Learning!" Understanding digital pedagogy in PE. *Sport, Education and Society*, 26(5), 1–13.
15. Kirk, D. (2020). *Precarity, Critical Pedagogy and Physical Education*. Routledge.
16. O'zbekiston Respublikasi Prezidentining qarori (2022). Raqamli ta'lim tizimini rivojlantirish chora-tadbirlari to'g'risida.
17. O'zbekiston Respublikasi Oliy va o'rta maxsus ta'lim vazirligi (2023). Oliy ta'limda raqamli transformatsiya konsepsiyasi.
18. Abduqodirov, A. A. (2021). Ta'limda axborot texnologiyalarini joriy etishning pedagogik asoslari. Toshkent: Fan.
19. Xoliqov, A. (2022). Jismoniy tarbiya nazariyasi va metodikasi. Toshkent: O'qituvchi.
20. Karimov, B. (2023). Oliy ta'limda innovatsion pedagogik texnologiyalar. Toshkent: Innovatsiya nashriyoti.

ISSN 3030-3907

ORGANIK BIRIKMALAR STRUKTURASINING DORIVOR FAOLLIKKA TA'SIRI: TIBBIY KIMYOVIY YONDASHUV

Shaismatova Gulbahor Xikmatova
Angren Universiteti "Davolash ishi"fakulteti "Umumdavolash ishi"kafedrasi o'qituvchisi
E-mail: gulbahorsaismatova@gmail.com
Ibragimova Firuza Farxodovna
Angren Universiteti "Davolash ish"fakulteti "Umumdavolash ishi" kafedrasi o'qituvchisi
E-mail: firuzaibragimova96@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka ta'siri tibbiy kimyo nuqtai nazaridan o'rganiladi. Struktur-funksiya bog'liqligi, funksional guruhlarning ahamiyati va stereokimyoviy omillar dorilarning biologik faolligiga ta'siri tahlil qilinadi. Shuningdek, yangi dori vositalarini yaratishda SAR yondashuvining o'rni yoritiladi.

Kalit so'zlar: organik birikmalar, dorivor faollik, tibbiy kimyo, struktur-funksiya bog'liqligi, SAR, molekulyar tuzilish, farmakologiya.

Аннотация. В данной статье рассматривается влияние структуры органических соединений на лекарственную активность с точки зрения медицинской химии. Анализируются взаимосвязь структура–активность, роль функциональных групп и стереохимических факторов, влияющих на биологическую активность. Также рассматривается значение подхода SAR в разработке лекарственных средств.

Ключевые слова: органические соединения, лекарственная активность, медицинская химия, связь структура–активность, SAR, молекулярная структура, фармакология.

Abstract. This article examines the effect of the structure of organic compounds on medicinal activity from the perspective of medicinal chemistry. The structure–activity relationship, the role of functional groups, and stereochemical factors influencing biological activity are analyzed. The importance of the SAR approach in drug design is also discussed.

Keywords: organic compounds, medicinal activity, medicinal chemistry, structure–activity relationship, SAR, molecular structure, pharmacology.

KIRISH.

Zamonaviy tibbiyot va farmatsevtika fanining rivojlanishi yangi, samarali va xavfsiz dori vositalarini yaratishga bo'lgan ehtiyoj bilan bevosita bog'liq. Bugungi kunda ko'plab kasalliklarni davolashda qo'llanilayotgan preparatlarning asosini organik birikmalar tashkil etadi. Ushbu birikmalarning biologik faolligi, ya'ni

ISSN 3030-3907

organizmga ko‘rsatadigan ta’siri ularning kimyoviy tuzilishi bilan chambarchas bog‘liqdir. Shuning uchun organik birikmalar strukturasini o‘rganish tibbiy kimyo fanining eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Organik kimyo fanida molekulalarning tuzilishi, ularning funksional guruhlari va fazoviy joylashuvi (stereokimyo) moddaning fizik-kimyoviy xususiyatlarini belgilaydi. Bu xususiyatlar esa o‘z navbatida moddaning biologik tizimlar bilan o‘zaro ta’sirini aniqlaydi. Masalan, bir xil kimyoviy tarkibga ega bo‘lgan, lekin fazoviy tuzilishi turlicha bo‘lgan izomerlar organizmda mutlaqo turlicha farmakologik ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Bu holat dori moddasining faolligi faqat uning tarkibiga emas, balki uning tuzilishiga ham bog‘liqligini ko‘rsatadi.

Tibbiy kimyo fanida ushbu bog‘liqlik “struktur-funksiya munosabati” (Structure–Activity Relationship, SAR) orqali o‘rganiladi. SAR yondashuvi dorivor moddalarning kimyoviy tuzilishi va ularning biologik faolligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni aniqlashga yordam beradi. Ushbu yondashuv asosida kichik kimyoviy o‘zgarishlar orqali dorining faolligini oshirish yoki uning nojo‘ya ta’sirini kamaytirish mumkin bo‘ladi. Shu sababli SAR modeli yangi dori vositalarini ishlab chiqishda muhim ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

So‘nggi yillarda bioinformatika, kompyuter modellashtirish va molekulyar docking usullarining rivojlanishi natijasida organik birikmalarning dorivor faolligini oldindan bashorat qilish imkoniyati paydo bo‘ldi. Bu esa yangi dori vositalarini ishlab chiqish jarayonini sezilarli darajada tezlashtiradi va iqtisodiy jihatdan samarali qiladi. Ayniqsa, turli kasalliklar, jumladan, infeksion, onkologik va yurak-qon tomir kasalliklarini davolashda yangi molekulalarni yaratish dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Shu nuqtai nazardan, organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka ta’sirini o‘rganish nafaqat nazariy, balki amaliy ahamiyatga ham ega. Bu soha yangi farmakologik faol moddalarni yaratish, mavjud dori vositalarini takomillashtirish hamda ularning samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, bu yo‘nalish tibbiyot va kimyo fanlari o‘rtasidagi integratsiyani kuchaytiradi.

Ushbu maqolada organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka ta’siri tibbiy kimyoviy yondashuv asosida tahlil qilinadi, funksional guruhlar, stereokimyo va SAR tamoyillarining ahamiyati yoritiladi hamda yangi dori vositalarini yaratishdagi imkoniyatlar ko‘rib chiqiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka ta’siri sohasida olib borilgan tadqiqotlar farmatsevtik kimyo va tibbiy kimyoning eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ilmiy adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, molekulyar tuzilish va

ISSN 3030-3907

biologik faollik o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganish bo‘yicha ko‘plab fundamental va amaliy ishlar amalga oshirilgan. Xususan, Struktur–Faollik Munosabati (Structure–Activity Relationship, SAR) konsepsiyasi XX asr o‘rtalaridan boshlab dori dizaynining asosiy ilmiy yondashuviga aylangan.

Patrick G.L., Silverman R.B., Kubinyi H. kabi olimlarning ishlari organik birikmalarning kimyoviy tuzilishi va farmakologik ta’siri o‘rtasidagi bog‘liqlikni chuqur yoritib bergan. Ushbu tadqiqotlarda funksional guruhlarning o‘zgarishi, lipofillik va gidrofillik muvozanati hamda stereokimyoviy tuzilishning dorivor faollikka bevosita ta’siri ko‘rsatib berilgan. Shuningdek, so‘nggi yillarda bioinformatika va hisoblash kimyosi usullari orqali molekulalarning biologik faolligini oldindan bashorat qilish imkoniyati kengaygan.

Adabiyotlar tahlili natijasida aniqlanishicha, kichik strukturaviy o‘zgarishlar ham moddaning farmakokinetik va farmakodinamik xususiyatlarini sezilarli darajada o‘zgartirishi mumkin. Bu esa yangi dori vositalarini ishlab chiqishda molekulyar darajadagi aniq yondashuv zarurligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot metodlari sifatida quyidagi yondashuvlardan foydalanildi:

Birinchidan, ilmiy adabiyotlar tahlili amalga oshirildi. Bunda tibbiy kimyo, organik kimyo va farmakologiya sohalariga oid zamonaviy ilmiy maqolalar, monografiyalar va xalqaro ma’lumotlar bazalari (NCBI, ScienceDirect, SpringerLink) o‘rganildi.

Ikkinchidan, struktur-funksiya munosabati (SAR) tahlili qo‘llanildi. Ushbu usul orqali turli funksional guruhlarga ega organik birikmalarning biologik faolligi solishtirildi va strukturaviy o‘zgarishlarning ta’siri baholandi.

Uchinchidan, molekulyar modellashtirish va docking usullari nazariy asos sifatida ko‘rib chiqildi. Ushbu usullar yordamida ligand va retseptor o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir mexanizmlari tushuntirildi.

Shuningdek, taqqoslash va analitik yondashuv orqali turli kimyoviy sinflarga mansub birikmalarning farmakologik xususiyatlari solishtirildi. Bu esa struktur o‘zgarishlarning biologik faollikka qanday ta’sir qilishini yanada aniqroq tushunishga imkon berdi.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili va qo‘llanilgan metodlar organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka ta’sirini kompleks tarzda o‘rganish imkonini berdi hamda tibbiy kimyoviy yondashuvning samaradorligini tasdiqladi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.O‘tkazilgan adabiyotlar tahlili va SAR (Structure–Activity Relationship) yondashuvi asosidagi nazariy baholashlar organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka bevosita va sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqladi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, molekuladagi kichik

ISSN 3030-3907

kimyoviy o‘zgarishlar ham uning biologik faolligi, selektivligi va toksikligiga katta ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Avvalo, funksional guruhlarning ahamiyati aniqlandi. Molekulaga gidroksil (-OH), amin (-NH_2), karboksil (-COOH) yoki galogen atomlarining kiritilishi uning suvda eruvchanligi, lipofilligi hamda biologik membranalardan o‘tish qobiliyatini o‘zgartiradi. Masalan, gidroksil guruhlar moddaning gidrofilligini oshirsa, lipofil guruhlar hujayra membranasidan o‘tishini osonlashtiradi. Bu esa dorining so‘rilish darajasi va biologik mavjudligini belgilaydi.

Ikkinchidan, stereokimyoviy tuzilishning muhim roli aniqlangan. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, enantiomerlar bir xil kimyoviy tarkibga ega bo‘lsa-da, organizmda turlicha farmakologik ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Ba’zi hollarda bir izomer yuqori terapevtik faollikka ega bo‘lsa, ikkinchisi faolligi past yoki hatto toksik bo‘lishi mumkin. Bu holat dorilar ishlab chiqishda stereoselektiv yondashuv zarurligini ko‘rsatadi.

Uchinchidan, lipofillik va gidrofillik muvozanati (logP ko‘rsatkichi) dorining farmakokinetik xususiyatlarini belgilovchi muhim omil ekanligi aniqlandi. Juda yuqori lipofillikka ega moddalar organizmda to‘planib qolishi mumkin, juda gidrofil moddalar esa hujayra membranasidan o‘ta olmaydi. Shuning uchun optimal muvozanat dorining samaradorligi uchun muhim hisoblanadi.

Muhokama jarayonida SAR yondashuvi asosida olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatdiki, kichik strukturaviy modifikatsiyalar orqali dorining faolligini sezilarli darajada oshirish yoki nojo‘ya ta’sirlarini kamaytirish mumkin. Masalan, bir funksional guruhni boshqasi bilan almashtirish orqali retseptor bilan bog‘lanish kuchi o‘zgaradi va bu bevosita farmakologik samaraga ta’sir qiladi. Shuningdek, molekulyar docking va kompyuter modellashtirish usullari dorilarni oldindan bashorat qilishda muhim vosita ekanligi qayd etildi. Ushbu yondashuvlar ligand va retseptor o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni molekulyar darajada tushunishga yordam beradi va yangi dori dizaynini tezlashtiradi. Umuman olganda, olingan natijalar organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka ta’siri murakkab, ko‘p omilli jarayon ekanligini ko‘rsatdi. Bu jarayonda funksional guruhlar, stereokimyo va fizik-kimyoviy xususiyatlar birgalikda muhim rol o‘ynaydi. Shu sababli tibbiy kimyoda strukturaviy optimallashtirish yangi, samarali va xavfsiz dori vositalarini yaratishda asosiy strategiyalardan biri hisoblanadi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot natijalari organik birikmalar strukturasining dorivor faollikka ta’siri tibbiy kimyo fanining eng muhim va dolzarb yo‘nalishlaridan biri ekanligini ko‘rsatdi. Molekulalarning kimyoviy tuzilishi, undagi funksional guruhlar, stereokimyoviy konfiguratsiya hamda lipofillik va gidrofillik kabi fizik-kimyoviy xususiyatlar ularning biologik faolligini belgilovchi

ISSN 3030-3907

asosiy omillar hisoblanadi. SAR (Structure–Activity Relationship) yondashuvi asosida olib borilgan tahlillar shuni tasdiqladiki, hatto kichik strukturaviy o‘zgarishlar ham dorining farmakologik ta’sirini sezilarli darajada o‘zgartirishi mumkin. Bu esa yangi dori vositalarini yaratishda molekulyar darajadagi aniq va maqsadli modifikatsiyalar muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi. Shuningdek, stereokimyo va enantiomerlarning biologik faolligi bo‘yicha olingan natijalar dorilarni ishlab chiqishda stereoselektiv yondashuv zarurligini asoslab berdi. Bir xil kimyoviy tarkibga ega bo‘lgan izomerlar turlicha terapevtik va toksik ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi farmatsevtik xavfsizlik nuqtai nazaridan juda muhimdir. Bundan tashqari, molekulyar modellashtirish va bioinformatik usullarning rivojlanishi dori dizayn jarayonini sezilarli darajada tezlashtirishi va samaradorligini oshirishi aniqlandi. Bu yondashuvlar yangi biologik faol moddalarning oldindan bashorat qilinishiga imkon yaratadi. Xulosa qilib aytganda, organik birikmalar strukturasini chuqur o‘rganish va tibbiy kimyoviy yondashuvdan foydalanish zamonaviy farmatsevtika sanoatida yuqori samarali, xavfsiz va maqsadli ta’sirga ega dori vositalarini yaratishning asosiy ilmiy asosi hisoblanadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Patrick G. L. An Introduction to Medicinal Chemistry. Oxford University Press, 2021.
2. Silverman R. B., Holladay M. W. The Organic Chemistry of Drug Design and Drug Action. Academic Press, 2020.
3. Kubinyi H. Structure–Activity Relationships in Medicinal Chemistry. Wiley, 2021.
4. Smith J., Williams H. Medicinal Chemistry: Principles and Practice. Springer, 2022.
5. Leach A. R. Molecular Modelling: Principles and Applications. Cambridge University Press, 2022.
6. Brown F. Bioorganic Chemistry: A Chemical Approach to Enzyme Action. Wiley, 2020.
7. National Center for Biotechnology Information (NCBI). Drug and Molecular Data Resources, 2023.
8. European Journal of Medicinal Chemistry. Articles 2022–2024.
9. World Health Organization (WHO). Drug Development and Safety Reports, 2023.
10. Mamedov R. Farmatsevtik kimyo asoslari. Toshkent, 2021.

ISSN 3030-3907

ETANOLAMINLAR ISHTIROKIDA KORROZIYANI OLDINI OLUVCHI ZAMONAVIY QOPLAMA MATERIALLARI

Ishonkulova Gulxon Tagaymuratovna
Angren Universiteti Davolash fakulteti "Umumdavolash ishi"kafedrasi o'qituvchisi
E-mail: gulxonishonkulova@gmail.com
Ishankulova Mexri Muratovna
Angren Universiteti "Davolash ishi"fakulteti "Umumdavolash ishi"kafedrasi o'qituvchisi.
E-mail:ishankulovamexri@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada etanolaminlar ishtirokida korroziyani oldini oluvchi zamonaviy qoplama materiallarining xossalari va ularning himoya mexanizmlari o'rganiladi. Metall yuzalarda korroziya jarayonini kamaytirishda etanolaminlarning kimyoviy faolligi, adsorbsion xususiyatlari va qoplama qatlamining barqarorligi tahlil qilinadi. Shuningdek, yangi avlod antikorroziya qoplamalarini yaratishdagi istiqbolli yo'nalishlar ko'rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: etanolaminlar, korroziya, antikorroziya qoplamalar, metall himoyasi, adsorbsiya, zamonaviy materiallar, kimyoviy himoya.

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные покрытия, предотвращающие коррозию при участии этаноламинов, и их защитные механизмы. Анализируются химическая активность этаноламинов, их адсорбционные свойства и стабильность защитных слоёв на поверхности металлов. Также обсуждаются перспективные направления создания антикоррозионных покрытий нового поколения.

Ключевые слова: этаноламины, коррозия, антикоррозионные покрытия, защита металлов, адсорбция, современные материалы, химическая защита.

Abstract. This article investigates modern coating materials preventing corrosion in the presence of ethanolamines and their protective mechanisms. The chemical activity of ethanolamines, their adsorption properties, and the stability of coating layers on metal surfaces are analyzed. Prospective directions for developing next-generation anticorrosion coatings are also discussed.

Keywords: ethanolamines, corrosion, anticorrosion coatings, metal protection, adsorption, modern materials, chemical protection.

KIRISH.

Zamonaviy sanoatning rivojlanishi metall materiallardan keng foydalanishni talab etadi. Metalllar qurilish, mashinasozlik, kimyo sanoati, energetika va transport sohalarida asosiy konstruksion material hisoblanadi. Biroq metallarning tashqi muhit bilan o'zaro ta'siri natijasida korroziya jarayoni yuzaga keladi, bu esa

ISSN 3030-3907

materiallarning yemirilishiga, ularning mexanik xususiyatlari va xizmat muddatining kamayishiga olib keladi. Shu sababli korroziyaga qarshi samarali himoya usullarini ishlab chiqish muhim ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

Korroziya jarayoni elektrokimyoviy va kimyoviy mexanizmlar asosida sodir bo‘lib, namlik, kislorod, tuzlar va boshqa agressiv muhit omillari ta’sirida tezlashadi. Ushbu jarayonni to‘xtatish yoki sekinlashtirish uchun turli himoya usullari, jumladan, bo‘yoq-qoplama materiallari, inhibitorlar va galvanik himoya tizimlari qo‘llaniladi. Ular ichida polimer va organik asosli qoplamalar muhim o‘rin egallaydi.

So‘nggi yillarda etanolaminlar asosidagi birikmalar korroziyaga qarshi samarali inhibitor sifatida keng o‘rganilmoqda. Etanolaminlar molekulyar tuzilishida amin va gidroksil guruhlarining mavjudligi ularning metall yuzasiga yaxshi adsorbsiyalanishiga va himoya qatlamini hosil qilishiga imkon beradi. Bu esa metall sirtini agressiv muhitdan ajratib turuvchi barqaror parda hosil bo‘lishiga olib keladi.

Etanolaminlar ishtirokida yaratilgan qoplama materiallari nafaqat korroziyaga chidamlilikni oshiradi, balki ularning ekologik xavfsizligi va iqtisodiy samaradorligi bilan ham ajralib turadi. Shu sababli ushbu yo‘nalish zamonaviy materialshunoslik va kimyo fanida dolzarb tadqiqot sohasi hisoblanadi.

Ushbu maqolada etanolaminlar asosida korroziyani oldini oluvchi zamonaviy qoplama materiallarining xossalari, ishlash mexanizmlari va ularning amaliy qo‘llanilish istiqbollari tahlil qilinadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. Korroziyaga qarshi himoya materiallari va inhibitorlar bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, metall yuzalarini himoya qilishda organik birikmalar, xususan aminli birikmalar muhim ahamiyatga ega. So‘nggi o‘n yilliklarda etanolaminlar asosidagi moddalarning korroziya jarayonini sekinlashtirishdagi samaradorligi ko‘plab olimlar tomonidan o‘rganilgan. Patrick G. L., Roberge P. R., Revie R. W. kabi tadqiqotchilarning ishlarida organik inhibitorlarning metall yuzasiga adsorbsiyalanish mexanizmlari va himoya qatlamini hosil qilish xususiyatlari batafsil yoritilgan.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, etanolaminlar tarkibidagi amin ($-NH_2$) va gidroksil (-OH) guruhlari ularning metall yuzasiga kuchli bog‘lanishini ta’minlaydi. Bu esa metall yuzasida barqaror himoya plyonkasi hosil bo‘lishiga olib keladi. Shuningdek, turli pH muhitlarda etanolaminlarning korroziya jarayoniga ta’siri farqlanishi aniqlangan. Ishqoriy muhitda ular yanada samarali inhibitor sifatida namoyon bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Zamonaviy tadqiqotlarda polimer asosli qoplamalar tarkibiga etanolaminlarni qo‘shish orqali ularning korroziyaga chidamliligini oshirish yo‘llari ham o‘rganilmoqda. Bu yondashuv qoplamaning mexanik mustahkamligi va kimyoviy barqarorligini sezilarli darajada yaxshilaydi.

Tadqiqot metodlari sifatida quyidagi usullardan foydalanildi:

Birinchidan, ilmiy adabiyotlar tahlili amalga oshirildi. Bunda korroziya kimyosi, materialshunoslik va organik kimyo sohalariga oid xalqaro ilmiy maqolalar, monografiyalar va ma’lumotlar bazalari (ScienceDirect, Springer, Elsevier, NCBI) o‘rganildi.

Ikkinchidan, taqqoslash usuli qo‘llanildi. Etanolamin asosli va an’anaviy inhibitorlarning korroziyaga qarshi samaradorligi solishtirildi.

Uchinchidan, nazariy kimyoviy tahlil asosida etanolaminlarning metall yuzasida adsorbsiyalanish mexanizmlari o‘rganildi. Bu jarayonda ularning elektron tuzilishi va funksional guruhlarining ta’siri baholandi.

Shuningdek, elektrokimyoviy korroziya modeli asosida himoya qoplamalarining samaradorligi nazariy jihatdan tahlil qilindi. Ushbu yondashuv metall yuzasida sodir bo‘ladigan oksidlanish-qaytarilish jarayonlarini tushunishga yordam berdi.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili va qo‘llanilgan metodlar etanolaminlar ishtirokida korroziyani oldini oluvchi zamonaviy qoplama materiallarining ishlash mexanizmlarini chuqurroq o‘rganish imkonini berdi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA. O‘tkazilgan adabiyotlar tahlili va nazariy baholashlar natijasida etanolaminlar ishtirokida korroziyani oldini oluvchi zamonaviy qoplama materiallari yuqori himoya samaradorligiga ega ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, etanolaminlar metall yuzasida barqaror adsorbsion qatlam hosil qilib, agressiv muhit bilan bevosita kontaktni kamaytiradi va korroziya jarayonini sezilarli darajada sekinlashtiradi.

Birinchi navbatda, etanolaminlarning kimyoviy tuzilishi ularning himoya xususiyatlarini belgilovchi asosiy omil ekanligi tasdiqlandi. Molekuladagi amin (-NH_2) va gidroksil (-OH) guruhlari metall yuzasiga faol bog‘lanib, koordinatsion bog‘lar va vodorod bog‘lari orqali mustahkam himoya plyonkasi hosil qiladi. Ushbu qatlam metallni kislorod, namlik va elektrolitlar ta’siridan ajratib turadi.

Ikkinchidan, korroziya tezligi etanolaminlar konsentratsiyasiga bog‘liq ekanligi kuzatildi. Konsentratsiya oshishi bilan metall yuzasida hosil bo‘ladigan himoya qatlami zichligi ortadi va korroziya jarayoni yanada samarali bostiriladi. Biroq haddan tashqari yuqori konsentratsiya ba’zi hollarda qoplama strukturasining bir xilligiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi ham qayd etildi.

ISSN 3030-3907

Uchinchidan, etanolaminlar polimer asosli qoplamalar tarkibiga kiritilganda ularning samaradorligi sezilarli darajada oshishi aniqlandi. Bunday kombinatsiya qoplamaning mexanik mustahkamligini hamda kimyoviy barqarorligini yaxshilaydi, natijada uzoq muddatli korroziyaga chidamli tizim hosil bo‘ladi.

Muhokama jarayonida shuningdek, muhit pH darajasining ham muhim rol o‘ynashi aniqlangan. Ishqoriy muhitda etanolaminlar yanada barqaror adsorbsion qatlam hosil qilib, korroziyani samaraliroq bostiradi. Neytral va kislotali muhitlarda esa himoya samarasi biroz kamayishi mumkin.

Elektrokimyoviy tahlil natijalariga ko‘ra, etanolaminlar anod va katod jarayonlarini sekinlashtirib, umumiy korroziya tezligini pasaytiradi. Bu ularning “mixed-type inhibitor” sifatida ishlashini ko‘rsatadi.

Umuman olganda, olingan natijalar etanolaminlar asosidagi qoplama materiallari metall sirtlarini korroziyadan himoya qilishda yuqori samaradorlikka ega ekanligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, ularning optimal tarkibi, konsentratsiyasi va qo‘llash sharoitlarini aniqlash kelgusidagi tadqiqotlarning muhim yo‘nalishi bo‘lib qoladi.

XULOSA. Ushbu tadqiqot natijalari etanolaminlar ishtirokida korroziyani oldini oluvchi zamonaviy qoplama materiallari metall sirtlarini himoya qilishda samarali ekanligini ko‘rsatdi. Etanolaminlarning tarkibidagi amin va gidroksil guruhlari ularning metall yuzasiga kuchli adsorbsiyalanishini ta’minlab, barqaror himoya qatlami hosil qiladi va korroziya jarayonini sezilarli darajada sekinlashtiradi.

Olingan natijalarga ko‘ra, etanolaminlar korroziyaga qarshi “mixed-type inhibitor” sifatida ta’sir ko‘rsatib, ham anod, ham katod jarayonlarini bostiradi. Bu ularning himoya mexanizmi murakkab va ko‘p yo‘nalishli ekanligini bildiradi. Shuningdek, ularning samaradorligi konsentratsiya, muhit pH darajasi va qoplama tarkibiga bog‘liqligi aniqlandi.

Etanolaminlar polimer asosli qoplamalar bilan birgalikda qo‘llanganda ularning korroziyaga chidamliligi yanada ortadi, bu esa uzoq muddatli va barqaror himoya tizimlarini yaratish imkonini beradi. Shu bilan birga, ushbu materiallar ekologik xavfsizligi va iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan ham ajralib turadi.

Xulosa qilib aytganda, etanolaminlar asosidagi qoplama materiallari zamonaviy korroziyaga qarshi himoya texnologiyalarida istiqbolli yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Kelgusida ularning tarkibini optimallashtirish va yangi kompozitsion materiallar yaratish orqali yanada yuqori samaradorlikka erishish mumkin.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Revie R. W., Uhlig H. H. *Corrosion and Corrosion Control: An Introduction to Corrosion Science and Engineering*. Wiley, 2021.
2. Roberge P. R. *Handbook of Corrosion Engineering*. McGraw-Hill, 2020.
3. Jones D. A. *Principles and Prevention of Corrosion*. Pearson, 2021.
4. Fontana M. G. *Corrosion Engineering*. McGraw-Hill Education, 2020.
5. Schweitzer P. A. *Corrosion Inhibitors: Theory and Practice*. CRC Press, 2022.
6. Bentley J., Smith J. *Organic Corrosion Inhibitors in Industrial Applications*. Springer, 2021.
7. Szauer T. *Adsorption of Organic Compounds on Metal Surfaces*. Elsevier, 2020.
8. Aminov M. *Korroziya va metall himoyasi asoslari*. Toshkent, 2021.
9. European Corrosion Journal, Articles 2022–2024.
10. ScienceDirect Database: *Corrosion Science and Engineering Papers*, 2023.

ISSN 3030-3907

ALGORITHM FOR DETECTING SPOOF ATTACKS IN BIOMETRIC DATA RECOGNITION SYSTEMS

Makhmudova Shakhzoda Yorkinovna
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi Phd student
E-mail:shaha080599@gmail.com
Saydazimov Javlonbek
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi Phd student
E-mail:javlonbek2020@gmail.com
Rajabov Kamoliddin Kayumovich
Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi Phd student
E-mail:harrissoshka1234@gmail.com

Abstract. In this paper, an algorithm for detecting facial liveliness based on deep learning and image analysis methods is proposed. The algorithm includes the stages of face detection, image preprocessing, feature extraction using a convolutional neural network, and subsequent image classification into live and spoof classes. To evaluate the effectiveness of the developed method, experimental studies were conducted on a test dataset containing images of live faces and substitution attacks. The experimental results show high classification accuracy and confirm the effectiveness of the proposed approach to improve the security of biometric authentication systems. The developed algorithm can be used in access control systems, mobile authentication and other information security applications.

Keywords: biometric authentication, facial recognition, aliveness verification, spoof attacks, spoofing attack detection, convolutional neural networks, deep learning, computer vision, biometric security systems.

Аннотация. В этой статье предлагается алгоритм определения живости лица, основанный на методах глубокого обучения и анализа изображений. Алгоритм включает этапы распознавания лица, предварительной обработки изображения, выделения признаков с помощью сверточной нейронной сети и последующей классификации изображений на классы живых и поддельных. Чтобы оценить эффективность разработанного метода, были проведены экспериментальные исследования на тестовом наборе данных, содержащем изображения живых лиц и атаки подмены. Результаты экспериментов показывают высокую точность классификации и подтверждают эффективность предложенного подхода для повышения безопасности систем биометрической аутентификации. Разработанный

ISSN 3030-3907

алгоритм может быть использован в системах контроля доступа, мобильной аутентификации и других приложениях для обеспечения информационной безопасности.

Ключевые слова: биометрическая аутентификация, распознавание лиц, проверка на живучесть, спуфинг-атаки, обнаружение спуфинг-атак, сверточные нейронные сети, глубокое обучение, компьютерное зрение, биометрические системы безопасности.

Annotatsiya. Ushbu maqolada chuqur o‘qitish va tasvirni tahlil qilish usullariga asoslangan yuzning jonliligini aniqlash algoritmi taklif etiladi. Algoritm yuzni aniqlash, tasvirni oldindan qayta ishlash, konvolyutsion neyron tarmog‘i yordamida xususiyatlarni ajratib olish va tasvirni jonli va soxta sinflarga bo‘lish kabi bosqichlarni o‘z ichiga oladi. Ishlab chiqilgan usulning samaradorligini baholash uchun jonli yuzlar va almashtirish hujumlari tasvirlarini o‘z ichiga olgan test ma’lumotlar to‘plamida eksperimental tadqiqotlar o‘tkazildi. Tajriba natijalari yuqori tasniflash aniqligini ko‘rsatadi va biometrik autentifikatsiya tizimlarining xavfsizligini yaxshilash bo‘yicha taklif qilingan yondashuvning samaradorligini tasdiqlaydi. Ishlab chiqilgan algoritmdan kirishni boshqarish tizimlarida, mobil autentifikatsiya va boshqa axborot xavfsizligi ilovalarida foydalanish mumkin.

Kalit so‘zlar: biometrik autentifikatsiya, yuzni aniqlash, tiriklikni tekshirish, soxta hujumlar, soxta hujumlarni aniqlash, konvolyutsion neyron tarmoqlari, chuqur o‘rganish, kompyuterni ko‘rish, biometrik xavfsizlik tizimlari.

INTRODUCTION.

Biometric technologies have become widespread in various fields of information security in recent years. They are actively used in access control systems, mobile devices, banking services, government information systems and other applications where reliable identification of the user is required. Unlike traditional authentication methods based on passwords or identification cards, biometric systems use unique physiological and behavioral characteristics of a person, which significantly increases the level of security and ease of use.

One of the most common and convenient methods of biometric identification is face recognition. This method is widely used due to its contactless principle of operation, high data processing speed and the possibility of using standard cameras. Modern facial recognition algorithms based on machine learning methods and deep neural networks make it possible to achieve high identification accuracy even in difficult lighting conditions and at various angles of the face.

However, despite the high efficiency of such systems, vulnerability to spoofing attacks remains one of the major problems. As part of such attacks, an attacker tries to deceive the biometric authentication system using photographs,

ISSN 3030-3907

videos, masks, or other means of imitating the user's appearance. Such attacks can significantly reduce the reliability of the system and lead to unauthorized access.

To increase the resilience of biometric systems to such threats, liveness detection methods are used. The main task of aliveness verification algorithms is to determine whether the presented biometric image is real and belongs to a living person, or whether it is a fake object used to attack the system. Modern methods of detecting liveliness are based on the analysis of image texture characteristics, dynamic features of the face, as well as the use of deep learning methods.

The purpose of this work is to develop and study an algorithm for detecting substitution attacks in face recognition systems based on deep learning methods. The paper considers the architecture of the proposed algorithm, its mathematical model, software implementation, as well as the results of an experimental study of the effectiveness of the developed method in classifying images into classes "live face" (live) and "substitution" (spoof).

2. ANALYSIS OF EXISTING METHODS

2.1 Biometric authentication

Biometric authentication is a method of identifying an individual based on a person's unique physiological or behavioral characteristics. Unlike traditional authentication methods such as passwords, PIN codes or identification cards, biometric systems use individual characteristics of a person that are difficult to fake or transfer to another person. This makes biometric technologies one of the most promising areas in the field of information security.

The most common biometric characteristics include fingerprints, iris, facial geometry, voice, as well as behavioral characteristics such as signature dynamics or keyboard typing features. Among these methods, face recognition occupies a special place, which has become widespread due to its convenience and the possibility of contactless use.

Modern facial recognition systems are based on computer vision and machine learning methods. They allow you to automatically detect a face in an image, extract the characteristic features and compare them with the data stored in the database. The use of deep learning methods and convolutional neural networks has significantly improved recognition accuracy and resilience to various lighting conditions, camera angles, and changes in user appearance.

The main advantages of facial recognition are ease of use, high data processing speed, and the ability to integrate into various security systems. Due to these characteristics, facial recognition technologies are widely used in access

ISSN 3030-3907

control systems, mobile devices, banking services, video surveillance systems, and government information systems.

2.2 Substitution attacks in facial recognition systems

Despite the high efficiency of modern facial recognition systems, they remain vulnerable to various types of spoofing attacks. The purpose of such attacks is to deceive the biometric authentication system using fake or simulated biometric data.

One of the most common types of attacks is the use of photographs. In this case, the attacker presents the system with an image of the user's face, printed on paper or displayed on the screen of an electronic device. In the absence of additional mechanisms for checking liveliness, the system may mistake such an image for a real face.

Another common type of attack is video attacks. In this case, the attacker plays a video recording of the user's face in front of the camera of the recognition system. Such attacks can be more effective because the video contains dynamic information, which makes it more difficult to detect spoofing.

Attacks using three-dimensional masks are also possible. In this case, the attacker uses a mask that mimics the user's face, which makes it possible to reproduce the three-dimensional structure of the face and significantly complicates the detection of substitution by traditional methods.

To increase the resilience of biometric systems to such attacks, special substitution detection algorithms are being developed to determine whether the presented biometric image is real or fake.

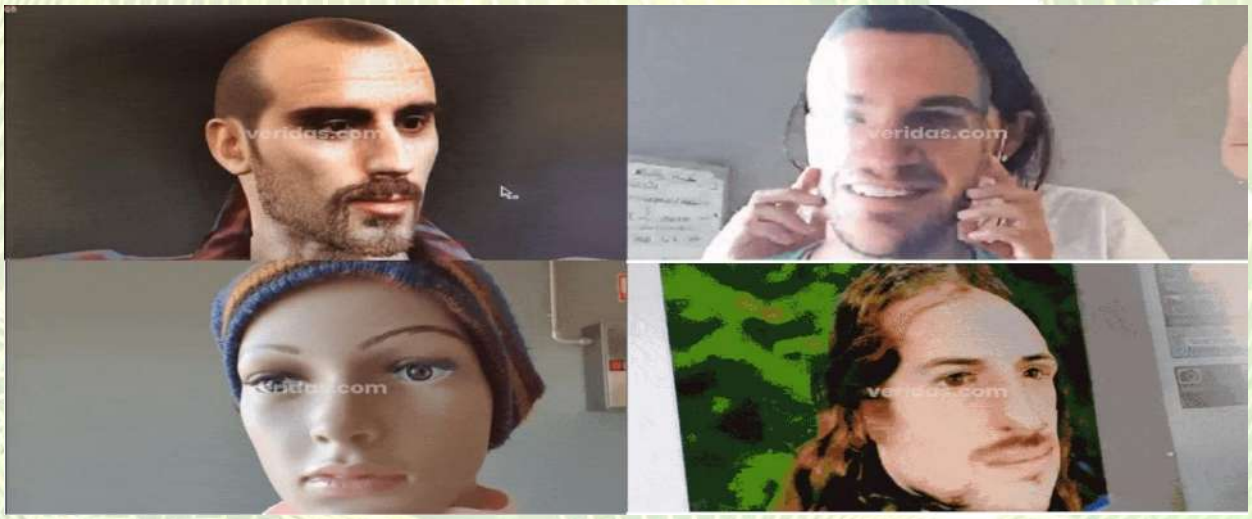


Figure 1 — The main types of substitution attacks in face recognition systems (photo, video and 3D mask).

2.3 Methods for detecting liveliness

ISSN 3030-3907

Liveness detection methods are used to enhance the security of biometric facial recognition systems. The main task of such methods is to determine whether the presented image belongs to a real person or is an attempt at a substitution attack. The existing methods of detecting liveliness can be roughly divided into several main categories.

The first category includes methods for analyzing the textural characteristics of an image (texture analysis). These methods are based on the analysis of the microtexture of the face image. Fake images obtained using photographs or device screens have distinctive textural features that differ from the texture of real skin. To identify such differences, various image analysis algorithms are used, including local binary templates (LBP) and other texture processing methods.

The second category includes motion analysis methods. These methods are based on the analysis of dynamic facial characteristics, such as eye blinking, head movement, or facial expression changes. The presence of natural facial movements may indicate that there is a real person in front of the camera, rather than a static image.

The third category of methods is based on the use of deep learning methods. These approaches use convolutional neural networks (CNNs), which are able to automatically extract informative features from images and effectively distinguish between real faces and substitution attacks. The use of deep neural networks can significantly improve the accuracy of detecting spoof attacks and is one of the most promising areas for the development of modern biometric systems.

3. THE PROPOSED ALGORITHM FOR DETECTING FACIAL LIVELINESS

3.1 General system architecture

To increase the resilience of biometric authentication systems to spoofing attacks, this paper proposes an algorithm for detecting facial aliveness based on image analysis using deep learning methods. The proposed algorithm is designed to determine whether the presented image is a real face of the user (live) or an attempt at a substitution attack (spoof).

The algorithm includes several sequential stages of processing the input image. At the first stage, face detection is performed on the input image obtained from the device's camera. To do this, computer vision techniques are used to highlight the area of the face in the image.

At the second stage, image preprocessing is performed, including dimensional normalization, face alignment, and image conversion to a format suitable for neural network processing. Pre-processing makes it possible to increase the algorithm's resistance to various lighting conditions and face angles.

ISSN 3030-3907

At the third stage, feature extraction is performed using a convolutional neural network (CNN). The neural network automatically identifies the characteristic features of the image, allowing you to distinguish between real faces and fake images.

At the final stage, the image is classified into two classes: "live face" and "spoof attack". The classification result is used to make a decision about the user's authenticity.

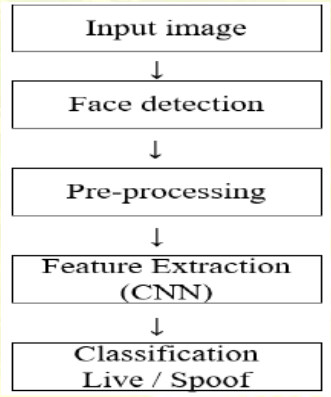


Figure 2. Architecture of the face liveliness detection algorithm

3.2 Mathematical model of the algorithm

Consider the input image of a face as a two-dimensional function of brightness:

$$I(x,y)$$

where x and y are the coordinates of the pixels in the image.

After preprocessing, the image is fed to the input of a convolutional neural network that performs feature extraction. The result of the neural network is a feature vector:

$$F=CNN(I)$$

where F is the feature vector obtained after image processing by the neural network.

To classify an image, the softmax function is used, which calculates the probability of an image belonging to one of the classes:

$$P(y|F)=Softmax(WF+b)$$

where

W is the weight matrix of the classifier,

b is the bias vector,

y is the image class (live or spoof).

The model is trained using the cross-entropy loss function:

$$L = -\sum_{i=1}^{N} y_i \log(\hat{y}_i)$$

ISSN 3030-3907

where

N is the number of training examples,

y_i is the true class label,

$\hat{y}_i$ is the predicted probability of the class.

Minimizing the loss function allows you to optimize the parameters of the neural network and improve the accuracy of image classification.

4. SOFTWARE IMPLEMENTATION OF THE ALGORITHM

The developed algorithm for detecting facial liveliness was implemented using modern image processing tools and deep learning methods. Python was used as the programming language, due to its wide capabilities and the availability of specialized libraries for computer vision and machine learning.

The following libraries were used to implement the individual steps of the algorithm: OpenCV for image processing and face detection, and PyTorch (or TensorFlow) for building and training a convolutional neural network. The use of these tools has made it possible to ensure high efficiency and flexibility of the system being developed.

The software implementation of the algorithm includes several successive stages. At the first stage, an image is obtained from the camera or an image is downloaded from the database. Next, the face is detected using standard computer vision techniques, after which the selected area of the face is reduced to a fixed size and normalized.

At the next stage, the preprocessed image is fed to the input of a convolutional neural network trained on the task of classifying images into classes "live face" and "substitution attack". The neural network extracts the informative features of the image and generates a feature vector, which is then used by the classifier to determine whether the image belongs to one of the classes.

The result of the algorithm is a binary solution: the image belongs to the "live" or "spoof" class. The result obtained can be used in access control systems to make a decision on granting or denying access to the user.

ISSN 3030-3907

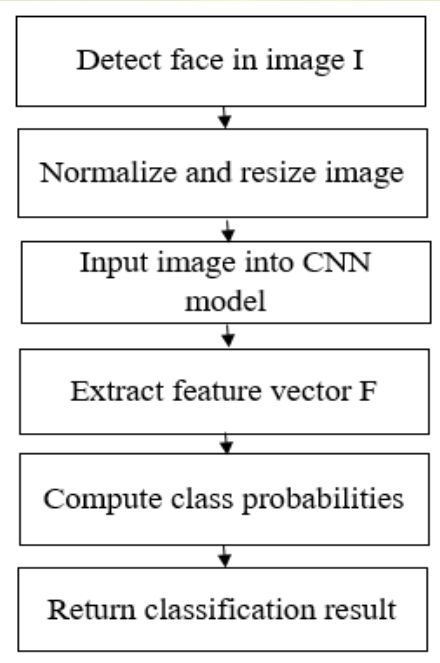


Figure 3. Algorithm Liveness Detection Input: Image I Output: Live or Spoof

5. EXPERIMENTAL RESULTS.

To evaluate the effectiveness of the proposed algorithm for detecting facial liveliness, experimental studies were conducted on a test dataset. The dataset included images of two classes: real faces (live) and spoofing attacks (spoof).

The total volume of the test sample was 200 images, of which 100 images belong to the "live face" class and 100 images belong to the "substitution attack" class. The experiments were conducted to evaluate the classification accuracy and the algorithm's resistance to various types of attacks.

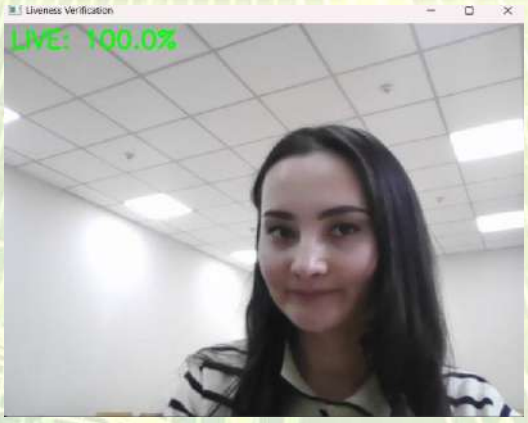


Figure 4 — Live face detection



Figure 5 — Spoof attack detection

CONCLUSION.

In this paper, an algorithm for detecting spoofing attacks in biometric authentication systems was developed. The proposed method is based on the use of convolutional neural networks to analyze facial images and determine signs of liveliness. Experimental results have shown high accuracy in classifying images

ISSN 3030-3907

into live and spoof classes. The developed algorithm can be used in access control systems and mobile applications. In the future, it is planned to expand the data set and increase the algorithm's resistance to various types of attacks.

REFERENCES

1. Schroff F., Kalenichenko D., Philbin J. FaceNet: A unified embedding for face recognition and clustering // Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. 2015. URL: https://arxiv.org/abs/1503.03832
2. Wang H. et al. CosFace: Large margin cosine loss for deep face recognition. URL: https://arxiv.org/abs/1801.09414
3. Deng J. et al. ArcFace: Additive angular margin loss for deep face recognition. URL: https://arxiv.org/abs/1801.07698 InsightFace Project. URL: https://github.com/deepinsight/insightface
4. Zhang Z. et al. CASIA Face Anti-Spoofing Database // 2012 International Conference on Computer Human Interaction. DOI: 10.1109/CHCI.2012.6518181
5. Wen D., Han H., Jain A. Face Spoof Detection with Image Distortion Analysis // IEEE TIP. 2015.
6. A. Ross, K. Nandakumar and A. K. Jain, Handbook of Multibiometrics (Springer-Verlag, 2006).
7. V. K. N. Kumar, ”Performance of Personal Identification System Technique Using Iris Biometrics Technology”, International Journal on Image, Graphics and Signal Processing, vol. 5, no. 5, pp. 63-71, Apr. 2013.
8. A. Chikhaoui, B. Djebbar, and R. Mekki, ”New Method for Finding an Optimal Solution to Quadratic Programming Problem”, Journal of Applied Sciences, vol.
9. Y. Yin, L. Liu, and X. Sun, ”SDUMLA-HMT: A Multimodal Biometric Database”, In Chinese Conference on Biometric Recognition (CCBR 2011), Springer Berlin Heidelberg, pp. 260–268, Dec. 2011.
10. N. Wang, L. Lu, G. Gao, F. Wang, and S. Li, ”Multibiometrics Fusion Using Aczél-Alsina Triangular Norm”, KSII Transactions on Internet and Information Systems(TIIS), vol. 8, no. 7, pp. 2420-2433, Jul. 2014

ISSN 3030-3907

GBA KORROZIYA INGIBITORINING SINTEZI, TUZILISHI VA PO‘LAT YUZASIDAGI HIMOYA TA’SIRINI TADQIQ ETISH

Qo‘ldoshev Alisherjon Komil o‘g‘li
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti, tayanch doktorant
E-mail: alisherkuldashev999@gmail.com
To‘rayev Erkin Rustamovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot instituti t.f.d.
E-mail: Turaever@gmail.com,
Nurqulov Fayzullo Nurmuminovich
Toshkent kimyo texnologiya ilmiy-tadqiqot istituti t.f.d. prof.,
E-mail: fnurkulov82@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu ishda azot, bor tutgan kompleks birikma asosida GBA korroziya ingibitori sintez qilindi hamda uning tuzilishi va himoya xossalari o‘rganildi. Olingan mahsulotning funksional guruhlari infraqizil spektroskopiya yordamida tahlil qilinib, spektrda –OH, B–O, B–O–C va B-N guruhlariga xos yutilish chiziqlari aniqlanib, bor-organik kompleks birikma hosil bo‘lgani tasdiqlandi. GBA ingibitori ishtirokida suvli muhitda po‘lat yuzasining korroziyadan keyingi morfologiyasi skanerlovchi elektron mikroskop yordamida tadqiq qilindi. sem natijalari po‘lat yuzasida nisbatan tekis, zich va kam shikastlangan himoya qatlami shakllanganini ko‘rsatdi. Olingan natijalar GBA ingibitorining po‘latni suvli muhitda korroziyadan himoyalashda samarali ekanini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Metall korroziyasi, bor-organik kompleks, adsorbsion himoya qatlam, suvli muhit, GBA, korroziya ingibitori, IQ-spektroskopiya, sem, po‘lat, korroziya tezligi, himoyalanish darajasi.

Аннотация. В данной работе был синтезирован ингибитор коррозии ГБА на основе азот- и борсодержащего комплексного соединения, а также изучены его структура и защитные свойства. Функциональные группы полученного продукта были проанализированы с помощью инфракрасной спектроскопии, и в спектре были обнаружены полосы поглощения, характерные для групп -OH, B-O, B-O-C и B-N, что подтвердило образование бор-органического комплексного соединения. Морфологию поверхности стали после коррозии в водной среде в присутствии ингибитора ГБА исследовали с помощью сканирующего электронного микроскопа. результаты исследования показали, что на поверхности стали образовался относительно ровный, плотный и малоповрежденный защитный слой. Полученные результаты показывают, что ингибитор ГБА эффективен в защите стали от коррозии в водной среде.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Коррозия металлов, бор-органический комплекс, адсорбционный защитный слой, водная среда, ГБА, ингибитор коррозии, ИК-спектроскопия, цем, сталь, скорость коррозии, степень защиты.

Abstract. In this work, a corrosion inhibitor GBA was synthesized based on a complex compound containing nitrogen and boron, and its structure and protective properties were studied. Functional groups of the obtained product were analyzed using infrared spectroscopy, and absorption lines characteristic of -OH, B-O, B-O-C, and B-N groups were identified in the spectrum, confirming the formation of a boron-organic complex compound. In the presence of the GBA inhibitor, the post-corrosion morphology of the steel surface in an aqueous medium was studied using a scanning electron microscope; the results showed that a relatively smooth, dense, and slightly damaged protective layer formed on the steel surface. The results obtained show that the GBA inhibitor is effective in protecting steel from corrosion in aqueous media.

Keywords: Metal corrosion, boron-organic complex, adsorption protective layer, aqueous medium, GBA, corrosion inhibitor, IR spectroscopy, semiconductor, steel, corrosion rate, degree of protection.

KIRISH.

Metallarning korroziyaga uchrashi sanoatning turli tarmoqlarida uchraydigan muhim ilmiy-amaliy muammolardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, po‘latning suvli muhitlarda yemirilishi konstruksion materiallarning xizmat muddatini qisqartiradi, iqtisodiy yo‘qotishlarni oshiradi hamda texnologik jarayonlar barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [1,2]. Shu sababli korroziyani kamaytirishning samarali usullaridan biri sifatida korroziya ingibitorlaridan foydalanish alohida ahamiyat kasb etadi [3].

Adabiyotlarda tarkibida kislorod, azot va bor saqlovchi organik birikmalar metall yuzasida himoya qatlami hosil qilib, korroziya jarayonini sekinlashtirishi qayd etilgan [4–6]. Xususan, borli kompleks birikmalar va glitserin hosilalari yuqori reaksiya qobiliyati, sirtga adsorbsiyalanish xususiyati hamda barqaror kompleks struktura hosil qilishi bilan ajralib turadi [7,8]. Biroq glitserin, borat kislota va ammiak asosida olingan azot va bor tutuvchi birikmalarning korroziyaga qarshi xossalari yetarli darajada o‘rganilmagan.

Shu munosabat bilan mazkur ishda glitserin, borat kislota va ammiak asosida GBA korroziya ingibitori sintez qilindi hamda uning tuzilishi va himoya xossalari zamonaviy fizik-kimyoviy usullar yordamida baholandi. Olingan mahsulotning funksional guruhlari IQ-spektroskopiya yordamida, po‘lat yuzasida hosil bo‘lgan himoya qatlamining morfologik holati esa sem usuli bilan tadqiq qilindi. Tadqiqot

ISSN 3030-3907

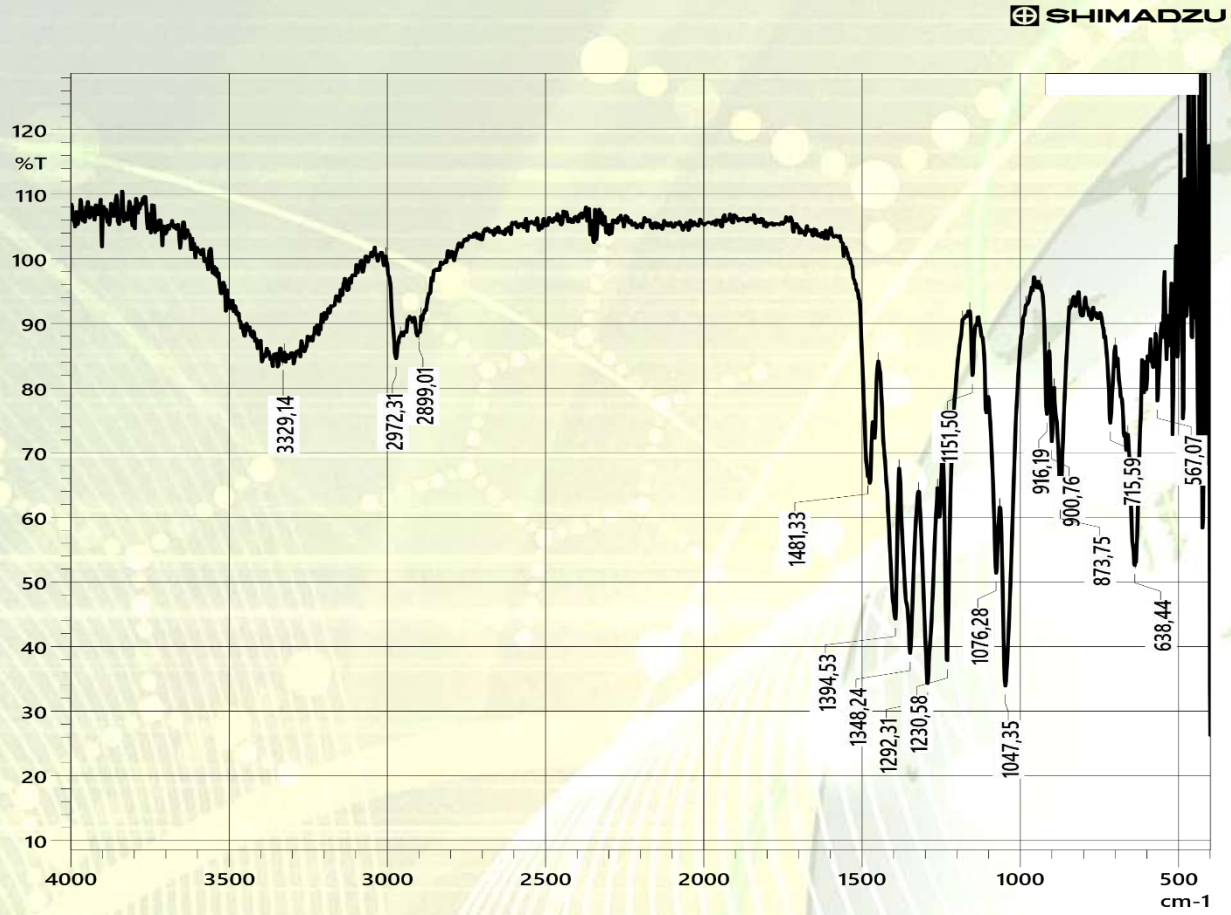
natijalari GBA ingibitorining po‘latni suvli muhitda korroziyadan himoyalash imkoniyatini baholashga xizmat qiladi.

TADQIQOTLAR METODOLOGIYASI: Tadqiqot jarayonida bor-organik ammoniy kompleksi yani GBA markali korroziya ingibitori sintez qilindi. Sintez qilingan moddaning kimyoviy tuzilishi infraqizil spektroskopiya (IQ), sem usullari yordamida aniqlanib, asosiy funksional guruhlar tahlil qilindi. Korroziyaga qarshi samaradorlik suvli muhitida po‘lat namunalar yordamida GOST 9.506-87 standartiga muvofiq gravimetrik usulda baholandi. Sinovlarda turli konsentratsiyadagi (0,3-1 %) ingibitor eritmalari qo‘llanilib, namuna massasi yo‘qotilishi va korroziya tezligi aniqlandi. Olingan natijalar asosida ingibitorning himoya darajasi hisoblab chiqildi.

NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI: Tadqiqot jarayonida bor va azot saqlovchi organik birikmalar asosida olingan mahsulotning IQ-spektrida 3292 sm^{-1} sohadagi keng yutilish chizig‘i –OH guruhlarining valent tebranishlariga mos keladi va tizimda vodorod bog‘lari mavjudligini ko‘rsatadi. 2972 va 2889 sm^{-1} dagi cho‘qqilar alifatik –CH va $–CH_2$ guruhlariga tegishli bo‘lib, glitserin fragmentlari saqlanib qolganini bildiradi. 1481 hamda 1394–1384 sm^{-1} oralig‘idagi yutilishlar ammoniy guruhlari va deformatsion tebranishlar bilan izohlanadi, bu esa ammiakning reaksiya mahsuloti tarkibida ishtirok etganini tasdiqlaydi.

1323, 1239, 1191, 1076 va 1047 sm^{-1} sohalardagi kuchli yutilishlar B–O, B–O–C va C–O bog‘lariga xos bo‘lib, glitserin va borat kislota o‘rtasida borat efirli tuzilma hosil bo‘lganini ko‘rsatadi. 916, 900, 873, 755, 638 va 507 sm^{-1} dagi cho‘qqilar esa bor–azotli fragmentlarning deformatsion tebranishlariga mos keladi. Umuman, IQ-spektr natijalari reaksiya davomida bor, va azot tutuvchi birikmalar asosida bor, azot-organik kompleks birikma hosil bo‘lganini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

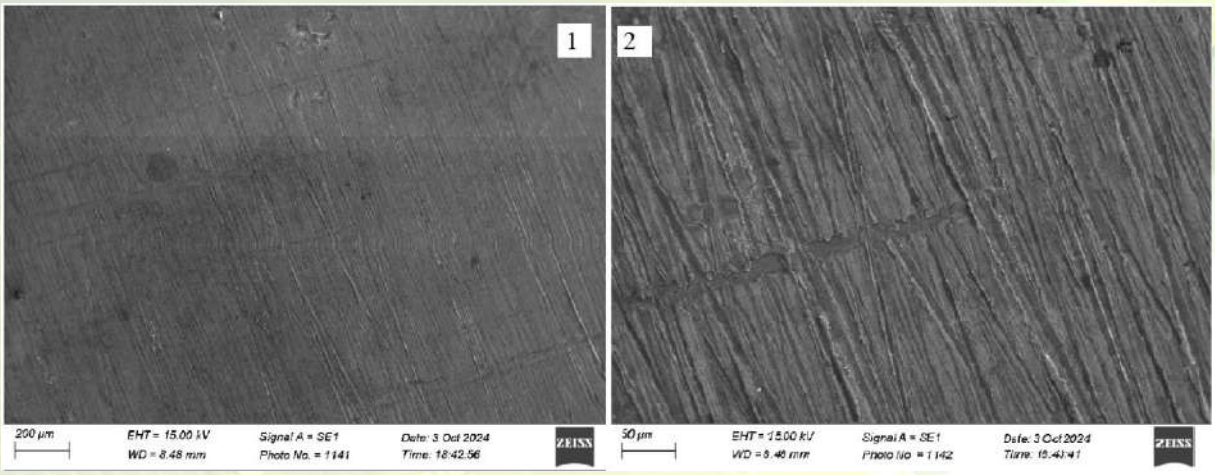


1-rasm. Bor, azot-organik kompleksi birikmasining IQ-spektri (4000–500 cm^{-1}).

GBA korroziya ingibitori ishtirokida suvli muhitda sinovdan o‘tkazilgan po‘lat yuzasining SEM tasvirlari sirtning nisbatan tekis va kam shikastlangan holatda saqlanganini ko‘rsatdi. A tasvirda yuzada bir tekis joylashgan silliq qatlam hamda mexanik ishlovdan qolgan yo‘nalgan izlar saqlanib qolgan bo‘lib, bu korroziya jarayonining po‘lat sirtini chuqur buzmaganini bildiradi. Yuzada yirik korroziya o‘choqlari, chuqur pittinglar va bo‘shashgan korroziya mahsulotlari qatlamlari deyarli kuzatilmadi.

B tasvirda yuqori kattalashtirishda sirtning yo‘nalgan chiziqli relyefi aniq ko‘rinadi. Ushbu holat po‘lat yuzasida himoya adsorbsion qatlami shakllanganini va u metallning agressiv muhit bilan bevosita kontaktda bo‘lishini cheklaganini ko‘rsatadi. Lokal buzilishlarning kamligi GBA ingibitorining po‘lat yuzasida kompakt va barqaror himoya qatlami hosil qilib, korroziya jarayonini susaytirganini tasdiqlaydi. (2-rasm).

ISSN 3030-3907

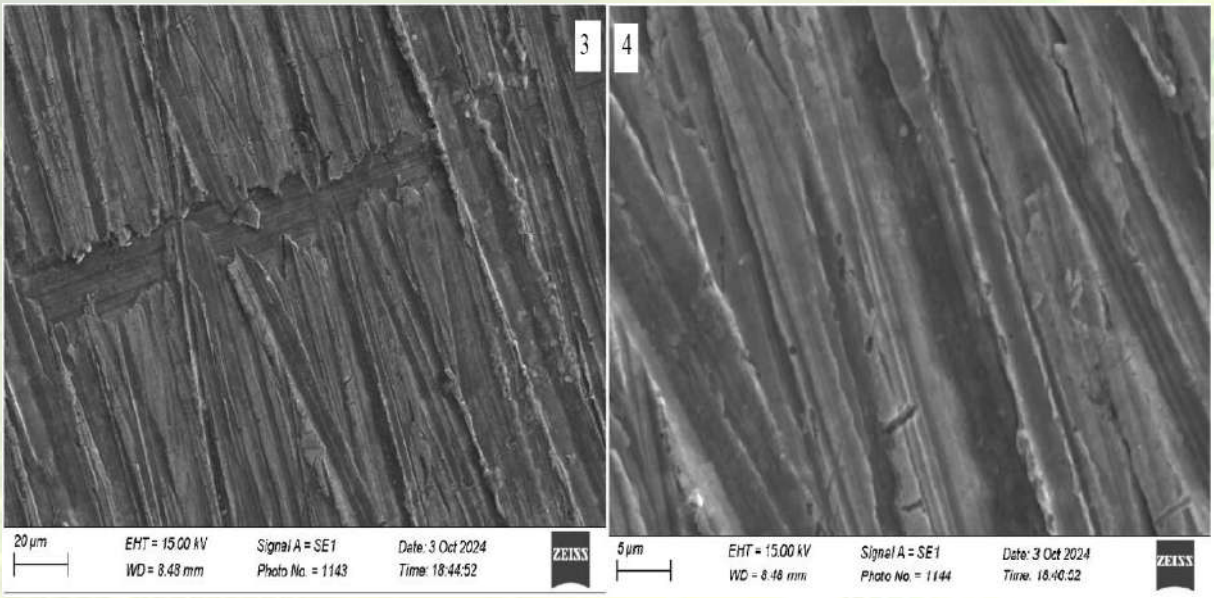


2-rasm. GBA korroziya ingibitori ishtirokida suvli muhitda po‘lat yuzasining korroziya jarayonidan keyingi morfologiyasi: skanerlovchi elektron mikroskop tasvirlari (A – 200 µm, B – 50 µm).

3-rasmda GBA korroziya ingibitori ishtirokida suvli muhitda po‘lat yuzasining yuqori kattalashtirishdagi sem tasvirlari keltirilgan. Oldingi tasvirlarda aniqlangan sirtning nisbatan tekis va kam shikastlangan holati ushbu rasmda ham tasdiqlandi. 20 µm masshtabdagi tasvirda po‘lat yuzasida yo‘nalgan relyef saqlanib qolgan bo‘lib, keng tarqalgan yemirilish o‘choqlari, chuqur pittinglar va bo‘shashgan korroziya mahsulotlari deyarli kuzatilmadi. Bu holat GBA ingibitori ta’sirida metall sirtida himoya qatlami shakllanganini ko‘rsatadi.

5 µm masshtabdagi tasvirda esa sirtning mikrorelyefi yanada aniq namoyon bo‘lib, alohida chiziqsimon strukturalar orasida lokal buzilishlar juda kam ekanligi kuzatildi. Yuzada ayrim mayda notekisliklar mavjud bo‘lsa-da, ular uzluksiz korroziya yemirilishiga xos chuqur destruksiya belgilarini bermaydi. Aksincha, sirtning kompakt va nisbatan yaxlit saqlanishi GBA ingibitorining po‘lat yuzasida adsorbsion-himoya qatlami hosil qilib, agressiv muhitning metallga bevosita ta’sirini cheklaganini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907



3-rasm. GBA korroziya ingibitori ishtirokida suvli muhitda po‘lat yuzasining korroziya jarayonidan keyingi morfologiyasi: skanerlovchi elektron mikroskop tasvirlari (A – 20 µm, B – 5 µm).

GBA markali korroziya ingibitorining suvli muhitida gravimetrik sinovlar asosida samaradorligini baholash (GOST 9.506–87). Mazkur tadqiqotda suvli muhitida po‘lat namunalarining korroziya jarayoni va GBA markali korroziya ingibitorining himoya samaradorligi GOST 9.506-87 talablari asosida gravimetrik usul yordamida baholandi. Ushbu standart suvli muhitlarida ishlatiladigan ingibitorlarning samaradorligini miqdoriy va taqqoslama tarzda aniqlashga mo‘ljallangan.

GBA markali korroziya ingibitorining ushbu tizimda 0,3 % konsentratsiyada ham himoya darajasi Z = 90,63 % ni tashkil etdi, bu esa metall yuzasida deyarli uzluksiz adsorbsion qatlam hosil bo‘layotganini ko‘rsatadi. Konsentratsiya 0,5 % gacha oshirilganda Z = 92,28 %, 1 % da esa 95,57 % ga yetib, korroziya jarayoni deyarli to‘liq darajada susaygani kuzatildi.

1-jadval

GBA markali korroziya ingibitorining suvli muhitida korroziya jarayonini GOST 9.506–87 aniqlandi

Na’muna raqami	Na’muna yuzasi S,m^2	Sinovdan oldingi na’muna massasi M,g	Sinovdan keyingi na’muna massasi M,g	Namuna massasi yo‘qotili shi, M_1-M_2,g	$V_{n.i}$ Ingibitorsiz muhitdagi korroziya tezligi, g/ m^2*s	V_i Ingibitorli muhitdagi korroziya tezligi, g/ m^2*s	Himoya darajasi (Z)%

ISSN 3030-3907

GBA							
Ingibitors iz	0,0324	0,5481	0,4065	0,1416	0,0364	-	-
0,3%	0,0305	0,4386	0,4261	0,0125	-	0,00341	90,63
0,5%	0,0305	0,4232	0,4129	0,0103	-	0,00281	92,28
1%	0,0304	0,4384	0,4325	0,0059	-	0,00161	95,57

Sintez qilingan bor-azot-organik kompleksi birikmalari asosidagi GBA markali korroziya ingibitorining ta'sir mexanizmi metall sirtida adsorbsion himoya qatlam hosil qilish bilan izohlanadi. Molekula tarkibidagi bor, azot atomlari metall yuzasi bilan koordinatsion o'zaro ta'sirga kirishib, sirt faol markazlarini bloklaydi hamda korroziya jarayonini sekinlashtiradi. Gravimetrik sinovlar (GOST 9.506-87) natijalariga ko'ra, GBA ingibitori suvli muhitida yuqori himoya samaradorligini namoyon etdi: 0,3 % konsentratsiyada Z = 90,63 %, 0,5 % da Z = 92,28 %, 1 % da esa Z = 95,57 %. Olingan natijalar GBA markali ingibitori metall yuzasida barqaror adsorbsion plyonka hosil qilib, korroziya jarayonini samarali himoyalashini ko'rsatadi.

XULOSA. Tadqiqot natijalariga ko'ra, bor, azot-organik kompleksi yani GBA markali suvda eriydigan korroziya ingibitori muvaffaqiyatli sintez qilindi. Spektral, sem tahlillar asosida sintez qilingan modda tarkibida bor, azot-organik kompleks tuzilma mavjudligini tasdiqladi. Gravimetrik sinovlar natijasida GBA ingibitori suvli muhitida yuqori korroziyaga qarshi samaradorlikka ega ekanligi aniqlanib, maksimal himoya darajasi 95,57 % ni tashkil etdi. Olingan natijalar sintez qilingan birikmaning metall yuzasida mustahkam himoya-adsorbsion qatlam hosil qilib, korroziya jarayonini sezilarli darajada susaytirishini ko'rsatdi.

ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. AMPP. *Economic Impact of Corrosion*. Global cost of corrosion is estimated at about US$2.5 trillion, equivalent to 3.4% of global GDP.

2. Gómez-Sánchez G., Díaz-Jiménez V., Arellanes-Lozada P., Lijanova I.V., Arriola-Morales J., Castillo-Morales M., Likhanova N.V., Olivares-Xometl O. *An Overview: Highly Efficient Inhibitors of Carbon Steel*. Molecules. 2025;30(19):3994. doi:10.3390/molecules30193994.

3. Desai P.D., Pawar C.B., Avhad M.S., More A.P. *Corrosion inhibitors for carbon steel: A review*. Vietnam Journal of Chemistry. 2023;61(1):15–42. doi:10.1002/vjch.202200111.

4. Răuță D.-I., Matei E., Avramescu S.-M. *Recent Development of Corrosion Inhibitors: Types, Mechanisms, Electrochemical Behavior, Efficiency, and Environmental Impact*. Technologies. 2025;13(3):103. doi:10.3390/technologies13030103.

ISSN 3030-3907

5. Chen L., Lu D., Zhang Y. *Organic Compounds as Corrosion Inhibitors for Carbon Steel in HCl Solution: A Comprehensive Review*. Materials. 2022;15(6):2023. doi:10.3390/ma15062023.
6. Shwetha K.M., Praveen B.M., Devendra B.K. *A review on corrosion inhibitors: Types, mechanisms, electrochemical analysis, corrosion rate and efficiency of corrosion inhibitors on mild steel in an acidic environment*. Results in Surfaces and Interfaces. 2024;16:100258. doi:10.1016/j.rsurfi.2024.100258.
7. Zhou M., Zhu L., Pan D., Luo X., Liu H., Qu F., Zhao D., Xing Z., Jiao S., Yan J., Jiang Z. *Effect of triethanolamine borate on corrosion resistance of hot-rolled mild steels in industrial laminar cooling processes*. Corrosion Science. 2025;256:113186. doi:10.1016/j.corsci.2025.113186.
8. Al Zubaidi I.A., Jones R., Alzughaibi M., Albayyadhi M., Darzi F., Ibrahim H. *Crude Glycerol as an Innovative Corrosion Inhibitor*. Applied System Innovation. 2018;1(2):12. doi:10.3390/asi1020012.

ISSN 3030-3907

СЕНСОР ТАРМОҚЛАРИДА НАЗОРАТ-ЎЛЧОВ МАЪЛУМОТЛАРИНИ МОБИЛ АЛОҚА ОРҚАЛИ УЗАТИШ

Назаров А.М.
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети,
E-mail: nazarov_58@rambler.ru
Райимов Ф.Т.
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети,
Университет кўчаси, 2,
E-mail: farruxrayimov16@gmail.com

Аннотация. Мақолада сенсор тармоқларида назорат-ўлчов маълумотларини узатишда мобил алоқадан фойдаланишнинг замонавий ҳолати, асосий муаммолари ва ривожланиш истиқболлари таҳлил қилинган. Симсиз сенсор тармоқлари (WSN) архитектураси, мобил алоқа технологияларининг эволюцияси ҳамда NB-IoT, LTE-M технологияларининг сенсор тармоқларда қўлланилиши кўриб чиқилган. Маълумот узатишнинг асосий талаблари – ўтказувчанлик, кечикиш вақти, энергия самарадорлиги, ишончлилик ва хавфсизлик параметрлари таҳлил этилган. Ўзбекистон шароитида сенсор тармоқларни жорий этишнинг ўзига хос хусусиятлари ва муаммолари келтирилган.

Калит сўзлар: мобил алоқа, сенсор тармоқлари, ўтказувчанлик, кечикиш вақти, ишончлилик, энергия сарфи

Abstract: The article analyzes the current state, main problems and development prospects of the use of mobile communications for transmitting control and measurement data in sensor networks. The architecture of wireless sensor networks (WSN), the evolution of mobile communication technologies, and the application of NB-IoT and LTE-M technologies in sensor networks are considered. The article analyzes key data transmission requirements—bandwidth, latency, energy efficiency, reliability, and security parameters. The article also presents the specifics and challenges of implementing sensor networks in Uzbekistan.

Keywords: mobile communications, sensor networks, throughput, latency, reliability, power consumption

Аннотация. В статье анализируется современное состояние, основные проблемы и перспективы развития использования мобильной связи для передачи контрольно-измерительных данных в сенсорных сетях. Рассмотрены архитектура беспроводных сенсорных сетей (WSN), эволюция технологий мобильной связи, а также применение технологий NB-IoT и LTE-M в сенсорных сетях. Анализируются основные требования к передаче данных—пропускная способность, задержка, энергоэффективность,

ISSN 3030-3907

надежность и параметры безопасности. Представлены особенности и проблемы внедрения сенсорных сетей в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: мобильная связь, сенсорные сети, пропускная способность, задержка, надежность, энергопотребление

КИРИШ.

Ҳозирги кунда сенсор тармоқлари (Wireless Sensor Networks, WSN) замонавий назорат-ўлчов тизимларининг ажралмас қисмига айланиб, турли соҳаларда – саноат, қишлоқ хўжалиги, экологик мониторинг, ақлли шаҳарлар ва тиббиётда кенг қўлланилмоқда [1,2]. Сенсор тармоқларининг самарали ишлаши, биринчи навбатда, назорат-ўлчов маълумотларини ишончли ва ўз вақтида узатиш имкониятига боғлиқ.

Анъанавий сенсор тармоқларда маълумот узатиш учун WiFi, ZigBee, Bluetooth каби қисқа масофали симсиз технологиялар қўлланилади. Бироқ бу технологиялар катта географик ҳудудларни қамраб олиш, энергия тежамкорлиги ва ишончлилик нуқтаи назаридан чекланган имкониятларга эга [3]. Мобил алоқа технологияларининг сўнгги йиллардаги жадал ривожланиши, хусусан NB-IoT (Narrowband Internet of Things), LTE-M ва 5G технологияларининг пайдо бўлиши сенсор тармоқлар учун янги имкониятлар яратмоқда [4,5].

Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 5-октабрдаги ПҚ-4842-сонли "Рақамли Ўзбекистон-2030" стратегияси мамлакатда рақамли иқтисодиётни ривожлантириш ва *IoT* тизимларини кенг кўламда қўллаш вазифаларини белгилайди [6]. Бу эса сенсор тармоқлар ва мобил алоқа технологияларини интегratsiялаштиришнинг долзарблигини янада оширади.

Мақолада сенсор тармоқларида назорат-ўлчов маълумотларини узатишда мобил алоқа технологияларидан фойдаланишнинг замонавий ҳолати таҳлил қилинган ва асосий муаммоларни аниқлаш ва республика шароитида қўллаш истиқболлари кўриб чиқилган.

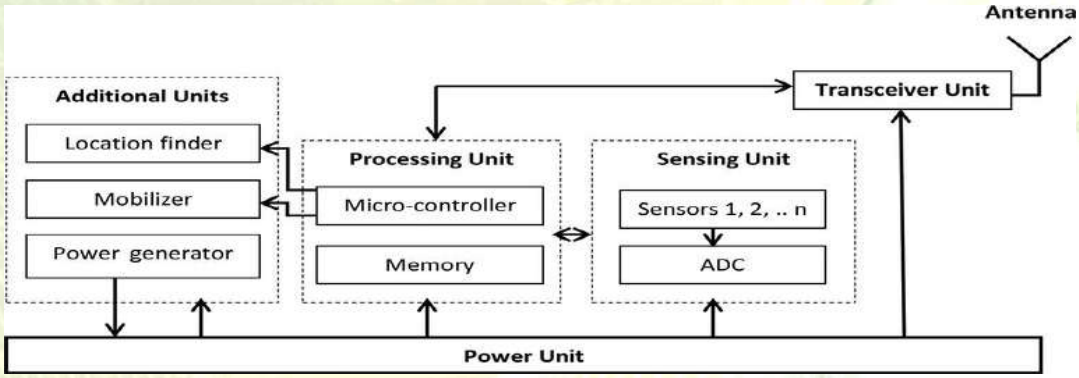
АСОСИЙ ҚИСМ.

Сенсор тармоқларининг а рхитектураси ва тузилиши. Сенсор тармоқлари фазовий тарқоқ жойлаштирилган, автоном сенсор тугунларидан ташкил топган, физик ёки атроф-муҳит параметрларини кузатиш ва маълумотларни симсиз равишда узатиш учун мўлжалланган тармоқдир [1]. Сенсор тугуни бир ёки бир нечта сенсорлар, микропроцессор, симсиз алоқа модули ва қувват манбаидан иборат микротизимдир.

Сенсор тармоқларининг архитектураси одатда уч асосий қатламдан иборат: сенсор тугунлари қатлами, тармоқ қатлами ва илова қатлами [3].

ISSN 3030-3907

Сенсор тугунлари қатлами – бу энг паст қатлам бўлиб, физик параметрларни ўлчаш ва аналог сигналларни рақамли формага ўтказиш вазифасини бажаради. Ҳар бир сенсор тугуни қуйидаги асосий блоклардан иборат (1-расм): сенсор блоки (sensing unit) – физик параметрларни электр сигналига айлантиради; Қайта ишлаш блоки (processing unit) – маълумотларни қайта ишлаш ва маршрутлаш; Алоқа блоки (transceiver unit) – симсиз алоқа орқали маълумотларни қабул қилиш ва узатиш; Энергия блоки (power unit) – барча компонентларни қувват билан таъминлаш.



1-расм. Сенсор тармоқларининг архитектураси

Тармоқ қатлами маълумотларни сенсор тугунларидан база станциясига етказиш учун маршрутлаш протоколлари ва алгоритмларини таъминлайди. Ушбу қатламда LEACH (Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy), PEGASIS (Power-Efficient Gathering in Sensor Information Systems), TEEN (Threshold sensitive Energy Efficient sensor Network) каби энергия тежамкор протоколлар қўлланилади [7, 8].

Илова қатлами фойдаланувчиларга сенсор тармоқдан олинган маълумотларни таҳлил қилиш, визуализатsiя қилиш ва қарор қабул қилиш имкониятини беради. Ушбу қатламда маълумотларни сақлаш, қайта ишлаш ва тақдим этиш учун махсус дастурий таъминот ва алгоритмлар ишлатилади.

Сенсор тармоқларининг классификатsiяси. Сенсор тармоқлари турли мезонлар асосида классификатsiя қилинади [4, 5]:

Жойлаштириш усули бўйича:

• Ер ости WSN (Underground WSN) – тупроқ остига ўрнатиладиган сенсор тармоқлари, асосан қишлоқ хўжалигида тупроқ намлиги ва ҳароратини кузатиш учун ишлатилади;

• Ер усти WCH (Terrestrial WCH) – ер юзасида жойлаштириладиган энг кенг тарқалган тури;

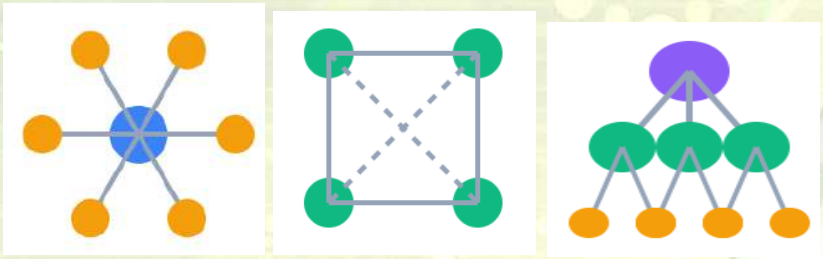
• Сув ости WCH (Underwater WSN) – океан ва денгизларни мониторинг қилиш, нефть-газ саноатида қўлланилади [7];

• Multimedia WCH – видео, аудио ва тасвир маълумотларини узатиш учун мўлжалланган юқори ўтказувчанликка эга тармоқлар;

ISSN 3030-3907

• Мобил WCH – ҳаракатланувчи сенсор тугунларидан ташкил топган тармоқлар, транспорт мониторинги ва логистикада қўлланилади.

Топология бўйича (2-расм):



a) b) c)

2-расм. Сенсор тармоқларининг топологиялари: а) юлдузсимон, б) меш, с) иэрархик•

Юлдузсимон топология (Star topology) – барча сенсор тугунлари марказий тугунга (база станциясига) тўғридан-тўғри уланади. Оддий ва энергия тежамкор, лекин марказий тугундаги носозлик бутун тармоқни ишдан чиқаради;

• Меш топология – кўп йўлли уланишлар, юқори ишончлилик ва ўз-ўзини тиклаш қобилияти бор, аммо мураккаб маршрутлаш алгоритмлари талаб қилади;

• Иэрархик (кластер) топология – тугунлар кластерларга бўлинади, ҳар бир кластерда бошчи тугун мавжуд. Энергия самарадорлиги юқори ва кенгайтирилиши осон.

Маълумот тури бўйича:

• Скаляр сенсорлар – ҳарорат, босим, намлик каби оддий параметрларни ўлчайди;

• Мультимедиа сенсорлар – видео, аудио ва тасвир маълумотларини йиғади;

• Гибрид сенсорлар – турли турдаги маълумотларни бирлаштиради.

Ҳаракатчанлик бўйича:

• Статик WCH – сенсор тугунлари қатъий жойлаштирилган;

• Мобил WCH – тугунлар ҳаракатлана олади;

• Аралаш WCH – статик ва мобил тугунлар комбинатsiяси.

Мобил алоқа технологияларининг эволюцияси. Мобил алоқа технологиялари 1G аналог тизимларидан бошлаб 5G рақамли тизимларигача катта йўл босиб ўтган. Ҳар бир янги авлод маълумот узатиш тезлиги, хавфсизлик ва қамров бўйича сезиларли яхшиланишлар киритган [3, 4, 7].

NB-IoT ва LTE-M технологияларининг хусусиятлари. NB-IoT (Narrowband Internet of Things) 3GPP Release 13 да стандартлаштирилган, IoT қурилмалари учун махсус ишлаб чиқилган паст қувватли кенг ҳудуд тармоғи

ISSN 3030-3907

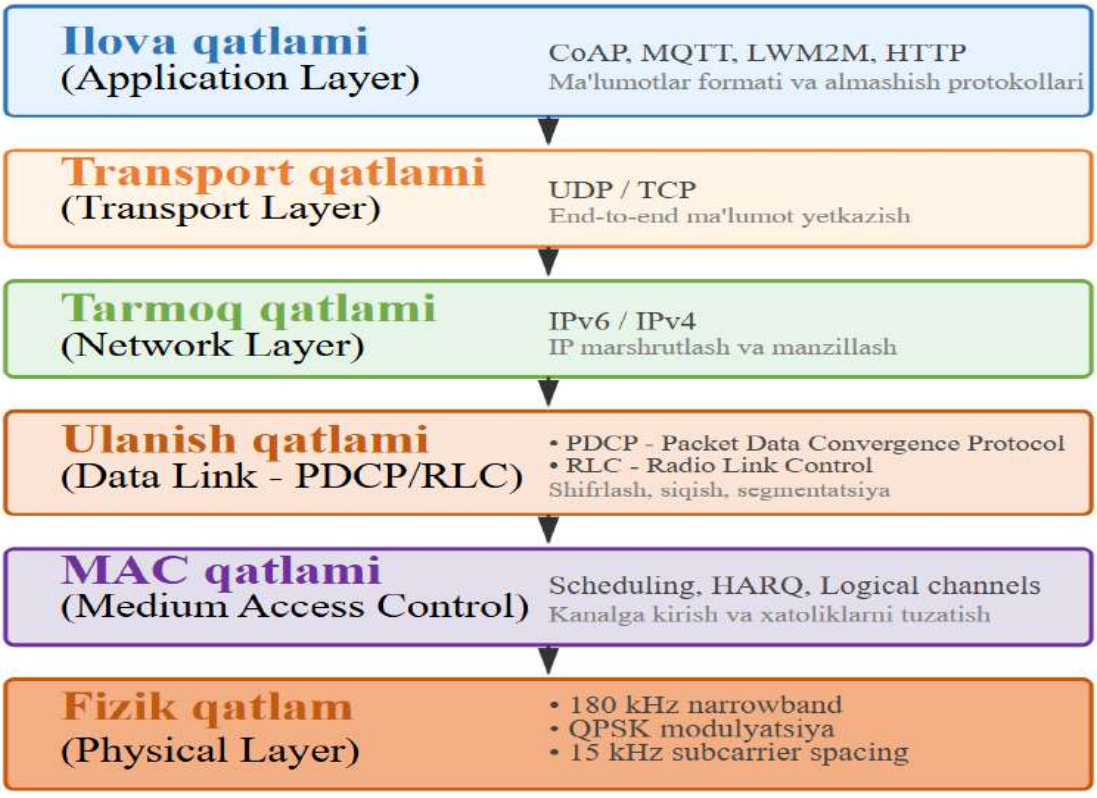
технологиясидир [9]. NB-IoT нинг асосий параметрлари: частота кенглиги 180 kHz, юқорига уланиш тезлиги 60-250 Kbps, пастга уланиш тезлиги ~200 Kbps, кечикиш 1,6-10 с, максимал уланиш зичлиги 52,000 қурилма/км², қамров 164 дБ MSL ва батарея умри 10+ йил (5 Wh батарея билан) [4, 9]. 3-расмда NB-IoT протокол стек архитектураси кўрсатилган.

LTE-M (LTE for Machines) NB-IoT га нисбатан юқори тезлик ва пастроқ кечикишни таъминлайди. Унинг параметрлари: частота кенглиги 1,4 MHz, uplink/downlink тезлиги

1-жадвал

NB-IoT ва LTE-M қиёслаш

Параметр	NB-IoT	LTE-M
Частота кенглиги	180 kHz	1,4 MHz
Тезлик	60-250 Kbps	~1 Mbps
Кечикиш	1,6-10 s	10-15 ms
Ҳаракатчанлик	Чекланган	160 км/соат
Овозли алоқа	Йўқ	Мавжуд
Батарея умри	10+ йил	10 йил
Нархи	Пастроқ	Юқорироқ



3-расм. NB-IoT протокол стек архитектураси

Сенсор тармоқларида назорат-ўлчов маълумотларини узатиш жараёнида бир қатор техник ва функционал талабларга риоя қилиш зарур.

ISSN 3030-3907

Маълумотлар турли хиллиги (скаляр, вектор, мультимедиа ва воқеа маълумотлари) ҳар хил ҳажм, узатиш частотаси ва ишончлилик талабларига эга [11].

1. Ўтказувчанлик талаблари. Скалар сенсорлар учун 1-10 Kbps, кўп параметрли мониторинг тизимлари учун 10-100 Kbps, мультимедиа сенсорлар учун эса 100 Kbps дан 10 Mbps гача ўтказувчанлик талаб қилинади. Тармоқнинг умумий ўтказувчанлиги Шаннон-Ҳартлей теоремаси асосида аниқланади:

$$C = \text{Блог}_2(1 + \text{CHP})$$

бу ерда: C – максимал канал ўтказувчанлиги (bps), B – канал кенглиги (Hz), CHP – сигнал-шовқин нисбати [11].

2. Кечикиш вақти талаблари. Турли иловалар учун кечикишга нисбатан турли талаблар мавжуд: критик реал вақт тизимлар учун 10-50 мс, real-time тизимлар учун 50-200 мс, реал вақтга яқин режимида тизимлар учун 200 мс - 2с ва реал вақтдан узоқ тизимлар учун 2-60 с [12].

Сенсор тугунлари одатда батарея билан ишлайди ва узатиш жараёни энг кўп энергия истеъмол қиладиган operatsiя ҳисобланади. PSM (Power Saving Mode) ва eDRX (extended Discontinuous Reception) механизмлари батарея умрини 10 йилгача узайтириш имконини беради [4, 10].

4-расмда турли иловалар учун кечикиш талаблари кўрсатилган:

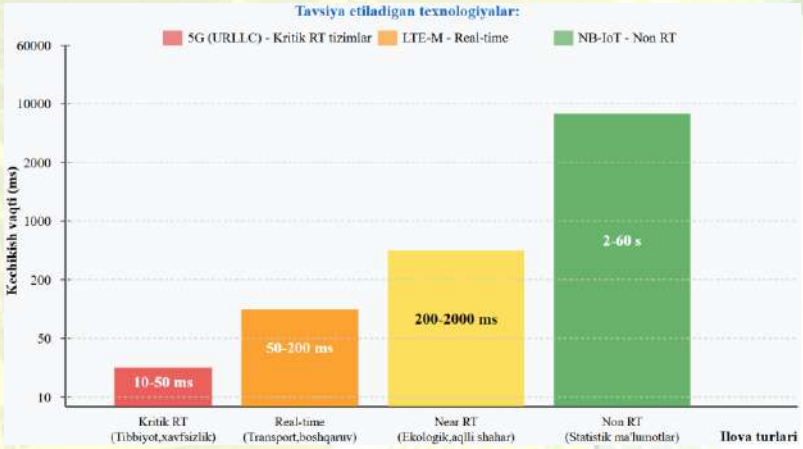
Ўзбекистон шароитидаги муаммолар ва истиқболлар. Ўзбекистонда сенсор тармоқларида мобил алоқа технологияларидан фойдаланишда ўзига хос муаммолар мавжуд. Мамлакатнинг катта ҳудуди (448978 км²) ва аҳоли зичлигининг нотекис тақсимланиши мобил қамровни таъминлашни қийинлаштиради. Қишлоқ жойларида ва чўл ҳудудларида 4G қамров 40-50% ни ташкил этади [6].

Ўзбекистоннинг континентал иқлими ва юқори ҳарорат амплитудаси (-30°C дан +50°C гача) сенсор қурилмаларининг ишлашига таъсир кўрсатади. Батарея самарадорлиги юқори ҳароратларда 20-30% га камаяди. Шунингдек, чанг бўронлари ва юқори намлик антенна ва электроника компонентларига салбий таъсир кўрсатади. 5-расмда Ўзбекистон шароитидаги муаммолар ва ечимлар кўрсатилган.

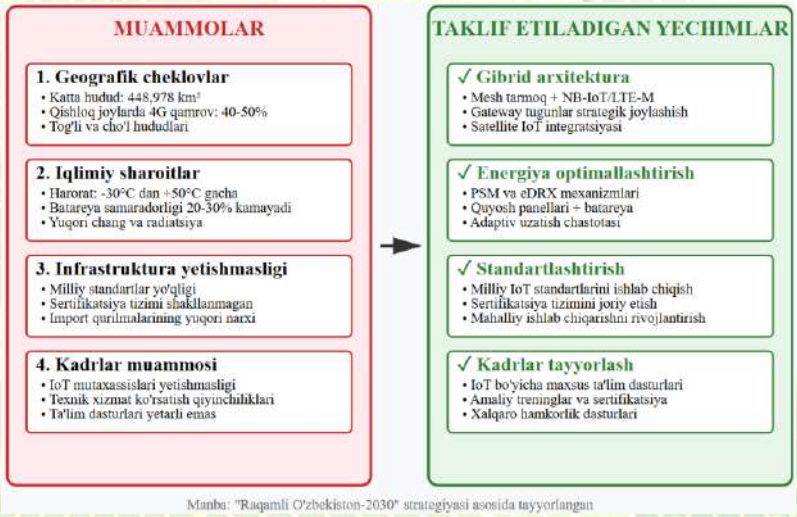
Ўзбекистон Республикаси Президентининг 2020 йил 5-октябрдаги ПҚ-4842-сонли "Рақамли Ўзбекистон-2030" стратегияси [6] ва 2023 йил 28 августдаги ПФ-158-сонли фармони мамлакатда рақамли иқтисодиётни ривожлантириш, ахборот-коммуникatsiя технологияларини жорий этиш ва IoT тизимларини кенг кўламда қўллаш вазифаларини белгилайди [13].

ISSN 3030-3907

Ўзбекистонда сенсор тармоқлар асосан қуйидаги соҳаларда қўлланилмоқда: қишлоқ хўжалигида (Тошкент, Самарқанд, Фарғона вилоятларида пахта ва буғдой далаларида тупроқ намлиги ва ҳарорат мониторинги), энергетикада (электр энергиясини ҳисобга олиш ва ақлли тармоқ тизимлари), коммунал хизматларда (сув таъминоти ва газ тармоқларини мониторинг қилиш) ва экологик мониторингда (Орол денгизи минтақасида экологик ҳолатни кузатиш) [6].



4-расм. Турли иловалар учун кечикиш талаблари



5-расм. Ўзбекистон шароитидаги муаммолар ва таклиф этиладиган ечимлар

Келгуси 5 йилда қуйидаги йўналишларда ривожланиш кутилмоқда: 5G тармоқларининг жорий этилиши ва кенгайтирилиши, NB-IoT ва LTE-M қамровининг барча вилоятларга кенгайиши, ақлли шаҳар ва ақлли қишлоқ хўжалиги лойиҳаларининг кенгайиши, маҳаллий IoT ва сенсор тармоқ ечимларини ишлаб чиқиш, халқаро стандартларга мувофиқ хавфсизлик тизимларини жорий этиш.

ХУЛОСА.

Олиб борилган таҳлил ва тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосаларга келиш мумкин:

ISSN 3030-3907

Биринчидан, сенсор тармоқлари замонавий назорат-ўлчов тизимларининг асосий компоненти бўлиб, саноат, қишлоқ хўжалиги, экологик мониторинг, ақлли шаҳарлар ва тиббиёт каби кўплаб соҳаларда қўлланилмоқда. Сенсор тармоқларнинг архитектураси уч асосий қатламдан (сенсор тугунлари, тармоқ ва илова қатламлари) иборат бўлиб, ҳар бир қатлам ўзига хос вазифаларни бажаради.

Иккинчидан, мобил алоқа технологияларининг эволюцияси сенсор тармоқлар учун янги имкониятлар яратган. NB-IoT, LTE-M ва 5G mMTS технологиялари кенг қамров (10-15 км), паст энергия сарфи (10 йилгача батарея умри), юқори ишончлилик (99.9% дан ортиқ) ва стандартлаштирилганликни таъминлайди. Бу технологиялар анъанавий қисқа масофали симсиз технологияларга (WiFi, ZigBee, Bluetooth) нисбатан катта географик ҳудудларни қамраб олиш ва энергия тежамкорлиги бўйича устунликка эга.

Учинчидан, назорат-ўлчов маълумотлари турли хиллиги (скалар, вектор, мультимедиа ва воқеа маълумотлари) ҳар хил ҳажм, узатиш частотаси ва ишончлилик талабларига эга. Скаляр сенсорлар учун 1-10 Kbps, мультимедиа сенсорлар учун эса 100 Kbps дан 10 Mbps гача ўтказувчанлик талаб этилади. Маълумот узатишда асосий талаблар – ўтказувчанлик, кечикиш вақти (10 мс дан 60 с гача), пакет йўқотиш (0.1-5%), энергия самарадорлиги ва хавфсизлик ўртасида мувозанатни таъминлаш муҳим илмий-техник муаммо ҳисобланади.

Тўртинчидан, Ўзбекистон шароитида сенсор тармоқларни жорий этиш катта ҳудуд, континентал иқлим, қишлоқ жойларида мобил қамровнинг чекланганлиги, юқори чанг ва радиатsiя интенсивлиги каби хусусиятлар туфайли ўзига хос муаммоларни келтириб чиқаради. Гибрид архитектура (меш тармоқ + NB-IoT/LTE-M), энергия оптималлаштириш (PSM, eDRX, қуёш панеллари), миллий стандартларни ишлаб чиқиш ва кадрлар тайёрлаш ушбу муаммоларни ҳал этишнинг асосий йўналишлари ҳисобланади.

Бешинчидан, тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, сенсор тармоқларида назорат-ўлчов маълумотларини самарали узатиш учун мобил алоқа технологиялари кенг имкониятлар яратади. Бироқ энергия сарфи, сигнал тарқалиши, спектр ресурслари чеклови ва хавфсизлик каби муаммоларни ҳал этиш, шунингдек, маҳаллий шароитларга мослаштирилган ечимлар ишлаб чиқиш зарур. Кейинги тадқиқотларда ушбу муаммоларни бартараф этиш учун математик моделлар, оптималлаш алгоритмлари ва амалий ечимлар ишлаб чиқиш мақсадга мувофиқдир.

ISSN 3030-3907

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Akyildiz I.F., Su W., Sankarasubramaniam Y., Cayirci E. Wireless sensor networks: a survey // Computer Networks. – 2002. – Vol. 38, No. 4. – P. 393-422.
2. Бершадский А.М., Курилов Л.С., Финогеев А.Г. Обзор методов маршрутизатsiи в беспроводных сенсорных сетях // Технические науки. Информатика, вычислительная техника. – 2012. – №1(21). – С. 47-57.
3. Kandris D., Nakas C., Vomvas D., Koulouras G. Applications of Wireless Sensor Networks: An Up-to-Date Survey // Applied System Innovation. – 2020. – Vol. 3, No. 1. – P. 14.
4. Ratasuk R., Vejlgaard B., Mangalvedhe N., Ghosh A. NB-IoT system for M2M communication // 2016 IEEE Wireless Communications and Networking Conference. – 2016. – P. 1-5.
5. Shafi M., Molisch A.F., Smith P.J., et al. 5G: A Tutorial Overview of Standards, Trials, Challenges, Deployment, and Practice // IEEE Journal on Selected Areas in Communications. – 2017. – Vol. 35, No. 6. – P. 1201-1221.
6. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PQ-4842-sonli "Raqamli O‘zbekiston-2030" strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida"gi qarori.
7. Лебедев И.В., Гюнзиков А.Б., Джангаев Д.Б., Тагиров Н.У., Забитов Б.М. Применение технологии M2M для автоматизатsiи и управления системами: обзор и примеры приложений // Инноватsiи и инвестиции. №6. – 2023. – С. 160-164.
8. Ghavimi F., Chen H.H. M2M Communications in 3GPP LTE/LTE-A Networks: Architectures, Service Requirements, Challenges, and Applications // IEEE Communications Surveys & Tutorials. – 2015. – Vol. 17, No. 2. – P. 525-549.
9. Martinez B., Adelantado F., Bartoli A., Vilajosana X. Exploring the performance boundaries of NB-IoT // IEEE Internet of Things Journal. – 2019. – Vol. 6, No. 3. – P. 5702-5712.
10. Lauridsen M., Krigslund R., Rohr M., Madueno G. An Empirical NB-IoT Power Consumption Model for Battery Lifetime Estimation // 2018 IEEE 87th Vehicular Technology Conference. – 2018. – P. 1-5.
11. Парфенов В.И., Донг Л.В. Беспроводные сенсорные сети. Принципы комплексирования информатsiи от сенсоров при обнаружении объекта излучения. – Инфра-Инженерия, 2025. – 105 с.
12. Sundararaman B., Buy U., Kshemkalyani A.D. Clock synchronization for wireless sensor networks: a survey // Ad Hoc Networks. – 2005. – Vol. 3, No. 3. – P. 281-323.

ISSN 3030-3907

13. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 28-avgustdagi PF-158-sonli "2023-2026 yillarda sun'iy intellektni rivojlantirish strategiyasi to‘g‘risida"gi farmoni.

ISSN 3030-3907

MASHINALI KO‘RISH TEXNOLOGIYASI ASOSIDA TISHLI G‘ILDIRAKLARNING PROFILINI NAZORAT QILISH USULINI ISHLAB CHIQISH

N.N. Jo‘rayev
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Mashinasozlik texnologiyasi kafedrasi PhD, dotsenti
K. A. Karimov
Toshkent davlat texnika universiteti Nazariy mexanika kafedrasi professori
A. O. Ataullayev
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Mashinasozlik texnologiyasi kafedrasi PhD, dotsenti
SH. N. Yaxshiyev,
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Mashinasozlik texnologiyasi kafedrasi DSc Professori
P. Egamberdiyev
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti Sanoat va ishlab chiqarishni mahalliylashtirish DSc, professori

Annotatsiya. Ishda mashina ko‘rishi texnologiyalari va uch o‘lchamli geometrik ma’lumotlarni qayta ishlashga asoslangan tishli g‘ildiraklarning profilini nazorat qilishning yangi usuli taqdim etilgan. Tadqiqotning dolzarbligi mavjud yondashuvlarda (koordinata-o‘lchov mashinalari, optik va qiyosiy usullar) o‘lchashlarning yuqori aniqligi, tezligi va narxi o‘rtasidagi ziddiyatni bartaraf etish zarurati bilan izohlanadi. Tadqiqotning maqsadi ixtisoslashtirilgan tish o‘lchash uskunalari va etalon CAD modellarini talab qilmaydigan, qulay, yetarlicha aniq va avtomatlashtirilgan nazorat usulini ishlab chiqishdan iborat.

Kalit so‘zlar: evolvent profil, silindrik tishli g‘ildiraklar, mashinaviy ko‘rish, nuqtalar buluti, STEP-format, geometriyani nazorat qilish, profil og‘ishi, ICP-algoritm, ISO 1328.

Аннотация. В работе представлен новый метод контроля эвольвентного профиля цилиндрических зубчатых колес, основанный на технологиях машинного зрения и трехмерной обработке геометрических данных. Актуальность исследования объясняется необходимостью устранения противоречий между высокой точностью, скоростью и стоимостью измерений в существующих подходах (координатно-измерительные машины, оптические и сравнительные методы). Целью исследования является разработка удобного, достаточно точного и автоматизированного метода контроля, не требующего специализированного зубоизмерительного оборудования и эталонных CAD-моделей

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: эвольвентный профиль, цилиндрические зубчатые колеса, машинное зрение, облако точек, STEP-формат, контроль геометрии, отклонение профиля, ICP-алгоритм, ISO 1328

Abstract. The work presents a new method for controlling the evolving profile of cylindrical gears based on machine vision technologies and three-dimensional geometric data processing.The relevance of the research is explained by the need to eliminate the conflict between high measurement accuracy, speed, and cost in existing approaches (coordinate-measuring machines, optical and comparative methods). The aim of the study is to develop a convenient, sufficiently accurate, and automated control method that does not require specialized dental measuring equipment and reference CAD models

Keywords: evolving profile, cylindrical gears, machine vision, point cloud, STEP format, geometry control, profile deviation, ICP algorithm, ISO 1328

KIRISH.

Tishli g‘ildiraklar geometriyasini nazorat qilish mexanik andozalar va shtangensirkullardan tortib zamonaviy koordinata-o‘lchov mashinalari (KO‘M) va optik tizimlargacha bo‘lgan uzoq rivojlanish yo‘lini bosib o‘tdi. Tishli uzatmalarni nazorat qilishga tizimli yondashuvning boshlanishi XX asrning o‘rtalarida milliy aniqlik standartlarining (DIN, AGMA, GOST 1643-81) joriy etilishi bilan boshlangan. Muammoning hozirgi holatini tahlil qilish evolventali profilni nazorat qilishning uchta asosiy yondashuvini ajratib ko‘rsatish imkonini beradi: koordinata-o‘lchov, optik va qiyosiy. Koordinata-o‘lchov usuli eng aniq (xatolik 0.5-1 mkm gacha) va determinatsiyalangan hisoblanadi. Tishli g‘ildiraklarni nazorat qilish uchun mashina ko‘rishini qo‘llash bo‘yicha birinchi ishlar 2000-yillarning boshlarida paydo bo‘ldi. Tishli g‘ildiraklarni nazorat qilish uchun dasturiy ta’minot bozori ham tijorat, ham ochiq yechimlar bilan taqdim etilgan. Tijorat tizimlari - GearPro (Klingelnberg), GAMA (Gleason), GearCal (Hexagon) - to‘liq funksionallikka ega, ammo yuqori narxga ega (dan). va ma’lum bir o‘lchov uskunasiga bog‘langan [1]. Ochiq yechimlar (OpenGear, PyGear) ishlab chiqishning dastlabki bosqichida. GitHub repozitoriylari tahlili shuni ko‘rsatadiki, mavjud loyihalar nazariy evolventa bilan profilni to‘liq taqqoslashni amalga oshirmaydi va STEP formatini qo‘llab-quvvatlamaydi [2]. Har qanday evolventali tishli uzatma geometriyasining asosida aylana evolventasi tushunchasi yotadi, u asosiy deb ataladigan qo‘zg‘almas aylanada sirpanmasdan dumalab yuruvchi to‘g‘ri chiziqqa tegishli nuqta bilan chiziladigan tekis egri chiziqdan iborat. Aynan shu xususiyat uzatish nisbatining doimiyligini va o‘qlararo masofaning kichik o‘zgarishlariga sezgir emasligini ta’minlaydi, bu esa zamonaviy mashinasozlikda evolventali ilashmaning keng tarqalishini tushuntiradi. Evolventali profilli silindrik

ISSN 3030-3907

tishli g‘ildirakning to‘liq geometrik tavsifi uchun bir nechta asosiy parametrlarni berish kerak. Avvalo, bu modul bo‘lib, u tishlarning o‘lchamini belgilovchi asosiy hisobiy parametr hisoblanadi. Tishlar soni modul bilan birgalikda bo‘luvchi diametrni belgilaydi, u tishlashish qadami standart qiymatga teng bo‘lgan aylana diametrini ifodalaydi. Standartlashtirilgan qiymati bo‘lgan boshlang‘ich kontur profilining burchagi evolventa shaklini va asosiy aylananing holatini belgilaydi [3].

$$r = m \cdot z / 2 \quad (1)$$

$$r_b = r \cdot \cos \alpha \, 20^\circ \approx 0.9397 \quad (2)$$

$$h_f = 1.25mc = 0.25m \quad (3)$$

Asosiy aylana radiusi evolventani qurishda asosiy geometrik parametr hisoblanadi. U bo‘luvchi radius bilan munosabat orqali bog‘langan. Profilning standart burchagi bo‘lgani uchun, bu esa asosiy aylana bo‘luvchi aylanadan taxminan 6% kichikligini anglatadi. Tish boshchasining balandligi m modulga, oyoqchaning balandligi esa ga teng deb qabul qilinadi, bu esa bir g‘ildirak tishining uchi va ikkinchisining chuqurchasi orasidagi radial tirqishni ta’minlaydi.

Evolventaning matematik tavsifi uchun eng qulayi to‘g‘ri burchakli koordinatalar tizimidagi parametrik shakl bo‘lib, u yoyilma burchagiga qarab egri chiziqning istalgan nuqtasi koordinatalarini bevosita hisoblash imkonini beradi. Parametrik tenglamalarni keltirib chiqarish yasovchi to‘g‘ri chiziqning asosiy aylana bo‘ylab dumalashida yuzaga keladigan geometrik munosabatlarni ko‘rib chiqishga asoslangan. Radiusning asosiy aylanasi koordinatalar boshida joylashgan bo‘lsin. Yasovchi to‘g‘ri chiziqni (radianlarda o‘lchanadigan) burchakka burganda, dastlab to‘g‘ri chiziqning aylanaga urinish nuqtasida turgan nuqta yangi vaziyatga ko‘chadi. Urinish nuqtasining asosiy aylana bo‘ylab o‘tgan yoyining uzunligi ga teng, bu sirpanishsiz dumalash shartiga ko‘ra urinish nuqtasidan qaralayotgan nuqtagacha to‘g‘ri chiziq hosil qilgan kesmaning uzunligiga teng. Urinish nuqtasida aylanaga o‘tkazilgan urinmaning yo‘nalishini hisobga olgan holda quyidagi parametrik tenglamalar hosil bo‘ladi [4]:

$$\begin{cases} x(\theta) = r_b \cdot (\cos\theta + \theta \cdot \sin\theta) \\ y(\theta) = r_b \cdot (\sin\theta - \theta \cdot \cos\theta) \end{cases} bu\ yerda \quad \theta \in [0, \theta_{\max}] \quad (4)$$

$$\theta = 0$$

$$x = r_b$$

$$y = 0$$

$$\theta_{\max} r_a = r_b + m \quad (5)$$

Parametr evolventa burchagi yoki yoyilma burchagi deb ataladi va radianlarda o‘lchanadi. Nuqta asosiy aylanada vaziyatda yotadi. O‘sish bilan nuqta asosiy aylanadan uzoqlashadi, shu bilan birga bu uzoqlashish tezligi ortadi, chunki evolventa egrilik radiusi monoton o‘suvchi egri chiziqdir. Parametr o‘zgarishining

ISSN 3030-3907

yuqori chegarasi tishlar uchlari aylanasining radiusi bilan aniqlanadi. Geometrik mulohazalardan quyidagi munosabat kelib chiqadi:

$$\theta_{\max} = \sqrt{\left(\frac{r_a}{r_b}\right)^2 - 1} \qquad (6)$$

$$m = 2.5\,mm, z = 24, \alpha = 20°, \theta_{\max} = 64°$$

Moduli, tishlar soni va profil burchagi bo‘lgan standart tishli g‘ildiraklar uchun qiymat taxminan 1.12 radianni tashkil etadi, bu taxminan evolventa yoyilmasiga mos keladi. To‘g‘ri burchakli koordinatalardan tashqari, ba’zi masalalarni yechish uchun, xususan, profil nuqtasining o‘lchangan koordinatalari bo‘yicha g‘ildirakning burilish burchagini aniqlash uchun evolventa tenglamasining qutbiy shakli foydalidir. Markazi koordinatalar boshida bo‘lgan qutb koordinatalarida evolventa tenglamasi quyidagi ko‘rinishga ega [5]:

$$\rho(\theta) = \frac{r_b}{\cos \alpha_\theta} \qquad (7)$$

$$\alpha_\theta = \arctan \theta$$

bu yerda - berilgan nuqtadagi profil burchagi bo‘lib, u nuqtaning radius-vektori va shu nuqtadagi evolventa urinmasi orasidagi burchakni ifodalaydi. Qutb burchagi (radius-vektor va X o‘qining musbat yo‘nalishi orasidagi burchak) va evolvent parametr o‘rtasidagi bog‘liqlik quyidagi munosabat bilan ifodalanadi:

$$\varphi = \theta - \arctan \theta$$

Bu bog‘liqlik nochiziqli bo‘lib, teskari masalani yechishda, ya’ni nuqtaning ma’lum koordinatalari bo‘yicha parametrni aniqlashda ma’lum hisoblash qiyinchiliklarini keltirib chiqaradi.

ISO 1328-1:2013 xalqaro standartiga muvofiq, tish profilining og‘ishi deganda, o‘lchash natijasida olingan haqiqiy profil va parametrlarning nominal qiymatlarida ushbu g‘ildirak uchun qurilgan nazariy evolvent profil o‘rtasidagi farq tushuniladi. Standart bir nechta o‘zaro bog‘liq ko‘rsatkichlarni kiritadi, ularning har biri tish shaklining og‘ishining ma’lum bir jihatini tavsiflaydi [6].

$$\{Q_i\}_{i=1}^{n} Q_i = (x_i, y_i)\theta \qquad (8)$$

Faraz qilaylik, nazariy evolventa parametrik tenglamalar (2.1) bilan berilgan, real profil esa skanerlash yoki boshqa o‘lchashlar natijasida olingan nuqtalar to‘plami ko‘rinishida berilgan bo‘lsin. U holda har bir nuqta uchun nazariy evolventagacha bo‘lgan masofani aniqlash mumkin. Biroq, masofani bevosita hisoblash murakkablashadi, chunki evolventa odatdagi ma’noda funksiya grafigi emas va parametr va nuqtalar koordinatalari o‘rtasidagi moslik teskari tomonga bir qiymatli emas. Ixtiyoriy nuqtadan evolventagacha bo‘lgan eng qisqa masofani topish masalasi bir o‘lchovli optimallashtirish masalasiga keltiriladi:

$$\delta(Q) = \min_{\theta \in [\theta_{min}, \theta_{max}]} \sqrt{\left(x(\theta) - x_Q\right)^2 + \left(y(\theta) - y_Q\right)^2} \qquad (9)$$

ISSN 3030-3907

Masofa funksiyasi qaralayotgan oraliqda silliq va unimodal bo‘lib, bu qidiruvning samarali sonli usullaridan, xususan, oltin kesim usuli yoki dixotomik bo‘lish usulidan foydalanish imkonini beradi. Oxirgisi chiziqli yaqinlashishga ega bo‘lib, amalga oshirishning soddaligini va amaliy maqsadlar uchun yetarli aniqlikni ta’minlaydi.

F_αProfilning har bir nuqtasi uchun nazariy evolventagacha bo‘lgan minimal masofa topilgandan so‘ng, og‘ishlarning asosiy xarakteristikalari hisoblanadi. Ulardan birinchisi profilning umumiy og‘ishi bo‘lib, u maksimal va minimal og‘ishlar o‘rtasidagi farq sifatida aniqlanadi:

$$F_\alpha = \max_i \delta_i - \min_i \delta_i \qquad (10)$$

$$m = 2.5\,mm \;\; F_\alpha = 30mkm$$

Bu ko‘rsatkich og‘ishlarning umumiy tarqoqligini tavsiflaydi va profil sifatining eng umumiy mezoni hisoblanadi. Moduldagi 8-darajali aniqlikdagi g‘ildiraklar uchun profilning umumiy og‘ishiga ruxsat etilgan qiymat ni tashkil etadi.

$$f_{h\alpha}\delta(i) = k \cdot i + b \qquad (11)$$

Og‘ishlar xarakteri haqida batafsilroq ma’lumotni profil qiyaligining og‘ishi beradi, u og‘ishlar massividan chiziqli trendni ayirgandan so‘ng hisoblanadi. Agar og‘ishning nuqta raqamiga (yoki faol profil uzunligiga) bog‘liqligini chiziqli funksiya bilan yaqinlashtirsak, u holda qiyalik og‘ishi ushbu chiziqli funksiyaning faol profilning yuqori va pastki nuqtalaridagi qiymatlarining profil uzunligiga nisbatidagi farqi sifatida aniqlanadi:

$$f_{h\alpha} = \frac{\delta_{\text{верх}} - \delta_{\text{низ}}}{L_\alpha} \qquad (12)$$

bu yerda - tishning faol profili uzunligi. Musbat qiymat haqiqiy profilning tish cho‘qqisi tomonga "yiqilganini", manfiy qiymat esa oyoqcha tomonga "yiqilganini" ko‘rsatadi. Profil shaklining og‘ishi qiyalik chiqarib tashlangandan keyin qoladigan umumiy og‘ishning tashkil etuvchisidir. Rasmiy ravishda u haqiqiy profil va chiziqli trendni ayirgandan so‘ng o‘tkazilgan o‘rta chiziq o‘rtasidagi maksimal masofa sifatida aniqlanadi:

$$f_{f\alpha} = \max_i\big(\delta_i - (ki + b)\big) - \min_i\big(\delta_i - (ki + b)\big) \qquad (13)$$

Bu ko‘rsatkich tishlarga ishlov berishdagi to‘lqinsimonlik, g‘adir-budurlik yoki tebranish izlari kabi profilning mahalliy buzilishlariga sezgir bo‘ladi.

Nihoyat, o‘rtacha profilning og‘ishi og‘ishlarning tizimli tarkibiy qismini tavsiflaydi va trendni chiqarib tashlagandan so‘ng og‘ishlarning o‘rtacha arifmetik qiymati sifatida hisoblanadi [7]:

$$C_\alpha = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\big(\delta_i - (ki + b)\big) \qquad (14)$$

ISSN 3030-3907

XULOSALAR.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida silindrik g‘ildiraklarning evolventali tishlari profilini nazorat qilish usuli ishlab chiqilgan bo‘lib, u mashina ko‘rishi va uch o‘lchamli geometrik ma’lumotlarni qayta ishlash texnologiyalarini qo‘llashga asoslangan bo‘lib qo‘yidagi natijalarga erishildi:

1) Ish davomida mavjud nazorat usullarining kompleks tahlili o‘tkazildi, bu esa o‘lchashlarning aniqligi, tezligi va narxi o‘rtasida jiddiy qarama-qarshilik mavjudligini ko‘rsatdi. Aniqlanishicha, an’anaviy koordinata-o‘lchov usullari yuqori aniqlikni ta’minlaydi, biroq katta vaqt sarfi va uskunalarning yuqori narxi bilan tavsiflanadi, optik va qiyosiy usullar esa aniqlik va avtomatlashtirish darajasi bo‘yicha pastroq.

2) Egri chiziqning parametrik tavsifi, og‘ishlarni aniqlash usullari va ISO 1328 standartiga muvofiq aniqlik xususiyatlarini hisoblash algoritmlarini o‘z ichiga olgan evolventali profilning matematik modeli ishlab chiqildi. O‘lchangan nuqtalardan nazariy evolventagacha bo‘lgan minimal masofani topishning maqbul hisoblash xarajatlarida yetarli aniqlikni ta’minlaydigan samarali algoritmi taklif etilgan.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Lipson A.Z. Tishli uzatmalar. Ma’lumotnoma. - M.: Mashinasozlik, 1978. - 328 b.
2. Tabachnikov V.M. Tishli g‘ildiraklar evolventometriyasi. - M.: Mashinasozlik, 1974. - 256 b.
3. Fedotov A.I. Izmereniye parametrov zubnix kolosov. - L.: Mashinasozlik, 1984. - 176 b.
4. Goch G. Gear Metrology // CIRP Annals. — 2003. - Vol. 52, No 2. - S. 659-695.
5. Smith G.T. Machine Tool Metrology: An Industrial Handbook. — Toshkent, 2016. - 460 b.
6. Petrov S.A. Opticheskiye metodi kontrolya zubnix kolosov // Izvestiya vuzov. Asbobsozlik. - 2018. - No 6. - S. 45-51.
7. Kozlov A.V. Tishli ishlab chiqarishda raqamli texnologiyalar // Mexatronika, avtomatlashtirish, boshqarish. - 2020. T. 21, No 5. - S. 278-285.
8. Garcia J., Martinez R. Tishli g‘ildiraklarni tekshirish uchun 3D skanerlash // Precision Engineering. - 2021. - Vol. 67. - S. 234-245.

ISSN 3030-3907

SANOAT SUV TA’MINOTI TIZIMLARI UCHUN BIOPOLIMER VA ORGANOFOSFONAT ASOSLI MULTIFUNKSIONAL INGIBITORLAR SINTEZI VA TADQIQI

Meyliyeva Laziza
Toshkent kimyo-texnologiya instituti “Organik sintez texnologiyasi” kafedrasi katta o‘qituvchisi, Kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori, PhD, O‘zbekiston, Toshkent sh.
E-mail: lazizameyliyeva466@gmail.com
Axunova Shaxnoza
Toshkent kimyo-texnologiya instituti “Organik sintez texnologiyasi” kafedrasi magistri, O‘zbekiston, Toshkent sh.
E-mail: shahnozaaxunovaa17@gmail.com
Haytboyev Lazizbek
Toshkent kimyo-texnologiya instituti “Organik sintez texnologiyasi” kafedrasi magistri, O‘zbekiston, Toshkent sh.
E-mail: haytboyevlazizbek07@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur ishda sanoat suv ta’minoti tizimlarida metall korroziyasi va mineral tuzlar cho‘kishini kamaytirishga mo‘ljallangan biopolimer hamda organofosfonat asosli multifunksional ingibitorlar sintez qilindi va ularning xossalari o‘rganildi. Tadqiqotda xitozan, karboksimetiltsellyuloza, modifikatsiyalangan kraxmal, oksietilidendifosfonat va nitrilotrimetilenfosfonat asosida kompozitsion reagentlar olindi. Olingan namunalar gravimetrik, elektrokimyoviy va fizik-kimyoviy usullar yordamida sinovdan o‘tkazildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, reagentlarning 15–20 mg/l konsentratsiyasida korroziyadan himoyalash darajasi 92,0–96,4 % ni, kaltsiy karbonat cho‘kmasini ingibirlash samaradorligi esa 94,2–98,1 % ni tashkil etdi. Reagentlar yuqori harorat sharoitida ham barqaror bo‘lib, 80°C da yetarli samaradorlik saqlab qolindi. Biopolimer komponentlar metall yuzasida adsorbsion himoya qatlamini hosil qilishi, organofosfonatlar esa qattiqlik ionlari bilan kompleks birikmalar hosil qilishi aniqlandi. Olingan natijalar asosida ishlab chiqilgan kompozitsiyalar sanoat suv tizimlari uchun ekologik xavfsiz va iqtisodiy samarali yangi avlod ingibitorlari sifatida tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar: Korroziya, biopolimer, organofosfonat, multifunksional ingibitor, xitozan, OEDF, NTF, yashil kimyo.

Аннотация. В данной работе синтезированы и изучены свойства многофункциональных ингибиторов на основе биополимеров и органофосфонатов, предназначенных для снижения коррозии металлов и осаждения минеральных солей в системах промышленного водоснабжения.

ISSN 3030-3907

В ходе исследования на основе хитозана, карбоксиметилцеллюлозы, модифицированного крахмала, оксиэтилидендифосфоната и нитрилотриметиленфосфоната получены композиционные реагенты. Полученные образцы были испытаны гравиметрическим, электрохимическим и физико-химическим методами. Результаты показали, что при концентрации реагентов 15–20 мг/л степень защиты от коррозии составила 92,0–96,4 %, а эффективность ингибирования осадка карбоната кальция — 94,2–98,1 %. Реагенты стабильны в условиях высоких температур, сохраняя достаточную эффективность при 80°C. Установлено, что биополимерные компоненты формируют на поверхности металла адсорбционный защитный слой, а органофосфонаты образуют комплексные соединения с ионами жесткости. На основании полученных результатов разработанные композиции рекомендуются в качестве экологически безопасных и экономически эффективных ингибиторов нового поколения для промышленных водных систем.

Ключевые слова: Коррозия, биополимер, органофосфонат, многофункциональный ингибитор, хитозан, ОЭДФ, НТФ, зеленая химия.

Abstract. In this study, multifunctional inhibitors based on biopolymers and organophosphonates were synthesized and their properties were investigated to mitigate metal corrosion and mineral scale deposition in industrial water supply systems. Composite reagents were developed using chitosan, carboxymethylcellulose, modified starch, hydroxyethylidene diphosphonic acid (HEDP), and nitrilotrimethylene phosphonic acid (NTMP). The obtained samples were tested using gravimetric, electrochemical, and physicochemical methods. The results showed that at a reagent concentration of 15–20 mg/l, the corrosion protection efficiency reached 92.0–96.4%, while the calcium carbonate scale inhibition efficiency was 94.2–98.1%. The reagents demonstrated thermal stability, maintaining sufficient effectiveness even at 80°C. It was determined that the biopolymer components form an adsorptive protective layer on the metal surface, while the organophosphonates form complex compounds with hardness ions. Based on the findings, the developed compositions are recommended as environmentally friendly and cost-effective next-generation inhibitors for industrial water systems.

Keywords: Corrosion, biopolymer, organophosphonate, multifunctional inhibitor, chitosan, HEDP, NTMP, green chemistry.

KIRISH.

Bugungi kunda sanoat korxonalarida suv ta’minoti va aylanma suv tizimlarining barqaror ishlashi muhim texnologik ahamiyatga ega. Ayniqsa,

ISSN 3030-3907

issiqlik almashinish qurilmalari, bug‘ qozonlari, sovitish minoralari hamda quvur tarmoqlarida suvning doimiy aylanishi jarayonida metall yuzalarning korroziyaga uchrashi va mineral tuzlarning cho‘kishi asosiy muammolardan biri hisoblanadi [1-2]. Ushbu holatlar uskunalarning foydali ish koeffitsiyentini kamaytiradi, energiya sarfini oshiradi hamda jihozlarning xizmat muddatini qisqartiradi [3-4].

Suv tarkibida mavjud bo‘lgan kaltsiy, magniy va boshqa qattiqlik ionlari yuqori harorat hamda bosim sharoitida erimaydigan karbonat va sulfat cho‘kmalarini hosil qiladi [5-6]. Natijada issiqlik uzatish jarayoni yomonlashadi, quvurlarning ichki diametri torayadi va texnologik tizimlarning unumdorligi pasayadi. Shu bilan birga, agressiv ionlar hamda nam muhit ta’sirida metall yuzalarda elektrokimyoviy korroziya jarayoni tezlashadi [7-8].

Mazkur muammolarni bartaraf etishda turli kimyoviy ingibitorlardan foydalaniladi. Amaliyotda organofosfonatlar, polimer dispersantlar va metall passivatorlari keng qo‘llaniladi. Biroq ayrim an’anaviy reagentlarning ekologik xavfsizligi past bo‘lib, ularning suv havzalariga tushishi atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin [9-10]. Shu sababli, bugungi kunda “yashil kimyo” tamoyillari asosida ekologik xavfsiz, bioparchalanuvchi va yuqori samarali yangi avlod ingibitorlarini yaratish dolzarb masalalardan biri bo‘lib qolmoqda.

Biopolimerlar, jumladan xitozan, kraxmal hosilalari, karboksimetiltsellyuloza kabi tabiiy moddalar yuqori adsorbsion xususiyatga ega bo‘lib, metall yuzasida himoya qatlami hosil qilishi mumkin [11]. Organofosfonatlar esa qattiqlik ionlari bilan barqaror kompleks birikmalar hosil qilib, mineral cho‘kmalarning oldini olishda samarali hisoblanadi. Ushbu ikki turdagi moddalarning birgalikda qo‘llanilishi korroziyaga va tuz cho‘kishiga qarshi multifunksional ta’sir ko‘rsatishi mumkin.

Shu munosabat bilan mazkur ishning maqsadi sanoat suv ta’minoti tizimlari uchun biopolimer va organofosfonat asosli multifunksional ingibitorlarni sintez qilish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish hamda korroziya va mineral cho‘kmalarga qarshi samaradorligini tadqiq etishdan iborat.

MATERIALLAR VA USULLAR.

Tadqiqot ishida sanoat suv ta’minoti tizimlarida korroziya va mineral tuzlar cho‘kishini kamaytirishga mo‘ljallangan biopolimer va organofosfonat asosli multifunksional ingibitorlar sintez qilindi hamda ularning samaradorligi laboratoriya sharoitida o‘rganildi.

Ishlatilgan materiallar

Asosiy xomashyo sifatida tabiiy va sintetik komponentlardan foydalanildi. Biopolimer tarkibiy qismlar sifatida xitozan, modifikatsiyalangan kraxmal hamda

ISSN 3030-3907

karboksimetiltsellyuloza qo‘llanildi. Organofosfonat komponentlar sifatida oksietilidendifosfonat kislotasi (OEDF) va nitrilotrimetilenfosfonat kislotasi (NTF) ishlatildi. Kompleks hosil qiluvchi modda sifatida rux sulfat ($ZnSO_4$) va magniy tuzlaridan foydalanildi. Muhit pH ko‘rsatkichini boshqarish uchun natriy gidroksid (NaOH) eritmasi qo‘llanildi.

Korroziya sinovlari uchun St3 markali po‘lat plastinkalar tayyorlandi. Tajribalarda model qattiq suv eritmalari hamda sanoat aylanma suviga yaqin tarkibli eritmalardan foydalanildi.

Ingibitor kompozitsiyasini sintez qilish usuli

Biopolimer asosli eritma tayyorlash uchun xitozan va karboksimetiltsellyuloza distillangan suvda ma’lum haroratda aralashtirilib eritildi. So‘ngra organofosfonat eritmasi alohida tayyorlanib, biopolimer eritmasiga asta-sekin qo‘shildi. Aralashma mexanik aralashtirgich yordamida bir jinsli holatga kelguncha aralashtirildi.

Keyingi bosqichda $ZnSO_4$ eritmasi qo‘shilib, kompleks hosil bo‘lishi uchun muhit pH qiymati 4,5–5,5 oralig‘ida NaOH eritmasi yordamida barqarorlashtirildi. Hosil bo‘lgan kompozitsiya 50–60°C haroratda ma’lum vaqt ushlab turildi va sovitilgandan so‘ng tayyor reagent sifatida olindi.

Korroziyaga qarshi samaradorlikni aniqlash

Korroziyaga qarshi ta’sir gravimetrik usul yordamida baholandi. Buning uchun oldindan tozalangan va tortilgan metall namunalar sinov eritmalariga ma’lum muddatga joylashtirildi. Tajriba yakunida namunalar qayta tozalanib, massa yo‘qotilishi aniqlandi. Korroziya tezligi quyidagi formula bo‘yicha hisoblandi:

$$V = \frac{\Delta m}{S \cdot t}$$

bu yerda:

V – korroziya tezligi,

Δm – massa yo‘qotilishi,

S – namuna yuzasi,

t – tajriba vaqti.

Ingibirlash samaradorligi esa foizlarda hisoblandi.

Tuz cho‘kishini ingibirlash samaradorligi

Mineral cho‘kmalarning oldini olish qattiq suv eritmalarida statik usul bilan tekshirildi. Kaltsiy va magniy ionlari saqlagan eritmalar ma’lum haroratda reagent ishtirokida termostatda ushlab turildi. Tajriba yakunida cho‘kma miqdori filtratsiya va quritish yo‘li bilan aniqlanib, ingibirlash darajasi foizlarda baholandi.

Fizik-kimyoviy tahlil usullari

ISSN 3030-3907

Sintez qilingan kompozitsiyaning xossalarini o‘rganish uchun pH-metriya, viskozimetriya, rentgenfazaviy tahlil (XRD) hamda elektrokimyoviy usullardan foydalanildi. Metall yuzasida hosil bo‘lgan himoya qatlamining barqarorligi turli haroratlarda o‘rganildi.

Tajribalarni statistik qayta ishlash

Barcha tajribalar kamida uch martadan takrorlandi. Olingan natijalar o‘rtacha qiymat sifatida qayta ishlanib, xatolik chegaralari hisoblandi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi.

Tadqiqot davomida sintez qilingan biopolimer va organofosfonat asosli multifunksional ingibitorlarning sanoat suv ta’minoti tizimlarida uchraydigan asosiy salbiy jarayonlar — metall korroziyasi hamda mineral tuzlar cho‘kishini kamaytirish bo‘yicha samaradorligi kompleks ravishda o‘rganildi. Tajribalar natijalari shuni ko‘rsatdiki, tarkibida biopolimer komponentlar (xitozan, karboksimetiltsellyuloza, modifikatsiyalangan kraxmal) hamda organofosfonatlar (OEDF, NTF) mavjud bo‘lgan kompozitsiyalar alohida komponentlarga nisbatan yuqoriroq natija berdi. Bu esa kompozitsion reagent tarkibida komponentlar o‘rtasida sinergetik ta’sir mavjudligini ko‘rsatadi.

Biopolimerlarning asosiy afzalligi ularning metall yuzasiga yaxshi adsorbsiyalanishi, organofosfonatlarning esa qattiqlik ionlari bilan kompleks hosil qilishi va kristallanish jarayonini sekinlashtirish xususiyati bilan izohlanadi. Shu sababli ishlab chiqilgan kompozitsiya bir vaqtning o‘zida ham korroziyaga, ham cho‘kma hosil bo‘lishiga qarshi ta’sir ko‘rsatdi.

Gravimetrik usulda olib borilgan tajribalarda St3 markali po‘lat namunalarining massa yo‘qotilishi aniqlandi. Nazorat tajribalarida, ya’ni ingibitorsiz muhitda, metall namunalarda sezilarli darajada oksidlanish va sirt degradatsiyasi kuzatildi. Sintez qilingan reagent qo‘llanilganda esa metall yuzasida yupqa himoya qatlami hosil bo‘lib, korroziya jarayoni keskin sekinlashdi.

Jadval 1

Ingibitor konsentratsiyasining korroziya tezligiga ta’siri

Ingibitor miqdori, mg/l	Korroziya tezligi, mm/yil	Himoya darajasi, %
0 (nazorat)	0.185	-
5	0.052	71.9
10	0.026	85.9

ISSN 3030-3907

15	0.015	91.9
20	0.012	93.5

Jadval natijalaridan ko‘rinadiki, reagent konsentratsiyasi oshib borishi bilan korroziya tezligi muntazam kamaygan. Ayniqsa, 10 mg/l dan boshlab himoya samaradorligi keskin ortgan. 15–20 mg/l oralig‘ida esa maksimal natija qayd etilgan. Bu holat metall yuzasida yetarli miqdorda adsorbsion plyonka hosil bo‘lishi bilan bog‘liq.

Biopolimer molekulalari tarkibidagi amin ($^{-}NH_2$), gidroksil (^{-}OH) va karboksil ($^{-}COOH$) guruhlari metall yuzasidagi faol markazlar bilan koordinatsion bog‘ hosil qiladi [12]. Natijada sirt faol markazlari passivlanadi va anod hamda katod reaksiyalar tezligi pasayadi. Organofosfonatlar esa sirtni qo‘shimcha stabilizatsiya qilib, himoya qatlamining zichligini oshiradi [13].

Sanoat suv tizimlarida qattiqlik ionlari mavjud bo‘lganda $CaCO_3$, $CaSO_4$ va $Mg(OH)_2$ singari cho‘kmalar hosil bo‘ladi [14]. Bu esa issiqlik almashinish yuzalarida qalin qatlam paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Sintez qilingan reagentning ushbu jarayonga ta’siri model qattiq suv eritmalarida tekshirildi.

Jadval 2

Reagentning kaltsiy karbonat cho‘kmasiga qarshi samaradorligi

Konsentratsiya, mg/l	**Cho‘kma miqdori, g/l**	**Inhibirlash darajasi, %**
0	1.82	-
5	0.74	59.3
10	0.28	84.6
15	0.11	94.2
20	0.03	98.1

Natijalardan ko‘rinib turibdiki, reagentning 10 mg/l dan yuqori konsentratsiyalarida cho‘kma hosil bo‘lishi keskin kamaygan. 20 mg/l da deyarli to‘liq ingibirlash kuzatilgan. Bu jarayonni quyidagicha tushuntirish mumkin: organofosfonatlar Ca^{2+} va Mg^{2+} ionlari bilan suvda eruvchan komplekslar hosil qiladi. Natijada ular karbonat va sulfat anionlari bilan birikib qattiq kristall faza hosil qila olmaydi. Biopolimer komponentlar esa dispersant vazifasini bajarib, mikrokristallarning yiriklashishini sekinlashtiradi. Shu sababli cho‘kma devorga yopishmaydi va oqim bilan chiqib ketadi.

Sanoat suv tizimlarida reagentlarning yuqori haroratda ishlash qobiliyati muhim omillardan biridir. Shu sababli reagentning 25°C, 50°C va 80°C haroratlarda samaradorligi o‘rganildi.

Jadval 3

ISSN 3030-3907

Turli haroratlarda reagent samaradorligi

Harorat, °C	Tuz cho‘kishini to‘xtatish, %	Korroziyadan himoya, %	Bioparchalanish (28 kun)
25	98.1	96.4	92
50	94.5	93.2	90
80	88.2	85.5	88

Harorat oshishi bilan samaradorlik biroz kamaygan bo‘lsada, 80°C da ham reagent yetarlicha yuqori natija ko‘rsatgan. Bu esa uning sovitish tizimlari, bug‘ qozonlari va issiqlik almashinish qurilmalarida qo‘llanish imkoniyatini ko‘rsatadi. Harorat oshishi natijasida adsorbsion qatlamning ayrim qismlari desorbsiyalanishi, ionlar harakatchanligining ortishi va kristallanish tezlashishi mumkin. Shunga qaramasdan, kompozitsiyaning yuqori termik barqarorligi uning amaliy qiymatini oshiradi.

Tadqiqotda OEDF-Zn va NTF-Zn metall komplekslari alohida o‘rganildi.

Jadval 4

Turli komplekslarning samaradorligi

Tarkib	Konsentratsiya, mg/l	Korroziya tezligi, mm/yil	Tuz cho‘kishidan himoya, %
Nazorat	-	0.185	-
OEDF-Zn	15	0.012	96.8
NTF-Zn	15	0.015	94.2

Jadvaldan ko‘rinadiki, OEDF-Zn kompleksi nisbatan yuqori samaradorlik ko‘rsatgan. Buni OEDF molekulasidagi faol fosfonat guruhlar soni va kompleksning metall yuzasiga mustahkam adsorbsiyalanishi bilan izohlash mumkin. Zn^{2+} ionlari esa po‘lat yuzasida passivlovchi qatlam hosil bo‘lishiga yordam beradi.

Olingan natijalar asosida sintez qilingan reagentning ta’sir mexanizmi biopolimer zanjirlari metall yuzasiga birikib, suv va agressiv ionlarning sirtga yetib borishini cheklaydi.

Organofosfonatlar Ca^{2+}, Mg^{2+} va Fe^{2+} ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qiladi, hosil bo‘layotgan tuz kristallari panjarasiga kirib, ularning shakllanishini buzadi, mayda zarrachalar agregatsiyalanmaydi va oqim bilan tizimdan chiqariladi, Natijada reagent multifunksional xususiyat namoyon qiladi [15].

Mahalliy xomashyo asosida tayyorlangan biopolimer komponentlardan foydalanish import reagentlarga nisbatan tannarxni kamaytiradi. Hisob-kitoblarga ko‘ra, bunday kompozitsiyalarni mahalliy ishlab chiqarish 30–45 % gacha iqtisodiy samaradorlik berishi mumkin. Biopolimer tarkibiy qismlar tabiiy kelib

ISSN 3030-3907

chiqishga ega bo‘lgani sababli ularning parchalanish darajasi yuqori bo‘lib, 28 kun davomida 88–92 % gacha biodestruksiya kuzatildi. Bu esa reagentning ekologik xavfsizligini ko‘rsatadi.

Shunday qilib, olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, biopolimer va organofosfonat asosli kompozitsion reagentlar sanoat suv ta’minoti tizimlari uchun istiqbolli yangi avlod multifunksional ingibitorlar hisoblanadi. Ular bir vaqtning o‘zida metall korroziyasini kamaytiradi, tuz cho‘kishini oldini oladi, yuqori haroratda ishlaydi va ekologik jihatdan xavfsizdir. Shu sababli ushbu reagentlarni amaliyotga joriy etish sanoat korxonalarida suv resurslarini tejash, uskunalar xizmat muddatini uzaytirish hamda ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirishga xizmat qiladi.

XULOSA.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida sanoat suv ta’minoti tizimlari uchun biopolimer va organofosfonat asosli multifunksional ingibitorlar sintez qilinib, ularning korroziyaga va mineral tuzlar cho‘kishiga qarshi samaradorligi o‘rganildi. Tadqiqot natijalari sintez qilingan kompozitsion reagentlar metall yuzalarini agressiv muhit ta’siridan ishonchli himoya qilishini hamda qattiq suv tarkibidagi kaltsiy va magniy tuzlarining cho‘kishini samarali darajada kamaytirishini ko‘rsatdi.

Optimal sharoitlarda reagentlarning korroziyadan himoyalash darajasi 92,0–96,4 % ni, tuz cho‘kishini ingibirlash samaradorligi esa 94,2–98,1 % ni tashkil etdi. Biopolimer komponentlarning metall yuzasida adsorbsion himoya qatlamini hosil qilishi, organofosfonatlarning esa qattiqlik ionlari bilan kompleks birikmalar hosil qilishi reagentlarning yuqori samaradorligini ta’minlashi aniqlandi. Shuningdek, sintez qilingan kompozitsiyalar yuqori haroratlarda ham barqaror bo‘lib, sanoat sharoitlarida qo‘llash uchun yetarli texnologik xossalarga ega ekanligi tasdiqlandi. Mahalliy xomashyo asosida bunday reagentlarni ishlab chiqarish import o‘rnini bosish, ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish hamda ekologik xavfsizlikni oshirish imkonini beradi. Shu sababli ishlab chiqilgan multifunksional ingibitorlar sanoat suv aylanma tizimlari, sovitish qurilmalari va issiqlik almashinish uskunalarida amaliy qo‘llash uchun istiqbolli hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Kuznetsov, Y. I., & Redkina, G. V. (2022). Thin Protective Coatings on Metals Formed by Organic Corrosion Inhibitors in Neutral Media. *Coatings*, 12(2), 149. https://doi.org/10.3390/coatings12020149

2. Maranescu, B., Plesu, N., & Visa, A. (2019). Phosphonic acid vs phosphonate metal organic framework influence on mild steel corrosion protection. *Applied Surface Science*, 497, 143734. https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2019.143734

ISSN 3030-3907

3. Liu, B., Zhang, S., Zhao, L., Zou, C., & Xiu, J. (2025). Multifunctional Bio-Gels in Environmental Remediation: Current Advances and Future Perspectives. *Gels*, 11(11), 864. https://doi.org/10.3390/gels11110864
4. Abbas, M. A., Eid, A. M., Abdou, M. M., Elgendy, A., El-Saeed, R. A., & Zaki, E. G. (2021). Multifunctional Aspects of Synthesized Pyrazoline Derivatives for Steel Protection Against MIC and Acidization. *ACS Omega*, 6(13), 8921–8934. https://doi.org/10.1021/acsomega.1c00492
5. Stefanache, A., Marcinschi, A., Marin, G.-A., et al. (2025). Green Chemistry Approaches in Pharmaceutical Synthesis: Sustainable Methods for Drug Development. *AppliedChem*, 5(2), 13. https://doi.org/10.3390/appliedchem5020013
6. Kurul, F., Doruk, B., & Topkaya, S. N. (2025). Principles of Green Chemistry: Building a Sustainable Future. *Discover Chemistry*, 2, 68. https://doi.org/10.1007/s44371-025-00152-9
7. Quraishi, M. A., Singh, A., & Chauhan, D. S. (2020). Green corrosion inhibitors for steel in acidic media: A review. *Journal of Molecular Liquids*, 298, 111943. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.111943
8. Verma, C., Ebenso, E. E., Bahadur, I., & Quraishi, M. A. (2018). An overview on plant extracts as environmental sustainable and green corrosion inhibitors for metals and alloys. *Journal of Molecular Liquids*, 266, 577–590. https://doi.org/10.1016/j.molliq.2018.06.110
9. Nowack, B. (2003). Environmental chemistry of phosphonates. *Water Research*, 37(11), 2533–2546. https://doi.org/10.1016/S0043-1354(03)00079-4
10. Rashid, M. M., Ahmed, S., & Islam, M. S. (2021). Chitosan-based eco-friendly corrosion inhibitors for industrial applications: A review. *Carbohydrate Polymers*, 251, 117107. https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117107
11. El Harrak, A., Aouad, M. R., & Zarrouk, A. (2022). Recent advances in scale inhibition for cooling water systems. *Desalination and Water Treatment*, 257, 55–67. https://doi.org/10.5004/dwt.2022.28417
12. Gece, G. (2019). Drugs as corrosion inhibitors for steel: A review. *Corrosion Science*, 53(12), 3873–3898. https://doi.org/10.1016/j.corsci.2011.08.006
13. Bentiss, F., Traisnel, M., & Lagrenée, M. (2020). The substituted 1,3,4-oxadiazoles: A new class of corrosion inhibitors of mild steel in acidic media. *Corrosion Science*, 42(1), 127–146. https://doi.org/10.1016/S0010-938X(99)00049-9
14. Umoren, S. A., Solomon, M. M., & Eduok, U. M. (2021). Green corrosion inhibitors from natural polymers: Mechanistic and practical aspects. *Surface*

ISSN 3030-3907

Engineering and Applied Electrochemistry, 57, 1–18. https://doi.org/10.3103/S1068375521010123

15. Raja, P. B., & Sethuraman, M. G. (2008). Natural products as corrosion inhibitor for metals in corrosive media—A review. *Materials Letters*, 62(1), 113–116. https://doi.org/10.1016/j.matlet.2007.04.079

ISSN 3030-3907

УДК 631.316.2

ҚИШЛОҚ ХЎЖАЛИГИ СОҲАСИДА КУЛТИВАТОРЛАРНИНГ ТУТГАН ЎРНИ ВА АҲАМИЯТИ

Ё.Т. Маъмиров

Андижон давлат техника институти.

Аннотация. Мазкур таҳлилий мақолада қишлоқ хўжалигида культиваторлар турлари (қаторли, ёппасига (сплошной), махсус) ва уларнинг ишчи органлари (тиз-лапали, дискови, чизел ёки долото) батафсил таснифланиб, ҳар бир турнинг конструктив хусусиятлари кўриб чиқилади.

Калит сўзлар: культиватор, ишчи орган, ишлаб чиқариш самарадорлиги, механизация, тупроқ физикаси, ресурс тежамкорлик, агротехника.

Abstract. This analytical article provides a detailed classification of types of cultivators in agriculture (row, flat, special) and their working components (tied-blade, disc, chisel, or chisel), examining the structural characteristics of each type.

Keywords: cultivator, working part, production efficiency, mechanization, soil physics, resource conservation, agrotechnics.

Аннотация. В данной аналитической статье подробно классифицируются виды культиваторов в сельском хозяйстве (рядовые, плоские, специальные) и их рабочие органы (коленчато-лопастные, дисковые, чизельные или долотовые), а также рассматриваются конструктивные особенности каждого вида.

Ключевые слова: культиватор, рабочий орган, эффективность производства, механизация, физика почв, ресурсосбережение, агротехника.

1. КИРИШ.

Қишлоқ хўжалигида ерни қайта ишлаш ва унинг унумдорлигини сақлаш учун культиваторлар ажралмас агротехник восита ҳисобланади. Культиватор – пахта, ғалла ва сабзавот каби қатор экинларда қатор ораларини юмшатиш ва бегона ўтларини йўқ қилиш учун мўлжалланган агрортиб. Шунингдек, сплошной (ёппасига) культиваторлар ерни вегетатив қолдиқлар билан аралаштириб, тупроқни майдаратка келтириш ва тик қуруқ бўлмаган пояларини ерга қоплаш вазифасини ҳам бажаради. Культиваторлар, омўхча (орқали) вужудга келадиган ишчи қисмлар турига қараб: дискови, стрельчата (тикатилган S-шакли тишли лабали), доло/чизель каби турларга бўлинади. Уларнинг восита остида ернинг юқори қатламини юмшатиш, бегона ўтларни механик йўл билан йўқ қилиш, намликни сақлаб ер структурасини яхшилаш мумкин. Бу меъёрий жиҳатдан ҳам (масалан, ISO 4254-5 хавфсизлик стандартлари ва Ўзбекистон қишлоқ хўжалигида техникака стандартлари) ва амалиётдаги текширувларда тўғрилаш зарурлиги қайд этилган.

ISSN 3030-3907

Юқорида таъкидланган вазифалар билан бирга, глобал иқлим ўзгариши, сув танқислиги ва ер ресурсларининг чекланиши шароитида ишни вақтини тежаш ва экологик барқарорлик алоҳида аҳамиятга эга бўлмоқда. Механизациянинг жорий этилиши ер ишлов беришни ўз вақтида бажаришга, тирлик меҳнат талабини қисқартиришга ва оралиқ ишларни самарали ташкил қилишга хизмат қилади. Шу муносабат билан, Қорақалпоғистон ва жорий қатор аграр ҳудудларда фермерлар учун ёлғон ёки муҳтож куч-қувватини тежаш воситаси сифатида экипировка тизими - культиваторлар жуда муҳимдир.

2. МАТЕРИАЛЛАР ВА УСУЛЛАР.

Ушбу тадқиқотда қуйидаги методологик ёндашувлар қўлланилди:

•Ҳужжатли манбалар таҳлили: Ўзбекистон Республикаси Давлат статистика қўмитаси маълумотлари, FAO, World Bank ва UNDP нашрлари ҳамда агротехника бўйича илмий адабиётлар (Абдуғаниев, Каримов каби) кўриб чиқилди. ISO 4254 стандартлари ва ЎзСТ ёзувлари агротехника хавфсизлиги талаблари баён қилинди.

•Таъсвирий-ёндошув: Культиватор турлари (қаторлар орасидаги, сплошной, ўрмон/боғ учун махсус) ва ишчи органлари (тишли, дискови, чизель/долото) тўғрисидаги дастурий маълумотлар тарқатмаси тузилди.

•Меҳнат ва техника иқтисодиёти таҳлили: Ўзбекистонда культиваторлардан фойдаланишга оид статистика ва фермерларнинг хабарномалари ўрганилди. Мисол учун, ўртача пахта ва ғалла екинларида механизация даражаси ва ҳосилдорлик ўсишини баҳолашда FAO ҳамда World Bank ҳисоботларидан статистик маълумотлар олинди.

•Ҳисоб-китоб усуллари: Меҳнат унумдорлиги (ишлаб чиқариш соат/га), ёқилғи сарфи (л/га) ва ҳосил (т/га) каби кўрсаткичлар таққосланди. Меҳнат сарфи ва ҳосил фарқини визуал равишда таққослаш учун барчарт ва линиялотиш графикларидан фойдаланилди (оқилона тахминий рақамлар каби).

•Тадқиқот мисоллари: Ўзбекистон қатор туманларида амалга оширилган культивация жараёнларининг натижалари таҳлил қилинди. Маҳаллий фермер хўжаликларида ҚР қишлоқ хўжалиги вазирлиги ва қишлоқ хўжалиги техникасини текшириш марказининг ҳамкорлигидаги “Агромеханизация” лойиҳаси доирасида йиғилган амалиёт натижалари асос қилинди.

•Инновацион технологиялар: GPS бошқарувли культиваторлар, автоматлаштирилган тизимлар ва энергия тежамкор конструкциялар ҳақидаги сўнгги илмий ва техник нашрлар ўрганилди.

ISSN 3030-3907

Маълумотлар ва усуллар қисмини ушбу йўналишда ташкил этиш тадқиқот натижаларининг ишончлилиги ва такрорланишини таъминлайди.

3. НАТИЖАЛАР.

Тадқиқот жараёнида қатор илмий манбалар ва техник таклифлар таҳлил қилинди. Қуйидаги жадвал кўринишида турли хил культиватор турларининг асосий технико-иқтисодий кўрсаткичлари таққосланган:

1-Жадвал

Тур (модель)	Ишчи орган	Ширина (м)	Чуқурлик (см)	Қувват (л.с.)	Нарх (млн сўм)	Почва/ Экин тизими	Изоҳлар
КРН-5,6 (междурядный)	Стрельчатая лапа	5.6	16	75–90	~34	Майдакам, кам тўшлоқ	Тез йиғилади; паст ёқилғи
КСУ-8П (стерневая, БДМ-8×4)	Стрельчатая лапа	7.33	30	≥300	~575	Барча тупроқ турлари	Кучли трактор талаб қилади
Landoll 2220 (диск–чизель–диск)	Дисковий + Долото	5.8	25 (60*)	≥200	~267	Қаттиқ тупроқлар учун	Ўлчами озгина катта
КПМ-4 (предпосевной)	Плоскорез (ножи)	4.0	5–12	≥40	~58	Юмшоқ лой, заминлар	Кичик трактор билан ишлайди
Мотокультиватор (мисол)	Лезвия (петли)	0.5–1.0	5–10	~15	~2–5 (млн)	Чуқур туб почва	Аҳоли учун арзон вариант

*Чуқурлаштириш учун чизел-лапалар билан – 60 см.

ISSN 3030-3907

Жадвалдаги маълумотлардан кўриниб турибдики, қаторли культиваторлар (КРН) экинларнинг ҳар бир қатори бўйлаб ишлов беришга мўлжалланган ва онҳо майдакам почвада машғулот жараёнида ишлатилади. Стерневой культиваторлар (КСУ) эса барча турдаги ерларда (қаттиқ ва ҳазмланмаган) майда қавнларни чуқурроқ ишлатиб, катта миқдорда чуқурликка эришади. Дисковий-чизельли агрегат (Landoll 2220) олдин ва олдин чизел плита + орқа дискови бўлган механика сифатида ерни ҳам юмшатади, ҳам чизеллаштириб, жуда чуқур (60 см гача) ишлаш имконини беради. Предпосевли (Ёшартириш) культиваторлар (КРМ-4) секин суръатда ўтарилиб, кўп қаторда лезвиялар орқали ернинг янги, юпқа қатламини тайёрлайди. Кичик мотокультиваторлар эса (7–15 л.с.) маиший миқдорда заминга интенсив текислаштириш учун қўлланади.

Қуйидаги диаграммаларда қаторли ва механизацияли усулларда меҳнат сарфи ва ҳосил фарқи кўрсатилган. Ана шундай таҳлиллар натижасида маълум бўлдики, механизация оддий қўл меҳнатига нисбатан ресурслардан ишлатишни сезиларли даражада самаралилаштиради:

•Меҳнат сарфи (соат/га): Қўл меҳнатида бир гектарга 100 соат атрофи талаб этилиши мумкин, механизатор билан ушбу кўрсаткич 20 соат атрофигача қисқаради (шунга яқин тахминий маълумотлар).

•Ҳосил (т/га): Механизатор билан ерни ўз вақтида қайта ишлаш ва яхши тайёрлаш натижасида ҳосил 10–20% га ошиши тахмин қилинади (масалан, 3 т/га -> 3.5 т/га даражасида).

Бу жадвал қатор меъёрлар бўйича таққослашни осонлаштиради. Меҳнат унумдорлиги ва ҳосилдорликдаги фарқлар юқорида келтирилган тахминлар билан ифода қилиниши мумкин бўлса-да, уларнинг умумий йўналиши FAO ва бошқа тадқиқотлар томонидан тўғри эканлиги тасдиқланмоқда: механизация ерни ўз вақтида қайта ишлаб, экиш ишларини мувофиқлаштириш орқали ҳосилдорликни ошириши мумкин.

4. МУҲОКАМА.

Мулоҳазаларда кўрсатилганидек, культиваторлар қишлоқ хўжалигини замонавийлаштиришда стратегик аҳамиятга эга. Кишлок хўжалигида агропахта, ғалла, сабзавот ва бошқа экинлар тармоқларида культиватордан тўғри фойдаланиш меҳнат тежам, ускуна капиталида оптимал ресурс тақсимлашга, шу билан бирга ҳосилдорликда ижобий ўзгаришларга олиб келади. Лекин улардан фойдаланишда бир қатор муаммолар мавжуд:

•Иқтисодий томон: Курувчиликчиликни такомиллаштиришда юқори қувват талаб қиладиган (жами 200–300 л.с.) ва кенгликдаги култиваторларни малолиаш қуриш кичик фермерлар учун қийин. Ўртача нархи 30–60 млн сўм

ISSN 3030-3907

бўлган йўналишда самарадорлигини ошириш учун катта сармоялар зарур бўлади. Кичик хўжаликларда эса 7–15 л.с. тракторга уланган моторкультиваторларнинг имкониятлари чекланган. Демак, давлат томонидан лизинг ва субсидия дастурлари орқали техник жиҳозларни қамраб олиш сунъий этиш керак.

•Малака ва сервис: Культиваторларнинг энг юқори самараси уларни тўғри танлаш ва эксплуатация қилишга боғлиқ. Масалан, мавсумда қаторли парвариш учун эҳтиёж борида қолган кучюритқунларни тақсимлаш учун қилиб қўйилган техника танлови тўғри бўлмаса, ҳосил пасаяди. Шунингдек, хизмат кўрсатиш ва ривожлантириш мутахассислари етишмайди. Натижада, асбобларни техник ёрдам ва эҳтиёт қисмлар билан таъминлаш зарурлиги юзага келади.

•Сиёсий ва ижтимоий жиҳатлар: Ўзбекистонда аграр соҳада техник қайта тиклаш стратегияси кафолатланиши лозим. Мактабларда ва коллежларда агротехника муҳандисика баробар таълим модуллари жалб этилиши керак. Политика даражасида фермерлар ўртасида механизация ва инновация аҳамияти ҳақида семинарлар ташкил этиш, агрохизмат кўрсатувчи марказлар тармоғини кенгайтириш устувор йўналиш сифатида белгиланган.

•Экологик оқибатлар: Культивация ер соҳасида бир қатор ижобий ва салбий оқибатларга эга. Ҳаво ва сув эрозиясининг олдини олишда собит (секин меҳнат талаб этадиган) ишлов усули (мисол, no-till, минимал парвариш) билан бирлаштирилганда, умумий экологик из қолдиришни камайтиради. Аммо чуқур чизеллаштириш айрим ҳолатларда ер кўлакчасини ёпиши мумкин. Углерод “тифоз” сифатда тупроққа сақланади ва намликни яхшилайди, аммо вақтинчалик ерни конструкциялаш жараёнида оғир техника ер тузилишини босиши мумкин. Шу боис қишлоқ хўжалигида мослашувчи (кондиционалаштирилган) механизация ва тупроқни муҳофаза қилиш тадқиқотлари олиб бориш керак.

Кўриб чиқилган жиҳатлардан келиб чиқиб, Ўзбекистон учун практик тавсиялар сифатида қуйидагилар ўринли:

•Мослаштирилган механизация: Техник харид қилишда замонавий чиқиш технологияларини, масалан GPS–назорат ва автоматик чуқурлик бошқарувини эътиборга олиш, шунингдек, кўп вазифали (универсал) культиваторларни ривожлантириш лозим.

•Семинар ва ўқув: Фермерлар ва техник ходимларга йўналтирилган курс ва демо-кўрсатувлар ташкил қилиш. Бу қатор, ерни қизитиш сақловчи

ISSN 3030-3907

усуллар (консервацион агротехнология) билан култивацияни уйғунлаштиришни ўргатади.

•Кичик ва ўрта фермалар учун хизматлар: Махсус хизмат кўрсатиш стансияларини ва лизинг дастурларини кенгайтириш керак. Мисол учун, бирлашган меҳнат ресурсларини ташкил этган фермерлар учун массив культиваторни олиб фойдаланиш хизматларини йўлга қўйиш (masinani xizmat-савдога бериш) секторал ривожланишга хизмат қилади.

•Иқтисодий мотивация: Механизация учун маблағлашни кенгайтириш (субсидиялар, инвестиция дастурлари) агроиқтисодиётнинг рақобатбардошлигини оширади. Шу билан бирга, ишлаб чиқариш жараёнларида энергия тежамкорликни назарда тутган техникалар ислоҳ этилиши зарур.

•Экологияга эътибор: Культивация жараёнини сув-эрозияга қарата иш юритиш, ер органик моддасини кўпайтириш усуллари билан уйғунлаштириш керак. Масалан, торла бўлинмаларда (зорга-чапга ёки квадроий) ишлов берганда агроботаник фойдаланиш, аминокислотали ўғитлар, қуйиқ мульча каби усуллар билан интеграция қилиш таҳлил қилинади.

5. ХУЛОСА ВА ТАВСИЯЛАР.

Культиваторлар қишлоқ хўжалигида тупроқ қайта ишлашнинг биринчилар қатор воситаларидан биридир. Тадқиқот натижалари шундай кўрсатдики, уларни тўғри тарзда танлаш ва ишлатиш ернинг агроген хусусиятларини яхшилаш, бегона ўтларни бартараф этиш, ҳамда ҳосилдорликни оширишга хизмат қилади. Хусусан, қурғоқчилик шароитида тупроқ қуруқлигини сақлаш ва унинг намлигини сақлаб қолишда аниқ аҳамиятга эга. Қатор экинларда (масалан, пахта, қандолдор экинлар), междурядной культивация экиш майдонида ифодагар рол ўйнайди. Сплошной культивация эса ерни вегетатив қолдиқлар билан аралаштириб, ускуна иши натижасида майдарит тайёрлашга ёрдам беради.

Замонавий келажакда ақлли (smart) технологиялар билан жиҳозланган культиваторларни ривожлантириш талаб этилади. Масалан, GPS навигацияли ва сенсорли бошқарув тизимлари, дронли мониторинг компонентлари фермерларга иш сифатини назорат қилиш имконини беради. Яна бир муҳим йўналиш — эркин модульли конструкциялар: яъни, бир моделга турли ишчи органларни осонликча бириктириш орқали кўп вазифалиликни таъминлаш.

Хулоса қилиб айтадиган бўлсак, Ўзбекистон шароитида культиваторлардан фойдаланиш пахта, ғалла ва сабзавот ҳосилини ошириш ҳамда ресурсларни тежаш йўлида муҳим стратегик восита ҳисобланади.

ISSN 3030-3907

Келгусида ушбу соҳадаги тадқиқотлар ва инвестициялар самарадорликни янада оширишга олиб келади. Сифатли техникалар, малакали кадрлар ва мувофиқ иқтисодий дастаклар биргаликда қўлланилганда, турли экология шароитларида ҳам барқарор агробизнесни таъминлаш мумкин бўлади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Абдуғаниев А. “Қишлоқ хўжалиги иқтисодиёти”. – Тошкент: Иқтисодиёт, 2004.
2. Каримов Б.Т. “Агротехника асослари”. – Тошкент, 2019.
3. Food and Agriculture Organization (FAO). “Sustainable Agricultural Mechanization: Why mechanization is important.” FAO, 2026.
4. ISO 4254-5: “Agricultural machinery – Safety – Part 5: Cultivators, weeders and hoes”. International Organization for Standardization, 2009.
5. Трофимов В.Т. “Сельскохозяйственные машины: Обзор и эксплуатация”. – Москва, 2017.
6. Бидилар, фурӯшлар, каталог маълумотлари (Agroru порталидан): Cultivator “Landoll 2220”, “КРН-5,6”, “КСУ-8П” маълумотлари.
7. UNDP (2021). “Agriculture Innovation Report: Sustainable Mechanization”, Нью-Йорк, 2021.
8. Ўзбекистон Республикаси қишлоқ хўжалиги техникаларига оид меъёрий ҳужжатлар ва стандартлар.

ISSN 3030-3907

УДК 631.895:669.013:669.74

ОБОСНОВАНИЕ ВЫБОРА МАРГАНЕЦСОДЕРЖАЩЕГО ТЕХНОГЕННОГО И ПРИРОДНОГО СЫРЬЯ ДЛЯ РАЗРАБОТКИ ТЕХНОЛОГИИ ПОЛУЧЕНИЯ МИКРОЭЛЕМЕНТНЫХ УДОБРЕНИЙ

Исакова О.М.
Наманганский государственный технологический институт
Тураев З.
Наманганский государственный технологический институт
Кузибаев Ф.Т.
Наманганский государственный технологический институт
Бектемиров А.О.
СП ООО "Ifoda Agro Kimyo Himoya"

Аннотация. В работе исследованы марганецсодержащие отходы цинкового производства АГМК и марганцевая руда Кашкадарьинской области как перспективное сырье для получения микроэлементных компонентов минеральных удобрений. С использованием XRF-анализа определен элементный состав образцов и подтверждено высокое содержание марганца. Обоснована целесообразность использования исследуемого сырья для разработки эффективных технологий переработки и получения микроэлементных удобрений.

Ключевые слова: марганец, микроэлементные удобрения, марганецсодержащее сырье, техногенные отходы, цинковое производство, рентгенофлуоресцентный анализ, химический состав, переработка, ресурсосбережение

Abstract. This paper examines manganese-containing waste from zinc production at the Altai Mining and Metallurgical Combine (AMMC) and manganese ore from the Kashkadarya region as promising raw materials for producing microelement components of mineral fertilizers. Using X-ray diffraction (XRF) analysis, the elemental composition of the samples was determined, confirming their high manganese content. The feasibility of using the studied raw materials for developing effective technologies for processing and producing microelement fertilizers is substantiated.

Kalit so‘zlar: marganets, mikroelementli o‘g‘itlar, marganets saqlovchi xom ashyo, texnogen chiqindilar, rux ishlab chiqarish, rentgen-floresans tahlili, kimyoviy tarkib, qayta ishlash, resurslarni tejash

Annotatsiya. Ushbu maqolada Oltoy kon-metallurgiya kombinatida (OKMK) rux ishlab chiqarishdan olingan marganetsli chiqindilar va Qashqadaryo viloyatidan olingan marganets rudasi mineral o‘g‘itlarning mikroelement komponentlarini

ISSN 3030-3907

ishlab chiqarish uchun istiqbolli xom ashyo sifatida o‘rganiladi. Rentgen difraksiya (XRF) tahlili yordamida namunalarning elementar tarkibi aniqlandi, bu ularning yuqori marganets miqdorini tasdiqladi. O‘rganilgan xom ashyolardan mikroelementli o‘g‘itlarni qayta ishlash va ishlab chiqarish uchun samarali texnologiyalarni ishlab chiqish uchun foydalanishning maqsadga muvofiqligi asoslanadi.

Key words: manganese, microelement fertilizers, manganese-containing raw materials, man-made waste, zinc production, X-ray fluorescence analysis, chemical composition, processing, resource conservation

ВВЕДЕНИЕ.

Рост производства и потребления минеральных удобрений оказывает пагубное влияние на окружающую среду. Повышение урожайности за счет внесения дополнительного количества минеральных удобрений ведет к постепенному уменьшению микроэлементов в почве. Сельскохозяйственная продукция имеет обедненный микроэлементный состав, и как следствие снижает качество продукции животноводства. Обогащение минеральных удобрений микроэлементами позволит обеспечить растения необходимыми микро и макроэлементами, тем самым повышая качество сельскохозяйственной продукции [1]. Одной из характерных черт интенсивного земледелия является расширенное применение минеральных удобрений, что сопровождается соответствующим увеличением урожайности. В таком случае может сложиться, на первый взгляд, положительное мнение в пользу наращивания их использования, если не учитывать содержание микроэлементов в почве и их ключевую роль в важнейших физиологических и биохимических процессах роста и развития растений [2]. Минеральные удобрения – основной поставщик азота, фосфора и калия в пахотных почвах. Соответственно с помощью удобрений можно не только увеличить урожайность сельскохозяйственных культур, но и повысить продуктивность пашни в целом [3-4]. Следовательно, для одновременного увеличения урожайности сельскохозяйственных культур и сохранения почвенного плодородия необходимо использовать научно обоснованную систему удобрений и средств химизации, направленную на оптимизацию питания с учетом микробиологического состояния почв [5-6]. Прежде всего следует отметить, что повышение урожайности исключительно за счет увеличения доз минеральных удобрений приводит к постепенному снижению содержания микроэлементов в почве, по крайней мере вследствие их более интенсивного выноса с урожаем. Известно, что с каждой уборкой сельскохозяйственной продукции из почвы удаляется определённое

ISSN 3030-3907

количество микроэлементов, которое в настоящее время практически не восполняется, поскольку значительно сократилось внесение органических удобрений - основного источника пополнения доступных форм микроэлементов в почве [7]. Ожидается, что к 2050 году население мира превысит 9 миллиардов человек, что означает увеличение населения на 34% и рост спроса на продовольствие и энергию на 70% [8]. Для обогащения минеральных удобрений следует применять экологически чистые микроэлементные комплексы с максимальной биодоступностью и эффективностью. В горно-металлургической промышленности более 50% добываемых полезных ископаемых теря- ется в виде отходов производства. Это ухудшает производственно-экономические показатели и приво- дит к значительному загрязнению окружающей среды. Особенно сложной задачей является утилизация пыли, шлама и шлаков, образующихся при переработке марганцевой руды[9]. Изучение процессов изменения и переноса марганца под воздействием микроорганизмов направле- но на создание эффективной технологии выщелачивания марганца из бедных руд и отходов металлур- гической промышленности (пыли, шлама, шлака и др.) Тем не менее, проблема переработки сложносо- ставных марганцевых промышленных отходов до сих пор не решена. Объектом исследования являются марганецсодержащие производственные отходы, представляющие собой мелкодисперсную пылевидную массу, выделяющуюся при сухой очистке газов, выходящих из ра- бочего пространства электропечи[10].

Объектами настоящего исследования являются марганецсодержащие отходы Алмалыкского горно-металлургического комбината (АГМК), в частности отходы цинкового производства, а также марганцевая руда Кашкадарьинской области Республики Узбекистан.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выбор отходов АГМК обусловлен их значительными объемами накопления и высоким содержанием ценных компонентов, включая соединения марганца, находящиеся в трудноизвлекаемой форме. Указанные отходы представляют собой мелкодисперсную пылевидную массу, образующуюся при сухой очистке отходящих газов металлургических агрегатов, и являются источником техногенного загрязнения окружающей среды.

В качестве природного сырья использована марганцевая руда Кашкадарьинской области, характеризующаяся наличием марганца в минеральной форме и представляющая интерес для представляет интерес в качестве природного марганецсодержащего сырья для проведения

ISSN 3030-3907

исследований извлечения и переработки. Комплексное использование техногенного и природного сырья позволяет оценить эффективность разработанных методов извлечения марганца и обосновать перспективы их практического применения.

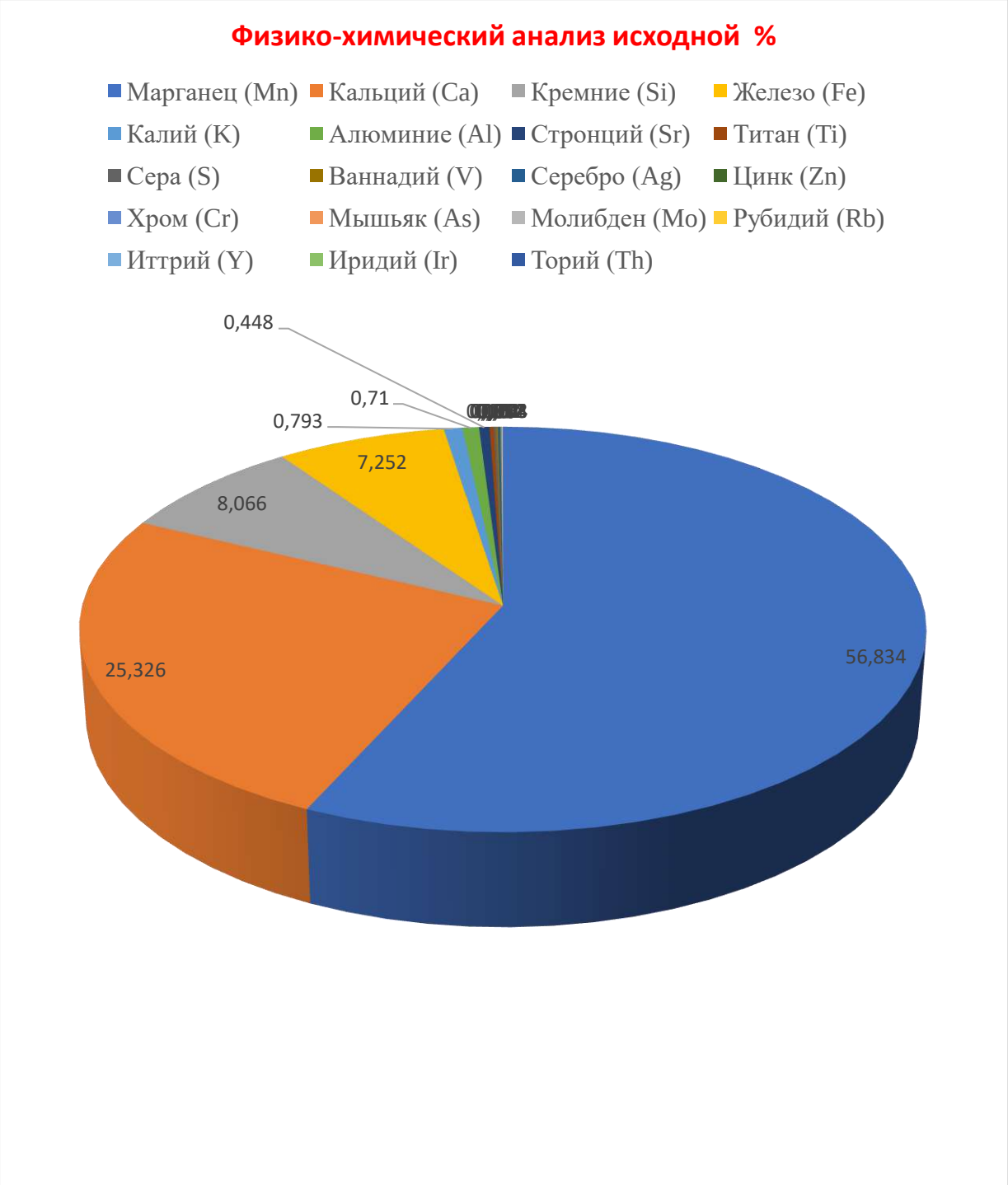


Рис. 1. Отход цинкового производства АГМК

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа (XRF), представленные на рисунке 1, позволяют количественно оценить элементный состав отходов и выявить доминирующие компоненты. Установлено, что исследуемый

ISSN 3030-3907

материал содержит значительное количество марганца наряду с примесными элементами различной природы.

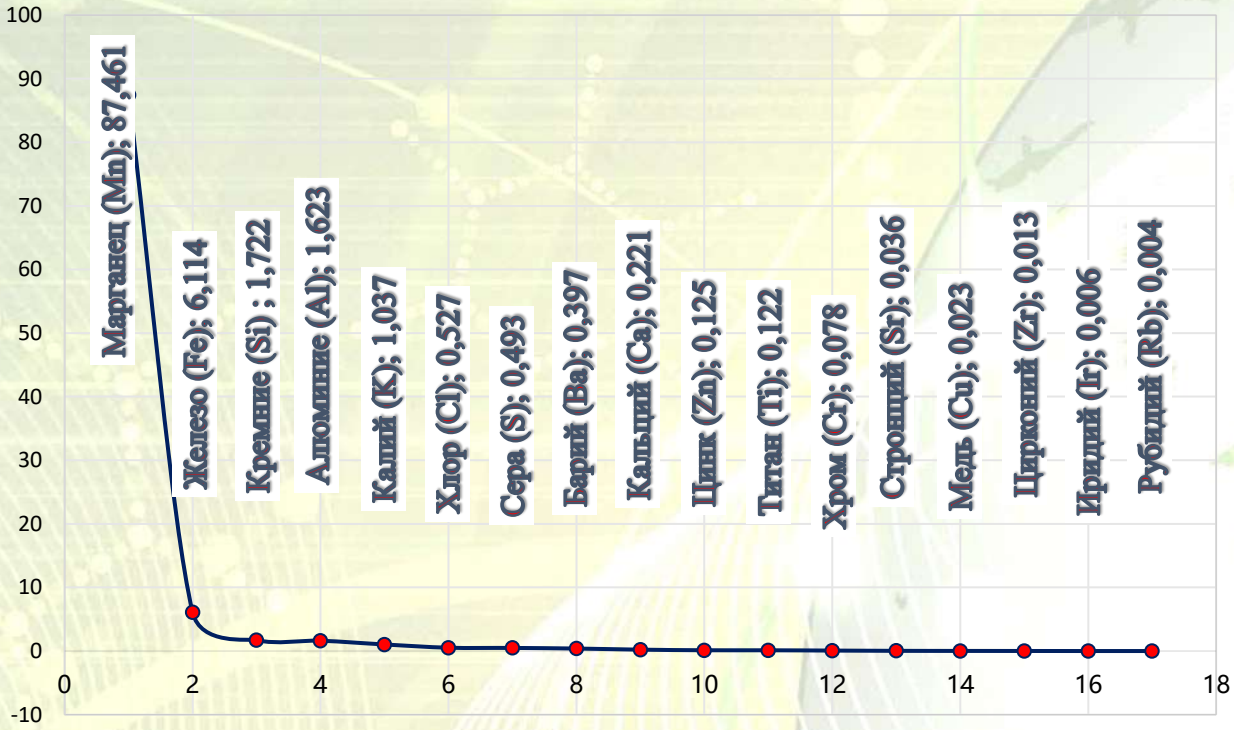


Рис. 2. Марганцевая руда Кашкадарьинской области

В качестве второго объекта исследования использована марганцевая руда Кашкадарьинской области. Результаты ее рентгенофлуоресцентного анализа (XRF) представлены на рисунке 2, что позволяет подтвердить содержание марганца в природном сырье, выбранном для проведения исследований.

ВЫВОДЫ.

В результате проведенного анализа установлено, что в качестве объектов исследования целесообразно использовать марганецсодержащие отходы цинкового производства АГМК и марганцевую руду Кашкадарьинской области. Выбор отходов АГМК обусловлен их значительными объемами накопления, техногенным происхождением и высоким содержанием марганца, что подтверждается результатами рентгенофлуоресцентного анализа. Кроме того, данные отходы характеризуются мелкодисперсной структурой, способствующей повышению реакционной способности при последующей переработке. Марганцевая руда Кашкадарьинской области выбрана в качестве природного марганецсодержащего сырья, содержащего марганец в минеральной форме, что позволяет использовать ее в научных исследованиях по разработке

ISSN 3030-3907

технологий извлечения и переработки. Таким образом, использование указанных материалов является обоснованным и перспективным, поскольку позволяет решать задачи комплексной переработки сырья, рационального использования природных ресурсов и утилизации техногенных отходов.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Любимая Ю.А. Основные принципы обогащения минеральных удобрений микроэлементами // Наукові праці. - 2013. - Вип. 46. - Т. 1. - С. 97-101.
2. Демина О.Н., Еремин Д.И. Влияние минеральных удобрений на микрофлору пахотного чернозема лесостепной зоны Зауралья // Агрономия. - 2020. - № 2. - С. 63-71. DOI: 10.36718/1819-4036-2020-2-63-71.
3. Логинов Ю.П., Казак А.А. Пластичность и стабильность сортов картофеля в лесостепи Тюменской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. - 2017. - № 5 (67). - С. 73-77.
4. Fomina M.N. New Generation Varieties of Spring Oats Selected for Areas with the Climate as in Ural, Siberia and the Far East of Russia // International scientific and practical conference "AgroSMART -Smart solutions for agriculture" (Agro-SMART, 2018). - 2018.- P. 201-205.
5. Микроэлементы в сельском хозяйстве. Булыгин С. Ю., Демишев Л. Ф., Доронин В.А., Заришняк А. С., Пащенко Я.В., Туровский Ю. Е., Фатеев А. И., Яковенко М. М. [Электронный ресурс]. - Режим доступа: http://reacom.com.ua/publications.html.
6. Ульянова О.А., Кураченко Н.Л., Чупрова В.В. Влияние системы удобрения на плодородие чернозема выщелоченного Красноярской лесостепи // Агрохимия. - 2010. - № 1. - С. 10-19.
7. Еремин Д.И., Демин Е.А. Агроэкологическое обоснование выращивания кукурузы на зерно в условиях лесостепной зоны Зауралья // Вестник ГАУ Северного Зауралья. - 2016. - № 1 (32). - С. 6-11.
8. Nedjimi, B. and B. Beladel (2016). Chemical composition of *Salicorniaarabica* L., a potential halophyte for arid rangelands. *Rangeland Journal*, **38(1):** 103-107.
9. Иванов, А.А. Технологии переработки марганцевых руд и шлаков / А.А. Иванов // Металлургия и обогащение полез- ных ископаемых.- 2020.- Т. 5.- № 2.- С. 35-42.
10. Пармонов С.Т., Немененок Б.М., Мирзавалиев Д.М. Разработка технологии получения марганца из отходов // *Foundry Production and Metallurgy*. - 2025. - № 1. - С. 55-57.

ISSN 3030-3907

УДК 549.67:541.18

СОСТАВ, СТРУКТУРНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ И АДСОРБЦИОННЫЕ СВОЙСТВА БЕНТОНИТА ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ НАВБАХОР

Мамадолиев Икромжон

Ташкентский филиал Международного университета Кимё, Самарканд, 140143 Узбекистан город Самарканд, улица Хабиба Абдуллаева, дом 63.

Абдикамалова Азиза

Институт общей и неорганической химии Академии наук Республики Узбекистан, Ташкент, 100071 Узбекистан

Норкулов Зохид

Ташкентский филиал Международного университета Кимё, Самарканд, 140143 Узбекистан город Самарканд, улица Хабиба Абдуллаева, дом 63.

Annotatsiya. Ushbu ishda Navbaxor (Navoiy) konidan olingan tabiiy bentonitning tarkibi, tuzilishi va adsorbsion xossalari o‘rganildi. Montmorillonit miqdorini 44,5% dan 91,8% gacha oshirish imkonini beruvchi samarali boyitish usuli ishlab chiqildi. Namunalarning teksturaviy va sorbsion xususiyatlariga kationoalmashinuv sig‘imining ta’siri aniqlandi. Termik ishlov berish orqali kationoalmashinuv sig‘imini maqsadli ravishda boshqarish mumkinligi ko‘rsatildi, bu esa belgilangan xossalarga ega organobentonitlar yaratish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: bentonit, montmorillonit, organoglina, kationoalmashinuv sig‘imi, adsorbsiya, modifikatsiya, Navbaxor

Аннотация. В работе исследованы состав, структура и адсорбционные свойства природного бентонита из месторождения Навбахор (Навои). Разработан эффективный метод обогащения, позволяющий повысить содержание монтмориллонита с 44,5% до 91,8%. Установлено влияние катионообменной ёмкости на текстурные и сорбционные характеристики образцов. Показано, что термическая обработка обеспечивает целенаправленное регулирование катионообменной ёмкости, что открывает возможности для создания органобентонитов с заданными свойствами.

Ключевые слова: бентонит, монтмориллонит, органоглина, катионообменная ёмкость, адсорбция, модификация, Навбахор

Abstract. This study investigates the composition, structure, and adsorption properties of natural bentonite from the Navbahor (Navoi) deposit. An effective enrichment method was developed, increasing the montmorillonite content from 44.5% to 91.8%. The influence of cation exchange capacity on the textural and sorption characteristics of the samples was determined. It was shown that thermal treatment enables controlled regulation of cation exchange capacity, providing opportunities for the development of organobentonites with tailored properties.

ISSN 3030-3907

Keywords: bentonite, montmorillonite, organoclay, cation exchange capacity, adsorption, modification, Navbahor

1. ВВЕДЕНИЕ

Современные требования промышленности к функциональным материалам обуславливают необходимость поиска и совершенствования природных минеральных сорбентов. Бентонитовые глины, богатые монтмориллонитом, занимают особое место среди природных слоистых силикатов благодаря уникальному сочетанию высокой катионообменной ёмкости, развитой удельной поверхности и способности к межслоевому расширению. Именно эти свойства лежат в основе использования бентонитов в нефтехимии, строительстве, медицине, фармакологии и экологическом мониторинге[1].

Модификация природных бентонитов органическими поверхностно-активными веществами (ПАВ) позволяет получать органоглины — перспективный класс гибридных материалов, сочетающих гидрофобные и сорбционные характеристики. Ключевым параметром, определяющим эффективность такой модификации, является катионообменная ёмкость (КОЕ) исходного бентонита: она контролирует плотность упаковки органических катионов в межслоевом пространстве монтмориллонита[2].

Месторождение бентонитовой глины Навбахор расположено в Навои (Узбекистан), относится к числу крупнейших в Центральноазиатском регионе с запасами свыше 5 млн тонн[3,5]. Комплексное исследование состава, структуры и адсорбционных свойств данных глин, а также разработка методов обогащения и управления их физико-химическими характеристиками представляют собой как фундаментальный, так и прикладной интерес[6].

Цель настоящей работы — всестороннее изучение природного бентонита Навбахорского месторождения, разработка эффективного метода его обогащения, установление зависимости структурных и адсорбционных свойств от катионообменной ёмкости, а также оценка перспектив создания органобентонитов на его основе.

2. ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика исходного материала

Объектом исследования служила бентонитовая глина (БК) Крантауского месторождения. Природный бентонит имеет жёлто-зелёный оттенок и содержит тонкие включения окисленных рудных минералов в песчано-алевритовых примесях. Исходный минералогический состав

ISSN 3030-3907

представлен монтмориллонитом (44,5%), иллитом (23,5%), каолинитом (9,8%), кварцем (10,1%), хлоридами (2,3%) и прочими примесями (9,8%).

2.2. Методы физико-химического анализа

Для комплексной характеристики образцов применялись следующие методы:

Рентгенофазовый анализ (РФА)-дифрактометр XRD-6100 (Shimadzu, излучение CuKα) для идентификации минеральных фаз и определения межслоевых расстояний;

Термогравиметрический анализ (ТГА/ДСК)- дериватограф Paulik-Paulik-Erdey для изучения термического поведения образцов;

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ)- микроскоп EVO MA10 (Carl Zeiss) для морфологического анализа частиц;

ИК-спектроскопия-для идентификации функциональных групп и химических связей;

Химический анализ- по ГОСТ 21216-2014 (определение оксидного состава);

Низкотемпературная адсорбция азота (77 К)—установка Quantachrome Nova 1000e; обработка по методам БЭТ, Ленгмюра, DH, DR, t-plot и BJH;

Адсорбционные измерения паров (гексан, толуол, вода)—на установке Мак-Бена и эксикаторным методом;

Определение КОЕ—методами трилона Б (Ca^{2+}, Mg^{2+}), пламенной фотометрии (Na^+, K^+) и кобальтового комплекса $[Co(NH_3)_6]Cl_3$;

Молекулярное моделирование — программный комплекс BIOVIA Materials Studio 2020.

3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

3.1. Состав и структура природного бентонита

Рентгенофазовый анализ природного бентонита БК выявил характерные пики монтмориллонита при 2θ ≈ 6–10° (рефлекс d_{001}, межслоевое расстояние ~1,261 нм), а также рефлексы кварца (2θ ≈ 26,6°), иллита (2θ ≈ 8,7°) и каолинита. Химический состав образца характеризуется высоким содержанием SiO_2 (59,6%) и Al_2O_3 (12,5%), типичным для алюмосиликатных глинистых минералов (табл. 1).

Таблица 1.

Оксидный состав (%) природного бентонита (БК)

SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3+TiO_2	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	п.п.п.
59,6	12,5	5,8	1,0	1,3	3,8	2,1	12,8

ISSN 3030-3907

Данные термогравиметрического анализа демонстрируют два характерных эндотермических эффекта: при 50–60°C (удаление физически адсорбированной воды) и при 400–500°C (дегидроксилирование монтмориллонита). ИК-спектроскопия подтвердила наличие OH-связей (полосы при 3629 и 3437 $см^{-1}$), Si-O-Si/Si-O-Al деформационных колебаний (525 и 468 $см^{-1}$) и алкильных C-H связей (2923 $см^{-1}$), указывающих на органические примеси.

Физико-химический анализ показал: истинная плотность — 2,42 $г/см^3$, насыпная плотность — 1,48 $г/см^3$, влажность — 10,1%. Разница между истинной и насыпной плотностью свидетельствует о развитой пористости. Гранулометрический анализ выявил преобладание фракций ≤1 мкм (16,2%) и 1–5 мкм (21,3%), что обусловливает высокую удельную поверхность и адсорбционный потенциал материала.

3.2. Обогащение бентонита: повышение содержания монтмориллонита

Разработанный комбинированный метод обогащения включает три последовательных этапа: (1) механическое разделение и отмучивание для удаления крупных неглинистых частиц; (2) набухание в дистиллированной воде в течение 48 ч с последующей декантацией верхнего слоя (20 см); (3) обработка кальцинированной содой (Na_2CO_3) по формуле:

$$M = 0{,}01 \cdot (m - V) / 0{,}6$$

где M — масса Na_2CO_3 (г); m — масса суспензии (г); V — объём суспензии (мл); 0,6 — поправочный коэффициент (для плотности глины 2,5 $г/см^3$).

В результате обогащения содержание монтмориллонита возросло с 44,5 до 91,8%, содержание кварца снизилось с 10,1 до 0,2%, иллита — с 23,5 до 6,1% (табл. 2). Химический анализ обогащённого образца зафиксировал увеличение содержания Al_2O_3 (с 12,5 до 18,8%) и Na_2O (с 3,8 до 6,4%), что отражает концентрацию алюмосиликатных компонентов и насыщение ионами натрия.

Таблица 2.

Минералогический состав образцов (%) до и после обогащения

Образец	Монтмориллонит	Кварц	Каолинит	Иллит	Примеси
Исходный (БК)	44,5	10,1	9,8	23,5	12,1
Обогащённый	91,8	0,2	0,9	6,1	1,0

ISSN 3030-3907

Гранулометрический анализ обогащённого бентонита показал увеличение доли фракции 1–5 мкм (с 21,3 до 30,1%) и снижение доли крупных частиц 100–1000 мкм (с 11,2 до 7,9%), что обусловлено удалением кварцевых зёрен и дополнительным диспергированием глинистых агрегатов при химической обработке.

3.3. Катионообменная ёмкость и её регулирование

Анализ катионообменного комплекса обогащённого бентонита показал следующий состав (мг·экв/100 г): Na^+ — 88,6; K^+ — 11,8; Ca^{2+} — 3,1; Mg^{2+} — 0,5; суммарная КОЕ (ΣКОЕ) — 104,0 мг·экв/100 г. Высокая доля Na^+ свидетельствует об эффективности процесса обогащения с кальцинированной содой.

Для управления КОЕ применялся эффект Хофмана–Клемена: образец, насыщенный ионами Li^+ (обработка 30% раствором LiCl с использованием ультразвука 20 кГц, 5 мин), подвергался термообработке при температурах 110, 120 и 135°C в течение 1–24 ч. Ионы лития, мигрируя в гексагональные вакансии тетраэдрических листов, становятся недоступными для ионного обмена, что вызывает снижение КОЕ:

Таблица 3.

Зависимость КОЕ от режима термообработки

Температура, °C	110	120	135	Исх. (БК)
КОЕ, мг·экв/100 г	97	85 (→ образец БК86)	65 (→ образец БК70)	104

Линейная зависимость снижения КОЕ от температуры и продолжительности термообработки позволяет прецизионно задавать исходное значение КОЕ для синтеза органобентонитов с требуемой плотностью упаковки ПАВ. Для дальнейших исследований были выбраны образцы с КОЕ 86 (БК86) и 70 (БК70) мг·экв/100 г.

3.4. Структурные характеристики бентонитов с различной КОЕ

Сравнительный рентгенофазовый анализ образцов с различной КОЕ установил прямую зависимость между катионообменной ёмкостью и межслоевым расстоянием монтмориллонита: БК — d_{001} = 1,261 нм; БК86 — d_{001} = 1,253 нм; БК70 — d_{001} = 1,199 нм. Уменьшение КОЕ приводит к снижению концентрации гидрофильных катионов в межслоевом пространстве и, следовательно, к сокращению объёма межслоевой воды и

ISSN 3030-3907

уменьшению d_{001}. Это сопровождается изменением кислотности поверхности и порового пространства.

Анализ текстурных характеристик по данным низкотемпературной адсорбции азота (табл. 4) выявил нелинейный характер зависимости пористости от КОЕ. Образец БК86 продемонстрировал максимальные значения удельной поверхности (S_БЭТ = 57,07 м²/г) и объёма мезопор (V = 0,093 см³/г), превышающие показатели исходного БК (53,13 м²/г; 0,087 см³/г). Данный эффект объясняется тем, что умеренное снижение содержания обменных катионов способствует формированию более упорядоченной мезопористой структуры.

Таблица 4.

Текстурные характеристики образцов (низкотемпературная адсорбция N_2)

Образец	S_БЭТ, м²/г	S_мезо, м²/г	V_a, см³/г	V_b, см³/г	D_ср, Å
БК	53,13	52,19	0,039	0,087	14,23
БК86	57,07	56,03	0,040	0,093	14,33
БК70	48,01	47,17	0,033	0,079	14,37

Образец БК70 с наиболее низкой КОЕ показал минимальные значения удельной поверхности (48,01 м²/г) и общего объёма пор (0,079 см³/г), что объясняется более плотной упаковкой межслойного пространства и уменьшением числа микропор, обусловленным глубоким удалением обменных катионов.

3.5. Адсорбционные свойства бентонитов

Адсорбционные свойства изучены на трёх адсорбатах с различной полярностью: гексан (дипольный момент μ = 0), толуол (μ = 0,38 D) и вода (μ = 1,85 D). Выбор адсорбатов обусловлен необходимостью оценки как физической (Ван-дер-Ваальсовой) адсорбции неполярных веществ, так и хемосорбционного вклада полярных молекул.

Изотермы адсорбции паров толуола демонстрируют, что максимальные показатели адсорбции при всех значениях P/Ps наблюдаются для БК (наибольшая КОЕ), минимальные — для БК70. Аналогичная картина получена для гексана. Различие в величинах адсорбции толуола и гексана при одинаковых P/Ps обусловлено двумя факторами: (а) более высокой полярностью толуола, усиливающей электростатические взаимодействия с

ISSN 3030-3907

катионами межслойного пространства; (б) π–π взаимодействиями ароматического кольца толуола с Al=O центрами поверхности.

Молекулярное моделирование в BIOVIA Materials Studio 2020 показало, что молекулы гексана (10,344 × 4,536 × 4,014 Å) располагаются параллельно или перпендикулярно к слоям монтмориллонита посредством CH–π взаимодействий, тогда как толуол (6,625 × 4,012 × 8,252 Å) дополнительно стабилизируется через π–π и CH_3–π взаимодействия, что объясняет его преимущественную адсорбцию.

Таблица 5.

Текстурные характеристики образцов по данным адсорбции паров воды

Образец	S_уд, м²/г	V_a (микропоры), см³/г	r_ср, нм
БК	51,28	0,042	1,56
БК86	49,25	0,039	1,89
БК70	33,28	0,022	1,91

Адсорбция воды превышает адсорбцию неполярных органических веществ при P/Ps > 0,20, что обусловлено как физическим взаимодействием, так и образованием водородных связей с поверхностными OH-группами и обменными катионами. Наибольшая адсорбционная ёмкость по воде зафиксирована для БК (Sуд = 51,28 м²/г, V_a = 0,042 см³/г), что коррелирует с его максимальной КОЕ и развитой гидрофильной поверхностью.

Во всех системах наблюдается закономерность: рост КОЕ → рост удельной поверхности → рост адсорбционной ёмкости. Это фундаментальное соотношение является ключевым параметром при проектировании органобентонитов с регулируемой гидрофобностью.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведённое комплексное исследование природного бентонита Крантауского месторождения позволяет сформулировать следующие основные выводы:

1. Природный бентонит содержит монтмориллонит (44,5%), иллит (23,5%), каолинит (9,8%) и кварц (10,1%). Высокое содержание SiO_2 (59,6%) и Al_2O_3 (12,5%) подтверждает алюмосиликатную природу материала.

2. Разработанный трёхстадийный метод обогащения (механическое разделение + декантация + обработка Na_2CO_3) обеспечивает

ISSN 3030-3907

концентрирование монтмориллонита до 91,8% при одновременном снижении содержания кварца (0,2%) и иллита (6,1%). Это сопровождается увеличением дисперсности, удельной поверхности и адсорбционного потенциала.

3. Суммарная КОЕ обогащённого бентонита составляет 104,0 мг·экв/100 г при преобладании ионов Na^+ (88,6 мг·экв/100 г). Термообработка Li-насыщенного бентонита в диапазоне 110–135°C позволяет целенаправленно снижать КОЕ в интервале 65–97 мг·экв/100 г.

4. Снижение КОЕ сопровождается уменьшением межслоевого расстояния монтмориллонита (от 1,261 нм у БК до 1,199 нм у БК70), изменением пористости и кислотности поверхности.

5. Адсорбционная ёмкость образцов по толуолу, гексану и воде прямо коррелирует с КОЕ и удельной поверхностью. Превышение адсорбции толуола над гексаном обусловлено дополнительными π–π взаимодействиями с поверхностными Al=O центрами.

6. Полученные данные образуют научную базу для синтеза органобентонитов с заданными сорбционными характеристиками путём управления КОЕ и плотностью упаковки ПАВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mamadoliev I. et al. Study of the structural characteristics of adsorbents from Navbahar bentonite and their use in the treatment of industrial wastewater //Journal of Ecological Engineering. – 2026. – Т. 27. – №. 7.
2. Sposito G. The Chemistry of Soils. Oxford University Press, New York, 2008. 329 p.
3. Lagaly G., Ziesmer S. Colloid chemistry of clay minerals: the coagulation of montmorillonite dispersions // Advances in Colloid and Interface Science. 2003. Vol. 100–102. P. 105–128.
4. Yariv S., Cross H. Organo-Clay Complexes and Interactions. Marcel Dekker, New York, 2002. 824 p.
5. Hoffman U., Klemen R. Verlust der Austauschfähigkeit von Lithiumionen an Bentonit durch Erhitzung // Zeitschrift für Anorganische und Allgemeine Chemie. 1950. Vol. 262. P. 95–99.
6. ГОСТ 21216-2014. Сырьё глинистое. Методы испытания. М.: Стандартинформ, 2015.
7. Gregg S.J., Sing K.S.W. Adsorption, Surface Area and Porosity. Academic Press, London, 1982. 310 p.

ISSN 3030-3907

9. Мамадолиев, И., Шарипова, О., Бахронов, Ш., & Каржавов, А. (2025). Исследование состава и структурных особенностей навбахорского бентонита для создания адсорбентов. Экономика и социум, (6-2 (133)), 1571-1580.
10. Mamadoliev, Ikrom. "Studying the impact of bentonite clay on its structural structure through enrichment." Issue 1 of 2025 (149/1) 1.162 (2025): 5-11.
11. Abdikamalova Aziza, Ikromjon Mamadoliyev and Sherzod Bakhronov. "Montmorillonit gillari sorbsiya xususiyatini yaxshilash uchun boyitish va aktivlash." «ACTA NUUZ» 3.3.1. 1 (2025): 340-343.

ISSN 3030-3907

УДК: 378.147.62

СИСТЕМНОЕ МЫШЛЕНИЕ В АНАЛИЗЕ ОБЪЕКТОВ ИНЖЕНЕРНОЙ ТЕХНИКИ: АВТОРСКАЯ МЕТОДИКА ФОРМИРОВАНИЯ И ОЦЕНКИ КОМПЕТЕНЦИЙ

Ботир Усмонов Шукуриллаевич,
Доктор технических наук, профессор, Ректор Ташкентского химико-технологического института
ORCID: 0000-0002-4654-9782
E-mail: rector@tkti.uz
Артиков Асқар
Доктор технических наук, профессор, Ташкентского химико-технологического института профессор кафедры «Автоматизация и цифровое управление»
ORCID: 0009-0007-3874-7096
E-mail: a.artikov@tkti.uz
Максудова Азиза Икрамджановна
Ташкентский химико-технологический институт, ассистент кафедры «Автоматизация и цифровое управление»
ORCID: 0000-0002-3001-4812
E-mail: azizamaksudova1984@gmail.com
Шукуриллаев Жахонгир Ботир ўғли,
Ташкентского государственного экономического университета Главный специалист «Дирекции по эксплуатации зданий и сооружений»
E-mail: shukurillaevzh@yandex.com
Хушвактов Ойбек Аслиддин ўғли
Университета Ренессанс образования Ассистент кафедры «Информационных технологий»
ORCID: 0009-0003-2532-8918
E-mail: oybeksjob@gmail.com

Аннотация. В данной статье рассматривается проблема формирования системного мышления у студентов инженерных специальностей в условиях возрастающей сложности современных технических объектов и недостаточной разработанности эффективных педагогических инструментов его формирования и оценки, что определяет актуальность исследования. Целью работы является разработка и обоснование методики формирования и оценки системного мышления. Методология исследования основана на принципах системного анализа, компетентностного подхода и педагогического моделирования. Предложенная методика включает семь

ISSN 3030-3907

последовательных этапов, охватывающих представление объекта как интегрированной системы материальной структуры, процесса и энергии, а также последующее моделирование и оптимизацию. Для оценки уровня сформированности системного мышления разработана 21-балльная шкала. Результаты апробации показали высокую корреляцию между уровнем сформированности системного мышления и итоговыми учебными достижениями студентов. Практическая значимость исследования заключается в возможности применения методики в технических и гуманитарных дисциплинах. Сделан вывод о том, что предложенный подход способствует развитию системного мышления и формированию способности к принятию сложных инженерных решений.

Ключевые слова: инженерное образование, системное мышление, компетентностный подход, педагогическая диагностика, моделирование, иерархическая декомпозиция, оценка компетенций.

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy texnik obyektlarning murakkablashuvi sharoitida muhandislik yo‘nalishi talabalarida tizimli fikrlashni shakllantirish muammosi hamda uni rivojlantirish va baholashning samarali pedagogik vositalari yetarli darajada ishlab chiqilmaganligi asoslab beriladi, bu esa tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi. Tadqiqotning maqsadi tizimli fikrlashni shakllantirish va baholash metodikasini ishlab chiqish va asoslashdan iborat. Tadqiqot metodologiyasi tizimli tahlil tamoyillari, kompetensiyaviy yondashuv va pedagogik modellashtirishga asoslanadi. Taklif etilgan metodika obyektni moddiy tuzilma, jarayon va energiyaning integrallashgan tizimi sifatida tasavvur qilishdan boshlab, modellashtirish va optimallashtirishgacha bo‘lgan yetti ketma-ket bosqichni o‘z ichiga oladi. Tizimli fikrlash darajasini baholash uchun 21 ballik shkala ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari talabalar tizimli fikrlash darajasi bilan ularning o‘quv natijalari o‘rtasida yuqori bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatdi. Tadqiqotning amaliy ahamiyati metodikani texnik va gumanitar fanlarda qo‘llash imkoniyati bilan belgilanadi. Xulosa qilinadi-ki, mazkur yondashuv talabalarida tizimli fikrlashni rivojlantirish va murakkab muhandislik qarorlarini qabul qilish qobiliyatini shakllantirishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: muhandislik ta’limi, tizimli fikrlash, kompetensiyaviy yondashuv, pedagogik diagnostika, modellashtirish, ierarxik dekompozitsiya, kompetensiyalarni baholash.

Abstract. This article addresses the problem of developing systems thinking among engineering students in the context of increasing complexity of modern technical objects and the insufficient development of effective pedagogical tools for its formation and assessment, which determines the relevance of the study. The

ISSN 3030-3907

aim of the research is to develop and substantiate a methodology for the formation and evaluation of systems thinking. The methodological framework is based on the principles of systems analysis, the competency-based approach, and pedagogical modeling. The proposed methodology includes seven sequential stages, covering the representation of an object as an integrated system of material structure, process, and energy, followed by modeling and optimization. A 21-point scale has been developed to assess the level of systems thinking formation. The results of the study demonstrate a high correlation between the level of systems thinking development and students' academic performance. The practical significance of the research lies in the possibility of applying the methodology in both technical and humanities disciplines. It is concluded that the proposed approach contributes to the development of systems thinking and the ability to make complex engineering decisions.

Keywords: engineering education, systems thinking, competency-based approach, pedagogical assessment, modeling, hierarchical decomposition, competency assessment.

ВВЕДЕНИЕ.

Современный этап развития инженерных технологий характеризуется ростом междисциплинарных связей и увеличением числа взаимозависимых параметров, определяющих функционирование технических систем. В этих условиях перед системой высшего образования стоит актуальная задача подготовки специалистов, способных эффективно анализировать и оптимизировать многокомпонентные технические системы. В этой связи способ системного мышления рассматривается как одна из ключевых универсальных компетенций современного специалиста (Grohs et al., 2018; Frank, 2012).

В научной литературе системное мышление интерпретируется как способность к целостному анализу структуры и динамики сложных объектов. В отличие от традиционного аналитического подхода, оно не ограничивается разложением объекта на отдельные элементы, а предполагает его рассмотрение как целостной и динамической системы. При этом системное мышление и способность принимать ответственные решения тесно взаимосвязаны и выступают взаимодополняющими компетенциями в инженерной деятельности (Шейнбаум & Пятибратов, 2021).

Несмотря на широкое распространение концепции системного мышления, проблемы его формирования и оценки остаются актуальными. В частности, существующие инструменты оценки - анкеты, рейтинговые системы и методы самооценки - зачастую не обеспечивают чёткой

ISSN 3030-3907

операционализации компетенций, а также не обладают достаточной обоснованностью с точки зрения надёжности и валидности (Cruz et al., 2020).

Кроме того, формирование данных навыков оказывает прямое влияние на качество освоения сложных междисциплинарных знаний, особенно в контексте изучения сложных природных и социальных систем (Assaraf & Orion, 2005). Современные исследования также показывают, что системное мышление формируется как ключевая компетенция не только в технических, но и в социально - гуманитарных направлениях (Vázquez-Parra et al., 2025).

Вместе с тем, высокая степень неопределённости и многопараметричность современных технологических процессов требуют применения системного мышления наряду с современными интеллектуальными методами при их управлении и моделировании (Yakubova et al., 2024). Однако применяемые в образовательной практике системы контроля преимущественно ориентированы на оценку репродуктивных знаний и алгоритмических навыков, что не позволяет в полной мере диагностировать способность студентов к системному анализу и синтезу.

С позиции подхода системного мышления объект следует рассматривать как единство материальной структуры, процессов и энергии, что позволяет глубже понять его сложную природу (Artikov, 2023; Artikov, 2024). Однако имеющиеся исследования преимущественно изолированно рассматривают отдельные компоненты системного анализа данной проблемы и не предлагают комплексных и интегрированных методик формирования системного мышления и его количественной оценки.

Таким образом, возникает противоречие между необходимостью формирования системного мышления в образовательном процессе и недостаточной разработанностью эффективных методов его развития и объективной оценки. Данное противоречие определяет научную проблему исследования.

Научная новизна исследования заключается в разработке интегрированной поэтапной методики формирования системного мышления, основанной на представлении объекта как целостной системы. В рамках данной методики также предлагается система критериев и показателей, позволяющая количественно оценивать уровень сформированности системного мышления (Lavi et al., 2020; Lavi & Dori, 2019).

Цель исследования - разработка и научное обоснование методики формирования системного мышления и оценки уровня его сформированности у студентов инженерных направлений подготовки.

ISSN 3030-3907

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

-проанализировать теоретические основы системного мышления;

-выявить проблемы его формирования в образовательном процессе;

-разработать поэтапную методику развития системного мышления;

-определить критерии и показатели его оценки;

-провести апробацию разработанной методики и оценить её эффективность.

Практическая значимость исследования заключается в возможности применения разработанной методики в образовательном процессе, что способствует повышению качества подготовки специалистов, их готовности к решению сложных инженерных задач, а также развитию профессиональных компетенций (Kurent & Avsec, 2023; Aguilar-Cisneros et al., 2022; Thomas & Magana, 2025).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ.

Исследование проводилось на базе Ташкентского химико-технологического института в период 2023 - 2025 гг. В эксперименте приняли участие студенты инженерных направлений подготовки (бакалавриат), обучающиеся по дисциплинам, связанным с моделированием и проектированием технических систем. Общий объем выборки составил 72 человека, из них 36 студентов экспериментальной группы и 36 — контрольной группы.

Объектом исследования является процесс формирования системного мышления у студентов инженерных специальностей. Предмет исследования-методические подходы, обеспечивающие поэтапное формирование и оценку системного мышления на основе разработанной авторской методики.

В инженерии системное мышление рассматривается как совокупность когнитивных компетенций, каждая из которых может быть оценена с использованием соответствующих критериев (Frank, 2012).

Методологическую основу исследования составляют положения системного анализа, компетентностного подхода и педагогического моделирования. В качестве теоретической базы использованы научные труды в области формирования инженерного мышления, системного анализа и образовательных технологий.

В ходе исследования были применены следующие методы:

– *теоретические методы:* анализ научной литературы, сравнительный анализ существующих подходов, обобщение и систематизация научных данных;

ISSN 3030-3907

– *эмпирические методы:* педагогический эксперимент, наблюдение, тестирование и оценка учебной деятельности студентов;
– *методы моделирования:* построение иерархических структур, разработка компьютерных моделей технических объектов;
– *методы количественного анализа:* статистическая обработка результатов, корреляционный анализ зависимости уровня системного мышления от учебных достижений студентов.

Экспериментальная работа включала несколько этапов. На первом этапе проводилась диагностика исходного уровня системного мышления студентов с использованием разработанных критериев. На втором этапе в учебный процесс была внедрена авторская семишаговая методика, направленная на формирование системного мышления посредством последовательного освоения анализа, декомпозиции, моделирования и оптимизации технических объектов. На третьем этапе осуществлялась итоговая оценка уровня сформированности системного мышления с применением 21-балльной шкалы.

Достоверность результатов обеспечивается репрезентативностью выборки, использованием комплекса взаимодополняющих методов исследования, а также сопоставлением полученных данных с результатами итоговой аттестации студентов.

Для оценки уровня сформированности системного мышления была разработана критериальная шкала (табл. 1).

Таблица 1.

Критерии и показатели оценки уровня сформированности системного мышления

Шаг	Критерии	0 баллов	1 балл	2 балла	3 балла
1.Триединство (матери, процесс, энергия)	Выделение всех компонентов	Не выделено	1-2 компонента	Все три с ошибками	Четкое разделение
2.Иерархическая декомпозиция	Качество уровней	Нет структуры	1 уровень	2-3 уровня с ошибками	Чёткая многоуровневая структура (3+ уровня)

ISSN 3030-3907

3.Входы/выходы	Полнота описания параметров	Параметрине указани	Описание частичное, с ошибками	Все параметри указани, но не для вцех уровней	Полное и точное описание для вцех уровней
4.Связи между квазиобьектами	Отображение взаимосвязей	взаимосвязи не выявлены	Есть, но слабые	Построен граф/матрица связей, но с пропускам и	Полная матрица или граф с пояснениям и
5.Модель низшего уровня	Работоспособност модели	модель отсутствует	Модель создана, но неработоспособна	Модель работает, но сильно упрошена	Адекватная модель с возможностю вариации параметров
6.Комплексная модель	Интеграсия частей в селое	Сборка не виполнена	Модели соединени механически, без внутренней связи	Модель работает, но присутствуют ошибки	Полносенная, корректно работаюшая модель
7.Оптимизация	Качество проведённого анализа	Оптимизация не проводилась	Поитка оптимизации, но неверная по сути	Оптимизация по одному параметру	Многопараметрическая оптимизаци я с обосновани ем

Максимальный балл составляет 21. Уровни сформированности системного мышления интерпретируются следующим образом: 0-7 баллов - низкий уровень; 8-14 баллов-средний уровень; 15-21 балл-высокий уровень.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.

ISSN 3030-3907

В ходе проведённого педагогического эксперимента проведён количественный анализ изменений уровня сформированности системного мышления у студентов инженерных направлений подготовки. Оценка проводилась на основе разработанной 21-балльной шкалы, включающей критерии по каждому из семи этапов методики.

Исследования показывают, что развитие системного мышления во многом зависит от индивидуальных когнитивных особенностей обучающихся и уровня их вовлеченности в образовательный процесс (Assaraf & Orion, 2005).

На констатирующем этапе исследования было установлено, что большинство студентов демонстрируют низкий и средний уровень системного мышления. Средний показатель составил 9,2 балла из 21 возможного, что свидетельствует о фрагментарном восприятии технических объектов и недостаточной сформированности навыков системного анализа.

После внедрения авторской методики зафиксировано статистически значимое увеличение показателей исследуемых показателей. На контрольном этапе средний уровень системного мышления увеличился до 15,8 балла, что на 71,7 % выше исходного значения. При этом существенно возросла доля студентов, продемонстрировавших высокий уровень (с 18 % до 52 %), а количество студентов с низким уровнем значительно сократилось (с 46 % до 12 %).

Анализ результатов по отдельным критериям показал, что наибольший прирост наблюдается в показателях, связанных с иерархической декомпозицией, установлением связей между элементами системы и построением комплексных моделей. Это свидетельствует о том, что предложенная методика способствует формированию у студентов целостного представления о технических объектах и развитию навыков системного анализа и синтеза.

Полученные результаты подтверждаются также повышением академической успеваемости студентов. Установлена положительная корреляция между уровнем сформированности системного мышления и итоговыми оценками по профильным дисциплинам ($r = 0,68$), что свидетельствует о статистически значимой связи и достоверности полученных данных.

Практическая эффективность разработанной методики проявляется в улучшении способности студентов к решению комплексных инженерных задач, требующих учета множества взаимосвязанных параметров. В ходе выполнения практических заданий студенты стали более уверенно

ISSN 3030-3907

применять методы декомпозиции, моделирования и оптимизации, что подтверждается результатами наблюдения и экспертной оценки.

Достоверность результатов обеспечивается использованием комплексного подхода к оценке, включающего количественные и качественные методы анализа, а также сопоставлением данных до и после педагогического воздействия. Полученные результаты свидетельствуют о высокой эффективности предложенной методики и её целесообразности внедрения в образовательный процесс инженерных направлений подготовки.

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Полученные полученные данные позволяют интерпретировать о статистически значимом повышении уровня сформированности системного мышления у студентов после внедрения авторской методики. Данный факт позволяет утверждать, что поэтапный подход, основанный на интеграции анализа, декомпозиции и моделирования, является более эффективным по сравнению с традиционными методами обучения, ориентированными преимущественно на усвоение теоретических знаний.

Анализ полученных данных показывает, что ключевым фактором положительной динамики выступает системный характер предложенной методики. В отличие от существующих подходов, в которых акцент делается на отдельных аспектах (например, только на анализе или моделировании), разработанная методика обеспечивает целостное формирование компетенций за счёт последовательного прохождения всех этапов системного анализа. Это подтверждает целесообразность использования интегративного подхода в развитии инженерного мышления.

Вместе с тем в ходе исследования были выявлены определённые научно-методические ограничения. В частности, на начальном этапе студенты испытывали затруднения при выполнении иерархической декомпозиции и установлении связей между элементами системы, что указывает на недостаточный уровень сформированности базовых аналитических навыков. Кроме того, внедрение предложенной методики требует дополнительного времени в рамках учебного процесса, что может ограничивать её применение в условиях жёстко регламентированных образовательных программ.

Несмотря на указанные ограничения, полученные результаты характеризуются высокой степенью достоверности и практической значимости. Это подтверждается согласованностью количественных показателей с результатами наблюдения и экспертной оценки, а также

ISSN 3030-3907

выявленной положительной корреляцией с академической успеваемостью студентов.

Таким образом, проведённый анализ позволяет сделать вывод о том, что предложенная методика является эффективным инструментом формирования системного мышления и может рассматриваться как перспективное направление развития инженерного образования.

ВЫВОДЫ

Проведённое исследование позволило сформулировать следующие выводы:

1. Установлено, что уровень сформированности системного мышления у студентов инженерных направлений на начальном этапе является недостаточным, что проявляется в фрагментарном восприятии технических объектов и ограниченной способности к выявлению взаимосвязей между их элементами.

2. Доказано, что внедрение авторской семишаговой методики способствует статистически значимому повышению уровня системного мышления за счёт поэтапного формирования навыков анализа, иерархической декомпозиции, моделирования и оптимизации.

3. Выявлено, что наиболее существенные изменения наблюдаются в развитии способности студентов к построению комплексных моделей и установлению внутренних связей в системе, что подтверждает эффективность интегративного подхода.

4. Установлена положительная корреляционная связь между уровнем сформированности системного мышления и академической успеваемостью студентов, что свидетельствует о педагогической целесообразности внедрения предложенной методики.

5. Подтверждено, что разработанная критериальная система оценки (21-балльная шкала) обеспечивает объективную и надёжную диагностику уровня сформированности системного мышления и может эффективно применяться в образовательной практике.

На основании полученных результатов предлагаются следующие рекомендации:

– внедрять разработанную методику в образовательный процесс инженерных направлений подготовки;

– использовать поэтапный подход к формированию системного мышления в рамках дисциплин, связанных с анализом и моделированием технических систем;

ISSN 3030-3907

– применять разработанную систему оценки для объективного контроля уровня сформированности компетенций;

– адаптировать методику для использования в смежных областях, включая гуманитарные и экологические направления;

– продолжить исследования в направлении расширения методики, включая разработку рефлексивного этапа и цифровых инструментов поддержки обучения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Grohs, J. R., Kirk, G. R., Soledad, M. M., & Knight, D. B. (2018). Assessing systems thinking: A tool to measure complex reasoning through ill-structured problems. *Thinking Skills and Creativity, 28, 110–130.* https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.03.003

2. Frank, M. (2012). Engineering Systems Thinking: Cognitive Competencies of Successful Systems Engineers. *Procedia Computer Science, 8, 273–278.* https://doi.org/10.1016/j.procs.2012.01.057

3. Шейнбаум, В. С., & Пятибратов, П. В. (2021). Development of competencies of systems thinking and responsibility of students in the design of engineering activities. *Казанский Педагогический Журнал, (145(2)).* https://doi.org/10.51379/KPJ.2021.146.3.009

4. Cruz, M. L., Saunders-Smits, G. N., & Groen, P. (2020). Evaluation of competency methods in engineering education: A systematic review. European *Journal of Engineering Education, 45(5), 729–757.* https://doi.org/10.1080/03043797.2019.1671810

5. Assaraf, O. B., & Orion, N. (2005). Development of system thinking skills in the context of earth system education. *Journal of Research in Science Teaching*, *42*(5), 518–560. https://doi.org/10.1002/tea.20061

6. Vázquez-Parra, J. C., Cruz Sandoval, M., Suarez Brito, P., & Lopez Caudana, E. O. (2025). Systemic Thinking as Foundational Competence: Insights from Social Sciences and Humanities Students in Mexican Higher Education. *The International Journal of Humanities Education*, *24*(1), 1–26. https://doi.org/10.18848/2327-0063/CGP/v24i01/1-26

7. Yakubova, N., Jamolova, S., & Aloydinov, M. (2024). RESEARCH OF QUANTUM TECHNOLOGY AND QUANTUM DEVICES IN CRYPTOGRAPHY. *Universum:Technical Sciences, 120(3).* https://doi.org/10.32743/UniTech.2024.120.3.17067

8. Артиков А. Системное мышление в процессе создания и управления инженерными технологиями. учебное пособие / под ред. Ташкент-2023, 216–с.

ISSN 3030-3907

9. Артиков А. Modellashtirish va loyihalash tizimlari. Дарслик. – Тошкент: ТКТИ, 2024. – 223 б.
10. Lavi, R., Dori, Y. J., Wengrowicz, N., & Dori, D. (2020). Model-Based Systems Thinking: Assessing Engineering Student Teams. *IEEE Transactions on Education, 63(1), 39–47.* https://doi.org/10.1109/TE.2019.2948807
11. Lavi, R., & Dori, Y. J. (2019). Systems thinking of pre- and in-service science and engineering teachers. *International Journal of Science Education, 41(2), 248–279.* https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1548788
12. Kurent, B., & Avsec, S. (2023). Systems Thinking Skills and the ICT Self-Concept in Preschool Teachers for Sustainable Curriculum Transformation. *Sustainability, 15(20), 15131.* https://doi.org/10.3390/su152015131
13. Aguilar-Cisneros, J. R., Valerdi, R., & Sullivan, B. P. (2022). Students' Systems Thinking Competency Level Detection through Software Cost Estimation Concept Modeling. *Programming and Computer Software*, *48*(8), 499–512. https://doi.org/10.1134/S0361768822080060
14. Thomas, P. J., & Magana, A. J. (2025). Students' Application of Abstract and Systems Thinking Skills for Modeling Software Systems. *Computer Applications in Engineering Education, 33(6), e70086.* https://doi.org/10.1002/cae.70086

ISSN 3030-3907

PE FAYLLARNING STATIK XUSUSIYATLARI ASOSIDA ZARARLI DASTURLARNI MODULLI ANSAMBL YORDAMIDA ANIQLASH

Turdimatov Mamirjon Mirzayevich
Farg‘ona davlat texnika universiteti
Olimov Fayozbek Fazliddin o‘g‘li
Farg‘ona davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Maqolada Windows oilasiga mansub Portable Executable (PE) fayllarning statik xususiyatlari asosida zararli dasturlarni aniqlashga qaratilgan modulli ansambl yondashuvi ko‘rib chiqiladi. Tadqiqotda PE/header maydonlari, sectionlar statistikasi va entropiya, import va eksportga oid belgilar EMBER (v2) ma’lumotlar to‘plamidagi 2381 o‘lchamli xususiyatlar asosida uch mantiqiy blokka ajratildi. Birinchi blok uchun Random Forest, ikkinchi blok uchun XGBoost, uchinchi blok uchun esa LightGBM modeli tanlandi. Tajriba natijalari vaznli ansamblning 0.9567 F1-score va 0.9893 ROC-AUC, stacked ansamblning 0.9585 F1-score va 0.9915 ROC-AUC ko‘rsatkichlariga erishganini ko‘rsatdi. Olingan natijalar PE fayllarning strukturaviy va statistik xususiyatlarini alohida modullarda qayta ishlash hamda ularni ansambl darajasida birlashtirish statik aniqlashning aniqligi va barqarorligini oshirishini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar. Zararli dastur, statik tahlil, PE fayl, EMBER, Random Forest, XGBoost, LightGBM, ansambl klassifikatsiya, entropiya

Abstract. The paper presents a modular ensemble approach to detect malware based on static features of Windows Portable Executable (PE) files. In the study, PE/header fields, section statistics, and entropy, import and export symbols were divided into three logical blocks based on 2381 dimensional features in the EMBER (v2) dataset. Random Forest was selected for the first block, XGBoost for the second block, and LightGBM for the third block. Experimental results showed that the weighted ensemble achieved 0.9567 F1-score and 0.9893 ROC-AUC, and the stacked ensemble achieved 0.9585 F1-score and 0.9915 ROC-AUC. The obtained results confirm that processing the structural and statistical features of PE files in separate modules and combining them at the ensemble level increases the accuracy and stability of static detection.

Keywords. Malware detection, static analysis, Portable Executable, EMBER, Random Forest, XGBoost, LightGBM, ensemble learning, entropy

Аннотация. В статье представлен модульный ансамблевый подход к обнаружению вредоносных программ на основе статических характеристик исполняемых файлов Windows (PE). В исследовании поля заголовка PE-файлов, статистика разделов, энтропия, символы импорта и экспорта были разделены на три логических блока на основе 2381-мерных характеристик из

ISSN 3030-3907

набора данных EMBER (v2). Для первого блока был выбран алгоритм Random Forest, для второго — XGBoost, а для третьего — LightGBM. Экспериментальные результаты показали, что взвешенный ансамбль достиг показателя F1-меры 0,9567 и ROC-AUC 0,9893, а стековый ансамбль — показателя F1-меры 0,9585 и ROC-AUC 0,9915. Полученные результаты подтверждают, что обработка структурных и статистических характеристик PE-файлов в отдельных модулях и их объединение на уровне ансамбля повышает точность и стабильность статического обнаружения.

Ключевые слова. Обнаружение вредоносных программ, статический анализ, портативные исполняемые файлы, EMBER, Случайный лес, XGBoost, LightGBM, ансамблевое обучение, энтропия

KIRISH.

Zararli dasturlarni aniqlash bo‘yicha an’anaviy signaturaga asoslangan yondashuvlar ma’lum namunalarni tez topa olsa-da, polimorfizm, packing va nol-kun (zero-day) tahdidlari sharoitida ularning moslashuvchanligi cheklangan. Shu sababli so‘nggi yillarda PE fayllarning statik xususiyatlariga tayangan mashinaviy o‘qitish usullari alohida ahamiyatga ega [1], [2]. Statik tahlilning afzalligi shundaki, faylni ishga tushirmasdan turib, uning strukturasi, sectionlari va import jadvali asosida xavf profili shakllantiriladi. Bunday yondashuv katta hajmli obyektlarni oldindan skrining qilish uchun qulaydir.

Windows muhitidagi bajariluvchi obyektlar Portable Executable formatida saqlanadi. Microsoft spetsifikatsiyasiga ko‘ra, PE tuzilmasi DOS header, COFF header, optional header, data directory va section jadvalidan iborat bo‘lib, aynan shu qatlamlar statik tahlil uchun boy belgilar manbaini hosil qiladi [1]. Header maydonlari dastur yuklanish sxemasini, sectionlar statistikasi packed yoki siqilgan tarkib belgilarini, import va eksportlar esa funksional niyatni bilvosita aks ettiradi.

Maqolaning maqsadi PE fayllarning strukturaviy, statistik va semantik belgilarini alohida modullarda qayta ishlovchi ansambl yondashuvining samaradorligini ko‘rsatishdir. Tajribada Random Forest, XGBoost va LightGBM modullari tanlanib, ularning chiqishlari vaznli ansambl va stacked meta-klassifikator orqali birlashtirildi. Tadqiqot natijalari haqiqiy o‘qitish va testlash natijalari asosida taqdim etiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

PE fayllarga asoslangan zararli dasturlar tahlili bo‘yicha ochiq benchmarklardan eng ko‘p qo‘llaniladiganlaridan biri EMBER to‘plamidir. Anderson va Roth tomonidan taklif etilgan ushbu to‘plam 1.1 million PE fayldan ajratilgan xususiyatlarni o‘z ichiga oladi hamda PE header, section entropiyalari, importlar va satr statistikasi kabi belgilarni standartlashtirilgan ko‘rinishda beradi

ISSN 3030-3907

[2]. EMBER nafaqat modellarni qiyoslash, balki amaliy avtomatlashtirilgan bosqichlar ketma-ketligini qayta ishlab chiqish uchun ham qulay asos hisoblanadi.

PE formatining o‘zi tadqiqot uchun muhim nazariy poydevor yaratadi. Microsoft hujjatlarida PE strukturasining headerlar, ma’lumot kataloglari va sectionlar qatlamiga ajralishi ko‘rsatilgan bo‘lib, bu qatlamlar malware va benign namunalarning strukturaviy farqlarini ushlash imkonini beradi [1]. So‘nggi tadqiqotlarda ham header maydonlari, entropiya, import jadvali va eksportlar statik aniqlashning asosiy belgilar manbai sifatida ko‘rsatilmoqda [6], [7].

Model tanlovi bo‘yicha adabiyotlarda daraxtsimon ansambl algoritmlari ustunlik qilmoqda. Random Forest heterogen va masshtablari turlicha bo‘lgan PE/header belgilarini qayta ishlashda barqarorligi bilan ajralib turadi [3]. XGBoost esa gradient boosting asosida nolinear bog‘liqliklarni chuqurroq aniqlaydi va katta hajmli tabulyar ma’lumotlar uchun samarali hisoblanadi [4]. LightGBM esa GOSS va EFB mexanizmlari hisobiga katta va siyrak xususiyatlar to‘plamida tezkor o‘qitish imkonini beradi [5]. 2025-yildagi tadqiqotlarda ham aynan LightGBM va XGBoost EMBER asosidagi zararli dasturlarni aniqlash vazifalarida eng barqaror natijalarni bergani qayd etilgan [7], [8].

Adabiyotlarni umumlashtirib aytganda, statik aniqlashda bitta modeldan ko‘ra turli belgilar bloklari uchun mos modellarni tanlash va ularni ansambl darajasida birlashtirish istiqbolli yo‘nalish sifatida namoyon bo‘lmoqda. Shunga qaramay, ko‘plab ishlarda PE/header, statistika va import semantikasi bir xil modelda ko‘riladi. Ushbu tadqiqotda esa ushbu uch qatlam alohida modullarga ajratilib, ularning ansambl kombinatsiyasi real tajriba natijalari bilan baholandi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Tadqiqot uchun EMBER v2 vektorlashtirilgan ma’lumotlari tanlandi. O‘qitish jarayonida yorlig‘i mavjud namunalar ajratilib, 480 000 ta namuna trening, 120 000 ta namuna validatsiya va 200 000 ta namuna test qismiga ajratildi. EMBER vektorining 2381 o‘lchami uch semantik blokka bo‘lindi: birinchi blokka general PE metadata, header va data directory maydonlari; ikkinchi blokka byte histogram, byte-entropy histogram, string statistics va section statistics; uchinchi blokka esa import va eksportga oid xususiyatlar kiritildi. Bunday taqsimot PE faylning strukturaviy, statistik va funksional qatlamlarini alohida ko‘rishga imkon berdi.

Statistik blok uchun Shannon entropiyasi muhim ko‘rsatkichlardan biridir. Agar p_i (i=0…255) i-bayt qiymatining nisbiy ulushini bildirsa, entropiya quyidagicha hisoblanadi:

ISSN 3030-3907

$$H(x) = -\sum_{i=0}^{255} p_i log_2(p_i)$$

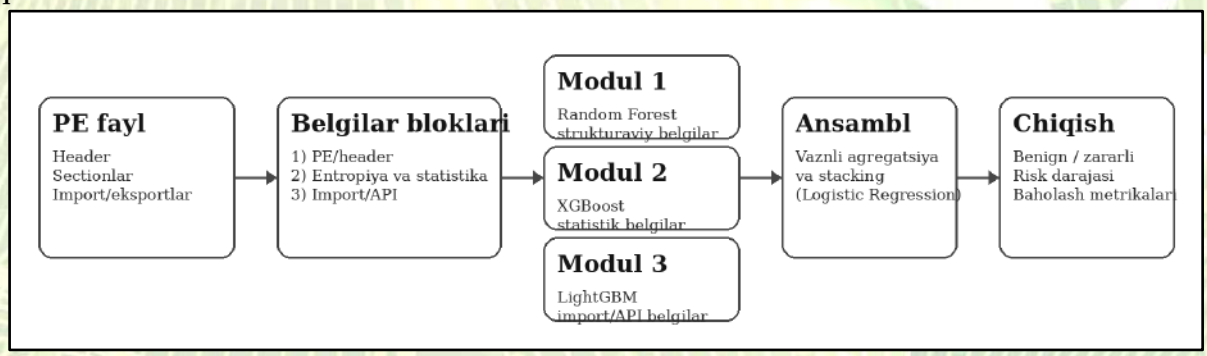
PE/header blokida Random Forest tanlanishining sababi uning strukturaviy va bayroq tipidagi xususiyatlar bilan yaxshi ishlashi, oldindan masshtablashga yuqori darajada bog‘liq emasligi va xususiyatlar o‘rtasidagi nolinear o‘zaro ta’sirlarni ushlay olishidir [3]. Entropiya va section statistikasi uchun XGBoost tanlandi, chunki ushbu blokdagi belgilar ko‘pincha murakkab kombinatsion bog‘liqliklar hosil qiladi; XGBoost esa hist usuli va boosting mexanizmi orqali bunday vazifalarda yuqori aniqlik beradi [4]. Import va eksportga oid belgilar uchun LightGBM tanlandi, chunki ushbu fazo nisbatan siyrak va katta o‘lchamli bo‘lib, LightGBM katta ma’lumotlarda o‘qitish tezligi bilan ajralib turadi [5], [8].

Bazaviy modullar ehtimollari dastlab vaznli ansambl orqali birlashtirildi. Vaznlar validatsiya to‘plamidagi F1-score qiymatlariga mutanosib ravishda tanlandi. Ansambl ehtimoli quyidagi ifoda bilan hisoblandi:

$$\boldsymbol{P = w_1 p_{RF} + w_2 p_{XGB} + w_3 p_{LGBM}}$$

Bu yerda $\boldsymbol{p_{RF}}$, $\boldsymbol{p_{XGB}}$, $\boldsymbol{p_{LGBM}}$ - mos ravishda header, statistik, import/API modullarining ehtimollari, $\boldsymbol{w_1}$, $\boldsymbol{w_2}$, $\boldsymbol{w_3}$ - esa ularning vaznlari bo‘lib $\boldsymbol{w_1 + w_2 + w_3 = 1}$.

Validatsiya natijalari asosida $\boldsymbol{w_1 = 0.3457, w_2 = 0.3381, w_3 = 0.3162}$ qiymatlari hosil qilindi. Bundan tashqari, uch modul chiqishlari ustida Logistic Regression meta-klassifikatori yordamida stacked ansambl ham qurildi. Baholash uchun accuracy, precision, recall, F1-score va ROC-AUC metrikalari qo‘llanildi.



1-rasm. PE fayllarning statik tahliliga asoslangan modulli ansambl sxemasi

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Test to‘plamidagi natijalar bazaviy modullar va ansambl yondashuvining sezilarli farqini ko‘rsatdi. Random Forest PE/header moduli 0.94557 accuracy va 0.94492 F1-scorega, XGBoost statistik moduli 0.92276 accuracy va 0.92457 F1-scorega, LightGBM import moduli esa 0.85505 accuracy va 0.85538 F1-scorega erishdi. Import modulining yakka holdagi aniqligi pastroq bo‘lsa-da, uning

ISSN 3030-3907

semantik signali ansamblga qo‘shimcha diversifikatsiya olib kirdi. Natijada vaznli ansambl 0.95673 accuracy va 0.95674 F1-score, stacked ansambl esa 0.95846 accuracy va 0.95851 F1-score ko‘rsatdi.

1-jadval.

Test to‘plamidagi bazaviy modullar va ansambl natijalari

Model	Accuracy	Precision	Recall	F1-score	ROC-AUC
Random Forest (PE/header)	0.94557	0.95642	0.93368	0.94492	0.98785
XGBoost (statistika)	0.92276	0.90339	0.94677	0.92457	0.97905
LightGBM (import/eksport)	0.85505	0.85346	0.85730	0.85538	0.93194
Vaznli ansambl	0.95673	0.95646	0.95701	0.95674	0.98930
Stacked ansambl	0.95846	0.95736	0.95966	0.95851	0.99151

Hisoblash samaradorligi ham alohida e’tiborga loyiq. Trening loglariga ko‘ra, Random Forest moduli 1 daqiqa 21.7 soniyada, XGBoost moduli 2 daqiqa 17.2 soniyada, LightGBM moduli esa 35.38 soniyada o‘qitildi. Logistic Regression asosidagi stacked meta-klassifikator 0.32 soniyada tayyorlandi. Modelni yuklash, baholash va saqlash bilan birga umumiy vaqti 6 daqiqa 9.7 soniyani tashkil etdi. Bu natijalar LightGBM’ning import/eksport blokida tanlanishi nafaqat aniqlik, balki hisoblash tejamkorligi nuqtai nazaridan ham asosli ekanini ko‘rsatadi [5].

2-jadval.

Modellarni o‘qitishning amaliy vaqt sarfi

Bosqich	Vaqt
EMBER ni yuklash	1m 1.8s
Random Forest	1 min 21.7 s
XGBoost	2 min 17.2 s
LightGBM	35.38 s
Stacked meta-model	0.32 s
To‘liq o‘qitish/baholash/saqlash	6 min 9.7 s

Natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, PE/header moduli strukturaviy anomaliyalarni yaxshi tutadi, statistik modul packed va obfuskatsiyalangan namunalarga nisbatan sezgirroq, LightGBM moduli esa import va eksportlar semantikasidan foydalanib ansamblning umumlashtirish qobiliyatini oshiradi.

ISSN 3030-3907

Yakka modul sifatida eng yuqori accuracy Random Forestda kuzatilgan bo‘lsada, ROC-AUC bo‘yicha stacked ansambl 0.99151 natija bilan eng yuqori ko‘rsatkichni berdi. Demak, belgilarni semantik bloklarga ajratish va ularni ansambl darajasida birlashtirish PE fayllar asosidagi statik aniqlashda amaliy jihatdan o‘zini oqlaydi.

XULOSA.

PE fayllarning strukturaviy, statistik va importga oid belgilarini alohida modullarda qayta ishlashga asoslangan yondashuv statik malware detection vazifasi uchun samarali ekani tajribada tasdiqlandi. Random Forest PE/header qatlamidagi murakkab strukturaviy bog‘liqliklarni, XGBoost entropiya va section statistikalarini, LightGBM esa import/eksport semantikasini qayta ishlashda mos tanlov bo‘ldi. Tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, PE faylning turli qatlamlarini bitta yagona modelga emas, balki belgilar tabiatiga mos algoritmlarga taqsimlash aniqlikni oshiradi va modelning barqarorligini kuchaytiradi. Shu bilan birga, LightGBM modulining qisqa o‘qitish vaqti katta hajmli ma’lumotlarda hisoblash samaradorligi nuqtai nazaridan muhim afzallik berdi. Keyingi izlanishlarda xususiyatlarni vaqt bo‘yicha driftga mos qayta kalibrlash, packing ta’sirini alohida baholash va meta-ansamblning yanada moslashuvchan variantlarini sinash maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Microsoft, “PE Format - Win32 apps,” Microsoft Learn, Jul. 14, 2025. [Online]. Manba: https://learn.microsoft.com/en-us/windows/win32/debug/pe-format

2. H. S. Anderson and P. Roth, “EMBER: An Open Dataset for Training Static PE Malware Machine Learning Models,” arXiv:1804.04637, 2018. [Online]. Manba: https://arxiv.org/abs/1804.04637

3. L. Breiman, “Random Forests,” Machine Learning, vol. 45, no. 1, pp. 5–32, 2001. [Online]. Manba: https://link.springer.com/article/10.1023/A:1010933404324

4. T. Chen and C. Guestrin, “XGBoost: A Scalable Tree Boosting System,” in Proc. 22nd ACM SIGKDD, 2016, pp. 785–794. [Online]. Manba: https://doi.org/10.1145/2939672.2939785

5. G. Ke et al., “LightGBM: A Highly Efficient Gradient Boosting Decision Tree,” in Advances in Neural Information Processing Systems 30, 2017. [Online]. Manba: https://proceedings.neurips.cc/paper/2017/hash/6449f44a102fde848669bdd9eb6b76fa-Abstract.html

6. M. I. Yousuf, M. A. A. Babar, and H. J. Al-Dulaimi, “Windows malware detection based on static analysis with machine learning methods,” PeerJ Computer Science, vol. 9, e1319, 2023. [Online]. Manba: https://peerj.com/articles/cs-1319/

ISSN 3030-3907

7. M. M.-H.-Z. Abedin and T. Mehrub, “Evaluating Ensemble and Deep Learning Models for Static Malware Detection with Dimensionality Reduction Using the EMBER Dataset,” arXiv:2507.16952, 2025. [Online]. Manba: https://arxiv.org/abs/2507.16952
8. A. Verma, “An Optimized LightGBM Framework for Static Malware Detection,” Int. J. Comput. Sci. Machine Analytics, 2025. [Online]. Manba: https://submissions.adroidjournals.com/index.php/ijcma/article/view/208
9. D. Gibert, C. Mateu, and J. Planes, “Assessing the impact of packing on static machine learning-based malware detection and classification systems,” Computers & Security, vol. 149, 104110, 2025. [Online]. Manba: https://doi.org/10.1016/j.cose.2025.104110

ISSN 3030-3907

SUYAK YEMIRILISHI-OSTEOPOROZ KASALLIGI

Mamatov Og‘abek Xusan o‘g‘li

Davolash fakultetining 127-guruh talabasi. Buxoro davlat tibbiyot inistituti.O‘zbekiston

Annotatsiya. Suyak yemirilishi - bu suyak to‘qimasining asta-sekin zaiflashishi va yemirilishi bilan kechadigan jarayon bo‘lib, tibbiyotda ko‘pincha osteoporoz deb ataladi. Ushbu kasallik revmatoid artritning asosiy xususiyati bo‘lib, kasallikning og‘irligi va yomon funktsional natija bilan bog‘liq.Ushbu maqolada suyak yremirilishi ya’ni osteoporoz kasalligining kelib chiqish sabablari , belgilari , asoratlarini oldini olish va davolash chora tadbirlari haqida ma’lumotlar keltiriladi.

Kalit so‘zlar: osteoporoz, suyak yemirilishi, suyak mineral zichligi, suyak sinishi, kalsiy yetishmovchiligi, gormonal o‘zgarishlar, kam jismoniy faollik, revmatoid artrit, kortikosteroidlar, genetik moyillik, suyak rezorbsiyasi, reabilitatsiya.

Аннотация. Остеопороз — это процесс, характеризующийся постепенным ослаблением и разрушением костной ткани, часто называемый в медицине остеопорозом. Это заболевание является ключевым признаком ревматоидного артрита и связано с тяжелым течением болезни и плохим функциональным исходом. В данной статье представлена информация о причинах, симптомах, профилактике и лечении остеопороза.

Ключевые слова: остеопороз, потеря костной массы, минеральная плотность костной ткани, перелом кости, дефицит кальция, гормональные изменения, низкая физическая активность, ревматоидный артрит, кортикостероиды, генетическая предрасположенность, резорбция костной ткани, реабилитация.

Abstract. Osteoporosis is a process characterized by the gradual weakening and destruction of bone tissue, often referred to in medicine as osteoporosis. This disease is a key feature of rheumatoid arthritis and is associated with a severe course of the disease and poor functional outcome. This article provides information on the causes, symptoms, and prevention and treatment of osteoporosis, i.e., osteoporosis.

Keywords: osteoporosis, bone loss, bone mineral density, bone fracture, calcium deficiency, hormonal changes, low physical activity, rheumatoid arthritis, corticosteroids, genetic predisposition, bone resorption, rehabilitation.

KIRISH.

Skelet trabekulyar suyakdan, suyak iligini joylashtiradigan mayda suyak tarmog‘idan va og‘irlik ko‘taruvchi mintaqalarda strukturaviy tayanchni ta'minlaydigan zich suyak qobig‘idan, kortikal suyakdan iborat Suyak yemirilishi inson salomatligiga jiddiy ta’sir ko‘rsatadigan kasalliklardan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Tibbiyotda bu holat ko‘pincha osteoporoz deb yuritiladi. Ushbu kasallik suyak to‘qimasining zichligi pasayishi va mustahkamligining yo‘qolishi bilan tavsiflanadi. Natijada suyaklar mo‘rtlashib, juda oson sinadigan holatga keladi. Suyak yemirilishining asosiy sabablari orasida organizmda kalsiy va D vitamini yetishmasligi muhim o‘rin tutadi.Kasallik belgilari kasallikning dastlabki bosqichlarida yashirin bo‘ladi. Ammo kasallik rivjlangan sari suyaklarda doimiy yoki vaqti-vaqti bilan og‘riq (ayniqsa bel, son va umurtqa sohasida) bo‘y uzunligining asta-sekin qisqarishi qomatning o‘zgarishi, umurtqa pog‘onasining egilishi (bukchayish) kabi belgilar kuzatiladi.

ASOSIY QISM.

Osteoporozda suyaklarning ichki tuzilishi g‘ovak bo‘lib qoladi. Bu ularning yuk ko‘tarish qobiliyatini zaiflashtiradi. Hattoki kichik jarohatlar, yiqilishlar yoki odatdagi harakatlar (masalan, yo‘talish) ham sinishga olib kelishi mumkin. Ko‘pincha umurtqa pog‘onasi (kompression sinish), bilak va son suyagi sinishlari kuzatiladi.

Osteoporozning asosiy klinik belgisi — bu past energiyali travma natijasida yuzaga keladigan suyak sinishlaridir. Bunday sinishlar odatda minimal tashqi ta’sir, masalan, oddiy yiqilish yoki hatto kundalik harakatlar natijasida sodir bo‘ladi. Umurtqa pog‘onasi zararlanganda vertebral kompression sinishlar rivojlanadi. Bu holat quyidagi klinik belgilar bilan namoyon bo‘ladi:

— bel va orqa sohasida surunkali og‘riq;

— tana bo‘yining asta-sekin qisqarishi (yiliga bir necha santimetrgacha);

— kifoz (umurtqa pog‘onasining oldinga egilishi), ya’ni “bukchayish” deformatsiyasi;

— ko‘krak qafasi hajmining kamayishi natijasida nafas olish faoliyatining cheklanishi.

Ko‘pincha kasallikning boshlang‘ich bosqichlarida hech qanday belgi bo‘lmaydi va odam suyak sinmaguncha unda osteoporoz borligini bilmasligi mumkin.

ISSN 3030-3907





Osteoporoz rivojlanishiga bir nechta endogen va ekzogen omillar ta’sir ko‘rsatadi. Eng muhim omillardan biri yosh hisoblanadi: yosh o‘tishi bilan suyak remodellanish jarayoni sekinlashib, rezorbsiya jarayoni ustunlik qiladi. Kasallik, ayniqsa, 50 yoshdan keyin ko‘proq uchraydi.Jinsiy omil ham ahamiyatli bo‘lib, ayollarda menopauzadan keyin estrogen darajasining pasayishi suyak mineral zichligining tez yo‘qolishiga olib keladi. Erkaklarda esa testosteron kamayishi nisbatan sekinroq, ammo barqaror suyak massasining kamayishiga sabab bo‘lishi mumkin.Gormonal buzilishlar, jumladan qalqonsimon bez giperfunksiyasi va jinsiy gormonlar yetishmovchiligi suyak metabolizmini izdan chiqaradi. Bundan tashqari, kalsiy va D vitamini yetishmovchiligi suyak mineralizatsiyasini susaytiradi.Kam jismoniy faollik, chekish, spirtli ichimliklarni iste’mol qilish va noto‘g‘ri ovqatlanish osteoporoz rivojlanish xavfini oshiruvchi muhim turmush tarzi omillari hisoblanadi. Shuningdek, revmatoid artrit, ichak yallig‘lanish kasalliklari va buyrak yetishmovchiligi kabi surunkali kasalliklar ham suyak

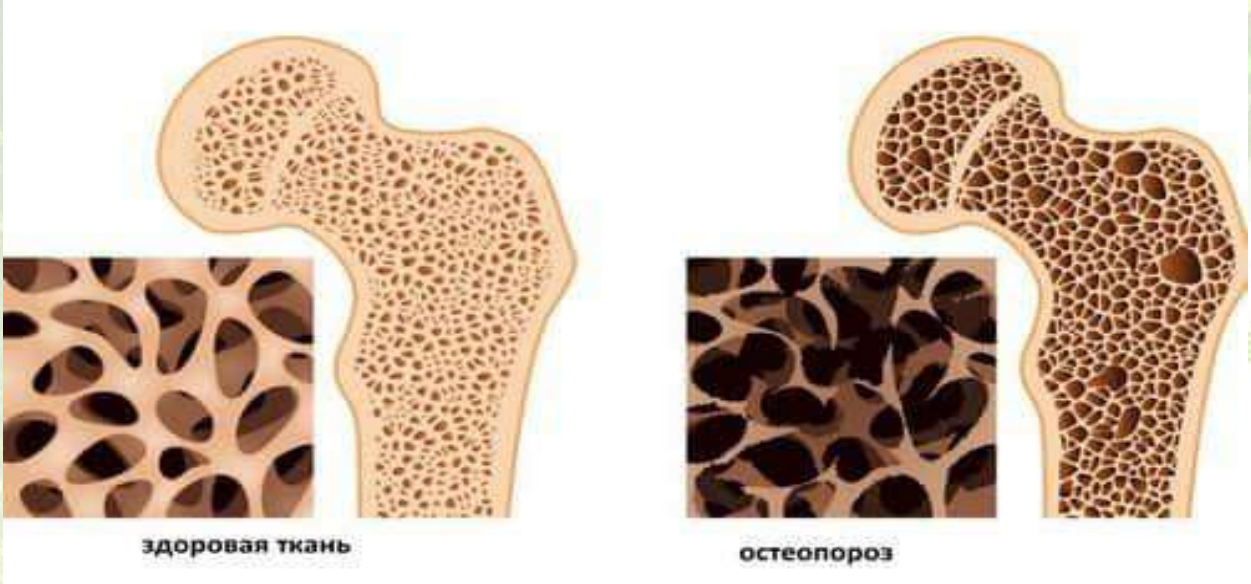
ISSN 3030-3907

to‘qimasiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.Uzoq muddat kortikosteroidlar va ayrim boshqa dorilarni qabul qilish ham suyak zichligining kamayishiga olib kelishi mumkin. Genetik moyillik esa kasallik rivojlanishida qo‘shimcha xavf omili sifatida baholanadi.



Kasallikning oldini olishda eng muhim omil sog‘lom turmush tarzidir. Ratsionda kalsiy va D vitaminiga boy mahsulotlarning yetarli bo‘lishi (sut mahsulotlari, baliq, tuxum) suyak to‘qimasining mustahkamligini saqlashga yordam beradi. Quyosh nuridan me’yorida foydalanish D vitamini sintezini faollashtiradi. Muntazam jismoniy faollik, ayniqsa yurish va mushaklarni mustahkamlovchi mashqlar suyak massasini saqlashda muhim ahamiyatga ega. Chekish va spirtli ichimliklardan voz kechish ham xavfni sezilarli kamaytiradi.

ISSN 3030-3907



Davolash jarayonida maqsad suyak yo‘qotilishini sekinlashtirish va sinishlarning oldini olishdir. Bunda kalsiy va D vitamini preparatlari asosiy qo‘llab-quvvatlovchi vositalar hisoblanadi. Shuningdek, shifokor tavsiyasiga ko‘ra bisfosfonatlar, selektiv estrogen retseptor modulyatorlari yoki boshqa suyak rezorbsiyasini kamaytiruvchi dori vositalari qo‘llaniladi.

Og‘ir holatlarda, ayniqsa sinishlar mavjud bo‘lganda, reabilitatsiya muolajalari, fizioterapiya va ortopedik davolash usullari qo‘llaniladi. Davolash jarayoni doimiy tibbiy nazorat va suyak mineral zichligini monitoring qilish bilan olib boriladi

XULOSA.

Osteoporoz suyak zichligi kamayishi va mo‘rtlashuvi bilan kechadigan surunkali kasallik bo‘lib, ko‘pincha kech aniqlanadi. Uning asosiy sabablari yosh o‘tishi, gormonal o‘zgarishlar, kalsiy va D vitamini yetishmovchiligi, kam harakat va zararli odatlardir. Kasallikning eng muhim xavfi suyaklarning oson sinishidir, ayniqsa umurtqa, son va bilak sohalarida. Osteoporozning oldini olishda sog‘lom ovqatlanish, muntazam jismoniy faollik va zararli odatlardan voz kechish muhim ahamiyatga ega. Davolash esa suyak yo‘qotilishini sekinlashtirish va sinishlarning oldini olishga qaratiladi. Umuman olganda, kasallikni erta aniqlash va profilaktika choralariga amal qilish uning asoratlarini kamaytirishda eng muhim omil hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Osteoporoz va suyak to‘qimasining yemirilishi haqida ilmiy maqola. Universal Publishing. https://universalpublishings.com/index.php/gumanitar/article/view/11226
2. NIH / PubMed Central – Osteoporosis bo‘yicha ilmiy sharh maqola. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC1602264/

ISSN 3030-3907

3. NIH / PubMed Central – Suyak metabolizmi va osteoporoz patogeneziga oid tadqiqot. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC4096779/
4. Yuz.uz – “Suyak yemirilishi kasalligi nega ko‘paymoqda?” maqolasi. https://yuz.uz/uz/news/suyak-emirilishi-kasalligi-nega-kopaymoqda

ISSN 3030-3907

BARQAROR SOVUQQA CHIDAMLI BETON UCHUN SELLYULOZA ASOSIDAGI KOMPOZIT VA KO‘MIR UCHUVCHI KUL

J. F. Ungarov
Toshkent Davlat Texnika Universiteti Manzil: O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri, universitet ko‘chasi, 2-uy, 100095
A. A. Jumayev
Toshkent Davlat Texnika Universiteti Manzil: O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri, universitet ko‘chasi, 2-uy, 100095
O. O. Xoliqulov
Toshkent Davlat Texnika Universiteti Manzil: O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent shahri, universitet ko‘chasi, 2-uy, 100095
E-mail: odiljonxoliqulov@tdtu.uz ,
Tel:+998-93-254-95-65;

Anotatsiya. Ushbu tadqiqot Shina granulasiva qo‘ziqorin biomassasidan olingan, glitserin bilan o‘zgartirilgan va bardoshli va sovuqqa chidamli betonda foydalanish uchun ko‘mir uchuvchi kul bilan mustahkamlangan barqaror sellyuloza asosidagi kompozit materialni ishlab chiqishga qaratilgan. Sellyuloza 5-10% NaOH eritmasi yordamida 400 ml muhitda yuqori haroratda 2 soat davomida ishqoriy ishlov berish orqali Shina granulasi va qo‘ziqorin materialidan olingan. Ushbu jarayon lignin va gemisellyuloza ni samarali ravishda olib tashladi va birlamchi sellyuloza tolalarini hosil qildi. Quritishdan oldin olingan sellyuloza moslashuvchanlikni oshirish va mo‘rtlikni oldini olish uchun 30-15 daqiqa davomida 20 ml glitserin bilan ishlov berildi va shu bilan kompozit tizimlarda uning mexanik ko‘rsatkichlarini yaxshiladi.

Kalit so‘zlar: sellyuloza asosidagi kompozit, ko‘mir uchuvchi kul, sovuqqa chidamli beton, glitserin modifikatsiyasi, Shina granulasisellyuloza , qo‘ziqorin biomassasi, SEM tahlili, FTIR tahlili, barqaror qurilish, ekologik toza materiallar.

Abstract. This study aims to develop a stable cellulose-based composite material derived from tire granulate and fungal biomass, modified with glycerol and reinforced with coal fly ash for use in durable and frost-resistant concrete. Cellulose was obtained from tire granulate and fungal material by alkaline treatment using 5-10% NaOH solution in 400 ml of medium at high temperature for 2 hours. This process effectively removed lignin and hemicellulose and formed primary cellulose fibers. The obtained cellulose before drying was treated with 20 ml of glycerol for 30-15 minutes to increase flexibility and prevent brittleness, thereby improving its mechanical performance in composite systems.

ISSN 3030-3907

Keywords: cellulose-based composite, coal fly ash, frost-resistant concrete, glycerin modification, tire granule cellulose, fungal biomass, SEM analysis, FTIR analysis, sustainable construction, environmentally friendly materials.

Аннотация. Целью данного исследования является разработка стабильного композитного материала на основе целлюлозы, полученного из гранул древесных шин и грибной биомассы, модифицированного глицерином и армированного золой-уносом угля, для использования в прочном и морозостойком бетоне. Целлюлоза была получена из гранул древесных шин и грибного материала путем щелочной обработки с использованием 5-10% раствора NaOH в 400 мл среды при высокой температуре в течение 2 часов. Этот процесс эффективно удалял лигнин и гемицеллюлозу и формировал первичные целлюлозные волокна. Полученная целлюлоза перед сушкой обрабатывалась 20 мл глицерина в течение 30-15 минут для повышения гибкости и предотвращения хрупкости, тем самым улучшая ее механические характеристики в композитных системах.

Ключевые слова: композит на основе целлюлозы, зола-унос угля, морозостойкий бетон, модификация глицерином, целлюлоза из гранул древесных шин, грибная биомасса, анализ SEM, анализ FTIR, устойчивое строительство, экологически чистые материалы.

KIRISH.

Barqaror va ekologik toza qurilish materiallariga bo‘lgan talabning ortishi kompozit ishlab chiqarishda qayta tiklanadigan resurslar va sanoat chiqindilaridan foydalanishga qiziqishning ortishiga olib keldi. An'anaviy qurilish materiallari, xususan sement asosidagi tizimlar yuqori energiya sarfi, uglerod chiqindilari va atrof-muhitning buzilishi bilan bog‘liq[1-4].

Shu sababli, moddiy ish faoliyatini saqlab qolish yoki yaxshilashda atrof-muhitga ta'sirini kamaytiradigan ekologik toza alternativalarni ishlab chiqish muhim tadqiqot markaziga aylandi.

Sellyuloza, eng keng tarqalgan tabiiy biopolimer sifatida, biologik parchalanishi, yangilanishi, past zichligi va mukammal mexanik xususiyatlari tufayli katta e’tibor qozondi. Bu ko‘pincha organik yon mahsulot[5-7] sifatida tashlanadi shina granulasi pulni, shu jumladan, qishloq xo‘jaligi chiqindilari, keng olingan bo‘lishi mumkin.

Shina granulasi qobig‘ida juda ko‘p miqdordagi sellyuloza mavjud bo‘lib, uni barqaror kompozitsion rivojlanish uchun istiqbolli arzon xom ashyo qiladi. Bundan tashqari, qo‘ziqorin biomassasi, xususan miselyum, polisakkaridlar sekretsiyasi orqali tabiiy bog‘lovchi tarmoqlarni shakllantirish orqali kompozit tizimlarda muhim rol o‘ynaydi va shu bilan tarkibiy yaxlitlikni oshiradi.

ISSN 3030-3907

So‘nggi tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, sellyuloza asosidagi kompozitlar sementli materiallarda mustahkamlash sifatida ishlatilganda yorilishga chidamliligi va mexanik kuchini yaxshilashi mumkin. Biroq, ishlov berilmagan sellyuloza tolalari ko‘pincha past moslashuvchanlikdan va sement matritsasi bilan yomon moslikdan aziyat chekadi. Ushbu cheklovni bartaraf etish uchun tolaning elastikligini va interfeys bog‘lanishini yaxshilash uchun glitserin bilan ishlov berish kabi kimyoviy modifikatsiya usullarini qo‘llash mumkin[7-12].

Bundan tashqari, issiqlik elektr stantsiyalarining yon mahsuloti bo‘lgan ko‘mir uchuvchi kulining qo‘shilishi pozzolanik xususiyatlari, mayda zarrachalar hajmi va sement asosidagi materiallarning mikro tuzilishini yaxshilash qobiliyati tufayli katta e'tiborni tortdi. Uchuvchi kuldan foydalanish nafaqat mexanik ish faoliyatini yaxshilaydi, balki chiqindilarni valorizatsiya qilish va atrof-muhit ifloslanishini kamaytirishga yordam beradi.

Ushbu yutuqlarga qaramay, cheklangan tadqiqotlar qishloq xo‘jaligi chiqindilaridan olingan glitserin bilan modifikatsiyalangan sellyuloza ni qo‘ziqorin komponentlari va uchuvchi kul bilan qurilish uchun yagona kompozit tizimda birlashtirishga qaratilgan[12-15].

Xususan, ushbu komponentlarning mexanik kuchga, sovuqqa chidamliligiga va mikrostrukturaviy xususiyatlarga birgalikda ta'siri etarlicha o‘rganilmagan.

Shu sababli, ushbu tadqiqotning maqsadi Shina granulasiva qo‘ziqorin biomassasidan olingan, glitserin bilan o‘zgartirilgan va bardoshli va sovuqqa chidamli betonda foydalanish uchun ko‘mir uchuvchi kul bilan mustahkamlangan yangi sellyuloza asosidagi kompozit materialni ishlab chiqishdir. Olingan sellyuloza skanerlash elektron mikroskopi (SEM) va Fourier transform infraqizil spektroskopiyasi (FTIR) yordamida tavsiflandi, ishlab chiqilgan kompozitning ishlashi esa tarkibiy va funktsional xususiyatlar bo‘yicha baholandi.

MATERIALLAR VA USULLARI. Shina granulasi qobig‘ining chiqindilari mahalliy manbalardan yig‘ilib, sellyuloza olish uchun asosiy xom ashyo sifatida ishlatilgan. Qo‘ziqorin biomassasi (miselyum) tabiiy bog‘lovchi komponent sifatida ishlatilgan. Natriy gidroksidi (NaOH, analitik sinf) gidroksidi davolash uchun ishlatilgan. Sellyuloza tolalarining moslashuvchanligini yaxshilash uchun plastiklashtiruvchi vosita sifatida glitserin (CIVIDHHOLLOE) ishlatilgan. Ko‘mir uchuvchi kul issiqlik elektr stantsiyasidan olingan va mineral qo‘shimchalar sifatida ishlatilgan. Oddiy beton komponentlar sifatida oddiy Portlend sement, tabiiy qum va shag‘alning kichik bir qismi ishlatilgan.

Yig‘ilgan Shina granulasiva qo‘ziqorin biomassasi iflosliklarni olib tashlash uchun distillangan suv bilan yaxshilab yuvilgan, so‘ngra atrof-muhit sharoitida

ISSN 3030-3907

quritilgan. Keyin quritilgan materiallar mexanik ravishda mayda zarrachalarga aylantirildi.

Sellyuloza ekstraktsiyasi ishqoriy ishlov berish orqali amalga oshirildi. Tayyorlangan biomassa 5-10% NaOH eritmasi bilan 400 ml reaktsiya muhitida ishlov berildi va 2 soat davomida isitildi. Ushbu jarayon lignin, gemisellyuloza va boshqa sellyuloza bo‘lmagan komponentlarni olib tashlashni osonlashtirdi. Davolashdan so‘ng, material neytral pH ga erishilgunga qadar distillangan suv bilan qayta-qayta yuvilib, qoldiq ishqorni olib tashlashni ta'minladi.

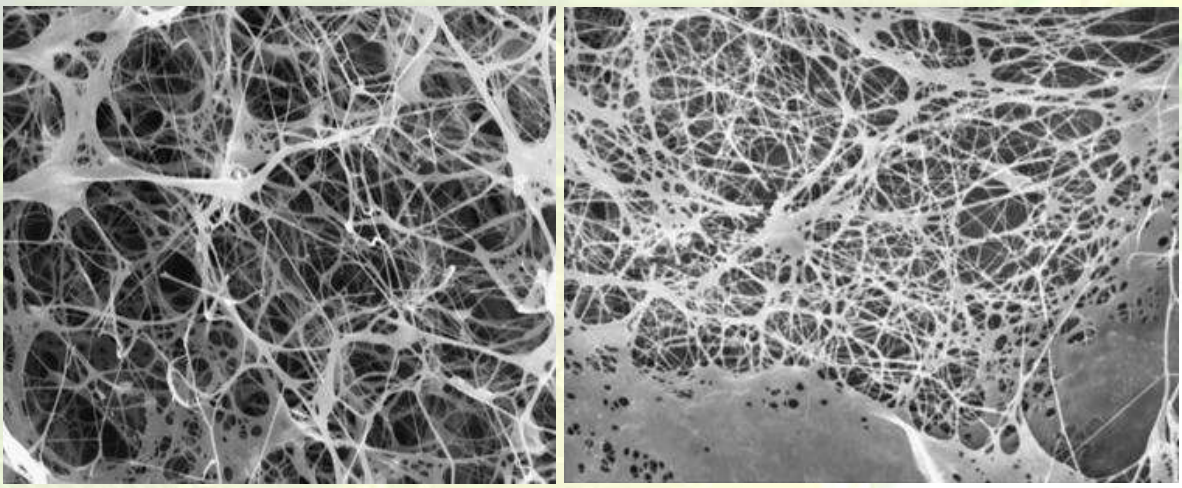
Olingan sellyuloza ning moslashuvchanligini oshirish va mo‘rtlashishini oldini olish uchun plastiklashtirish jarayoni qo‘llanildi. Nam sellyuloza quritishdan oldin 30 ml glitserin eritmasiga 15-20 daqiqa davomida botirilgan. Ushbu qadam glitserin molekulalarining sellyuloza tuzilishiga kirib borishiga imkon berdi, kompozit dasturlarda elastiklik va interfeyslararo muvofiqlikni yaxshiladi.Keyin o‘zgartirilgan sellyuloza doimiy vaznga erishilgunga qadar boshqariladigan sharoitda quritildi.

Quritilgan, glitserin bilan o‘zgartirilgan sellyuloza kompozit aralashmaga kiritilgan. wtUmumiy qattiq tarkibga nisbatan 30 Vt% konsentratsiyada ko‘mir uchuvchi kul qo‘shildi. Aralash oddiy Portlend sement, tabiiy qum va shag‘alning ozgina qismi bilan birlashtirilib, beton kompozitsiyasini hosil qildi.

Sement matritsasi ichida sellyuloza tolalari va uchuvchi kul zarralarining bir hil taqsimlanishini ta'minlash uchun barcha komponentlar yaxshilab aralashtirildi. Tayyorlangan aralash qoliplarga tashlandi va standart sharoitlarda davolanishga ruxsat berildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.Olingan sellyuloza ning mikrostrukturaviy xususiyatlarini va uning kompozit matritsa ichidagi o‘zaro ta'sirini o‘rganish uchun skanerlash elektron mikroskopi (SEM) tahlili o‘tkazildi. SEM tasvirlari juda o‘zaro bog‘liq, uch o‘lchovli tolali tarmoq tuzilishini sezilarli darajada ochib beradi g‘ovaklilik. Sellyuloza tolalari uzluksiz to‘rga o‘xshash morfologiyani hosil qiluvchi cho‘zilgan, chigallashgan fibrillalar shaklida ko‘rinadi. Ushbu tuzilish gidroksidi davolash paytida lignin va gemisellyuloza kabi sellyuloza bo‘lmagan tarkibiy qismlarni muvaffaqiyatli olib tashlashdan dalolat beradi.

ISSN 3030-3907



1-rasm Olingan sellyuloza ning SEM tasviri

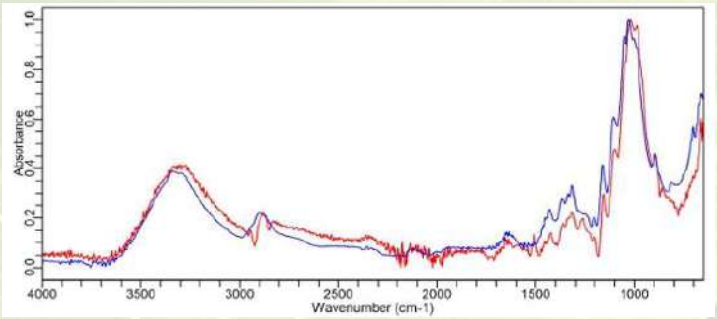
SEM tasvirlarida kuzatilgan g‘ovakli arxitektura kompozit materialning mexanik va funktsional ko‘rsatkichlarini oshirishda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Mikro va mezo miqyosdagi teshiklarning mavjudligi sellyuloza tolalari va sementli matritsa o‘rtasida mexanik o‘zaro bog‘lanishni yaxshilashga imkon beradi. Bundan tashqari, glitserin bilan ishlov berish tolalarning moslashuvchanligini yaxshilaydi, strukturaviy qulashni oldini oladi va tarmoqning yaxlitligini saqlaydi.

Kompozit tizimda SEM tasvirlari matritsa ichida sellyuloza tolalarining bir xil taqsimlanishini ko‘rsatadi. Elyaflar mikro mustahkamlovchi elementlar vazifasini bajaradi, mikro yoriqlarni ko‘paytiradi va yoriqlar tarqalishini inhibe qiladi. Ko‘mir uchuvchi kul zarralarining qo‘shilishi strukturadagi bo‘shliqlarni to‘ldirishga yordam beradi, natijada zichroq va ixcham mikro tuzilma paydo bo‘ladi. Sellyuloza tolalari va uchuvchi kul o‘rtasidagi bu sinergetik o‘zaro ta'sir materialning umumiy mustahkamligi va chidamliligini oshiradi.

Bundan tashqari, kuzatilgan morfologiya tola–matritsa interfeysida yaxshilangan yopishqoqlikni taklif qiladi, bu yuk uzatish samaradorligi uchun juda muhimdir. Qo‘ziqorin komponenti (miselyum) բնական kompozit tuzilmani mikroskopik darajada mustahkamlab, birlashtiruvchi bog‘lovchi sifatida harakat qilib, tarmoq shakllanishiga yanada hissa qo‘shadi.

Fourier Transform infraqizil (FTIR) spektroskopiyasi qazib olingan sellyuloza da mavjud bo‘lgan funktsional guruhlarni aniqlash va kompozitsion ichidagi kimyoviy o‘zaro ta'sirlarni baholash uchun ishlatilgan. Ftir spektri 3200-3500 sm^{-1} atrofida keng yutilish cho‘qqisini ko‘rsatadi, bu gidroksil (-OH) guruhlarining cho‘zilgan tebranishlariga to‘g‘ri keladi. Ushbu cho‘qqi sellyuloza ning hidrofilik tabiatini va uning vodorod aloqalarini hosil qilish qobiliyatini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Sellyuloza ning ftir spektri

2900 sm⁻1 yaqinida kuzatilgan xarakterli cho‘qqi C–H cho‘zish tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, sellyuloza tuzilishida alifatik zanjirlar mavjudligini ko‘rsatadi. 1600-1650 sm-1 mintaqasidagi cho‘qqilarni so‘rilgan suv yoki qoldiq lignin komponentlari bilan bog‘lash mumkin, 1400-1450 sm⁻1 atrofidagi bantlar esa CH_2 egilish tebranishlariga to‘g‘ri keladi.

Muhimi, 1000-1100 sm⁻1 oralig‘ida kuzatilgan kuchli cho‘qqilar C–O–C va C–O cho‘zish tebranishlari bilan bog‘liq bo‘lib, sellyuloza ga xos polisakkarid magistral tuzilmalari mavjudligini tasdiqlaydi. Lignin va gemisellyuloza bilan bog‘liq cho‘qqilarning kamayishi yoki yo‘qligi gidroksidi davolash jarayonining samaradorligini ko‘rsatadi.

Gidroksil va karboksil funktsional guruhlarining mavjudligi sellyuloza tolalari va sement matritsasi o‘rtasidagi o‘zaro ta'sirni vodorod bilan bog‘lanish va mumkin bo‘lgan elektrostatik o‘zaro ta'sirlar orqali kuchaytiradi. Ushbu funktsional guruhlar, shuningdek, tolalarning tarqalishini yaxshilashga va kompozit tizim ichida yaxshi muvofiqlikka yordam beradi.

Birlashtirilgan SEM va FTIR tahlillari ishlab chiqilgan kompozitning strukturaviy va kimyoviy xususiyatlarini har tomonlama tushunish imkonini beradi. SEM natijalari mexanik mustahkamlash va yorilishga chidamlilik uchun zarur bo‘lgan g‘ovakli, tolali va o‘zaro bog‘liq tarmoq shakllanishini tasdiqlaydi. FTIR tahlili sellyuloza ning kimyoviy yaxlitligini va interfeyslararo bog‘lanish uchun mas'ul bo‘lgan funktsional guruhlarning mavjudligini tasdiqlaydi.

1-Jadval.

Sellyuloza asosidagi Kompozitning SEM va FTIR tahlilining qisqacha mazmuni

Tahlil turi	kuzatilgan xususiyati	cho‘qqisi /	Talqin	moddiy
SEM	tolali tarmoq	bog‘langan fibers tuzilishi	muvaffaqiyatli sellyuloza qazib	mexanik kuch

ISSN 3030-3907

		talqini ta'sirirs		
Sem	g‘ovakli tuzilishi	micro yaxshilaydi-va mesopores	Oliy yuzasi maydoni	matrix
SEM	yagona tarqatish bilan ulash kuchaytiradi	sement matritsasi bilan ham tolasi dispersiyasi	yaxshi aralashtirish	chidamlilik
SEM	zich composite	kamayadi bo‘shliqlar oshiradi (pashsha kul bilan)	Uchuvchi kulning pozzolanik ta'siri	kuch va sovuqqa chidamliligini
yaxshilaydi	Ftir keng cho‘qqisi	3200-3500 sm^{-1} (-OH)	gidroksil guruhlari mavjud	vodorod bog‘lanishini
kuchaytiradi	ftir cho‘qqisi	~2900 sm^{-1} (C–H)	alifatik tuzilish	strukturaviy barqarorlik
FTIR	Tepalik	Ftir cho‘qqisi 1600-1650 sm-1	bog‘langan suv / qoldiq lignin	qisman tozalash
FTIR	Ftir cho‘qqisi	1400-1450 sm-	1 Ch_2 etma	sellyuloza asos
FTIR	Ftir kuchli cho‘qqisi	1000-1100 sm_{-1} (C–O-C)	polisakkarid tuzilishi	sellyuloza mavjudligini tasdiqlaydi

Glitserin bilan modifikatsiyalangan sellyuloza ning qo‘shilishi moslashuvchanlikni yaxshilaydi va mo‘rtlikni oldini oladi, ko‘mir uchuvchi kul esa strukturaviy zichlikni oshiradi va sement matritsasi ichidagi pozzolanik reaktsiyalarga hissa qo‘shadi. Natijada, ishlab chiqilgan kompozit mexanik kuch, chidamlilik va sovuqqa chidamliligini yaxshilaydi.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, sellyuloza tolalari, qo‘ziqorin biomassasi va uchuvchi kul o‘rtasidagi sinergiya barqaror qurilish ilovalari uchun mos bo‘lgan yuqori samarali, ekologik toza kompozit materialning shakllanishiga olib keladi.

XULOSA. Ushbu tadqiqotda sellyuloza asosidagi yangi kompozit material Shina granulasiva qo‘ziqorin biomassasi yordamida muvaffaqiyatli ishlab chiqilgan, glitserin bilan o‘zgartirilgan va bardoshli betonda qo‘llash uchun ko‘mir uchuvchi kul bilan mustahkamlangan. Ishqoriy ishlov berish jarayoni sellyuloza bo‘lmagan tarkibiy qismlarni samarali ravishda olib tashladi, natijada tegishli strukturaviy xususiyatlarga ega tozalangan sellyuloza tolalari paydo bo‘ldi. Glitserin modifikatsiyasi sellyuloza ning moslashuvchanligi va mosligini sezilarli darajada yaxshiladi, mo‘rtlikni oldini oladi va kompozit matritsa ichida uning mustahkamlash qobiliyatini oshiradi.

SEM tahlili g‘ovakli, o‘zaro bog‘liq tolali tarmoqning shakllanishini tasdiqladi, bu stressni samarali taqsimlash va yoriqlarni ko‘paytirish xatti-harakatlariga hissa qo‘shadi. Ftir natijalari gidroksil (-OH) va C–O–C obligatsiyalari kabi asosiy funktsional guruhlarning mavjudligini tasdiqladi, bu sellyuloza tuzilishining saqlanishini va uning kuchli interfeyslararo o‘zaro ta'sirlarni hosil qilish qobiliyatini ko‘rsatdi.

Ning qo‘shilishi uchuvchi kul va an'anaviy beton komponentlar yaxshilangan mustahkamlik, chidamlilik va sovuqqa chidamliligi bilan zich va mexanik jihatdan barqaror kompozitsiyani ishlab chiqishga olib keldi. Sellyuloza tolalari, glitserin bilan ishlov berish va uchuvchi kulning sinergik ta'siri materialning umumiy ishlashini sezilarli darajada oshirdi.

Umuman olganda, taklif etilayotgan kompozitsion qurilish dasturlari uchun ekologik toza, tejamkor va barqaror alternativ sifatida kuchli salohiyatni namoyish etadi. Qishloq xo‘jaligi chiqindilari va sanoat yon mahsulotlaridan foydalanish nafaqat atrof-muhitga ta'sirini kamaytiradi, balki yashil qurilish materiallarining rivojlanishiga ham hissa qo‘shadi.

ADABIYOTLAR

1. Egamberdiev E., Xaydullaev K., Shomurodov D., Ataxodjaev A. (2026). Chiqindi qog‘ozni mineral tolalarga asoslangan kompozit materiallarda qo‘llash. *Konferentsiyalar E3s veb*, 497, 02026.
2. Abdubositchuja K., Rano D., Shomurodov D., Ergashev G., Akmalova G. (2020). Oqava suvlardan metall ionlarini olib tashlashda karboksimetilsellyuloza va polietilenepoliaminga asoslangan kompozit flokulyantlardan foydalanishpolyethylenepolyamine. *Universum: Kimyo Fanlari*, 10(135), 5-11.
3. Jones M., Huynh T., Jon S., Jon S. (2020). Miselyum kompozitlari: muhandislik xususiyatlarini ko‘rib chiqish. *Bionik muhandislik jurnali*, 17, 794-812.

ISSN 3030-3907

4. Haneef M., Ceseracciu L., Canale C., Bayer I., Heredia-Guerrero J., Athanassiou A. (2017). Qo‘ziqorin mitseliyasidan ilg‘or materiallar. *Ilmiy Hisobotlar*, 7, 41292.
5. Mahesvari C. U., Reddi K. O., Muzenda E. (2012). Shina granulasi qobig‘idan sellyuloza olish. *Tabiiy tolalar jurnali*, 9, 1-10.
6. ASTM D638 (2014). Plastmassalarning kuchlanish xususiyatlari uchun standart sinov usuli.
7. ASTM D790 (2017). Plastmassalarning egiluvchan xususiyatlari uchun standart sinov usullari.
8. Klemm D., Heublein B., Fink H. P., Bohn A. (2005). Sellyuloza : maftunkor biopolimer. *Angewandte Chemie*, 44, 3358–3393.
9. Oy R. J., Martini A., Nairn J., Simonsen J., Youngblood J. (2011). Sellyuloza nanomateriallari: sharh. *Kimyo Jamiyati Sharhlari*, 40, 3941-3994.
10. Ashby M. F. (2012). Materiallar va atrof-muhit. *Buttervort-Xaynemann*.
11. Mehta P. K., Monteiro P. J. M. (2014). Beton: mikro tuzilish, xususiyatlar va materiallar. *Makgrou-Tepalik*.
12. Siddiq R. (2011). Uchuvchi kul bilan betonning xususiyatlari. *Sement va beton tadqiqotlari*, 41, 124-133.
13. Nevill A. M. (2011). Betonning xususiyatlari. *Pearson Ta'lim*.
14. Li Z. (2011). Ilg‘or beton texnologiyasi. *Jon Uili Va O‘g‘illari*.
15. Dev Y., Chen L., Zhang H. (2020). Biomassadan barqaror kompozitsiyalar. *Kompozitlar B Qismi*, 200, 108-115.
16. Bismark A., Mishra S., Lampke T. (2005). Kompozitlarda mustahkamlovchi sifatida o‘simlik tolalari. *Kompozitlar fan va texnologiya*, 65, 1367-1376.
17. Faruk O., Bledzki A. K., Fink H. P., Sain M. (2012). Tabiiy tolalar bilan mustahkamlangan biokompozitlar. *Polimer fanidagi taraqqiyot*, 37, 1552-1596.
18. Pacheco-Torgal F., Jalali S. (2011). Ekologik samarali qurilish materiallari. *Qurilish va qurilish materiallari*, 25, 582-590.
19. Ahmad A., Saman N., Pudukudiy M. (2021). Qurilishda chiqindilardan olingan materiallar. *Tozalovchi ishlab chiqarish jurnali*, 278, 123-135.
20. Zhang L., Dev K., Li J. (2022). Qurilish uchun Bio-asosli kompozitsiyalar. *Bugungi Materiallar Barqarorlik*, 18, 100-112.
21. Khoshimov, O.N., Ungarov, J.F., Ataxojayev, A.A., Egamberdiyev, E.A. Effective use of solid household waste. Universal Journal of Library and Information Science, 2025, 3(7), 22–25.
22. Ungarov, J.F., Juraev, V.N., Muradov, B. Ko‘mir gazifikatsiyasi asosida “yashil energiya” olish istiqbollari. Новости образования: исследование в XXI веке, 2026, 4(43), 142–147.

ISSN 3030-3907

23. Akmalova, G.Y., Egamberdiyev, E.A., Ungarov, J.F. The role of chitosan in increasing the mechanical and antibacterial properties of paper. Technical Science and Innovation, 2025, 1, 30–35.

ISSN 3030-3907

KARYERLARDA YUK TASHISH YO‘LLARINING OPTIMAL QIYALIKLARI

Asanov Anvar Toshmurot o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Hayot faoliyati xavfsizligi kafedrasi katta o‘qituvchisi
Ulashev Jahongir Hikmatillo o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalari universiteti, Konchilik ishi kafedrasi magistranti

Annotatsiya. So‘nggi o‘n yilliklarda kon mashinalarining hajmi sezilarli darajada oshdi. Ba’zi ochiq konlarda yuk ko‘tarish qobiliyati 360 tonna va undan ortiq bo‘lgan avtosamosvallardan foydalaniladi. Natijada, kattaroq yuk mashinalarini joylashtirish uchun kenglik kabi yuk tashish yo‘llari geometriyasi oshirildi. Kattaroq yuk mashinalari ham yo‘lga katta bosim o‘tkazadi, ammo ko‘plab tog‘-kon kompaniyalari yuk mashinalarining katta o‘lchamlarini hisobga olgan holda jiddiy dizayn tadqiqotlarini o‘tkazmagan. Turli kompaniyalar tomonidan qo‘llaniladigan transport yo‘llarini qurish va saqlash amaliyoti o‘tmish tajribasi sinov va xatolariga asoslangan. Ushbu maqolada yuk tashuvchi yo‘llarning optimal nishabligini aniqlashga doir ma‘lumotlar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: kon tashish yo‘llari, qiyaliklar, siljish xususiyatlari, tog‘-kon avtosomasvali, tormozlash xususiyatlari, texnologik transport.

Аннотация. В последние десятилетия наблюдается значительное увеличение габаритов и грузоподъёмности карьерных машин. В ряде открытых горных работ используются автосамосвалы грузоподъёмностью 360 тонн и более, что обусловило необходимость изменения геометрических параметров транспортных дорог, в частности их ширины, для обеспечения безопасного и эффективного движения. Увеличение массы техники приводит к возрастанию нагрузок на дорожное покрытие, однако во многих горнодобывающих компаниях отсутствуют комплексные научно-обоснованные исследования, учитывающие влияние крупных размеров автосамосвалов при проектировании дорог. Практика строительства и эксплуатации транспортных путей зачастую основывается на предыдущем опыте, методах проб и ошибок. В данной статье рассмотрены вопросы определения оптимального уклона карьерных транспортных дорог. Приведены аналитические и практические данные, позволяющие обосновать рациональные параметры продольного профиля дорог с учётом современных условий эксплуатации тяжёлой горной техники. Результаты исследования могут быть использованы при проектировании и совершенствовании

ISSN 3030-3907

транспортной инфраструктуры открытых горных работ с целью повышения эффективности и безопасности перевозочного процесса.

Ключевые слова: карьерные транспортные дороги, уклоны, характеристики сцепления, горный автосамосвал, тормозные свойства, технологический транспорт.

Abstract. In recent decades, the size of mining equipment has increased significantly. In some open-pit mines, haul trucks with payload capacities of 360 tons and more are widely used. As a result, the geometric parameters of haul roads, particularly their width, have been expanded to accommodate larger vehicles. Heavier trucks also exert greater pressure on road surfaces; however, many mining companies have not conducted comprehensive design studies that adequately consider the impact of such large equipment. The construction and maintenance practices of haul roads in various companies are often based on past experience and trial-and-error approaches. This paper presents data on determining the optimal gradient of haul roads.

Keywords: haul roads, gradients, traction characteristics, mining dump trucks, braking performance, technological transport.

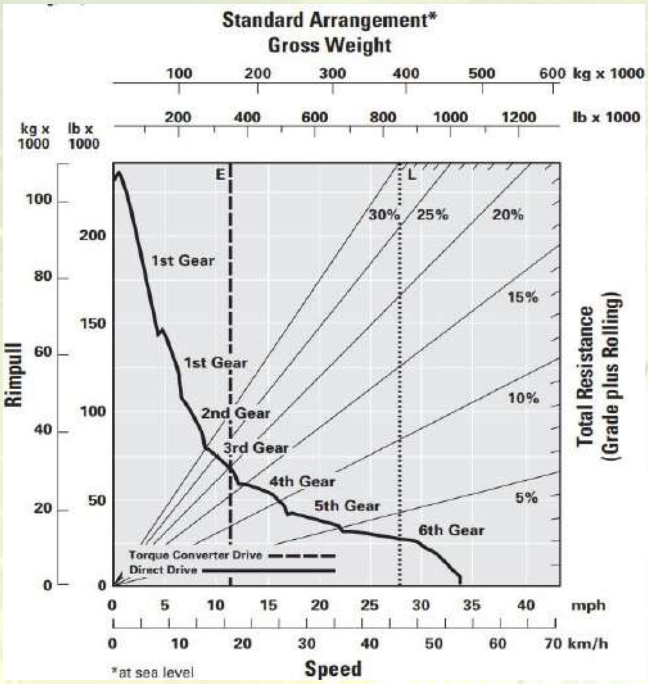
KIRISH.

Ochiq usulda qazib olishni loyihalashtirish nishablik, transport harakati shakli, egri chiziqlar, chorrahalar va burilishlar kabi tashish yo‘llarining parametrlarini aniqlashni o‘z ichiga oladi. Qiyalikni tanlash ma’dan tanasiga kirishga ta’sir qilishi mumkin, bu esa qazib olish uchun ko‘proq foydali qazilmalarni ochadi va qazib olish tezligiga ta’sir qiladi. Yuk tashish yo‘li geometriyasi normal ish tezligida xavfsiz va samarali harakatlanishga imkon beradigan qilib loyihalashtirilishi kerak. Yuk mashinasi haydovchisining transport vositasini to‘xtatishi mumkin bo‘lgan masofani ko‘ra olish qobiliyati asosiy e’tiborga olinadi. To‘xtash masofasi loyihachi yo‘lning gorizontal va vertikal yo‘nalishini belgilashi uchun bazadagi har bir avtomobil turi uchun baholanishi kerak bo‘lgan tarkibiy qismlardan biridir.

METODOLOGIYA.

Yuk avtomobillarining ish unumdorligini optimallashtirish yuk tashish yo‘lining to‘g‘ri markasini tanlashga bog‘liq. Eng yaxshi qiyalikni tanlash uchun yo‘lning geometriyasini va yuk mashinasining qiyalikda ishlashini o‘rganish kerak. Samosvalning harakatlanish vaqti optimal nishablikni aniqlash uchun zarur bo‘lgan asosiy unumdorlik ko‘rsatkichidir, chunki harakatlanish vaqti unumdorlikning bevosita ko‘rsatkichidir. Safar vaqti yonilg‘i sarfi ko‘rsatkichlarini ham o‘z ichiga oladi. Avtosamosvallar tavsifi ko‘pincha haydash tezligi egri chizig‘i ko‘rinishida taqdim etiladi (1-rasm).

ISSN 3030-3907



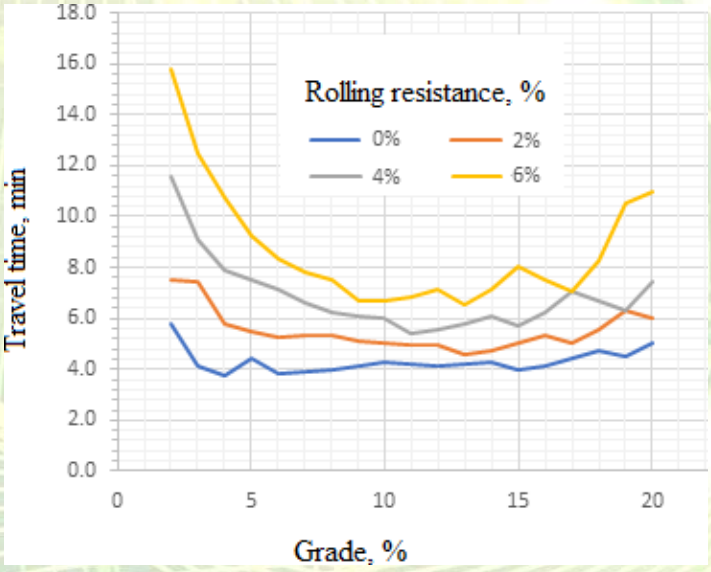
1-rasm. CAT 793D shinasining burilish tezligi tavsifi, shinalar 40.00R57, shina radiusi 1778 mm.E - Bo‘sh ishchi og‘irligi 154 729 kg, L - Taxminiy umumiy og‘irligi 383 740 kg.

TAHLILLAR.

Tortish egri chiziqlari yuk mashinasining berilgan sharoitda qanchalik tez harakatlanayotganini ko‘rsatadi va avtomobilning quvvatini aks ettiradi. Ko‘pgina dvigatellar ma’lum bir quvvatga mo‘ljallanganligi va ularning quvvati yuklama ostida nisbatan o‘zgarmas bo‘lganligi sababli, yuk mashinasi yengilroq sharoitlarda tezroq, og‘ir sharoitlarda esa sekinroq harakatlanadi. Tortish egri chiziqlaridan yuk mashinasining tezligini aniqlash uchun avtomobilning umumiy og‘irligi va umumiy qarshiligi asosida tortish kuchini hisoblash kerak. Yuqoriga haydashda umumiy qarshilik qiyalik qarshiligi plyus dumalash qarshiligiga teng bo‘ladi. Kerakli tortish kuchi aniqlangandan so‘ng, tezlikni ko‘rsatkichdan hisoblab topish mumkin. Berilgan yuk mashinasi uchun qiyalikdagi barqaror tezlik avtomobilning umumiy og‘irligi va qarshiligiga (dumalash va/yoki qiyalik) bog‘liq. Qatnov vaqti shunchaki masofaning yuk mashinasi tezligiga nisbatiga teng. Haqiqiy konchilik ishlarida brutto og‘irlik turlicha bo‘lishi mumkin, chunki ekskavator har safar yuk mashinasiga bir xil og‘irlikdagi materialni yuklay olmaydi. Shuning uchun qiyalikni loyihalashda yuk avtomobilining brutto og‘irligi o‘zgarishini ham hisobga olish kerak. Tik ko‘tarilishni yengib o‘tish uchun, odatda, tikroq qiyalik eng qisqa sikl va eng kam yoqilg‘i sarfini ta’minlaydi. Tikroq qiyaliklar kon rejasiga ham ta’sir qiladi, bu esa mazkur dovonda ko‘proq ruda topishga imkon beradi. Maksimal amaliy qiyaliklar nafaqat joyning xususiyatlari va yuk avtomobilining ish unumdorligini hisobga olgan holda, balki avtomobilning

ISSN 3030-3907

xavfsiz to‘xtash masofasi bilan ham aniqlanadi. Agar nishabliklar tik bo‘lsa, yuk mashinalari xavfsiz to‘xtash masofasini ta’minlash uchun pastga tushishda sekinlashishi kerak, texnika esa tez-tez uzatmalarni almashtirishni va natijada tezlikni yo‘qotishni talab qiladi. Tezlikning bunday o‘zgarishi ishlab chiqarish vaqtini yo‘qotishga, qo‘shimcha yoqilg‘i sarfiga olib keladi. iste’moli, uskunaning mexanik yeyilishining ortishi va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarining oshishi. Yo‘l loyihasi, shuningdek, yumshoqroq pog‘onalarda mahsuldorlikni oshirishdan kutilayotgan tejamkorlikni ushbu yumshoqroq pog‘onalarga erishish uchun qazish va ko‘tarishga ketadigan kapital xarajatlar bilan muvozanatlashtirishi kerak. Qiyalikka ko‘tarilishda qiyalikning avtomobil ishlashiga ta’sirini namunaviy ish diagrammasini ko‘rib chiqish orqali ko‘rsatish mumkin (1-rasm). Masalan, 2-rasmda GVW ning 383,740 kg va vertikal ko‘tarilish 100 m bo‘lgan CAT 793D mashinasining orqaga ko‘tarilish vaqti ko‘rsatilgan. Bu raqamda nishablikning tikroq bo‘lishi tashish masofasining qisqaroq bo‘lishini hisobga oladi. Daraja qarshiligi va dumalashga qarshilik yig‘indisi umumiy qiyalikni beradi. 2-rasm shuni ko‘rsatadiki, avtosamosval kichikroq qiyaliklarda eng tez harakatlansa-da, yuqoriga ko‘tarilish uchun ko‘proq vaqt talab etiladi. Xuddi shu rasmda dumalash qarshiligiga bog‘liq holda 8% dan 14% gacha bo‘lgan qiyaliklar uchun minimal harakatlanish vaqti ko‘rsatilgan. Taxminan 15% dan yuqori nishabliklar ancha tik nishabliklarlarga olib keladi, bu esa kuch uzatmasiga tushadigan yukni va yuk mashinasining yeyilishini sezilarli darajada oshiradi. Taxminan 10% ± 2% qiyalikni tanlash orqali harakatlanish vaqtini biroz oshirish eng yaxshi tanlov bo‘lib, transportning ekspluatatsion xarajatlarini kamaytirish nuqtai nazaridan o‘zini oqlashi mumkin.



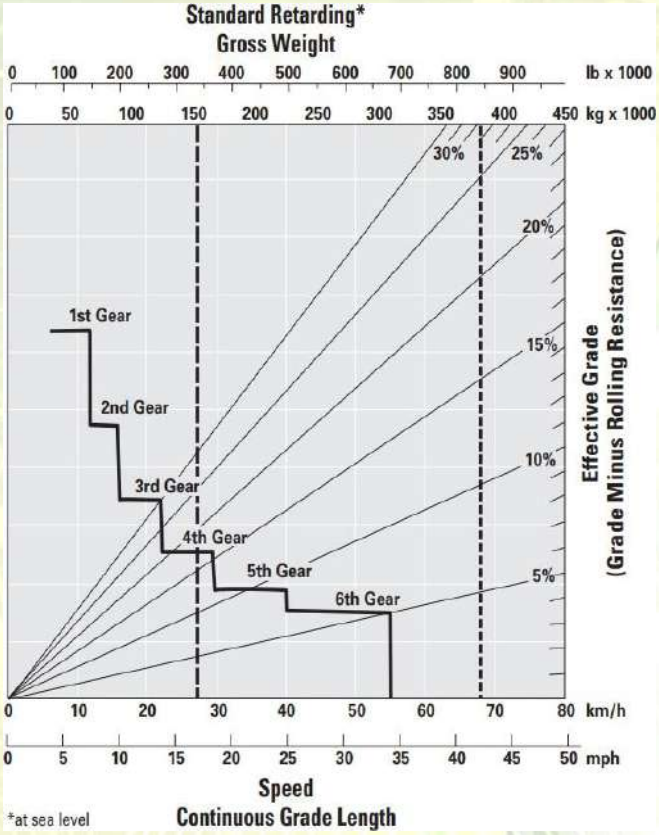
2-rasm. Yalpi og‘irligi 383 tonna bo‘lgan qiyalikka ko‘tarilayotgan CAT 793D transport vositasining maksimal tezlikda 100 m vertikal ko‘tarilishda qiyalikning umumiy qarshiligiga qarab harakatlanish vaqti.

ISSN 3030-3907

Grafikdan ko‘rinib turibdiki 10% dan 15% gacha bo‘lgan qiyaliklar ko‘tarilishda tezlikni sezilarli darajada oshirishi mumkin. Shunday qilib, qiyalik qiymatlarini cheklash orqali harakat vaqtini, yonilg‘i sarfini va yuk avtomobilining mexanik qismlariga tushadigan zo‘riqishni ma’lum darajada minimallashtirish mumkin, bu esa ularga texnik xizmat ko‘rsatishning oshishiga olib keladi. Rimpull tezligi egri chiziqlari, shuningdek, yuk mashinasining yalpi og‘irligi va umumiy qarshiligi kombinatsiyalarini muvozanatlash uchun ishlatilishi mumkin, shunda rimpull doimiy bo‘lib qoladi. Ehtimoliy yalpi vazn diapazonida umumiy qarshilikning 1 foizini qo‘shish yuk mashinasining tortish kuchi va tezligiga 40 dan 65 tonnagacha yalpi vazn qo‘shish bilan bir xil ta’sir ko‘rsatadi, bu ta’sir pastroq nishabliklarda kuchliroq namoyon bo‘ladi. Yo‘llarni loyihalashda faqatgina samosvallarning tepalikka chiqish xususiyatlariga e’tibor bermaslik kerak, pastga tushishdagi bo‘sh yurish vaqti bundan mustasno. Yuk avtomobillari yuqoriga chiqish uchun ko‘proq vaqt sarflaydi va siklning ushbu qismidagi kichik yaxshilanishlar kengroq xususiyatga ega bo‘lgan umumiy yaxshilanishlarga olib kelishi mumkin bo‘lsa-da, tushish qismining tegishli dizayni orqali ham foyda olish mumkin. Yuk mashinasining sekinlashishi yoki tormozlanishiga ta’sir ko‘rsatadigan asosiy omillar talab qilinadigan sekinlashtiruvchi kuch, energiya tarqatish qobiliyati va yuk mashinasining foydali unumdorligi. Kerakli tormoz kuchi avtomobilning yalpi og‘irligiga, qiyalikdagi inersiyasiga va dumalashga qarshiligiga bog‘liq. Pastga tushayotganda qiyalik yuk mashinasining tezligini oshirishga yordam beradi, dumalashga qarshilik esa yuk mashinasini sekinlashtiradi. Umumiy qarshilik avtomobilning yalpi og‘irligi bilan birgalikda qiyalik bo‘ylab doimiy tezlikni saqlash uchun zarur bo‘lgan tormozlash kuchini belgilaydi. Deyarli barcha yuk mashinalari tormoz tizimlari yuk mashinasining tezligini sekinlashtirish yoki saqlab qolish uchun zarur bo‘lgan mexanik energiyani yutish orqali ishlaydi. Bu mexanik energiya issiqlikka aylanib, sovutish tizimi orqali atmosferaga chiqariladi. Yuk mashinasining sekinlashtirish tizimining energiyani tarqatish qobiliyati xuddi tepalikka ko‘tarilish egri chiziqlari kabi sekinlashtiruvchi ishlash egri chizig‘ini belgilaydi. Yuk mashinasining energiya tarqatish qobiliyati bosib o‘tilgan masofaga, atrof-muhit haroratiga, balandlikka va yuk mashinasining texnik holatiga bog‘liq. Masofa unumdorlikka ta’sir qilishi mumkin, chunki yuk mashinasi qisqa masofalarda barqaror holatdagi energiya tarqalishi chegaralariga erisha olmasligi mumkin. Bu tikroq qiyaliklarni yoki qisqa qiyaliklarda yuqori xavfsiz tezlikni ta’minlash imkonini beradi. Uzoq qiyaliklarda barqaror holatga erishiladi va natijada qo‘llaniladigan sharoitlarga muvofiq doimiy tezlik hosil bo‘ladi. Harorat va balandlik sovutish tizimidagi asosiy issiqlik uzatish jarayoniga ta’siri tufayli issiqlik uzatish qobiliyatiga ta’sir qiladi. Odatda, balandlik

ISSN 3030-3907

va atrof-muhit harorati ortishi bilan issiqlikning chiqib ketishi yomonlashadi [2]. CAT 793D avtosamosvalining tipik sekinlashish egri chiziqlari 3-rasmda keltirilgan.



3-rasm - CAT 793D tormoz ko‘rsatkichlari.

XULOSA. Aniqlanishicha, barcha rusumdagi avtosamosvallar uchun bitta optimal qiyalikni qabul qilish maqsadga muvofiq emas, chunki konlarning kon-geologik sharoitlari turlicha. Shuning uchun tashish yo‘llarini loyihalovchi avtomobillar bazasining tormozlash va ishlash imkoniyatlarini baholashi hamda ushbu ma’lumotlar asosida mavjud mablag‘ ideal pog‘onalarni yoki tikroq pog‘onalarni qurishga imkon berishini aniqlashi kerak. Ko‘pgina tog‘-kon ishlarida optimal ish sharoitiga maksimal uzun qiyalik 8-10% dan oshmaganda erishiladi. Biroq, bu transport vositalarini tikroq qiyaliklarda xavfsiz boshqarish mumkin emas degani emas. Yuqoridagi omillarni hisobga olgan holda, yuk tashuvchi yo‘llar uchun xavfsiz barqaror qiyalikning maksimal chegarasi sifatida 12% qiymatlarini qabul qilish maqsadga muvofiqdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Mirziyoyev Sh.M. 2022 yil 28-yanvardagi PF-60-sonli 2022-2026 yillarga mo‘ljallangan O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining farmoni.
2. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar mahkamasining qarori: transport vositalarini majburiy texnik ko‘rikdan o‘tkazish tartibini takomillashtirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida.

ISSN 3030-3907

3. Caterpillar unumdorligi bo‘yicha qo‘llanma. Caterpillar Inc., Ill, 45-nashr. 2015-yil.
4. Tannont D. D, Regensburg B. (2001). Shaxta tashish yo‘llarini loyihalash bo‘yicha ko‘rsatmalar. Tog‘-kon va neft muhandisligi maktabi, Alberta universiteti Qurilish va atrof-muhit muhandisligi kafedrasi. (12-26pp).

ISSN 3030-3907

MDEA ERITMALARINI REGENERATSIYA QILISH JARAYONINING ENERGIYA SAMARADORLIGINI OPTIMALLASHTIRISH

Naubeyev Temirbek Xasetullayevich
Neft va gaz texnologiyasi kafedrasi mudiri, k.f.d.(DSc), dotcent.
Sapashov Ikramjan Yaumitbayevish
Neft va gaz texnologiyasi kafedrasi dotsenti t.f.f.d. (PhD).
Polvanov Abbos Nematjon o‘g‘li
Qoraqalpoq davlat universiteti, 2-kurs magistri
Shomurodov Jahongir Rustam o‘g‘li
Uz-Kor Gas Chemical MCHJ texnologik qurilamalar operatori

Annotatsiya. Ushbu ishda metildietanolamin (MDEA) eritmalari yordamida tabiiy gaz tarkibidagi karbonat angidrid (CO_2) ni ajratish jarayonining regeneratsiya bosqichida energiya samaradorligini oshirish masalalari o‘rganildi. Tadqiqotda harorat va bosim parametrlarining energiya sarfiga ta’siri hisobiy model asosida tahlil qilindi. Ustyurt gaz-kimyo majmuasi reglament ma’lumotlari asosida gaz tarkibi va MDEA eritmasining fizik-kimyoviy xossalari hisobga olindi. Natijalar asosida regeneratsiya jarayoni uchun optimal ish rejimi aniqlanib, energiya sarfini kamaytirish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.

Kalit so‘zlar: MDEA, regeneratsiya, gazni tozalash, CO_2, energiya samaradorligi, desorber, optimallashtirish.

Аннотация. В данной работе исследованы вопросы повышения энергетической эффективности стадии регенерации растворов метилдиэтаноламина (MDEA) при очистке природного газа от диоксида углерода (CO_2). Влияние температуры и давления на энергозатраты проанализировано на основе расчетной модели. Учтены состав газа и физико-химические свойства раствора MDEA на основе регламентных данных Устюртского газохимического комплекса. По результатам исследования определены оптимальные режимы работы процесса регенерации и предложены рекомендации по снижению энергозатрат.

Ключевые слова: MDEA, регенерация, очистка газа, CO_2, энергетическая эффективность, десорбер, оптимизация.

Abstract. This study investigates the improvement of energy efficiency in the regeneration stage of methyldiethanolamine (MDEA) solutions used for carbon dioxide (CO_2) removal from natural gas. The influence of temperature and pressure on energy consumption was analyzed using a computational model. The gas composition and physicochemical properties of MDEA solution were considered based on operational data from the Ustyurt Gas Chemical Complex. The results

ISSN 3030-3907

allowed determination of optimal operating conditions for the regeneration process and formulation of recommendations for reducing energy consumption.

Keywords: MDEA, regeneration, gas purification, CO_2, energy efficiency, desorber, optimization

KIRISH.

Tabiiy gazni qayta ishlashda nordon komponentlar - karbonat angidrid (CO_2) va vodorod sulfidi (H_2S) - ni ajratish gaz sifatini oshirish, korroziyani kamaytirish hamda keyingi texnologik bosqichlar samaradorligini ta’minlash uchun zarur hisoblanadi. Sanoat amaliyotida bu adsorbtsiya va absorbsiya usuli orqali bajariladi. Mazkur yo‘nalishda metildietanolamin (MDEA) eritmalari keng qo‘llanilib, ular yuqori selektivligi, nisbatan past bug‘ bosimi va termik barqarorligi bilan ajralib turadi [1,2].

Aminli absorbsiya tizimlarida umumiy energiya sarfining asosiy qismi aynan regeneratsiya bosqichiga to‘g‘ri keladi. Tadqiqotlarga ko‘ra, CO_2 ni amin eritmalari yordamida ajratish jarayonida sarflanadigan umumiy issiqlik energiyasi odatda 3,0-4,0 GJ/t CO_2 diapazonida bo‘ladi [3]. Shu sababli regeneratsiya jarayonini optimallashtirish energiya samaradorligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega.

MDEA eritmalarida CO_2 yutilish va ajralish jarayonlari murakkab kinetik va massa almashinuvi mexanizmlariga asoslanadi. Mualliflar [4] tomonidan olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, CO_2 ning MDEA eritmalariga yutilish tezligi eritma konsentratsiyasi, harorat va bosimga sezilarli darajada bog‘liq bo‘lib, massa almashinuvi koeffitsiyentlari jarayon samaradorligini belgilovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi. Shuningdek, CO_2 ning MDEA eritmalaridan desorbsiyasi jarayonida issiqlik sarfi va fazalararo o‘zaro ta’sir muhim rol o‘ynashi aniqlangan [5].

Regeneratsiya bosqichida issiqlik sarfining asosiy qismi eritmani qizdirish va kimyoviy bog‘langan CO_2 ni ajratish uchun sarflanadi. Issiqlik almashinuvi tizimlarini takomillashtirish va optimal ish rejimlarini tanlash orqali regeneratsiya energiyasini 10-20% gacha kamaytirish mumkin [1]. Bu natija sanoat miqyosida katta iqtisodiy samara beradi.

MDEA eritmalari boshqa aminlarga nisbatan energiya tejamkorligi bilan ajralib turadi. Tadqiqotlariga ko‘ra, MDEA asosidagi tizimlarda regeneratsiya uchun talab etiladigan energiya MEA ga nisbatan sezilarli darajada past bo‘lib, bu uning sanoatda keng qo‘llanilishiga sabab bo‘lmoqda [6].

O‘zbekiston sharoitida gazni qayta ishlash sanoati, xususan Ustyurt gaz-kimyo majmuasi kabi yirik korxonalarda tabiiy gazni chuqur qayta ishlash jarayonlari keng rivojlanmoqda. Mazkur majmuada tozalanmagan etan gazi

ISSN 3030-3907

tarkibida CO_2 ning sezilarli ulushi (10% dan ortiq) mavjud bo‘lib, bu uni MDEA yordamida majburiy tozalashni talab qiladi. CO_2 ning yuqori konsentratsiyasi esa regeneratsiya bosqichida energiya sarfining ortishiga olib keladi, bu esa jarayonni optimallashtirish zaruratini yanada kuchaytiradi.

Shu nuqtai nazardan, MDEA eritmalarini regeneratsiya qilish jarayonida energiya samaradorligini oshirish, xususan harorat va bosim parametrlarining jarayonga ta’sirini aniqlash hamda optimal ish rejimlarini belgilash ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb vazifa hisoblanadi. Ushbu tadqiqot aynan shu muammoni hal etishga qaratilgan bo‘lib, sanoat sharoitida energiya tejamkor texnologik yechimlarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Tabiiy gazni MDEA eritmalari yordamida tozalash va regeneratsiya jarayoni Ustyurt gaz-kimyo majmuasi amalyot davrida to‘langan texnologik ma’lumotlari asosida ko‘rib chiqildi. Tadqiqot ob’ekti sifatida tarkibida yuqori miqdorda karbonat angidrid (CO_2) saqlovchi gaz aralashmasi qabul qilindi.

Gaz tarkibining tahlili shuni ko‘rsatadiki, asosiy komponent etan bo‘lib, uning ulushi 84,283 % ni tashkil etadi. Shu bilan birga, gaz tarkibida 11,283 % CO_2 mavjud bo‘lib, bu uni texnologik jihatdan majburiy tozalashni talab qiladi. Bundan tashqari, gaz tarkibida metan (2,794 %), propan (1,637 %) hamda juda kam miqdorda vodorod sulfidi (0,002 %) mavjud.

Yuqori miqdordagi CO_2 mavjudligi gazni qayta ishlash jarayonida MDEA asosidagi absorbsiya tizimidan foydalanishni talab qiladi. Mazkur jarayonda gaz absorber kolonnasida MDEA eritmasi bilan qarama-qarshi oqimda kontaktda bo‘lib, CO_2 eritmaga yutiladi. Natijada tozalangan gaz tarkibida etan ulushi ortadi va u keyingi texnologik bosqichlarga uzatiladi.

Absorbsiya jarayonidan so‘ng CO_2 bilan boyigan MDEA eritmasi regeneratsiya bosqichiga yuboriladi. Ushbu bosqich desorber kolonnasida amalga oshirilib, bunda eritma yuqori harorat ta’sirida qayta tiklanadi va yutilgan gaz komponentlari ajratib olinadi. Regeneratsiya jarayoni odatda 100-120 °C harorat oralig‘ida va past bosim sharoitida olib boriladi.

MDEA eritmasining samaradorligi uning fizik-kimyoviy xossalariga bog‘liq. MDEA eritmasi past bug‘ bosimi, yuqori termik barqarorlik va suv bilan yaxshi aralashuvchanlik kabi xususiyatlarga ega. Bu esa uning regeneratsiya jarayonida yo‘qotilishini kamaytiradi hamda yuqori haroratlarda barqaror ishlash imkonini beradi.

Shuningdek, eritmaning zichligi va qovushqoqligi massa almashinuvi jarayonlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Optimal qovushqoqlik qiymatlari absorber va desorber kolonnalarida fazalararo kontakt samaradorligini oshiradi. Shu sababli

ISSN 3030-3907

MDEA eritmasining xossalari regeneratsiya jarayonini optimallashtirishda muhim parametr sifatida qaraladi.

Ushbu tadqiqotda MDEA eritmalarini regeneratsiya qilish jarayonining energiya sarfi nazariy issiqlik balansi asosida baholandi. Hisoblashlar parametrik tahlil usuli yordamida, ya'ni harorat va bosimning o'zgarishiga bog'liq holda amalga oshirildi.

Regeneratsiya jarayonida issiqlik sarfi quyidagi tenglama orqali aniqlanadi:

$$Q = m \cdot C_p \cdot \Delta T$$

bu yerda:

Q –regeneratsiya uchun zarur issiqlik miqdori, kJ;

m –MDEA eritmasi massasi, kg;

C_p – eritmaning o'rtacha issiqlik sig'imi, kJ/(kg·K);

ΔT – regeneratsiya jarayonidagi harorat farqi, K.

Mazkur tenglama regeneratsiya jarayonida eritmani qizdirish uchun zarur bo'lgan issiqlik miqdorini aniqlash imkonini beradi va energiya sarfining asosiy qismini ifodalaydi.

Jarayonda bosimning ta'siri ham hisobga olinib, energiya sarfi quyidagi empirik bog'lanish orqali baholandi:

$$Q_P = Q \cdot (1 + \beta(P - P_0))$$

bu yerda:

Q_P- bosim hisobga olingan holdagi energiya sarfi, kJ;

P- desorber bosimi, bar;

P_0- bazaviy bosim (1,0 bar), bar;

β- bosimning energiya sarfiga ta'sirini ifodalovchi empirik koeffitsiyent.

Ushbu model bosim oshishi bilan regeneratsiya jarayonida qo'shimcha energiya talab qilinishini hisobga olish imkonini beradi.

Hisoblashlar quyidagi sharoitlarda olib borildi:

MDEA eritmasi konsentratsiyasi - 30%

eritma massasi - 1000 kg

harorat oralig'i – 80-120 °C

bosim oralig'i - 1,0-1,5 bar

Parametrik tahlil natijalari asosida harorat va bosimning regeneratsiya energiyasiga ta'siri baholandi hamda optimal ish rejimi aniqlash uchun solishtirma tahlil o'tkazildi.

MDEA eritmalarini regeneratsiya qilish jarayonida energiya sarfi issiqlik balansi asosida baholandi. Hisoblashlar metodikada keltirilgan parametrlar asosida, ya'ni eritma massasi $m = 000$kg va issiqlik sig'imi $C_p = 3{,}8$kJ/(kg·K) deb qabul qilinib bajarildi. Haroratning boshlang'ich qiymati 60 °C deb olinib,

ISSN 3030-3907

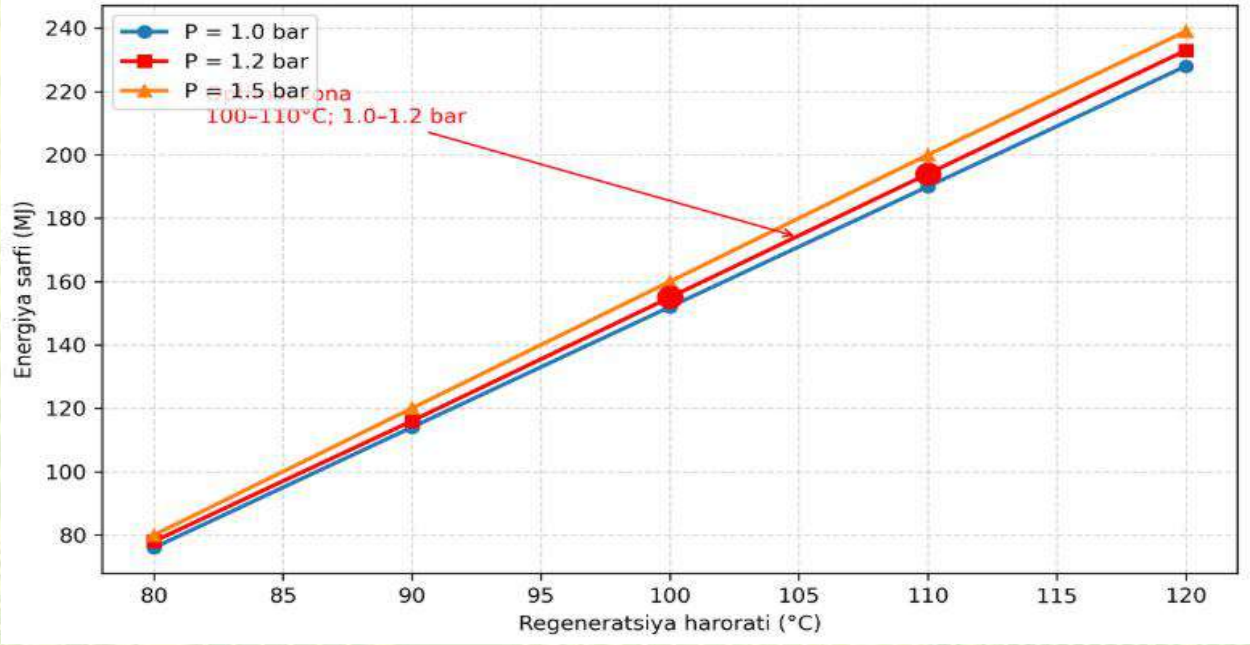
regeneratsiya jarayonida harorat 80-120 °C oralig‘ida o‘zgartirildi. Bosimning ta’siri empirik koeffitsiyent orqali hisobga olinib, 1,0 -1,5 bar diapazonda tahlil qilindi.

1-jadval

Harorat va bosimga bog‘liq energiya sarfi

Harorat (°C)	ΔT (K)	Q (MJ) (1,0 bar)	Q_p (MJ) (1,2 bar)	Q_p (MJ) (1,5 bar)
80	20	76	78	80
90	30	114	116	120
100	40	152	155	160
110	50	190	194	200
120	60	228	233	239

1-jadvalda MDEA eritmasini regeneratsiya qilish jarayonida harorat va bosimning energiya sarfiga ta’siri keltirilgan. Jadval ma’lumotlaridan ko‘rinib turibdiki, harorat oshishi bilan energiya sarfi ortib boradi. Shu bilan birga, bosimning oshishi ham energiya sarfiga qo‘shimcha ta’sir ko‘rsatadi.



1-rasm. MDEA regeneratsiya jarayonida energiya sarfining haroratga bog‘liqligi va optimal ish rejimi

1-rasmda harorat va bosimning energiya sarfiga ta’siri grafik ko‘rinishda keltirilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, energiya sarfi harorat oshishi bilan deyarli chiziqli ravishda ortadi. Bu issiqlik balansi tenglamasiga mos keladi, chunki energiya sarfi harorat farqiga to‘g‘ri proporsional.

ISSN 3030-3907

Bosimning ta’siri grafikda nisbatan kamroq og‘ish sifatida namoyon bo‘ladi, ammo u e’tiborga molik darajada energiya sarfini oshiradi. Ayniqsa, yuqori haroratlarda bosimning ta’siri yanada sezilarli bo‘ladi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, MDEA eritmalarini regeneratsiya qilish jarayonida energiya sarfi asosan harorat parametriga bog‘liq bo‘lib, bosim esa qo‘shimcha omil sifatida ta’sir ko‘rsatadi. Harorat oshishi bilan eritmani qizdirish uchun zarur bo‘lgan issiqlik miqdori ortadi, bu esa umumiy energiya sarfining oshishiga olib keladi.

Bosimning ortishi esa CO_2 ning eritmadan ajralish sharoitini murakkablashtiradi. Natijada regeneratsiya jarayonida qo‘shimcha issiqlik energiyasi talab qilinadi. Hisoblash natijalari shuni ko‘rsatadiki, bosimning 1,0 bardan 1,5 bargacha oshishi energiya sarfini o‘rtacha 3-5 % ga oshiradi.

Shuningdek, natijalar shuni ko‘rsatadiki, past haroratlarda energiya sarfi minimal bo‘lsa-da, regeneratsiya jarayoni yetarli darajada samarali bo‘lmasligi mumkin. Aksincha, yuqori haroratlarda regeneratsiya samaradorligi oshadi, biroq energiya sarfi keskin ortadi. Shu sababli jarayonni faqat minimal energiya sarfi asosida emas, balki optimal texnologik samaradorlik nuqtai nazaridan baholash zarur.

O‘tkazilgan tadqiqot natijalari asosida regeneratsiya jarayonida energiya sarfi harorat va bosim parametrlarining o‘zaro ta’siri orqali aniqlanishi ko‘rsatildi hamda ushbu parametrlarning kompleks tahlili asosida optimal ish rejimi belgilandi.

Hisoblash va grafik tahlil natijalariga ko‘ra optimal harorat, 100-110 °C optimal bosim,1,0-1,2 bar. Ushbu sharoitda energiya sarfi va regeneratsiya samaradorligi o‘rtasida maqbul muvozanat ta’minlanadi.

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida MDEA eritmalarini regeneratsiya qilish jarayonida energiya sarfi asosan harorat va bosim parametrlariga bog‘liqligi aniqlandi. Hisoblashlar shuni ko‘rsatdiki, harorat oshishi bilan regeneratsiya uchun zarur issiqlik miqdori chiziqli ravishda ortadi, bu esa issiqlik balansi tenglamasi bilan to‘liq mos keladi.

Bosimning ortishi esa jarayonga qo‘shimcha ta’sir ko‘rsatib, energiya sarfini o‘rtacha 3-5 % ga oshirishi kuzatildi. Bu CO_2 ning eritmadan ajralishi uchun yuqoriroq termodinamik sharoitlar talab qilinishi bilan izohlanadi.

Natijalar asosida MDEA regeneratsiya jarayoni uchun optimal ish rejimi 100-110 °C harorat va 1,0-1,2 bar bosim oralig‘ida ekanligi aniqlandi. Ushbu sharoitda energiya sarfi va regeneratsiya samaradorligi o‘rtasida maqbul muvozanat ta’minlanadi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalari sanoat sharoitida, xususan Ustyurt gaz-kimyo majmuasida MDEA eritmalarini regeneratsiya qilish jarayonini optimallashtirish, energiya sarfini kamaytirish va texnologik samaradorlikni oshirish imkonini beradi.

Shunday qilib, regeneratsiya jarayonining parametrlarini kompleks tahlil qilish orqali energiya tejamkor ish rejimini aniqlash gazni tozalash texnologiyalarini takomillashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABYOTLAR

1. Rochelle G.T., Freeman S.A., Van Wagener D.H. CO_2 Capture by Absorption with Aqueous Amines //Chemical Reviews. 2009. - Vol. 109, No. 12. P. 6816-6854.

2. Kim I., Svendsen H.F. Comparative study of the modeling of CO_2 absorption into aqueous MEA, DEA, and MDEA solutions //Int. J. Greenhouse Gas Control. 2011. Vol. 5, No. 2. P. 390-400.

3. Gao H., Rochelle G.T. Reduction of Energy Consumption in CO_2 Capture by Heat Integration //AIChE Journal. 2012. Vol. 58, No. 9. P. 2654-2662.

4. Aroonwilas A., Tontiwachwuthikul P. Mass transfer and reaction kinetics of CO_2 absorption into aqueous MDEA solutions // Chemical Engineering Science. 1999. Vol. 54. P. 3185-3193. DOI: https://doi.org/10.1016/S0009-2509(99)00234-0

5. Rinker E.B., Ashour S.S., Sandall O.C. Desorption kinetics of CO_2 from MDEA solutions //*Chemical Engineering Science*. – 2000. – Vol. 55, No. 21. – P. 5165–5173.

6. Kohl A.L., Nielsen R.B. *Gas Purification*. – 5th ed. – Houston: Gulf Publishing Company, 1997. – 700 p.

ISSN 3030-3907

XOMASHYONI DASTLABKI TAYYORLASH JARAYONIDA ADAPTIV BOSHQARUV TIZIMINI QO‘LLASH SAMARADORLIGI

Yusupov Azamat Alijonovich
Andijon davlat texnika institute t.f.f.d dotsent
0000-0001-7967-0098
E-mail: azamat7uzbek@gmail.com
Muxammad Aminov Abrorbek Dilshodbek o‘g‘li
Andijon davlat texnika institute magistranti
0009-0004-3539-3913
E-mail: abrorbekmuhammadaminov412@gmail.com
Tel: +998 93 416 05 28

Annotatsiya. Ushbu maqolada xomashyoni dastlabki tayyorlash jarayonida adaptiv boshqaruv tizimini qo‘llash samaradorligi matematik modellashtirish asosida tadqiq etiladi. Ishning dolzarbligi xomashyo sifatining beqarorligi, tashqi buzuvchi ta’sirlarning ko‘pligi va an’anaviy qattiq parametrli rostlash tizimlarining bunday sharoitlarda yetarli samaradorlik bermasligi bilan izohlanadi. Tadqiqotda texnologik jarayon kirish, chiqish va buzuvchi ta’sirlar bilan tavsiflangan dinamik obyekt sifatida qaralib, uning holatini ifodalovchi differensial tenglamalar tizimi shakllantirildi. Adaptiv boshqaruvning tuzilmasi identifikatsiya, parametrlarni yangilash va boshqaruv qonunini real vaqt rejimida sozlash bloklaridan iborat qilib olindi. Maqolada sifat, energiya sarfi, xomashyo yo‘qotilishi va o‘tkinchi jarayon davomiyligi kabi mezonlar asosida tizim samaradorligi baholandi. Natijalar adaptiv boshqaruv qo‘llanganda parametrlar tebranishi kamayishi, boshqaruv aniqligi ortishi va resurslardan foydalanish yaxshilanishini ko‘rsatadi. Olingan model magistrlik dissertatsiyasining matematik modellashtirish bo‘limi uchun nazariy va amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: adaptiv boshqaruv, PID regulator, xomashyo tayyorlash, quritish jarayoni, aralashtirish, MATLAB Simulink, sanoat avtomatikasi.

Аннотация. В данной статье эффективность применения системы адаптивного управления в процессе первичной подготовки сырья исследуется на основе математического моделирования. Актуальность работы обусловлена нестабильностью качества сырья, большим количеством внешних возмущающих воздействий и недостаточной эффективностью традиционных систем регулирования с жёстко заданными параметрами в подобных условиях. В исследовании технологический процесс рассматривается как динамический объект, характеризуемый входными, выходными и возмущающими воздействиями, на основе чего сформирована система дифференциальных уравнений, описывающих его состояние.

ISSN 3030-3907

Структура адаптивного управления принята в виде блоков идентификации, обновления параметров и настройки закона управления в режиме реального времени. В статье эффективность системы оценивается по таким критериям, как качество продукции, энергозатраты, потери сырья и продолжительность переходного процесса. Результаты показывают, что при применении адаптивного управления уменьшаются колебания параметров, повышается точность регулирования и улучшается использование ресурсов. Полученная модель служит теоретической и практической основой для раздела математического моделирования магистерской диссертации.

Ключевые слова: адаптивное управление, PID-регулятор, подготовка сырья, процесс сушки, смешивание, MATLAB Simulink, промышленная автоматика.

Annotation. This article examines the efficiency of applying an adaptive control system in the primary preparation process of raw materials based on mathematical modeling. The relevance of the study is explained by instability of raw material quality, the presence of external disturbances, and the insufficient effectiveness of conventional fixed-parameter control systems under such conditions. The technological process is represented as a dynamic object with input, output, and disturbance variables, and its behavior is described by a system of differential equations. The adaptive control structure includes identification, parameter update, and real-time tuning of the control law. System efficiency is evaluated through quality indicators, energy consumption, raw material loss, and transient time. The results show that adaptive control reduces parameter oscillation, improves control accuracy, and enhances resource utilization. The developed model can serve as a theoretical and practical basis for the mathematical modeling chapter of a master's dissertation.

Keywords: adaptive control, PID regulator, raw material preparation, drying process, mixing, MATLAB Simulink, industrial automation.

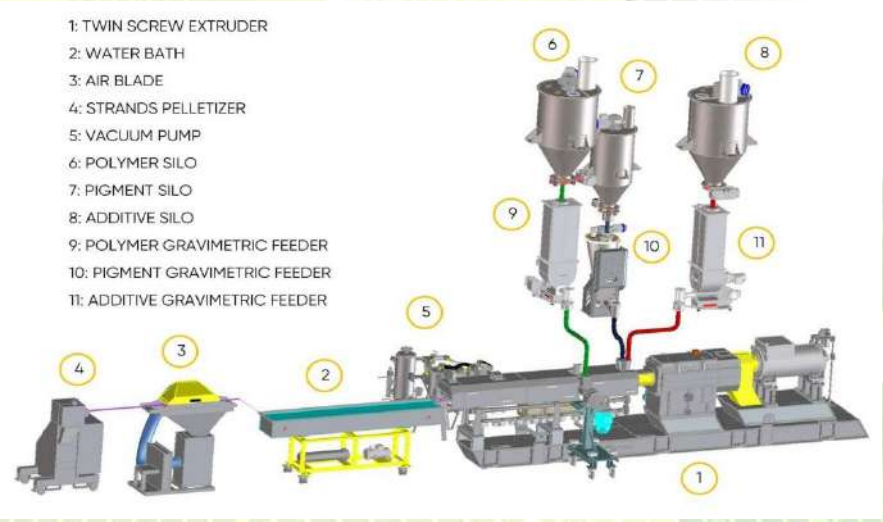
KIRISH.

Bugungi kunda polimer va plastmassa mahsulotlari ishlab chiqaruvchi korxonalarda mahsulot sifati ko‘p jihatdan xomashyoni dastlabki tayyorlash bosqichiga bog‘liq. Xomashyoni quritish, fraksiyalash, komponentlarni dozalash va aralashtirish jarayonlarida parametrlarning me’yordan chetga chiqishi tayyor mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, polipropilen (PP), polietilen (PE), ABS va PET materiallari uchun namlik va haroratning o‘zgarishi ishlab chiqarishda nuqsonlar keltirib chiqaradi [1]. Sanoat texnologik jarayonlarini avtomatlashtirishning asosiy maqsadi mahsulot sifatini oshirish, xomashyo va energiya sarfini kamaytirish, mehnat unumdorligini ko‘tarish hamda ishlab chiqarishning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlarini yaxshilashdan iborat [2].

ISSN 3030-3907

Xomashyoni dastlabki tayyorlash bosqichi keyingi texnologik operatsiyalar sifati uchun tayanch bo‘lib, aynan shu bosqichda namlik, granulometrik tarkib, massa oqimi, harorat va aralashma darajasi kabi parametrlarning barqaror ushlanishi muhim hisoblanadi (1-rasm). Amaliyotda dastlabki tayyorlash jarayonlariga xomashyo sifatining partiyalar bo‘yicha o‘zgarishi, tashqi muhit ta’siri, uskunaning yeyilishi va operator qarorlarining subyektivligi kabi omillar sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Bunday sharoitda faqat oldindan berilgan qat’iy sozlamali boshqaruv tizimlari yetarli darajada moslashuvchan bo‘la olmaydi, shu sababli identifikatsiya va moslashtirish imkoniyatiga ega adaptiv boshqaruv yondashuvi dolzarb ilmiy masala sifatida namoyon bo‘ladi.

Mazkur maqolaning maqsadi xomashyoni dastlabki tayyorlash jarayoni uchun adaptiv boshqaruv tizimining matematik modelini ishlab chiqish, uning strukturaviy va parametrik tavsiflarini asoslash hamda samaradorlik mezonlari bo‘yicha afzalliklarini tahlil qilishdan iborat. Shu maqsadga erishish uchun texnologik obyekt kirish va chiqish koordinatalari bilan tavsiflanadi, boshqaruv qonuni ishlab chiqiladi, barqarorlik hamda sifat mezonlari shakllantiriladi va qo‘llash samaradorligi nazariy jihatdan baholanadi.



1-rasm. Ishlab chiqarish jarayonidagi xomashyoni yetkazib berish jarayoni strukturasi.

TADQIQOT USULLARI.

Texnologik jarayonlarni modellashtirish va optimallashtirish bo‘yicha manbalarda matematik model real obyekt yoki hodisaning matematik belgilar yordamida ifodalangan taxminiy tavsifi sifatida talqin qilinadi. Modellashtirish jarayoni odatda obyektning matematik tavsifini tuzish, tenglamalarni yechish usulini tanlash va modelning adekvatligini tekshirish bosqichlarini o‘z ichiga oladi.

Texnologik jarayonlarning avtomatlashtirilgan boshqarish tizimlari haqidagi darsliklarda boshqaruv obyektining kirishida boshqariladigan ta’sirlar, kirishda

ISSN 3030-3907

nazorat qilinadigan parametrlar, boshqarilmaydigan buzuvchi ta’sirlar va chiqish parametrlarining o‘zaro bog‘liqligi boshqaruv masalasining markaziy mazmunini tashkil etishi ko‘rsatiladi [5]. Real vaqt masshtabida ishlovchi tizimlarda axborotni o‘z vaqtida qayta ishlash, identifikatsiyalash, adaptatsiyalash, optimallash va koordinatsiyalash alohida talab sifatida qaraladi [7].

Boshqarish nazariyasida ishlab chiqarish obyektlari uchun lokal, kompleks va integrallashgan tizimlar ajratilib, optimal boshqarish tizimlari matematik model va obyekt axborotlari asosida sozlash ta’sirlarini shakllantirishi ta’kidlanadi. Ayniqsa, xomashyo sifati o‘zgaruvchan bo‘lgan jarayonlarda tizimning doimiy qayta moslashishi boshqaruv aniqligi va iqtisodiy samaradorlikni oshirishi mumkin.

Shu bilan birga, ko‘plab amaliy tizimlarda boshqaruv algoritmlari faqat bitta ish rejimi uchun sozlanadi, natijada xomashyo tarkibi va fizik xossalari o‘zgarganda tizim sifati pasayadi. Demak, ilmiy muammo sifatida dastlabki tayyorlash jarayonining dinamikasini hisobga oluvchi va parametrlar noaniqligida ishlay oladigan adaptiv boshqaruv modelini yaratish zarurati mavjud.

Tadqiqot obyekti. Tadqiqot obyekti sifatida xomashyoni dastlabki tayyorlashning uzluksiz texnologik jarayoni qabul qilinadi; bu jarayonda dozalanish, maydalash yoki aralashtirish, namlikni me’yorlash va homogenlashtirish operatsiyalari bir butun tizim sifatida qaraladi. Boshqaruv nuqtayi nazaridan obyektning asosiy kirish ta’sirlari ijro mexanizmlariga beriladigan signal, boshqarilmaydigan ta’sirlar esa xomashyo sifati, namlik, tashqi harorat va uskunaning ichki o‘zgaruvchan xossalaridan iborat bo‘ladi [9].

Chiqish parametrlari sifatida tayyorlangan aralashmaning namligi, bir jinsliligi, massa oqimining barqarorligi va sifat ko‘rsatkichi qabul qilinadi. Bu parametrlar keyingi texnologik bosqichlarning samaradorligiga bevosita ta’sir etadi, shuning uchun ularni real vaqt rejimida nazorat qilish va rostlash zarur.

Model uchun qabul qilingan taxminlar. Matematik modelni qurishda quyidagi taxminlar qabul qilinadi:

- Jarayon uzluksiz vaqtli dinamik tizim sifatida tavsiflanadi.
- Obyektning asosiy dinamikasi birinchi yoki ikkinchi tartibli inertion zvenolar orqali ifodalanishi mumkin.
- Tashqi buzuvchi ta’sirlar cheklangan va sekin o‘zgaruvchi funksiyalar sifatida qaraladi.
- O‘lchov signallarida kichik stoxastik shovqin mavjud bo‘lib, u filtrlash orqali kamaytiriladi.
- Adaptiv algoritm parametrlari real vaqt rejimida yangilanadi.

ISSN 3030-3907

Mazkur taxminlar modelni amaliy hisoblashlar uchun soddalashtiradi, biroq texnologik jarayonning muhim xususiyatlarini saqlab qoladi.

Strukturaviy sxema. Texnologik obyektni umumlashgan holda quyidagi o‘zgaruvchilar bilan ifodalash mumkin: boshqaruv signali $u(t)$, o‘lchanadigan kirish parametrlari $x(t)$, boshqarilmaydigan buzuvchi ta’sirlar $z(t)$ va chiqish koordinatalari $y(t)$. TJABT bo‘yicha manbalarda aynan shu ko‘rinishdagi kirish-chiqish strukturasi texnologik jarayonlarni ifodalash uchun tavsiya etiladi.
Jarayonning umumiy operatorli ko‘rinishi quyidagicha yoziladi:

$$y(t+\Delta t) = A \cdot u(t) + B \cdot y(t) + C\,[x(t), z(t)]$$

bu yerda A, B, C mos ravishda boshqaruv ta’siri, tizimning ichki holati va buzuvchi omillar operatorlarini ifodalaydi; Δt esa diskret kuzatish yoki boshqaruv sikli vaqtidir.

Agar dastlabki tayyorlash jarayoni asosiy bitta nazorat parametriga, masalan, aralashma namligiga yo‘naltirilgan bo‘lsa, soddalashtirilgan dinamik model quyidagi differensial tenglama bilan berilishi mumkin:

$$T\frac{dy(t)}{dt} + y(t) = k\,u(t) + k_d\,d(t)$$

bu yerda T — vaqt doimiysi, k — boshqaruv kanali kuchaytirish koeffitsienti, k_d — buzuvchi ta’sir koeffitsienti, $d(t)$ — xomashyo sifatining o‘zgarishi bilan bog‘liq tashqi ta’sir.

Agar jarayonning inertionligi kuchliroq bo‘lsa yoki ikkita asosiy energiya/material almashinuvi bosqichi mavjud bo‘lsa, ikkinchi tartibli modeldan foydalanish maqsadga muvofiq:

$$\frac{d^2y(t)}{dt^2} + a_1\frac{dy(t)}{dt} + a_0 y(t) = b_1\frac{du(t)}{dt} + b_0 u(t) + f(t)$$

bu tenglamadagi $f(t)$ agregatdagi ichki noaniqliklar va tashqi buzilishlarning umumlashgan tasviri hisoblanadi.

Holatlar fazosidagi tavsif. Adaptiv boshqaruvni algoritmik shaklda qurish uchun modelni holatlar fazosida yozish qulaydir. Bunda tizim quyidagicha ifodalanadi:

$$\dot{x}(t) = A(\theta)x(t) + B(\theta)u(t) + Ed(t)$$
$$y(t) = Cx(t)$$

bu yerda $x(t)$ — holatlar vektori, θ — noma’lum yoki vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi parametrlar vektori, $d(t)$ — buzuvchi ta’sirlar vektori. Parametrlarning o‘zgaruvchanligi aynan adaptiv boshqaruvni qo‘llash zaruratini keltirib chiqaradi.

ISSN 3030-3907

Adaptiv boshqaruv qonuni. Boshqaruvning asosiy maqsadi chiqish parametrini berilgan etalon signal $r(t)$ ga yaqinlashtirishdan iborat. Xatolik signali quyidagicha aniqlanadi:

$$e(t) = r(t) - y(t)$$

Klassik proporsional-integral shakldagi, lekin parametrlarini adaptiv ravishda yangilaydigan boshqaruv qonuni quyidagicha tanlanadi:

$$u(t) = K_p(t)e(t) + K_i(t)\int_0^t e(\tau)d\tau$$

bu yerda $K_p(t)$ va $K_i(t)$ vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi moslashuvchan koeffitsientlardir. Manbalarda real vaqt tizimlari uchun P, PI va PID qonunlarini raqamli boshqaruv rejimida qo‘llash mumkinligi ko‘rsatilgan.

Parametrlarni yangilashning gradient usuli quyidagicha berilishi mumkin:

$$\dot{K}_p(t) = \gamma_p e(t)\,\varphi_p(t), \dot{K}_i(t) = \gamma_i e(t)\,\varphi_i(t)$$

bu yerda γ_p va γ_i — adaptatsiya tezligi koeffitsientlari, $\varphi_p(t)$, $\varphi_i(t)$ — regressiya yoki sezgirlik funksiyalari. Rekursiv va iterativ hisoblash usullarining real vaqtli identifikatsiya va adaptatsiya masalalarida qo‘llanishi maxsus manbalarda alohida ta’kidlangan[3].

Identifikatsiya algoritmi. Obyekt parametrlarini onlayn baholash uchun diskret vaqtli regressiya modeli kiritiladi:

$$y_k = \theta_k^T \phi_k + \varepsilon_k$$

bu yerda ϕ_k — kuzatilgan kirish-chiqishlardan tuzilgan regressiya vektori, θ_k — baholanayotgan parametrlar, ε_k — tasodifiy xatolik. Parametrlarni yangilash uchun rekursiv eng kichik kvadratlar usuli quyidagi ko‘rinishda yoziladi:

$$\hat{\theta}_k = \hat{\theta}_{k-1} + L_k\left(y_k - \phi_k^T \hat{\theta}_{k-1}\right)$$

bu yerda L_k — kuchaytirish matriksasi. Bunday yondashuv obyekt parametrlari o‘zgarib turganda modelning mosligini saqlab turadi.

Samaradorlik mezonlari. Tizimning samaradorligini baholash uchun quyidagi integral mezon tanlanadi:

$$J = \int_0^T [q_1 e^2(t) + q_2 u^2(t) + q_3 \Delta s(t) + q_4 \Delta w(t)]dt$$

bu yerda $e(t)$ — rostlash xatoligi, $u(t)$ — boshqaruv ta’siri, $\Delta s(t)$ — xomashyo yo‘qotilishi, $\Delta w(t)$ — energiya sarfi bilan bog‘liq og‘ish, q_i lar esa og‘irlik koeffitsientlaridir. Avtomatlashtirishning iqtisodiy samaradorligi mahsulot sifati, xomashyo va energiya sarfi, chiqindi hajmi hamda ishlab chiqarish ritmi bilan baholanishi manbalarda qayd etilgan [8].

ISSN 3030-3907

Sifat bo‘yicha qo‘shimcha ko‘rsatkichlar sifatida o‘tkinchi jarayon vaqti t_s, ortiqcha rostlash σ, statik xatolik e_{st} va dispersiya D_y olinadi. Ushbu ko‘rsatkichlar boshqaruv algoritmlarini qiyosiy tahlil qilishda asosiy mezon bo‘lib xizmat qiladi.

Zamonaviy korxonalarda ushbu jarayonlar ko‘pincha klassik PID regulatorlari yordamida boshqariladi. Biroq tashqi muhit, xomashyo sifati va yuklama o‘zgarishlarida oddiy PID tizimlarining moslashuvchanligi yetarli emas [2]. Shu sababli adaptiv boshqaruv tizimlarini joriy etish dolzarb masala hisoblanadi [15].

Tadqiqot sanoat korxonalarida qo‘llaniladigan quyidagi texnologik bosqichlarga asoslandi:

1. Granulalarni quritish
2. Komponentlarni dozalash
3. Mikserda aralashtirish
4. Ekstruderga uzatishdan oldingi nazorat

Tizimni modellashtirish uchun ***MATLAB/Simulink*** dasturiy muhiti qo‘llanildi. Harorat boshqaruvi uchun klassik PID va adaptiv PID algoritmlari solishtirildi.

PID regulator tenglamasi:

$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt}$$

bu yerda:

- K_p-proporsional koeffitsient
- K_i-integral koeffitsient
- K_d-differensial koeffitsient

Adaptiv boshqaruvda ushbu koeffitsientlar real vaqt rejimida o‘zgaruvchan parametrlar asosida avtomatik moslashtirildi.

Nazorat qilinadigan parametrlar:

- Quritgich harorati: 80–120 °C
- Namlik: 0.02–0.08 %
- Aralashtirish vaqti: 5–12 min
- Dozalash aniqligi: ±1 %

NATIJALAR.

Matematik modelning mazmunli talqini. Qurilgan model shuni ko‘rsatadiki, dastlabki tayyorlash jarayonining chiqish parametri nafaqat boshqaruv signaliga, balki xomashyo sifati va tashqi muhitning o‘zgarishiga ham bevosita bog‘liq. Shuning uchun an’anaviy doimiy parametrli regulator obyekt parametrlari keskin o‘zgargan holatda talab etilgan sifatni ushlab tura olmaydi [13].

ISSN 3030-3907

Adaptiv boshqaruv strukturasi esa boshqaruv obyekti parametrlarini qayta baholab, regulator koeffitsientlarini yangilab boradi; buning natijasida xatolik signali kamayadi va rostlash sifati yaxshilanadi. Nazariy jihatdan bunday tizim o‘zgaruvchan ish rejimlariga nisbatan sezgirroq, ammo barqarorroq javob qaytaradi.[1-jadval]

Kutiladigan funksional ustunliklar. Ishlab chiqilgan matematik model asosida adaptiv boshqaruvni joriy etish quyidagi natijalarga olib kelishi kutiladi:

- Chiqish parametrlarining tebranish amplitudasi kamayadi, chunki regulator koeffitsientlari obyektning joriy holatiga moslashtiriladi.
- O‘tkinchi jarayon davomiyligi qisqaradi, chunki xatolik ortganda boshqaruv ta’siri tezkor qayta sozlanadi.
- Xomashyo yo‘qotilishi va energiya sarfi kamayadi, chunki jarayon me’yoriy rejimga tezroq keladi.
- Mahsulot sifati va bir jinsliligi ortadi, chunki tayyorlash bosqichining chiqish parametrlari barqarorroq ushlab turiladi.

Bu ustunliklar avtomatlashtirish samaradorligini mahsulot sifati, ishlab chiqarish ritmi va resurs tejalishi orqali baholash mumkinligi haqidagi ilmiy qarashlar bilan mos keladi.

1-jadval.

Klassik va adaptiv boshqaruv taqqoslanishi

Ko‘rsatkich	Klassik boshqaruv	Adaptiv boshqaruv
Parametrlar o‘zgarishiga moslashuv	Past, qayta sozlash operatorga bog‘liq.	Yuqori, parametrlar algoritm orqali yangilanadi.
Xatolikning kamayish tezligi	O‘rta.	Yuqori.
Tashqi buzilishlarga bardoshlilik	Cheklangan.	Nisbatan yuqori.
Xomashyo sifati noturg‘unligida aniqlik	Pasayadi.	Saqlanib qoladi yoki yaxshilanadi.
Iqtisodiy samaradorlik	O‘rtacha.	Yuqori bo‘lishi kutiladi.

Barqarorlik sharti. Adaptiv tizimning ishlashida parametrlar yangilanish tezligi haddan tashqari katta bo‘lmasligi kerak, aks holda boshqaruv signali tebranishga moyil bo‘lishi mumkin. Shu sababli γ_p va γ_i koeffitsientlari amaliy sinovlar yoki modellashtirish orqali tanlanadi, bunda tizim barqarorligi va tezkorligi o‘rtasida muvozanat saqlanadi.

ISSN 3030-3907

Lyapunov funksiyasi asosidagi yondashuvdan foydalanilganda adaptiv tizimning xatolik energiyasini kamaytiruvchi shartlar hosil qilinadi. Bunday yondashuv nazariy jihatdan $e(t)$ xatolikning cheklanganligini hamda ma’lum sharoitlarda nolga intilishini asoslashga imkon beradi.

Ishlab chiqarish samaradorligi bilan bog‘liqlik. Avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari sanoatda joriy etilganda mahsulot sifati yaxshilanishi, xomashyo va energiya sarfi kamayishi hamda tizimga kiritilgan mablag‘lar odatda qisqa muddat ichida qoplanishi qayd etilgan (2-rasm). Shu jihatdan qaralganda, dastlabki tayyorlash bosqichiga moslashtirilgan adaptiv tizim butun texnologik liniyaning umumiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.



2-rasm. Ishlab chiqarishdagi energiya tejamkorligining diagramma ko‘rinishi.

MUHOKAMA.

Mazkur tadqiqotda ishlab chiqilgan modelning ilmiy yangiligi shundaki, u xomashyoni dastlabki tayyorlash jarayonini oddiy statik obyekt sifatida emas, balki parametrlari vaqt bo‘yicha o‘zgaruvchi dinamik tizim sifatida qaraydi. Bu yondashuv real ishlab chiqarish sharoitidagi noaniqliklarni hisobga olish imkonini beradi va adaptiv boshqaruvni qo‘llashning nazariy asosini mustahkamlaydi.

Modelning amaliy ahamiyati shundaki, u keyinchalik MATLAB, Simulink, Python yoki OpenModelica muhitlarida sonli tajribalar o‘tkazish uchun tayanch tenglamalar tizimini beradi. Shu asosda turli ish rejimlari, tashqi buzilishlar va parametrik og‘ishlar uchun qiyosiy modellashtirishni tashkil etish mumkin.

Biroq modelning ayrim cheklovlari ham mavjud. Birinchidan, jarayonning ko‘plab fizik-kimyoviy xossalari soddalashtirilgan koeffitsientlar orqali ifodalandi; ikkinchidan, datchik xatoliklari va transport kechikishlari umumlashtirilgan holda

ISSN 3030-3907

ko‘rib chiqildi; uchinchidan, maqolada sonli eksperimentlar emas, asosan nazariy modellashtirish mantig‘i yoritildi.

Kelgusidagi tadqiqotlarda quyidagi yo‘nalishlar maqsadga muvofiq bo‘ladi:

- Jarayon uchun eksperimental ma’lumotlar bazasini shakllantirish va parametrlarni identifikatsiya qilish.
- Adaptiv PI, MRAC yoki self-tuning regulator algoritmlarini qiyosiy sinash.
- Energiya sarfi, chiqindi va sifat ko‘rsatkichlarini birlashtirgan ko‘p mezonli optimallashtirishni joriy etish.
- Raqamli egizak (digital twin) konsepsiyasi asosida real vaqt simulyatsiyasini yo‘lga qo‘yish.

Ushbu maqola magistrlik dissertatsiyasining matematik modellashtirish bobiga mos ravishda quyidagi tarkibni shakllantirish imkonini beradi:

- Obyektning texnologik tavsifi va parametrlar tizimi.
- Matematik modelni differensial tenglamalar yordamida ifodalash.
- Adaptiv boshqaruv algoritmining blok-sxemasi va funksional tavsifi.
- Barqarorlik va samaradorlik mezonlari.
- Nazariy natijalar va keyingi sonli tajribalarga tayyorgarlik.

Shu sababli ushbu matnni nashr uchun maqola sifatida ham, dissertatsiya bobining ilmiy asoslangan qisqartirilgan shakli sifatida ham foydalanish mumkin.

XULOSA.

Xomashyoni dastlabki tayyorlash jarayonida adaptiv boshqaruv tizimini qo‘llash samaradorligini baholashga qaratilgan mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, texnologik obyektni dinamik model asosida boshqarish ishlab chiqarish jarayonining barqarorligi va sifat ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi. Ishlab chiqilgan matematik model yordamida jarayonning kirish, chiqish hamda buzuvchi ta’sirlari o‘zaro bog‘liq holda ifodalandi va bu boshqaruv algoritmlarini real ishlab chiqarish sharoitlariga moslashtirish uchun nazariy asos yaratdi. Tahlillar shuni tasdiqladiki, klassik doimiy parametrli boshqaruv tizimlariga nisbatan adaptiv boshqaruv tizimi xomashyo sifati o‘zgarishi, tashqi muhit tebranishlari va uskunaning ichki parametrlaridagi og‘ishlarga tezroq moslasha oladi. Natijada chiqish parametrlarining tebranishi kamayadi, rostlash aniqligi oshadi, o‘tkinchi jarayon vaqti qisqaradi hamda xomashyo va energiya resurslaridan foydalanish samaradorligi ortadi. Bu esa mahsulot sifati barqarorligini ta’minlash bilan birga ishlab chiqarish tannarxini kamaytirishga xizmat qiladi. Mazkur maqolada taklif etilgan tenglamalar tizimi, identifikatsiya algoritmlari va samaradorlik mezonlari magistrlik dissertatsiyasining matematik modellashtirish bo‘limi uchun puxta ilmiy

ISSN 3030-3907

platforma bo‘lib xizmat qilishi mumkin. Ushbu asosda keyingi bosqichlarda MATLAB/Simulink, Python yoki boshqa raqamli muhitlarda kompyuter tajribalari o‘tkazish, parametrlarni aniqlashtirish va real sanoat sharoitida tajriba-sinov ishlarini tashkil etish maqsadga muvofiqdir. Umuman olganda, xomashyoni dastlabki tayyorlash jarayonlarida adaptiv boshqaruv tizimlarini joriy etish zamonaviy sanoat korxonalarida ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, resurs tejamkorligini kuchaytirish hamda raqamli avtomatlashtirish darajasini yangi bosqichga olib chiqishning istiqbolli yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Amaliy tavsiyalar

- Dissertatsiyada ushbu maqolani matematik modellashtirish bobining maqola ko‘rinishidagi versiyasi sifatida berish mumkin.
- Keyingi ish sifatida MATLAB/Simulink yoki Python muhitida 3 ta stsenariy uchun modellashtirish tavsiya etiladi: nominal rejim, buzuvchi ta’sir ortgan rejim va xomashyo sifati keskin o‘zgargan rejim.
- Agar ilmiy rahbar talab qilsa, ushbu maqolaga strukturaviy blok-sxema, algoritm blok-diagrammasi va natijalar grafigi qo‘shilib yanada kuchaytirilishi mumkin.
- Nashrga topshirishdan oldin jurnal talabiga ko‘ra UO‘K, muallif afiliatsiyasi, ORCID va foydalanilgan adabiyotlar ro‘yxatini alohida formatga moslab qo‘shish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Åström, K. J., & Wittenmark, B. (2013). Adaptive control (2nd ed.). Dover Publications.
2. Bequette, B. W. (2003). Process control: Modeling, design, and simulation. Prentice Hall.
3. Dorf, R. C., & Bishop, R. H. (2017). Modern control systems (13th ed.). Pearson.
4. Goodwin, G. C., Graebe, S. F., & Salgado, M. E. (2001). Control system design. Prentice Hall.
5. Hangos, K. M., & Cameron, I. T. (2001). Process modelling and model analysis. Academic Press.
6. Ioannou, P. A., & Sun, J. (2012). Robust adaptive control. Dover Publications.
7. Ljung, L. (1999). System identification: Theory for the user (2nd ed.). Prentice Hall.
8. Ogunnaike, B. A., & Ray, W. H. (1994). Process dynamics, modeling, and control. Oxford University Press.
9. Seborg, D. E., Edgar, T. F., Mellichamp, D. A., & Doyle, F. J. (2011). Process dynamics and control (3rd ed.). John Wiley & Sons.

ISSN 3030-3907

10. Shinskey, F. G. (1996). Process control systems: Application, design, and tuning (4th ed.). McGraw-Hill.
11. Smith, C. A., & Corripio, A. B. (2006). Principles and practice of automatic process control (3rd ed.). John Wiley & Sons.
12. Tavakoli, M., & Fleming, P. J. (2003). Optimal tuning of PID controllers for industrial processes. Control Engineering Practice, 11(6), 689–699.
13. Visioli, A. (2006). Practical PID control. Springer.
14. Montgomery, D. C. (2020). Introduction to statistical quality control (8th ed.). Wiley.
15. Rao, S. S. (2009). Engineering optimization: Theory and practice (4th ed.). John Wiley & Sons.

ISSN 3030-3907

УДК: 657.1:332.7-047:32(575.1)

PUL OQIMLARI TO‘G‘RISIDAGI HISOBOT AUDITI VA UNI TAKOMILLASHTIRISH YO‘LLARI

Haydarov Zoxidjon Vaxob o`g`li
SamISI talabasi
Tel: +998930354545
Email: zohid6826@gmail.com
Raxmonova Yulduz Sharafitdinovna
Ilmiy rahbari: SamISI PhD katta o`qituvchisi
Tel: (97) 446-03-60
Email: raxmanova_yulduz@mail.ru
ORCID: 0009-0008-9676-2216

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobotning iqtisodiy mazmuni va uning auditini tashkil etish masalalari tizimli ravishda tadqiq etilgan. Tadqiqot davomida pul oqimlari auditining amaldagi holati tahlil qilinib, mavjud muammolar aniqlangan hamda ularni bartaraf etish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar ishlab chiqilgan. Natijalar moliyaviy hisobotlarning ishonchliligini oshirish va boshqaruv qarorlarini qabul qilish sifatini yaxshilashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: pul oqimlari, audit jarayoni, moliyaviy hisobot, likvidlik, ichki nazorat, audit sifati, xalqaro standartlar.

Аннотация. В данной научной статье систематически изучается экономическое содержание отчета о движении денежных средств и вопросы организации его аудита. В ходе исследования проанализировано текущее состояние аудита денежных потоков, выявлены существующие проблемы и разработаны научно обоснованные предложения по их устранению. Результаты служат для повышения достоверности финансовой отчетности и улучшения качества принятия управленческих решений.

Ключевые слова: денежные потоки, процесс аудита, финансовая отчетность, ликвидность, внутренний контроль, качество аудита, международные стандарты.

Abstract. This scientific article systematically studies the economic content of the cash flow statement and the issues of organizing its audit. During the study, the current state of cash flow auditing was analyzed, existing problems were identified, and scientifically based proposals were developed to eliminate them. The results serve to increase the reliability of financial statements and improve the quality of management decision-making.

ISSN 3030-3907

Keywords: cash flows, audit process, financial reporting, liquidity, internal control, audit quality, international standards.

KIRISH.

Hozirgi globallashuv va iqtisodiy integratsiya jarayonlari sharoitida xo‘jalik yurituvchi subyektlar faoliyatining samaradorligini baholash tobora murakkablashib bormoqda. Ayniqsa, korxonalarning moliyaviy barqarorligi va to‘lovga qobiliyatini aniqlashda an’anaviy foyda ko‘rsatkichlari bilan bir qatorda pul oqimlari harakatini chuqur tahlil qilish zarurati ortib bormoqda. Shu jihatdan, pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot moliyaviy hisobot tizimining ajralmas elementi sifatida muhim ahamiyat kasb etadi.

Pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot korxona faoliyatining uch asosiy yo‘nalishi — operatsion, investitsion va moliyaviy faoliyatlar bo‘yicha pul mablag‘lari kirimi va chiqimini aks ettiradi. Bu esa manfaatdor tomonlarga, xususan investorlar, kreditorlar va boshqaruv subyektlariga asosli iqtisodiy qarorlar qabul qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, mazkur hisobot korxonaning likvidligi, moliyaviy moslashuvchanligi va pul mablag‘laridan foydalanish samaradorligini baholashda muhim axborot manbai hisoblanadi.

So‘nggi yillarda iqtisodiyotda raqamlashtirish jarayonlarining jadallashuvi, moliyaviy operatsiyalar hajmining ortishi hamda xalqaro moliyaviy hisobot standartlariga o‘tish jarayoni pul oqimlari hisobotiga qo‘yiladigan talablarni yanada kuchaytirmoqda. Bu esa o‘z navbatida ushbu hisobotning ishonchliligi va haqqoniyligini ta’minlashda auditorlik tekshiruvining ro`lini oshiradi. Pul oqimlari hisobotining audit jarayoni nafaqat moliyaviy ma’lumotlarning to‘g‘riligini tekshirish, balki pul mablag‘lari harakati bilan bog‘liq xatarlarni aniqlash va ularni kamaytirish choralarini ishlab chiqishda ham muhim ahamiyatga ega. Biroq amaliyotda audit jarayonida ayrim kamchiliklar, jumladan metodik yondashuvlarning yetarli darajada takomillashmaganligi, ichki nazorat tizimining sustligi va zamonaviy texnologiyalardan foydalanish darajasining pastligi kuzatilmoqda.

Mazkur holatlar pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot auditini ilmiy asosda takomillashtirish zaruratini yuzaga keltiradi. Shu bois, ushbu maqolaning asosiy maqsadi pul oqimlari hisobotining auditini nazariy va amaliy jihatdan o‘rganish, mavjud muammolarni aniqlash hamda ularni bartaraf etishga qaratilgan takliflar ishlab chiqishdan iborat.

Bozor munosabatlari chuqurlashib borayotgan sharoitda korxonalar faoliyatini baholashda nafaqat moliyaviy natijalar, balki pul mablag‘larining real harakati ham muhim ko‘rsatkich sifatida qaralmoqda. Shu nuqtai nazardan, pul

ISSN 3030-3907

oqimlari to‘g‘risidagi hisobot korxonaning moliyaviy barqarorligini aniqlashda asosiy axborot manbalaridan biri hisoblanadi.

Mazkur hisobotning aniqligi va haqqoniyligi auditorlik tekshiruvining sifatiga bevosita bog‘liq. Shuning uchun pul oqimlari auditini ilmiy asosda takomillashtirish zarurati yuzaga kelmoqda.

Mavzuning o‘rganilganlik darajasi: Pul oqimlari hisobini yuritish va uning auditini tashkil etish masalalari iqtisodiy adabiyotlarda turli yondashuvlar asosida tahlil qilingan. Xorijiy tadqiqotchilar tomonidan pul oqimlari tahlilining korxona likvidligini baholashdagi o‘rni chuqur asoslab berilgan. Ayniqsa, audit jarayonida risklarni aniqlash va baholash mexanizmlariga alohida e’tibor qaratilgan. Mahalliy ilmiy ishlarda esa asosiy e’tibor milliy buxgalteriya hisobi tizimi doirasida pul oqimlarini shakllantirish va ularni tekshirish masalalariga qaratilgan. Shu bilan birga, zamonaviy iqtisodiyot sharoitida audit jarayoniga innovatsion yondashuvlarni joriy etish, xususan raqamli texnologiyalar asosida auditni rivojlantirish masalalari yetarlicha yoritilmagan. Pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot va uning auditiga oid ilmiy tadqiqotlar iqtisodiy adabiyotlarda muhim o‘rin egallaydi. Ushbu yo‘nalishda olib borilgan izlanishlar, asosan, pul oqimlarining iqtisodiy mohiyatini ochib berish, ularni tasniflash, tahlil qilish va audit jarayonini takomillashtirish masalalariga bag‘ishlangan. Xorijiy iqtisodchi olimlardan Eugene F. Brigham va Joel F. Houston moliyaviy menejmentga oid tadqiqotlarida pul oqimlari tahlilining korxona moliyaviy barqarorligini baholashdagi ahamiyatini asoslab bergan. Ularning fikriga ko‘ra, foyda ko‘rsatkichlariga nisbatan pul oqimlari real moliyaviy holatni aniqroq aks ettiradi. Mahalliy iqtisodchi olimlardan B. A. Hasanov, Sh. D. Toshmurodova va N. R. Yuldashev ilmiy ishlarida milliy buxgalteriya hisobi tizimi doirasida moliyaviy hisobotlarni takomillashtirish, jumladan pul oqimlari hisobotini tuzish va audit qilish masalalari yoritilgan. Ular tomonidan milliy amaliyotda uchraydigan muammolar va ularni bartaraf etish yo‘llari taklif etilgan. Biroq olib borilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, pul oqimlari hisobotining auditini raqamli iqtisodiyot sharoitida takomillashtirish, zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish hamda xalqaro audit standartlari bilan integratsiyalashuv masalalari yetarli darajada chuqur o‘rganilmagan. Shu jihatdan mazkur yo‘nalishda ilmiy izlanishlarni davom ettirish zarurati mavjud.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Mazkur tadqiqotda pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobot auditini chuqur o‘rganish va uning samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy yondashuvlar qo‘llanildi. Tadqiqot metodologiyasi kompleks xarakterga ega bo‘lib, unda nazariy va amaliy usullar uyg‘unlashtirildi. Xususan, tizimli yondashuv asosida pul oqimlari hisobotining tarkibiy elementlari va

ISSN 3030-3907

ularning o‘zaro bog‘liqligi tahlil qilindi. Qiyosiy tahlil yordamida milliy va xalqaro audit standartlari o‘rtasidagi farqlar aniqlanib, ilg‘or tajribalar umumlashtirildi. Statistik usullar orqali audit jarayonining samaradorligi baholandi hamda mavjud muammolar aniqlashtiriladi. Quyidagi jadvalda tadqiqot jarayonida qo‘llanilgan asosiy usullar va ularning mazmuni keltirilgan:

1-Jadval

Tadqiqot usuli	Mazmuni	Qo‘llanish sohasi
Tizimli tahlil	Pul oqimlari hisobotining tarkibiy qismlarini kompleks o‘rganish	Hisobot tuzilmasini tahlil qilish
Qiyosiy tahlil	Milliy va xalqaro standartlarni solishtirish	Audit standartlarini baholash
Mantiqiy umumlashtirish	Nazariy qarashlarni tizimlashtirish va xulosa chiqarish	Ilmiy xulosalar shakllantirish
Statistik tahlil	Ma’lumotlar asosida audit samaradorligini aniqlash	Amaliy natijalarni baholash
Ekspert baholash	Mutaxassis fikrlari asosida muammolarni aniqlash va takliflar ishlab chiqish	Taklif va tavsiyalar ishlab chiqish

Tadqiqotning axborot bazasini amaldagi normativ-huquqiy hujjatlar, ilmiy manbalar, shuningdek, xo‘jalik yurituvchi subyektlarning moliyaviy hisobotlari va auditorlik tekshiruvlari natijalari tashkil etdi. Mazkur metodologik yondashuv tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta’minlash va ilmiy xulosalarning amaliy ahamiyatini oshirish imkonini berdi.

TAXLIL VA NATIJALAR. O‘rganishlar shuni ko‘rsatdiki, pul oqimlari hisobotini audit qilish jarayonida bir qator kamchiliklar mavjud. Jumladan, pul oqimlarini faoliyat turlari bo‘yicha tasniflashda xatoliklar uchraydi, bu esa hisobotning tahliliy ahamiyatini pasaytiradi. Shuningdek, ayrim holatlarda auditorlar tomonidan yetarli darajada dalillar yig‘ilmasligi natijasida audit xulosalarining ishonchliligi susayadi. Ichki nazorat tizimining yetarli darajada shakllanmaganligi ham audit sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Yana bir muhim jihat shundaki, audit jarayonida zamonaviy axborot texnologiyalaridan foydalanish darajasi pastligicha qolmoqda. Bu esa katta hajmdagi ma’lumotlarni tezkor va samarali qayta ishlash imkoniyatini cheklaydi.

ISSN 3030-3907

XULOSA VA TAKLIFLAR. Olib borilgan tadqiqotlar asosida quyidagi ilmiy xulosalarga kelindi:

-pul oqimlari hisobotining ishonchliligi audit jarayonining mukammalligiga bog‘liq;

-auditda tizimli va riskga asoslangan yondashuv yetarli darajada qo‘llanilmayapti;

-raqamli texnologiyalarni joriy etish audit samaradorligini oshirishning muhim omilidir. Mazkur xulosalardan kelib chiqib, quyidagi takliflar ilgari suriladi:

1. Pul oqimlari hisobotini tuzish va audit qilishda xalqaro standartlarga moslashuv darajasini oshirish;
2. Audit jarayonini avtomatlashtirish va raqamli platformalardan foydalanishni kengaytirish;
3. Auditorlarning kasbiy kompetensiyasini muntazam rivojlantirish;
4. Korxonalarda samarali ichki nazorat tizimini shakllantirish;
5. Moliyaviy axborotlarning ochiqligi va shaffofligini ta’minlash mexanizmlarini kuchaytirish.

Shu o`rinda ta’kidlash mumkinki, pul oqimlari auditini takomillashtirish nafaqat moliyaviy hisobotlarning sifatini oshiradi, balki korxonalarning umumiy iqtisodiy samaradorligini ham mustahkamlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Rivojlanish tahlili onlayn ilmiy jurnali. – 2023. – T. 3. – № 1. – B. 276–283.
2. Van Horne J. C., Wachowicz J. M. (2005). Fundamentals of Financial Management. – New York: Prentice Hall.
3. Abduvakhidov Akmal Abdulazizovich, Kamilova Sanobar Mirdjamolovna (2022). Issues of banking system digitalization in Uzbekistan. World Bulletin of Management and Law, 11, 14–19.
4. Abdullaev A. J., Qayimova Z. A., Boltaev Sh. Sh. (2021). Pul va banklar. – Buxoro: “Durdona” nashriyoti.
5. Brealey R. A. va boshqalar (2018). Principles of Corporate Finance (12-nashr). – New York: McGraw-Hill Education.
6. Brigham E. F., Ehrhardt M. C. (2013). Financial Management: Theory & Practice. – Boston: Cengage Learning.
7. Case J. (1995). Open-Book Management: The Coming Business Revolution. – New York: Harper Business.
8. Keldiyorovich O. I., Sharof o‘g‘li R. S. (2023). Pul oqimlari to‘g‘risidagi hisobotlarni tuzishga qo‘yilgan talablar. Ta’lim va Management, № (soni ko‘rsatiladi), sahifalar (aniqlashtiriladi).

ISSN 3030-3907

9. Karimov I. A. (2015). Jahon moliyaviy-iqtisodiy inqirozi, O‘zbekiston sharoitida uni bartaraf etish yo‘llari va choralari. – Toshkent: O‘zbekiston.
10. Jo‘raev A. (2021). Tijorat banklarida risklarni boshqarish. Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar, № 4.
11. Yusupov M. (2022). Bank tizimini raqamlashtirishning zamonaviy tendensiyalari. Moliya va bank ishi, № 2.
12. Xolmatov Sh. (2021). Korporativ moliyada pul oqimlari tahlili. Iqtisodiy tadqiqotlar jurnali, № 3.
13. Toshkent davlat iqtisodiyot universiteti (2022). Moliyaviy fanlar bo‘yicha o‘quv qo‘llanma. – Toshkent.

ISSN 3030-3907

ALLIUM MOTOR O‘SIMLIGI TARKIBIDAGI APIGENIN-7-O-GLIKOZID FLAVONOIDINING *IN SILICO* TADQIQOTI

Pardaqulov A. A.
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
E-mail: abbospardaqulov534@gmail.com
Hayrullayeva Sh.A.
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
Raxmatova G.B.
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
Shokirov M
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
Maxkamov B.G‘.
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent

Annotatsiya. Ushbu ishda Allium motor o‘simligi tarkibida aniqlangan Apigenin-7-O-glucoside birikmasining biologik potensiali in silico usuli yordamida baholandi. PASS Online natijalarida, membrana bilan bog‘liq jarayonlarda faol bo‘lish ehtimoli yuqori ekanini ko‘rsatdi. Shu bilan birgalikda o‘tkazilgan molekulyar docking tadqiqotlari ligandning oqsil aktiv markazida barqaror joylashishini va yuqori affinitet bilan bog‘lanishini tasdiqladi; eng qulay holatda bog‘lanish energiyasi G=−9.8 kkal/mol ni tashkil etdi. DFT hisoblashlari HOMO va LUMO orbitallari orasidagi kichik energiya farqi orqali molekulaning reaktivligini asoslab berdi, ESP tahlili esa faol markazlar asosan kislorod atomlari atrofida joylashganini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Apigenin-7-O-glikozid, Allium motor, PASS Online, molekulyar docking, DFT, HOMO–LUMO, elektrostatik potensial.

Аннотация. В данной работе биологический потенциал соединения апигенин-7-О-глюкозида, выявленного в составе растения Allium motor, оценён методом in silico. Результаты PASS Online показали высокую вероятность активности, связанной с мембранными процессами. Проведённые молекулярно-докинговые исследования подтвердили устойчивое размещение лиганда в активном центре белка и его высокую аффинность; в наиболее благоприятной конформации энергия связывания составила G = −9.8 ккал/моль. Квантово-химические расчёты (DFT) выявили малый энергетический разрыв между орбиталями HOMO и LUMO, что указывает на повышенную реакционную способность молекулы, тогда как анализ ESP показал, что основные реакционноспособные центры локализованы преимущественно в области кислородных атомов.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Апигенин-7-О-глюкозид, Allium motor, PASS Online, молекулярный докинг, DFT, HOMO–LUMO, электростатический потенциал.

Abstract. In this study, the biological potential of apigenin-7-O-glucoside identified in *Allium motor* was evaluated using *in silico* approaches. PASS Online predictions indicated a high probability of activity related to membrane-associated processes. Molecular docking studies confirmed that the ligand stably binds within the protein active site with high affinity; in the most favorable conformation, the binding energy was **G = −9.8 kcal/mol**. Density functional theory (DFT) calculations revealed a small energy gap between the HOMO and LUMO orbitals, indicating notable molecular reactivity, while electrostatic potential (ESP) analysis showed that the main reactive regions are predominantly localized around oxygen atoms.

Keywords: Apigenin-7-O-glucoside, Allium motor, PASS Online, molecular docking, density functional theory (DFT), HOMO–LUMO, electrostatic potential

1.KIRISH.

Allium turkumiga mansub o‘simliklar biologik faol birikmalar manbai sifatida tibbiyot va farmatsevtika amaliyotida muhim o‘rin egallab kelmoqda. Ushbu turkum vakillari tarkibida oltingugurt saqlovchi birikmalar, xususan, flavonoidlar keng tarqalgan bo‘lib, ular yuqori darajadagi antioksidant, yallig‘lanishga qarshi, antimikrob hamda antitumor faolligi bilan tavsiflanadi. So‘nggi yillarda tabiiy flavonoidlarning molekulyar va hujayraviy darajadagi ta’sir mexanizmlarini chuqur o‘rganishga bo‘lgan ilmiy qiziqish sezilarli darajada ortib bormoqda, bu esa ularning samarali farmakologik vositalar sifatida qo‘llanish istiqbollarini yanada asoslashga xizmat qilmoqda[1-3].

Flavonoidlar sinfi vakillari orasida apigenin-7-O-glikozid alohida ilmiy qiziqish uyg‘otadi, u apigeninning glikozid hosilasi sifatida yuqori darajadagi biologik faollikka ega bo‘lgan tabiiy birikma hisoblanadi. Adabiyot ma’lumotlariga ko‘ra, apigenin va uning hosilalari kuchli antioksidant xususiyatga ega bo‘lib, lipid peroksidlanish jarayonlarini ingibirlash, hujayra membranasini barqarorlashtirish sifatida ta’sir ko‘rsatish qobiliyatiga ega [4-6].

An’anaviy eksperimental usullar bilan bir qatorda, hozirgi kunda biologik faol birikmalarni baholashda kompyuter modellash usullari, ya’ni *in silico* yondashuvlar keng qo‘llanilmoqda. Xususan, PASS Online dasturi yordamida moddalarning ehtimoliy biologik faollik baholash, molekulyar docking orqali ligand–retseptor o‘zaro ta’sirlarini baholash hamda zichlik funksional nazariyasi (DFT) asosida molekulaning elektron tuzilishini o‘rganish ilmiy tadqiqotlarda samarali vosita sifatida qaraladi. Ushbu usullar birgalikda qo‘llanilganda

ISSN 3030-3907

moddaning biologik faolligi, ta’sir mexanizmi haqida chuqur va tizimli ma’lumot olish imkonini beradi[7-9].

Allium motor o‘simligidan aniqlangan apigenin-7-O-glikozid flavonoidining biologik potensialini zamonaviy *in silico* usul asosida kompleks baholashdan iborat. Shu maqsadda apigenin-7-O-glikozidning biologik faolligi PASS Online orqali bashorat qilindi va shu bilan birgalikda molekulyar docking tadqiqotlari amalga oshirildi hamda DFT hisoblashlari yordamida uning elektron tuzilishi xususiyatlari tahlil qilindi. Ushbu yondashuv flavonoidlarning farmakologik ahamiyatini chuqurroq anglash hamda yangi biologik faol birikmalarni ilmiy asosda loyihalash uchun muhim nazariy asos yaratadi.

2. MATERIALLAR VA METODLAR. Mazkur tadqiqotda Allium motor o‘simligi ekstrakti tarkibida yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (YuSSX) yordamida identifikatsiya qilingan apigenin-7-O-glikozid birikmasining biologik xususiyatlari bosqichma-bosqich in silico yondashuv asosida kompleks ravishda o‘rganildi. Tadqiqot konseptual jihatdan uch asosiy bosqichni qamrab oldi: dastlab birikmaning ehtimoliy biologik faolligi prognoz qilindi, keyingi bosqichda ushbu faollikka mos keluvchi molekulyar darajadagi o‘zaro ta’sirlar, xususan, nishon biomakromolekulalar bilan bog‘lanish xususiyatlari tahlil qilindi, yakuniy bosqichda esa molekulaning elektron tuzilishi, kvant-kimyoviy parametrlari hamda reaktivlik ko‘rsatkichlari chuqur nazariy asosda baholandi.

2.1. Tadqiqot obyekti. Tadqiqot uchun asosiy obyekt sifatida *Allium motor* tarkibida aniqlangan apigenin-7-O-glikozid tanlab olindi. Ushbu flavonoid o‘z tuzilishida aromatik halqalar, gidroksil guruhlar hamda glikozid fragmentni tutgani sababli biologik faol birikmalar qatoriga kiradi. Molekulaning uch o‘lchamli modeli dastlab qurildi va keyingi hisoblashlar uchun energetik jihatdan maqbul holatga keltirildi.

2.2. Biologik faollikni PASS Online orqali baholash. Tadqiqotning birinchi bosqichida moddaning ehtimoliy biologik ta’siri PASS Online dasturi yordamida baholandi. Ushbu usul molekulaning tuzilishidan kelib chiqib, uning qaysi biologik faoliyatlarga ega bo‘lishi mumkinligini oldindan ko‘rsatib beradi. Natijalar **Pa** (faol bo‘lish ehtimoli) va **Pi** (faol bo‘lmaslik ehtimoli) ko‘rsatkichlari orqali ifodalanadi. Olingan natijalar ichida Pa qiymati yuqori bo‘lgan faoliyatlar alohida e’tiborga olindi. Xususan, apigenin-7-O-glikozid uchun “membrane permeability inhibitor” faoliyati juda yuqori ehtimollik bilan aniqlangani ushbu yo‘nalishni keyingi tadqiqotlar uchun asos sifatida tanlashga imkon berdi.

2.3. Molekulyar docking tadqiqotlari. PASS natijalariga asoslanib, membrana bilan bog‘liq funksiyaga ega bo‘lgan oqsil target tanlab olindi va uning uch o‘lchamli tuzilmasi 7C4S bazasidan olindi. Molekulyar docking tadqiqotlari

ISSN 3030-3907

CB-Dock2 platformasi yordamida bajarildi. Jarayon davomida oqsil strukturasidan ortiqcha komponentlar (masalan, suv molekulalari) olib tashlandi, zarur vodorod atomlari qo‘shildi va tizim docking uchun tayyorlandi. Ligand sifatida optimallashtirilgan apigenin-7-O-glikozid ishlatildi. Platforma tomonidan avtomatik aniqlangan aktiv markazlarda docking amalga oshirilib, natijalar bog‘lanish energiyasi va o‘zaro ta’sir xarakteriga ko‘ra tahlil qilindi. Ayniqsa, vodorod bog‘lari va gidrofob bog‘lar ligand–retseptor o‘zaro ta’sirining barqarorligini baholashda muhim mezon sifatida qaraldi.

2.4. Kvant-kimyoviy hisoblashlar. Bu ishningg yakuniy bosqichida molekulaning elektron xususiyatlarini aniqlash maqsadida DFT hisoblashlar amalga oshirildi. Hisoblashlar Gaussian 09 dasturida B3LYP funksionali va 6-31G(d,p) bazis to‘plami asosida bajarildi. Dastlab molekulaning geometriyasi to‘liq optimallashtirildi, shundan so‘ng uning elektron tuzilishiga oid asosiy parametrlar aniqlanib tahlil qilindi. Jumladan, HOMO va LUMO orbitallari, ular orasidagi energiya farqi, elektrostatik potensial (ESP) taqsimoti, bog‘ uzunliklari hamda atom zaryadlari hisoblandi. Ushbu parametrlar molekulaning qaysi qismi faol ekanini, elektron beruvchi yoki qabul qiluvchi xususiyatlarini hamda biologik faollik bilan bog‘liq markazlarini aniqlash imkonini berdi.

3. NATIJALAR TAHLILI. Apigenin-7-O-glikozid moddasi ustida olib borilgan PASS Online, molekulyar docking va DFT hisoblashlari natijalari izchil ravishda ko‘rib chiqildi. Olingan ma’lumotlar nafaqat alohida tahlil qilinadi, balki ular o‘zaro bog‘liqlikda yoritilib, moddaning biologik xususiyatlari va ehtimoliy ta’sir mexanizmlari bilan izohlanadi. PASS Online tahlilida Apigenin-7-O-glikozid moddasi uchun PASS Online natijalari uning yuqori darajadagi biologik faollikka ega ekanini ko‘rsatdi. Deyarli barcha aniqlangan faoliyatlar uchun Pa qiymatlari 0.90 dan yuqori, Pi esa juda past bo‘lib, bu natijalarning ishonchliligini tasdiqlaydi (1-jadval)

1-jadval

P_a	Pi	Activity
0,983	0,001	Membrane integrity agonist
0,980	0,001	Monophenol monooxygenase inhibitor
0,976	0,001	Hemostatic
0,974	**0,001**	**Membrane permeability inhibitor**
0,971	0,001	Cardioprotectant
0,969	0,001	Vasoprotector

ISSN 3030-3907

0,954	0,002	Anaphylatoxin receptor antagonist
0,949	0,001	Free radical scavenger

Eng e’tiborga molik jihati shundaki — moddaning membrana bilan bog‘liq faoliyati. Xususan, membrane integrity agonist (Pa = 0.983) va membrane permeability inhibitor (Pa = 0.974) natijalari uning hujayra membranasini barqarorlashtirishi va modda almashinuvini tartibga solishi mumkinligini ko‘rsatadi.Bundan tashqari, monophenol monooxygenase inhibitor, free radical scavenger va lipid peroxidase inhibitor kabi natijalar moddaning kuchli antioksidant xususiyatga ega ekanini bildiradi. Shuningdek, cardioprotectant, vasoprotector va anticarcinogenic faoliyatlar aniqlanishi apigenin-7-O-glikozidning yurak-qon tomir va saraton bilan bog‘liq jarayonlarda ham istiqbolli ekanini ko‘rsatadi.Umuman olganda, PASS natijalari ushbu flavonoidning ko‘p yo‘nalishli biologik potensialga ega ekanini ko‘rsatib, ayniqsa membrana bilan bog‘liq mexanizmlarni chuqurroq o‘rganish zarurligini asoslaydi.

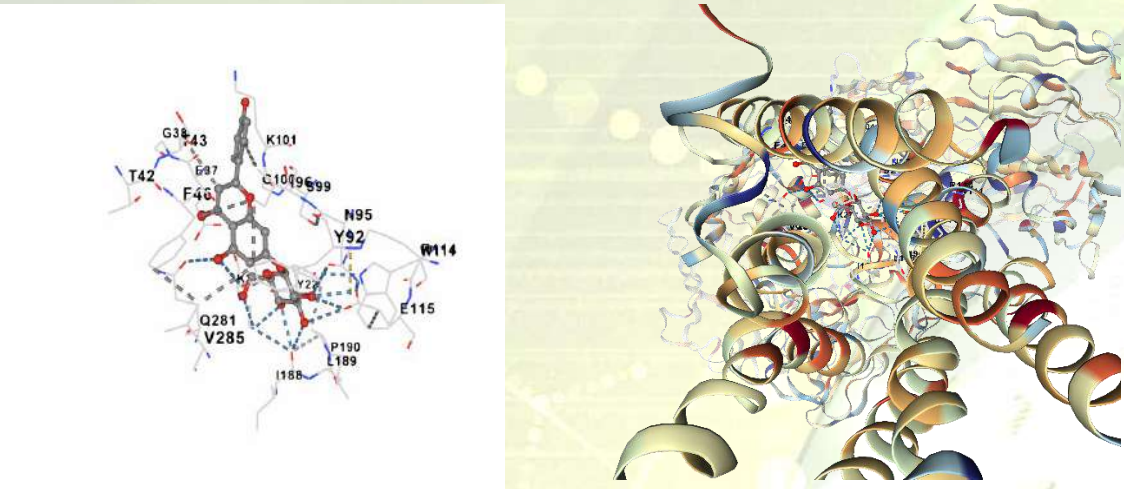
Molekulyar docking natijalari tahlili Apigenin-7-O-glucoside moddasining molekulyar docking natijalari tanlangan target oqsil bilan barqaror bog‘lanish hosil qilish qobiliyatiga ega ekanini ko‘rsatdi. Eng yaxshi natija C1 pozitsiya uchun kuzatilib, bog‘lanish energiyasi −9.8 kcal/mol ni tashkil etdi. Bu qiymat ligand–retseptor o‘zaro ta’sirining yuqori affinitetga ega ekanini bildiradi (2-jadval).

2-jadval

Apigenin-7-O-glikozidning molekulyar docking natijalari: turli pozitsiyalarda bog‘lanish energiyasi va koordinatalari

C1	-9.8	3716	3, 50, 21	24, 35, 34
C4	-8.9	2341	-10, -26, 28	24, 24, 24
C2	-8.5	3569	35, 17, 30	24, 35, 24
C5	-8.3	2279	10, 33, 28	24, 24, 24
C3	-8.1	2510	8, -1, 27	35, 24, 24

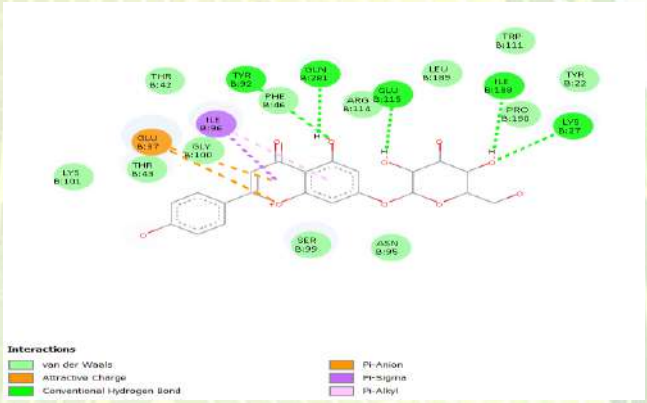
ISSN 3030-3907



2-rasm. Apigenin-7-O-glikozidning molekulyar docking natijalari: ligandning aktiv markazda joylashuvi 3D ko‘rinishi

Shuningdek, boshqa pozitsiyalar (C4, C2, C5 va C3) uchun ham energiya qiymatlari (ΔG =−8.1 dan −8.9) kcal/mol oralig‘ida bo‘lib, bu ham molekulaning oqsil aktiv markaziga yaxshi moslashishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, C2 va C4 konfiguratsiyalarda kuzatilgan natijalar dockingning barqarorligini tasdiqlaydi.

Olingan natijalar apigenin-7-O-glikozid molekulasining tanlangan oqsil bilan kuchli va barqaror bog‘lanishini ko‘rsatadi. Eng past energiya qiymatining (ΔG =−9.8 kcal/mol) aniqlanishi moddaning biologik faol targetlarga nisbatan yuqori affinitetga ega ekanini bildiradi. (2-ram) Ushbu natijalar PASS Online orqali aniqlangan biologik faollik bilan mos kelib, molekulaning amaliy jihatdan istiqbolli bioaktiv birikma ekanini tasdiqlaydi.



3-rasm. Ligand–retseptor o‘zaro ta’sirining 2D ko‘rinishi

Apigenin-7-O-glucoside molekulasining docking natijalari asosida olingan 2D interaction diagrammasi uning oqsil aktiv markazida qanday joylashganini va qaysi aminokislotalar bilan o‘zaro ta’sirga kirishayotganini aniq ko‘rsatadi (3-rasm).

Tahlil natijalariga ko‘ra, ligand bir nechta muhim vodorod bog‘lari hosil qilgan. Xususan, GLN (B:281), GLU (B:115), ILE (B:188) va LYS (B:27) qoldiqlari bilan hosil bo‘lgan vodorod bog‘lari kompleksning barqarorligini

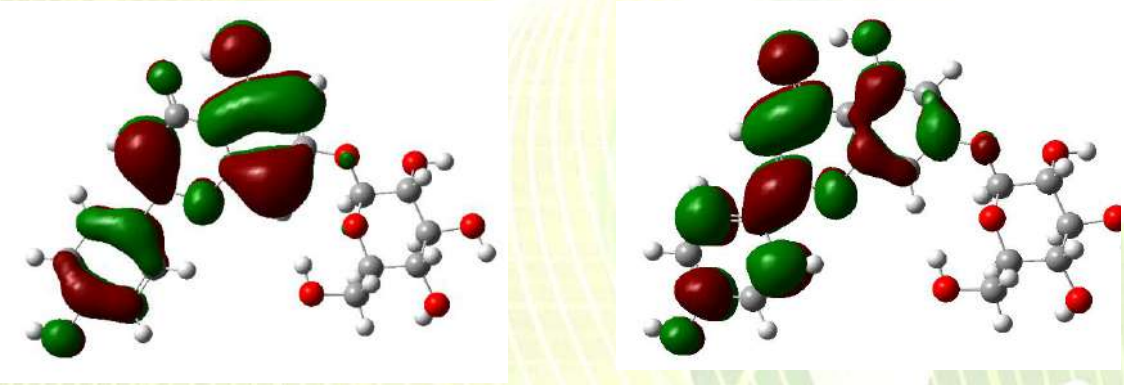
ISSN 3030-3907

ta’minlovchi asosiy omillardan hisoblanadi. Ushbu bog‘lar ligandning aktiv markazda mustahkam ushlanib turishiga yordam beradi.

Shuningdek, ko‘plab aminokislotalar (THR, PHE, ARG, LEU, PRO, TYR va boshqalar) bilan van der Waals o‘zaro ta’sirlari aniqlangan bo‘lib, ular kompleksni qo‘shimcha ravishda barqarorlashtiradi.

Tahlil natijalari apigenin-7-O-glikozid molekulasi oqsil aktiv markazida ko‘p turdagi o‘zaro ta’sirlar orqali mustahkam joylashishini ko‘rsatadi. Ayniqsa, vodorod bog‘lari va π-o‘zaro ta’sirlarning mavjudligi uning yuqori bog‘lanish affinitetini tushuntiradi. Bu natijalar dockingda olingan past energiya qiymatlari bilan mos kelib, moddaning biologik faol targetlarga nisbatan yuqori samaradorlikka ega ekanini tasdiqlaydi.

HOMO–LUMO orbitallari va elektron tuzilish tahlili. Apigenin-7-O-glucoside molekulasining elektron xususiyatlari DFT hisoblashlar asosida baholandi. HOMO va LUMO orbitallarining taqsimoti molekulaning qayerda “faolroq” ekanini aniq ko‘rsatib beradi (4-rasm).



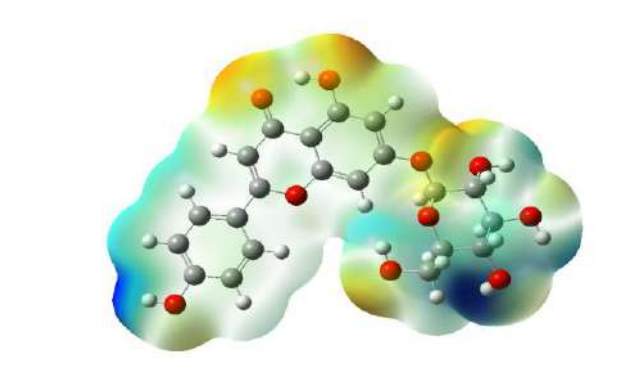
HOMO LUMO

4-rasm. Apigenin-7-O-glucoside molekulasining HOMO va LUMO orbitallarining 3 D ko‘rinishi

HOMO orbitalida elektron zichlik asosan aromatik halqa va kislorod atomlari atrofida jamlangan. Bu joylar molekulaning elektron berishga moyil qismlari bo‘lib, aynan shu hududlar orqali u boshqa molekulalar bilan o‘zaro ta’sirga kirishadi. Bu holat flavonoidlarga xos bo‘lib, ularning antioksidant xususiyatini tushuntiradi. LUMO orbitalida esa aksincha, elektron qabul qiluvchi hududlar ko‘rinadi. Elektron zichlik kislorodga boy fragmentlarda va ayrim kon’yugatsiyalangan qismlarda joylashgan bo‘lib, bu molekulaning tashqi elektronlarni qabul qilish qobiliyatiga ega ekanini bildiradi. Hisoblash natijalariga ko‘ra HOMO va LUMO energiyalari mos ravishda **−0.22589 a.u.** va **−0.07596 a.u.** ni tashkil etdi. Ular orasidagi farq (ΔE) **0.14993 a.u.** bo‘lib, bu nisbatan kichik qiymat hisoblanadi. Bu esa molekulaning reaktivligi yuqori ekanini va elektron almashinuvi jarayonlarida oson ishtirok etishini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, HOMO va LUMO natijalari apigenin-7-O-glikozidning elektron donor va akseptor xususiyatlari yaxshi rivojlanganini ko‘rsatadi. Bu esa uning PASS tahlilida aniqlangan biologik faolliklari, ayniqsa antioksidant va membrana bilan bog‘liq ta’sirlari bilan mos keladi.



5-rasm. Apigenin-7-O-glikozid molekulasining elektrostatik potensial (ESP) xaritasi

Elektrostatik potensial tahlili. Apigenin-7-O-glucoside molekulasining elektrostatik potensial (ESP) xaritasi undagi zaryadlarning fazoviy taqsimotini aniq ko‘rsatadi va qaysi hududlar reaksiyaga kirishishga moyil ekanini tushunishga yordam beradi(5-rasm).

ESP tahliliga ko‘ra, apigenin-7-O-glikozid molekulasida manfiy potensial hududlar asosan kislorod atomlari atrofida to‘planib, elektronlarga boy nukleofil markazlar sifatida namoyon bo‘ladi. Musbat potensial zonalar esa vodorod atomlari yaqinida joylashib, elektrofil xususiyat kasb etadi. Neytral hududlar molekulaning nisbatan barqaror qismlarini ifodalaydi. Umuman olganda, zaryadlarning notekis taqsimlanishi molekulaning polar tabiatga ega ekanini ko‘rsatadi. ESP natijalari HOMO–LUMO tahlili bilan mos ravishda, reaktiv markazlarning asosan kislorod atomlari bilan bog‘liqligini hamda molekulaning donor–akseptor xususiyatlari uning biologik faolligida muhim rol o‘ynashini tasdiqlaydi.

XULOSA.

Mazkur tadqiqot natijalari Allium motor o‘simligidan ajratib olingan apigenin-7-O-glikozid birikmasining yuqori biologik potensialga ega ekanini in silico yondashuvlar asosida kompleks tarzda tasdiqladi. PASS Online prognozlari ushbu flavonoidning ayniqsa hujayra membranasi bilan bog‘liq jarayonlarni modulyatsiya qilishda, xususan membrana barqarorligini ta’minlash va o‘tkazuvchanlikni tartibga solishda muhim rol o‘ynashi mumkinligini ko‘rsatdi. Molekulyar docking natijalari ligand–retseptor o‘zaro ta’sirlarining yuqori affinitet va barqarorlik bilan kechishini, ya’ni past bog‘lanish energiyasi hamda ko‘p sonli vodorod bog‘lari va π-o‘zaro ta’sirlar mavjudligini aniqlab, prognoz qilingan

ISSN 3030-3907

biologik faollikni molekulyar darajada asoslab berdi. DFT hisoblashlari orqali molekulaning elektron tuzilishi, xususan HOMO–LUMO orbitallari orasidagi kichik energiya tafovuti uning yuqori reaktivligi va rivojlangan donor–akseptor xususiyatlarini namoyon etdi, ESP tahlili esa asosiy reaktiv markazlarning kislorod atomlari bilan bog‘liqligini ko‘rsatdi. Umuman olganda, olingan natijalar bir-birini to‘ldirib, apigenin-7-O-glikozidni ko‘p yo‘nalishli biologik faollikka ega, ayniqsa membrana bilan bog‘liq jarayonlarni samarali modulyatsiya qiluvchi istiqbolli tabiiy birikma sifatida tavsiflaydi. Ushbu xulosalar flavonoidlar asosida yangi farmakologik vositalarni ishlab chiqishda muhim nazariy asos bo‘lib xizmat qilishi hamda keyingi eksperimental tadqiqotlar bilan tasdiqlanishi zarurligini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Griffiths, G., Trueman, L., Crowther, T., Thomas, B., & Smith, B. (2002). Onions—a global benefit to health. Phytotherapy Research: An International Journal Devoted to Pharmacological and Toxicological Evaluation of Natural Product Derivatives, 16(7), 603-615.
2. Lanzotti, V. (2006). The analysis of onion and garlic. Journal of chromatography A, 1112(1-2), 3-22.
3. Bhat, R. (2020). Bioactive compounds of Allium species. In Bioactive Compounds in Underutilized Vegetables and Legumes (pp. 1-20). Cham: Springer International Publishing.
4. Salehi, B., Venditti, A., Sharifi-Rad, M., Kręgiel, D., Sharifi-Rad, J., Durazzo, A., ... & Martins, N. (2019). The therapeutic potential of apigenin. International journal of molecular sciences, 20(6), 1305.
5. Kashyap, P., Shikha, D., Thakur, M., & Aneja, A. (2022). Functionality of apigenin as a potent antioxidant with emphasis on bioavailability, metabolism, action mechanism and in vitro and in vivo studies: A review. Journal of food biochemistry, 46(4), e13950.
6. Imran, M., Aslam Gondal, T., Atif, M., Shahbaz, M., Batool Qaisarani, T., Hanif Mughal, M., ... & Sharifi-Rad, J. (2020). Apigenin as an anticancer agent. Phytotherapy Research, 34(8), 1812-1828.
7. Lagunin, A., Stepanchikova, A., Filimonov, D., & Poroikov, V. (2000). PASS: prediction of activity spectra for biologically active substances. Bioinformatics, 16(8), 747-748.
8. Blanchard, P., & Brüning, E. (2015). Density functional theory of atoms and molecules. In Mathematical methods in physics: distributions, Hilbert space operators, variational methods, and applications in quantum physics (pp. 563-573). Cham: Springer International Publishing.

ISSN 3030-3907

9. Rather, M. A., Rasool, S., Khursheed, A., Ahmed, S. S., Bashir, F., Shalla, A. H., ... & Dangroo, N. A. (2025). Decoding the Therapeutic Potential of Apigenin as a Nonpeptide PD-1/PD-L1 Immune Checkpoint Inhibitor in Breast Cancer: An Integrated, Multimethod Study Using Network Pharmacology, Bioinformatics, Molecular Docking, and Dynamics Simulations. Journal of Chemistry, 2025(1), 5133015.

ISSN 3030-3907