ISNN 3030-3907

2025/10
VOLUME 1

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

ISSUE/10 VOLUME 1

ISSN 3030 -3907

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

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

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Siddiqova Sadoqat G‘afforovna
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.
Zoyirov Erkin Xalilovich
Buxoro davlat texnika universiteti, DSc, professor
Gaffarov Feruz Hasanovich
Puchon Universiteti, *professor*
Ruziyev Davron Yuldashevich
Buxoro Davlat Universiteti, professor
Muradova Firuza Rashidovna
Buxoro davlat texnika universiteti, professor.
Yunusova Gulandon Samiyevna
Buxoro davlat texnika universiteti, professor.
To‘xtayeva Zebo Sharifovna
Buxoro davlat texnika universiteti, professor.
Navro‘zova Gulchixra Nigmatovna
Buxoro davlat texnika universiteti, dotsent.
Uzoqova Laylo Polvonovna
Buxoro 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

MUNDARIJA

1	Механизм, каталитические процессы и практическое применение реакций алкилированиявторичных аминов *Гафуров Абдулазизбек Садирдин ўгли* *Виноградова Валентина Ивановна*	9
2	Malein kislota monoamidlari asosida samarali murakkab efirlar sintezi *Turayeva Xurshida Kamalbayevna*	15
3	Aralashma tarkibidagi tabiiy va kimyoviy tolalarning sanoatdagi o‘rni. *O.O.Rajapov* *U.Nurjanov*	23
4	Tibbiy tasvirlarni siqish algoritmlarining qiyosiy tahlili va sun’iy intellekt asosidagi yondashuvlar *Pirnazarova A.B.* *Bekmurodov U.B.*	29
5	A practical research of the use of push/pull mode in the radio transmitters with a carrier frequency to control of objects *Odinakhon Rayimdjanova* *Usmonali Iskandarov* *Nuriddin Iskandarov*	41
6	Нефть ва газни қазиб чиқариш хусусиятлари ва Уларнинг технологиялари *Азизова Дилиром Ғайратовна*	50
7	Алюминосиликатли катализаторларни олефинларнинг гидроизомеризациясига таъсирини тадқиқот қилиш *Сафаров.Б.Ж*	54
8	Оптимизация экскаваторно-транспортного комплекса в условиях глубоких карьеров *Косимов Мухиддин Одилович* *Каримов Жахонгир Абдусамат угли* *Каримова Замира Турдимурод кизи*	59
9	Vulkanlangan rezina chiqindilaridan olingan uglerodli materiallarning iq-spektroskopik tahlili va ularning kauchuk kompozitsiyalarida qo‘llanilishi *Jo‘rayev Shohrux To‘lqinovich* *Baxranova Nafosat Salohiddin qizi* *Mo‘minova Dilnoza Rauf qizi*	69
10	Obodonlashtirish ishlarida ishlaydigan ayollar uchun maxsus kiyimning ijtimoiy ahamiyati *Abdullayeva Gulchexra Shuxratovna*	78
11	Biokimyo fanini innovatsion texnologiyalar asosida tashkil etish *Saidov Olimjon Amon o‘g‘li*	83
12	Temir(ii) sulfat – natriy glutaminat-suv uchlamchi sistemasini 25^{o}c dagi izotermik eruvchanligini o‘rganish *Ernazarov Komil Anorboy o`g`li* *Aliyev Tog`aymurot Baratovich* *Begmanov Safar Nurmamatovic*	89
13	Paxta xom ashyosini qayta ishlash jarayonini boshqarish muammosining hozirgi holati *Murodullayev Doston Muzaffar o‘g‘li* *Ulug‘murodov Elshod Abdusalim o‘g‘li*	97
14	Physical parameters of an infinite homogeneous medium (uo_2 + h_2o, d_2o, c) *Bozorboev Shodlik G‘ayrat o‘g‘li*	101
15	Fe(2+) va fe(3+) ionlarining asparagin va dikarbon kislotalari bilan geteroligandli kompleks birikmalarini sintezi va tadqiqoti Zayniddinova Gulchehra Shokirjonovna *Aliyev Tog`aymurot Baratovich* *Husenov Qaxramon Shayimovich*	107
16	Исследование химические механизмы основных реакций окисления нефтяных остатков	123

ISSN 3030-3907

	Махмудов Мухтор Жамолович *Салойдинов Азиз Авазович* *Очилов Азизбек Улугбек угли*	
17	Avtomobil benzinlariga metanolning fizik xossalariga ta'sirini atr-ft-ir spektroskopiyasida tadqiq qilish *Maxmudov Muxtor Jamolovich* *Saloydinov Aziz Avazovich* *To'xtayev Saloxiddin Fazliddinovich* *Choriyev Mehrobjon Niyozovich*	129
18	Получение термостойких полимерных материалов на основе вторичного полиэтилена *Сафарова Матлуба Алимкуловна.* *Маматова Шахноза Бердикобиловна* *Курбанов Мингникул Джумагулович* *Хайитова Дилором Кахрамон кизи*	140
19	Natriy metasilikat va paradixlorbenzol reaksiyasida unum va polimerlanish darajasiga ta'sir etuvchi omillar *Eshmurodov Xurshid Esanberdievich* *Djalilov Abdulakhat Turapovich* *To'raev Xayit Xudaynazarovich* *Ikramov Shohimardon Sayfidinovich* *Xodjayev Akbarali Akhmedovich*	146
20	Un va un mahsulotlaridagi og'ir metallar miqdori va ularning tahlili *Asrorova Zuxra Sarvar qizi* *Yaxshiyeva Zuxra Ziyatovna*	151
21	Delphinium turkumi o'simliklaridan ajratib olingan C_{18}-bisnorditerpen alkaloidlar va ularning sinflanishi Axunova Xilola Ibroximovna	157
22	Lazer fizikasi bo'limini interfaol metodlar asosida o'qitish metodikasi *M.R.Turdiyev*	164
23	Aralash koagulyantlarining oqova suv tarkibidagi muallaq zarrachalar miqdori va rangdorlikni kamaytirish samaradorligini baholash *Shirinov G'ayratjon Qodirjonovich* *Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich*	169
24	Methodological approaches to teaching specialized subjects in higher education *Rasulova munojat*	179
25	Enhancing engineering education through innovative learning approaches *Diyora madaminova*	184
26	Synthesis of co and ni-doped tio_2 for enhanced functional properties: a sol-gel approach *Musaev Kh.B.* *Jumaeva M.E.* *Baglov A.V.* *Khoroshko L.S.*	191
27	Sanoat chiqindilari asosidagi metallarni qayta ishlash sanoati: jarayonlar va mehnat xavfsizligi Shamsiyeva Nasiba Fayzilloyevna *Raximov Firuz Fazliddinovich*	198
28	Adgezion kompozitsion plyonkali qoplamalarning olinishi va xossalari *Sattorova Gulnoza Tuymurodovna* *Shoyimov Shoxruh Shuxratovich* *Xo'jaqulov Kamoliddin Ramazanovich*	205
29	Mahalliy xom ashyolar asosida olingan stearin kislotaning tuzlarini fizik-kimyoviy xossalarini tadqiq qilish. *Voxidov Erkin Aliyevich.* *Zoyirova Sarvinoz Xayrulloyevna*	212
30	Polietilentereftalat ishlab chiqarish jarayoniga karboksil sonining ta'siri *Haydarov Axtam Amonovich*	219

ISSN 3030-3907

	Rayimov Zuhriddin Xayriddin o'gli *Azimov Tolib To'lqinovich*	
31	Mahalliy xomashyolar asosida olingan qurilish gidrogelining iq-spektri tahlili *Samariddinov Jasur Toxirovich* *To'rayev Xayit Xudoynazarovich* *Xolnazarov Baxodir Azamovich* *Eshmurodov Xurshid Esanovich*	225
32	Научно-инновационные подходы и пути решения современных проблем охраны труда *Бабаев Ш Р.*	230
33	Инновационные подходы к развитию системы охраны труда *Бабаев Ш Р.*	237
34	To'lg'azma tannarhini kamaytirish uchu boyitish fabrikalari chiqindilaridan foydalanish *Xasanov Obid Abdullayevich* *Berdiyeva Dilrabo Xasanovna*	244
35	Low-pressure plasma regeneration of coked ca-zeolite Mamanazarov Murodali Mamadali o'g'li *Azimov Lazizbek Azamat o'g'li* *Saparov Sanjarbek Yusupboyevich* *Razzokov Jamoliddin Inotullayevich*	251
36	The territories of the karakalpaks in the xviith–early xixth centuries *Jumaniyazova Feruza Makhsetbay kizi*	259
37	Uchuvchisiz uchish apparatlari ma'lumotlari asosida o'rmon ekotizimlarida daraxtlarni segmentatsiyalash *Boboqulov Abbos Dilshod o'g'li* *To'xtasinov Adxamjon Ilxomjon o'g'li*	264
38	Технологии очистки сточных вод с целью повторного их использования в процессе получения хлопковой целлюлозы *Р.Сайфутдинов* *Э.А.Эганбердиев* *К.Д. Мирсаидова*	279
39	Ta'lim jarayonlarini sun'iy intellekt asosida monitoring qilish mexanizmlari *Boynazarov Otabek Murot o'g'li*	286
40	Chunag'ar gazkondensat konining geologik-geofizik ma'lumotlari asosida uch o'lchamli geologik modelini yaratish *Muhammadiyev Hamidullo Murodillayevich* *Choriyev Bobur Burxonov*	295
41	Zamonaviy kimyo darslarida inovatsion ta'lim texnologiyalari *Sodiqov Behzod Baxriddin o'g'li*	303
42	Biopolimerlar texnologiyasining amaliy asoslari *Rasulova Yulduz Zikrulloyevna*	308
43	Development of a discrete model for mass transfer processes in distillation units using model predictive control Muhitdinov Djalolitdin Pahritdinovich *Sultanov Ildar Rafkatovich*	312
44	Применение поликристаллов в солнечной электронике *Холиков Алимардон Султанович*	317
45	Ingliz tilida gapirish va tinglash ko'nikmalarining lingvodidaktik mohiyati va ularning integratsiyasi *Begimkulova Xusnida Alisher qizi*	324
46	Risk menejmentda xatarlarni baholash va boshqarish usullari tahlili *Islamova Dildora Sultanovna*	332
47	Реактив қувватни автоматик ростлашда қўлланиладиган кучланиш релеларини ишлаб чиқишнинг долзарблилиги *Ниматов Камолиддин Бахриддинович*	341

ISSN 3030-3907

48	Особенности минерального и химического состава руд сары–чекинского месторождения и их значение для технологии обогащения *Самадов Алишер Усманович* *Абдусамиева Лобархон Нумонжон қизи*	350
49	Elektromobil massasiga mos ravishda invertorning boshqaruv signallarini ishlab chiqish asosida samaradorlikni oshirish Karimjonov Dilyorbek Doniyorbek o‘g‘li	356
50	Kompyuter modellashtirish asosida karer nishab kanatli ko‘taruvchilardan foydalanishning samarali shartlarini asoslash *Xasanova Nodirabegim Baxshullo qizi,* *Atakulov Laziz Ne’matovich* *Ismatov Adxamjon Alibek o‘g‘li*	366
51	Xspe va ed-20 smolasidan olingan interpolimerlarni termik oksidlanish destruksiyasi tahlili *To‘rasunnat Shomansurxon Karomatxo‘ja o‘g‘li* *Karimov Oybek Tirkavovich*	373
52	Kon mashinalari radiator qurilmasi gidravlik tizimini sovutishning zamonaviy texnik yechimi *Turanov Eldor Zafar o‘g‘li* *Zoxidov Odil Umirzokovich* *Ismatov Adxamjon Alibek o‘g‘li* *Xudoyberdiyev Lochin Nekovich.*	378
53	Определение показателей качества воды, используемой в фармацевтическом анализе лекарственного растительного сырья *Хасанова Гулбахор Рахматуллаевна* *Маллаева Мавжуда Махрамовна* *Амангелдиева Севинч Давлатова* *Зайниддинова Мохина Саиджоновна*	384
54	Jun tolalardagi keratinga kimyoviy reagentlarning ta’siri *Hamrayeva Feruza Shermamat qizi* *Aliyev Tog`aymurot Baratovich* *Rahimova Feruza Muzaffarovna* *Fayzullayeva Feruza Ilxomjonovna*	390
55	Sun’iy intellekt asosida metall-kompozit podshipnik materiallarining tarkibi va xossalarini bashoratlash tizimini ishlab chiqish *Baymirzayev Akbarjon Rustamjon o‘g‘li*	397
56	Structural features and morphological analysis of carbon-containing materials obtained by pyrolysis of worn-out automobile tires *Juraev Shokhrukh Tulkinovich* *Baxranova Nafosat Salohiddin qizi* *Muminova Dilnoza Rauf qizi*	401
57	Intensification of mass transfer in the gas-liquid medium of a vortex apparatus *Akhmatov Abdumalik Abduvakhob ugli*	409
58	Огнеупорные кирпичи для высокотемпературных печей, виды и область применения *Эргашев Махмуджон Мамаджанович*	418
59	Classification of factors affecting the financial activities of insurance organizations. *Sodiq Soliyevich Ahmadjonov*	426
60	The importance of the labor market in the digital economy *Sodiq Soliyevich Ahmadjonov*	430

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

МЕХАНИЗМ, КАТАЛИТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ И ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ РЕАКЦИЙ АЛКИЛИРОВАНИЯ ВТОРИЧНЫХ АМИНОВ

Гафуров Абдулазизбек Садирдин ўғли

Институт химии растительных веществ Академии наук Республики Узбекистан Аспирант

Виноградова Валентина Ивановна

Институт химии растительных веществ Академия наук Республики Узбекистан Кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические основы, механизм, вопросы селективности и современные каталитические подходы к реакции алкилирования вторичных аминов (N-алкилирование) спиртами, альдегидами и кетонами, а также N-алкилирование амидами и алкилирование циклических аминов. Рассматривается применение новых катализаторов, включая такие металлы, как Co(II), Ir, Pd, Mn, Ni и Zr.

Ключевые слова: вторичный амин; N-алкилирование; восстановительное алкилирование; реакции непрерывного потока; селективность; катализ; циклические амины; алкилирование амидов.

Abstract: This article examines the theoretical foundations, mechanism, selectivity issues, and modern catalytic approaches to the alkylation of secondary amines (N-alkylation) with alcohols, aldehydes, and ketones, as well as N-alkylation with amides and alkylation of cyclic amines. The application of new catalysts, including metals such as Co(II), Ir, Pd, Mn, Ni, and Zr, is discussed.

Keywords: secondary amine; N-alkylation; reductive alkylation; continuous flow reactions; selectivity; catalysis; cyclic amines; amide alkylation.

Annotatsiya: Ushbu maqolada ikkilamchi aminlarni spirtlar, aldegidlar va ketonlar bilan alkillashning (N-alkillanish) nazariy asoslari, mexanizmi, selektivlik masalalari va zamonaviy katalitik yondashuvlari, shuningdek, amidlar bilan N-alkillanish va siklik aminlarning alkillanishi ko‘rib chiqiladi. Yangi katalizatorlarni, jumladan Co(II), Ir, Pd, Mn, Ni va Zr kabi metallarni qo‘llash masalalari muhokama qilinadi.

Kalit so‘zlar: ikkilamchi amin; N-alkillanish; qaytaruvchi alkillanish; doimiy oqim reaktsiyalari; selektivlik; kataliz; siklik aminlar; amid alkilatsiyasi.

Введение.

N-алкилирование аминов является одним из важнейших превращений в органическом синтезе и широко используется от простых лабораторных стадий до промышленных процессов. При взаимодействии вторичных аминов (R_2NH) с электрофильными алкильными реагентами образуются третичные амины (R_3N) или четвертичные аммониевые соли (R_4N^+).

ISSN 3030-3907

Традиционно использовалось алкилирование по S_{N2}-пути с алкилгалогенидами, но в последние годы быстро развиваются методы электронно-акцепторного водорода (ВН).

Типы и пути реакций. *Простое алкилирование (с алкилгалогенидами, сульфатами, тозилатами).* Одним из наиболее распространённых методов алкилирования является реакция вторичных аминов с алкилгалогенидами. Этот процесс обычно проводят в присутствии сильных оснований (NaOH, K_2CO_3).

$$R_2NH + R'–X \rightarrow R_2R'\text{-}N + HX$$

Восстановительное алкилирование. Вторичный амин конденсируется с альдегидом или кетоном с образованием промежуточного продукта иминий-иона. Обычный имин ($R_2C=NR$) не образуется, поскольку атом азота уже дизамещен.

$$R_2NH + R'COR'' \rightarrow [R_2N^+=CHR''] \text{ (иминий-ион)}$$

Далее иминий-ион восстанавливается (H_2/Pd, HCOOH, $NaBH_3CN$, $NaBH_4$, силаном, бораном и т. д.) с образованием третичного амина. Этот процесс протекает в мягких условиях и с высокой селективностью.

$$[R_2N^+=CHR''] + [H] \rightarrow R_2N\text{-}CHR''$$

Восстановительное алкилирование с помощью Ir-катализа (Pd, Pt, Ru, Rh). Сложные эфиры напрямую реагируют со вторичными аминами, образуя сначала промежуточный амид. Сложный эфир → Ir-катализ → образуется альдегид, который немедленно превращается в иминий с вторичным амином, который при восстановлении дает третичный амин. Этот метод позволяет проводить тандемное аминирование-алкилирование в одну стадию с широкой толерантностью к функциональным группам (NO_2, галоген, CN, алкен и т. д.).

Прямое N-алкилирование спиртов через заимствование водорода (ВН). Комплексы Co(II), Mn, Ir, Ru, Ni и Pd, а также платформы MOF и цеолиты катализируют реакции ВН: 1) дегидротацию спиртов и карбонильных групп; 2) конденсацию с R_2NH [1,4,5,7,8].

$$RCH_2OH + R_2NH \rightarrow RCH_2–NR_2 + H_2O$$

Алкилирование амидов. Амиды являются слабыми нуклеофилами. Поэтому для таких реакций требуются активирующие катализаторы (например, комплексы 3d-металлов) или сильные щелочи [9].

$$R–C(=O)–NH_2 + B^- \rightarrow R–C(=O)–NH^- + BH \text{ (катализатор: Ni, Cu, Co)}$$

Алкилирование циклических аминов. Циклические вторичные амины, такие как пиперидин и пирролидин, эффективно алкилируются спиртами, алкилгалогенидами и активированными олефинами; в условиях ВН циклические субстраты демонстрируют высокую селективность.

ISSN 3030-3907

1. Заимствование водорода (алкилирование через спирт)
   пиперидин + этанол → N-этилпиперидин
2. Механизм S_{N2} (через алкилгалогенид)
   пиперидин + метилиодид → N-метилпиперидин
3. Присоединение по Михаэлю (через активированный олефин)
   пиперидин + акрилонитрил → N-(2-цианоэтил)пиперидин

Механизмы и стадии реакции.

Нуклеофильная атака электрофильного центра атома азота R_2NH приводит к тетраэдрическому интермедиату или четвертичному аммонию.

$$R_2NH + R'–C=O \rightarrow [R'–C(–O^-)–NHR_2]^-$$

Протонный обмен. Перенос протона от образующегося $[R_2NH]^+$ к основанию или каталитическому центру; в случае применения ВН наблюдаются иминиевые или иминные интермедиаты.

$$[R'–C(–OH)–NHR_2] \rightarrow R'–C=NR_2 + H_2O \text{ (дегидратация)}$$

Вторичное алкилирование. В присутствии избытка алкилирующего реагента третичный амин может быть дополнительно алкилирован с образованием четвертичной аммониевой соли. Стехиометрия, температура и время строго контролируются для ограничения избыточного алкилирования [6,15].

$$R_3N + R'–X \rightarrow [R_3N–R']^+ X^-$$

Механизм ВН. Дегидрирование приводит к образованию имина, его восстановлению и регенерации катализатора. Это зависит от кинетики образования имина.

$$R–C=NR' + BH_4^- \rightarrow R–CH_2–NR' + BH_3$$

Катализаторы. Высокие выходы N-алкилирования первичных и вторичных спиртов до аминов были достигнуты с использованием комплекса Co(II), координированного с триазолилпиридиновым лигандом; экспериментально продемонстрировано, что этот механизм протекает по пути ВН(НАТ) [1]. Показано, что катионный катализатор $[Ir(COD)_2]BArF_2$ способен к селективному N-моноалкилированию и даже тандемному аминированию-алкилированию со сложными эфирами [3,14]. Изучены механизмы и практическое применение методологии ВН с палладиевым катализом [4]. Высокоэффективным оказалось восстановительное N-алкилирование кетонов на гетерогенных полисилано-Pd катализаторах [10,11,12]. Авторами работ [9,13] демонстрируются экологические преимущества, низкая токсичность и промышленная привлекательность реакций ВН, катализируемых комплексами, содержащих Mn.

MOF и цеолиты. Было показано, что MOF, функционализированные Ir-фосфином, обеспечивают прямое N-алкилирование через ВН [5]. Недавние

ISSN 3030-3907

исследования выявили механизм высокоселективного N-алкилирования с использованием цеолитов Cs-LTA и продемонстрировали его применимость в проточных реакторах [8].

Селективность, кинетика и побочные реакции.

N-алкилирование против O-алкилирования. Хелатирующие добавки, такие как 9-борабициклононан, к аминоспиртам способствуют N-алкилированию и подавляют O-алкилирование [16].

Кинетика стадий имина и имониевого алкилирования. В процессах ВН и восстановительного алкилирования общая скорость определяется стабильностью имина (pH, растворитель, количество воды); добавление воды в присутствии HCOOH, как сообщается, увеличивает выход в процессах, катализируемых Ir [2].

Алкилирование амидов и сложные субстраты.

Резонансная стабильность амидов делает их слабыми нуклеофилами. Было показано, что N-алкилирование спиртов амидами по типу ВН с использованием комплексов 3d-металлов возможно, но в большинстве случаев требует сильной активации, более высоких температур или специальных лигандов [9].

Безопасность, стабильность и промышленные требования.

Безопасность. Алкилгалогениды являются токсичными и алкилирующими агентами; требуются закрытые системы, вентиляция и соответствующие средства индивидуальной защиты (СИЗ). Безопасность оборудования под давлением важна при работе с H_2. Использование силановых и борановых доноров может увеличить выбросы.

Зелёная химия. Стратегия ВН сочетает в себе высокую атомную экономичность, низкий профиль отходов и пригодные для вторичной переработки гетерогенные катализаторы (MOF, цеолиты, полимерные носители) [5,8]. Непрерывный подход повышает энергоэффективность и безопасность [10–12].

Промышленное применение. N-алкилированные амины используются в качестве важных структурных единиц в фармацевтических препаратах, пестицидах, красителях, поверхностно-активных веществах и полимерных добавках [2,3].

Резюме.

N-алкилирование вторичных аминов получило значительное развитие в последние годы особенно применение катализаторов на основе кобальта, иридия, палладия и марганца, а также платформы MOF и цеолитов, а также проточные технологии.

ISSN 3030-3907

Работа выполнена при финансовой поддержке Бюджетной программы фундаментальных научных исследований ИХРВ АН Руз.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.

1. Shekhawat B., Gahlaut P. S., Gautam, D., Jana B.. “N-Alkylation of amines with primary-secondary alcohols using a novel cobalt(II) inverse triazolyl-pyridine complex” Chem. Commun. 2024. 60. 8581. DOI: 10.1039/D4CC01996B.
2. Tong J., Guo S.,, Zhu H., Ouyang L., Liao J., Li Y., “Ir-catalyzed reductive amination and transfer hydrogenation of diketones: access to $_{\beta}$- and $_{\gamma}$-amino alcohols.” RSC Adv. 2024. DOI: 10.1039/D4RA07386J.
3. Lu G.S., Ruan Z.L., Wang Y., Lu J.F., Ye J.L., Huang P.Q., “Catalytic Reductive Amination and Tandem Amination-Alkylation of Esters Enabled by a Cationic Iridium Complex”. Angew. Chem. Int. Ed. 2025. e202422742. Epub 2024. DOI: 10.1002/anie.202422742.
4. Sabu S., Saranya P. V., Anilkumar G.. “An overview of palladium-catalyzed N-alkylation reactions.” Org. Biomol. Chem. 2025. DOI: 10.1039/D4OB01695E.
5. Chen W., et al. “N-Alkylation through the Borrowing Hydrogen Pathway Catalyzed by Ir-phosphine-functionalized MOFs.” ACS Appl. Mater. Interfaces. 2024. DOI: 10.1021/acsami.4c02143.
6. Roychowdhury P., Waheed S., Sengupta U., Herrera R. G., Powers D. C.. “Synthesis of Secondary Amines via Self-Limiting Alkylation of N-Aminopyridinium Salts”. Org. Lett. 2024.
7. Aurore E. F. Denjean, Ainara Nova and David Balcells “Borrowing Hydrogen Mechanism in Amine Alkylation by Single Atom Nickel Catalysts”. ACS Catal. 2024. DOI: 10.1021/acscatal.4c02182.
8. Yao H., et al. “Precise N-Alkylation via Cs-LTA Zeolites: Mechanistic Insights and Prospects” Precision Chemistry. 2025. DOI: 10.1021/prechem.5c00057.
9. Jharna Mahato, Rima Das, Tanmoy Kumar Saha “3*d* transition metal complexes as homogeneous catalysts in *N*-alkylation reactions using alcohols: A recent update”. Tetrahedron 2024. DOI:org/10.1016/j.tet.2024.134192
10. Taisei Senzaki, Yuki Saito and Shu Kobayashi “Reductive N-Alkylation of Amines with Ketones Using Heterogeneous Polysilane-Palladium Catalysts under Continuous-Flow Conditions” Org. Lett. 2024. DOI: 10.1021/acs.orglett.4c00876.
11. Nature Index highlight: “Reductive N-Alkylation ... under Continuous-Flow Conditions”. 2024
12. Synfacts note: “Continuous-Flow N-Alkylation of Amines Using a Heterogeneous Polysilane-Pd Catalyst”. Synfacts. 2024.
13. Mohd Farhan Ansari, Atul Kumar Maurya, Abhishek Kumar and Saravanakumar Elangovan. “Manganese-catalyzed C–C and C–N bond formation with alcohols via borrowing hydrogen or hydrogen auto-transfer”. Org. Chem.

ISSN 3030-3907

2024. DOI: 10.3762/bjoc.20.98.
14. Johanna Templ and Michael Schnürch “A Guide for Mono-Selective N-Methylation, N-Ethylation, and N-n-Propylation of Primary Amines, Amides, and Sulfonamides and Their Applicability in Late-Stage Modification”. Chem. Eur. J. 2024. DOI: 10.1002/chem.202304205.
15. Organic Chemistry Portal. “Synthesis of secondary and tertiary amines” (online sourse, 2024 updates).
16. “Selective mono-N-alkillash of 3-amino alcohols via 9-BBN chelation (method note)”. Organic-Chemistry.org (2024 updates).

ISSN 3030-3907

UDK: 547.466:547.458.4:543.42

MALEIN KISLOTA MONOAMIDLARI ASOSIDA SAMARALI MURAKKAB EFIRLAR SINTEZI

Turayeva Xurshida Kamalbayevna

Toshkent shahar Farmatsevtika ta'lim va tadqiqot instituti, organik va biologik kimyo kafedrasi, (PhD), dotsent v.b.

E-mail: torayevah@mail.ru,

Tel +998935168818

Annotatsiya. Malein kislota monoamidlari asosida murakkab efirlar sintezi o‘rganildi. Reaksiyalar metanol va etanol ishtirokida, P_2O_5 va ayrim hollarda H_2SO_4 yordamida amalga oshirildi. Tajriba natijalariga ko‘ra, sulfat kislota ishlatilganda qo‘shimcha reaksiyalar borib efir unumlari pasayishi kuzatildi. Shuningdek, orto-holatda gidroksil guruh mavjud bo‘lgan birikmalarda halqalangan qo‘shimcha mahsulotlar hosil bo‘lishi qayd etilgan. Olingan birikmalarning fizik-kimyoviy xususiyatlari (IQ-spektr, YaMR-spektr) tahlil qilingan va ularning tuzilishi tasdiqlangan.

Kalit so‘zlar: malein kislota monoamidlari, murakkab efirlar sintezi, P_2O_5, eterifikasiya, spektroskopik tahlil.

Аннотация. Изучен синтез сложных эфиров на основе моноамидов малеиновой кислоты. Реакции проводились в присутствии метанола и этанола с использованием P_2O_5 и, в отдельных случаях, H_2SO_4. Согласно экспериментальным результатам, при применении серной кислоты наблюдалось протекание побочных реакций и снижение выхода эфиров. Кроме того, для соединений, содержащих гидроксильную группу в орто-положении, отмечено образование циклических побочных продуктов. Физико-химические свойства полученных соединений (ИК-спектры, ЯМР-спектры) были проанализированы, и их структура подтверждена.

Ключевые слова: моноамиды малеиновой кислоты, синтез сложных эфиров, P_2O_5, этерификация, спектроскопический анализ.

Abstract. The synthesis of esters based on maleic acid monoamides has been studied. The reactions were carried out in the presence of methanol and ethanol, using phosphorus pentoxide (P_2O_5) and, in some cases, sulfuric acid (H_2SO_4). According to the experimental results, when sulfuric acid was used, side reactions occurred, and a decrease in ester yields was observed. In addition, in compounds containing a hydroxyl group in the ortho-position, the formation of cyclic by-products was recorded. The physicochemical properties of the obtained compounds (IR spectra, NMR spectra) were analyzed, and their structures were confirmed.

Keywords: maleic acid monoamides, ester synthesis, phosphorus pentoxide (P_2O_5), esterification, spectroscopic analysis

Kirish.

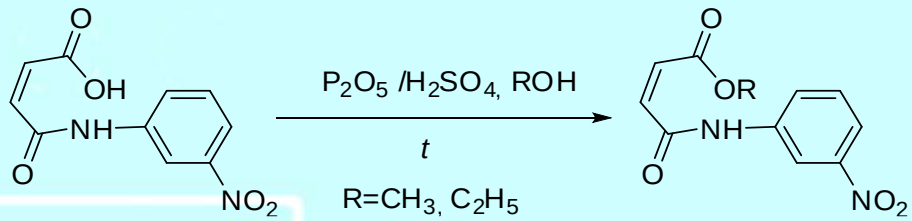
Organik kimyoda karbon kislotalari va ularning hosilalarini o‘rganish doimo dolzarb yo‘nalish hisoblanib kelgan. Xususan, malein kislota va uning turli amid hosilalari reaksiyaga kirishuvchanligi va ko‘p qirrali sintetik imkoniyatlari bilan diqqat markazida turibdi. Malein kislota monoamidlari o‘z tuzilishida ham ikkilamchi amid guruhi, ham esa qo‘shbog‘ sistemasiga ega bo‘lganligi sababli turli nukleofil va elektrofil reaksiyalarda faol ishtirok etadi. Shu jihatdan ular asosida yangi murakkab efirlarni sintez qilish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham katta ahamiyatga ega.

Murakkab efirlar organik sintezda, dori vositalari va biologik faol moddalar olishda, turli turdagi polimerlar va maxsus moddalar sintezida keng qo‘llaniladi. Shuning uchun malein kislota monoamidlari asosidagi murakkab efirlar kimyo, biotexnologiya va farmasevtika sohalarida istiqbolli yo‘nalish sifatida ko‘rib chiqilmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Ilmiy manbalarda malein kislota hosilalaridan murakkab efirlarni olishning bir qancha usullari bayon etilgan. Jumladan, eterifikasiya reaksiyalarida turli katalizatorlar qo‘llanilib, ularning samaradorligi o‘rganilgan. P_2O_5 ishtirokidagi reaksiyalar yuqori unum berish xususiyati bilan ajralib turadi. shuningdek, sulfat kislota qo‘llanilganda esa qo‘shimcha reaksiyalar borishi va asosiy mahsulot chiqishi kamayishi kuzatilgani ma'lum [1-2]. Malein angidridi asosidagi izomer amino-benzoy kislota efirlari bilan amalga oshirilgan sintez reaksiyalari va ulardan olingan maleinimid hosilalarining ahamiyati tahlil qilingan [3-4].

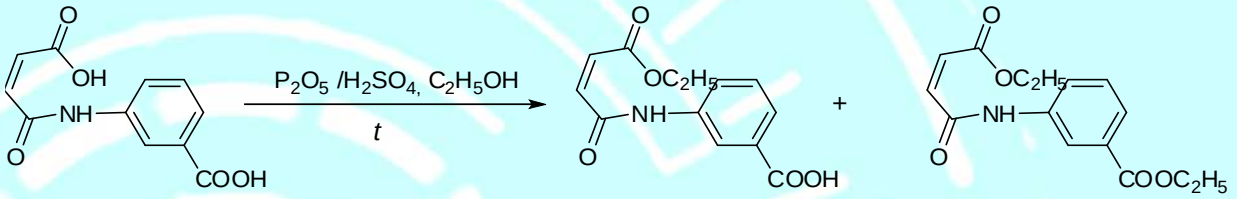
Shu sababli malein kislota monoamidlari asosida murakkab efirlar sintezini chuqur o‘rganish, reaksiya shart-sharoitlarini optimallashtirish, hosil bo‘lgan moddalarning tuzilishini xromatografik va spektroskopik usullar yordamida aniqlash mazkur tadqiqotning asosiy maqsadini tashkil etadi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR: Tadqiqotimizning dastlabki reaksiyalari P_2O_5 va kam miqdordagi H_2SO_4 ishtirokida N-(3-nitrofenil)maleinamidni metanol va etanol bilan 3-4 soat davomida qizdirish orqali reaksiya olib borildi [1].



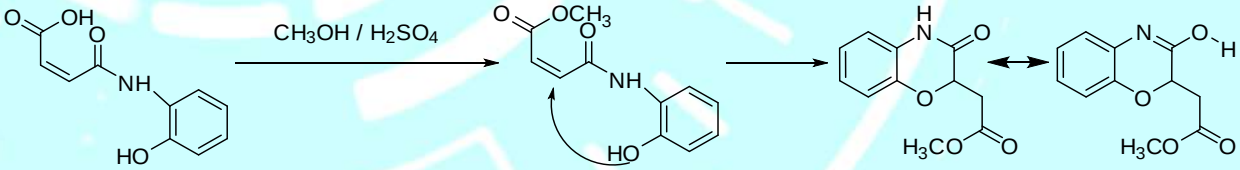
Yuqoridagi sharoitda N-(3-karboksifenil)maleinamidning 3 soatlik reaksiyasi natijasida qo‘shimcha mahsulotlar hosil bo‘ldi [3]. Shuni ta’kidlash kerakki, sulfat kislota ishlatilishi va reaksiya vaqtining uzayishi efir unumining pasayishiga hamda boshlang‘ich moddaning gidrolizlanishiga olib keldi.

ISSN 3030-3907



Reaksiya natijasiga ko‘ra shuni aytish mumkinki, sulfat kislota ishlatish va reaksiya vaqtini oshirish efir unumining pasayishiga va hattoki boshlang‘ich moddaning gidrolizlanib ketishi natijasida qo‘shimcha reaksiya mahsulotlari hosil bo‘lishiga olib keladi [3].

Undan tashqari, agar arilmonomaleinamidning benzol halqasi ikkinchi orto-holatida gidroksil guruh bo‘lsa unda malein kislota qoldig‘idagi qo‘shbog‘ga nukleofil birikishi ham kuzatildi va tegishli getero halqalangan mahsulot hosil bo‘ldi. Ya'ni N-(2-gidroksifenil)maleinamidning metanol bilan reaksiya natijasiga ko‘ra qo‘shimcha reaksiya borishi natijasida turli halqalangan mahsulotlar olinganligi kuzatildi (1-jadval):



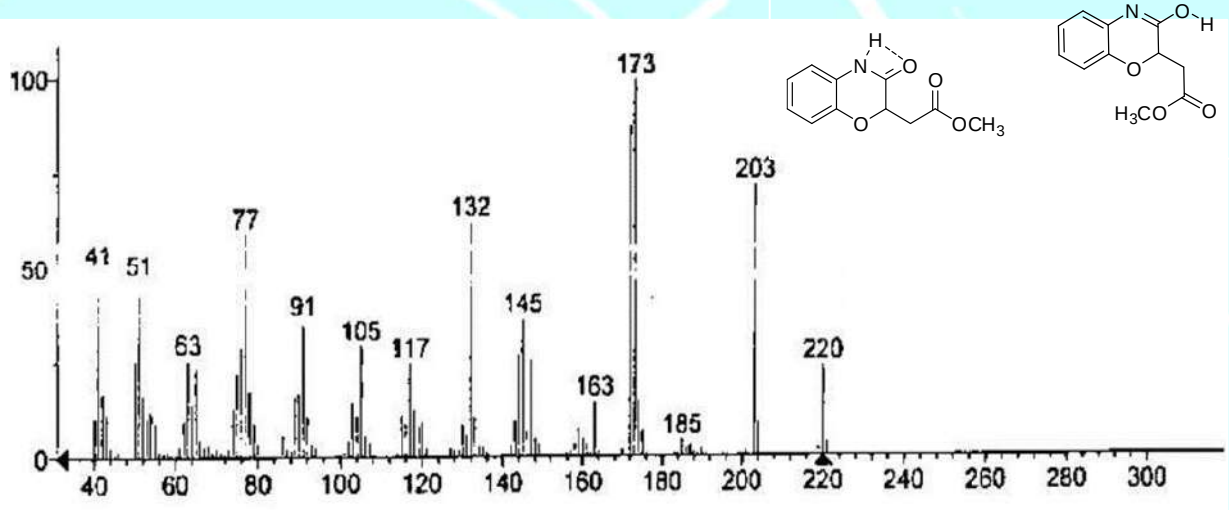
1- jadval

N-(2-Gidroksifenil)maleinamidni metanol bilan sulfat kislota ishtirokida olib borilgan reaksiya maxsulotining xromatogrammasining taxlil natijalari

Cho‘qqilar soni	Chiqish vaqti (daqiqa)	Cho‘qqilar kengligi	Maydoni	Unum %
1	5.132	0.093	1955599	07.8
2	5.374	0.047	2048033	09.9
3	5.475	0.056	7476658	33.1
4	6.238	0.029	1378093	04.4
5	6.370	0.065	2158792	10.7
6	6.471	0.053	3277653	11.2
7	7.239	0.059	5185879	22.3

GSX va xromato-mass-spektrometri natijalariga ko‘ra qo‘shimcha reaksiya mahsulotlari ma'lum miqdorda N-2-(gidroksifenil)maleinimid, N-2-(metoksifenil)maleinimidlar hosil bo‘lishi kuzatiladi. Sulfat kislota metanol bilan dimetilsulfat (DMS) hosil qilganligi xromato-mass-spektr tahlillariga ko‘ra aniqlandi, bu esa qo‘shimcha reaksiya mahsulotlarini hosil bo‘lishiga olib kelgan. Chunki dimetilsulfat (DMS) yaxshi alkillovchi agent bo‘lganligi uchun xalqadagi gidroksil guruhini metillashga sababchi bo‘ladi.

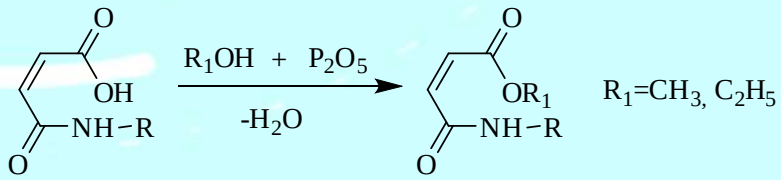
ISSN 3030-3907



1-rasm: metil 2-(3-okso-3,4-digidro-2H-benzo [b] [1,4] oksazin-2-il) asetat moddaning mass-spektri

Keyingi bosqichda reaksiyalarni sulfat kislota katalizatorsiz, ya'ni P_2O_5 ni ortiqcha mol miqdorida olib borish bilan yuqoridagi kamchiliklarni bartaraf etilishiga erishildi (1-rasm) [1]. Adabiyot ma'lumotida ham shu usuldan foydalangan holda maleinamidli birikmalarning metil efirlari sintezi olib borilgan, unga ko‘ra P_2O_5ning spirtlar bilan 1:6 nisbatdagi aralashmasida alkilfofor efir olinadi, bu reagent karbon kislotalardagi eterifikasiya reaksiyasini olib borishda eng yaxshi reagentligi tasdiqlangan [2].

Etanolda erish imkoniyati pastroq bo‘lgan monomaleinamidlarning reaksiyasida DMF eritmasidan 5-6 tomchi solish orqali amalga oshirildi va yaxshi natijalarga erishildi (2-jadval). Reaksiya tenglamasi quyidagicha:



R_1=CH_3, C_2H_5

R: $C(CH_3)_3$, C_6H_4-2-OH, C_6H_4-3-OH, C_6H_4-4-NH=NH-C_6H_5, C_6H_4-3-CO_2H, C_6H_4-2-NO_2, C_6H_4-3-NO_2, C_6H_4-4-NO_2

2- jadval

Ayrim monomaleinamidlarning metanol va etanol bilan reaksiya natijalari va olingan birikmalarning suyuqlanish xaroratlari

R	unumi, %		$T_{suyuq.}$		R	unumi, %		$T_{суюк.}$	
	efir (R_1)		efir(R_1)			efir (R_1)		efir (R_1)	
	CH_3	C_2H_5	CH_3	C_2H_5		CH_3	C_2H_5	CH_3	C_2H_5
$C(CH_3)_3$	45	55	152-	133-132	C_6H_4-3-	*46	-	240-	-
C_6H_4-2-OH	42	-	136-	-	C_6H_4-2-NO_2	32	36	80-82	102-
C_6H_4-3-OH	44	26	78-79	moysim	C_6H_4-3-NO_2	48	61	140-	136-

ISSN 3030-3907

C_6H_4-p-N_2-	28	-	146-	-	C_6H_4-4-NO_2	43	-	169-	-

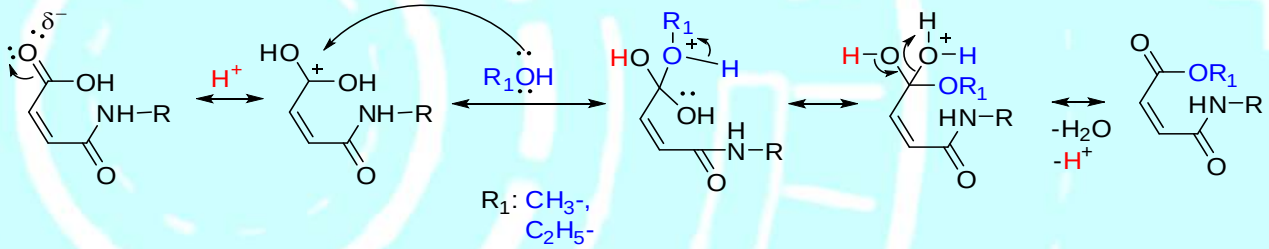
*(Z)-metil 3-(4-metoksi-4-oksobuten-2-amido) benzoat

Reaksiya mexanizmi [2]:

$$P_4O_{10} + 6ROH \rightarrow 2(RO)P(O)(OH)_2 + 2(RO)_2P(O)OH$$

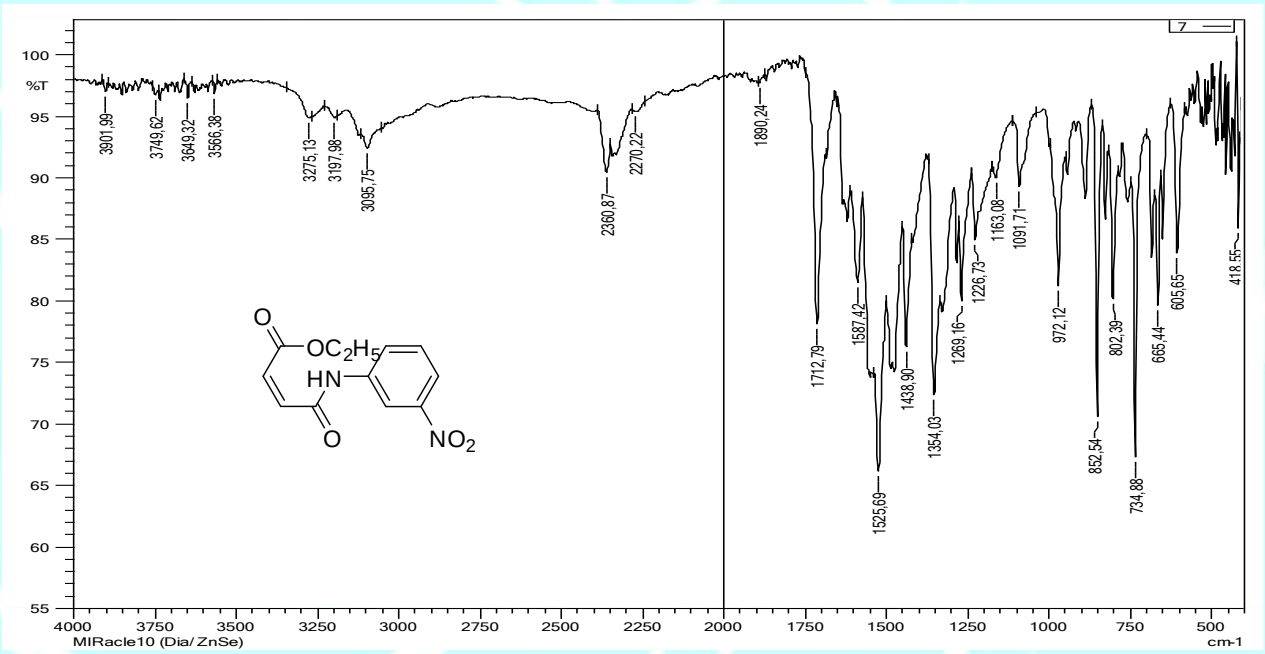
$(RO)_2P(O)OH$ gidrolizlanganda kuchsiz proton katalizatorini beradi:

$$(RO)_2P(O)OH \rightarrow H^+ + {}^-OP(O)(OR)_2$$



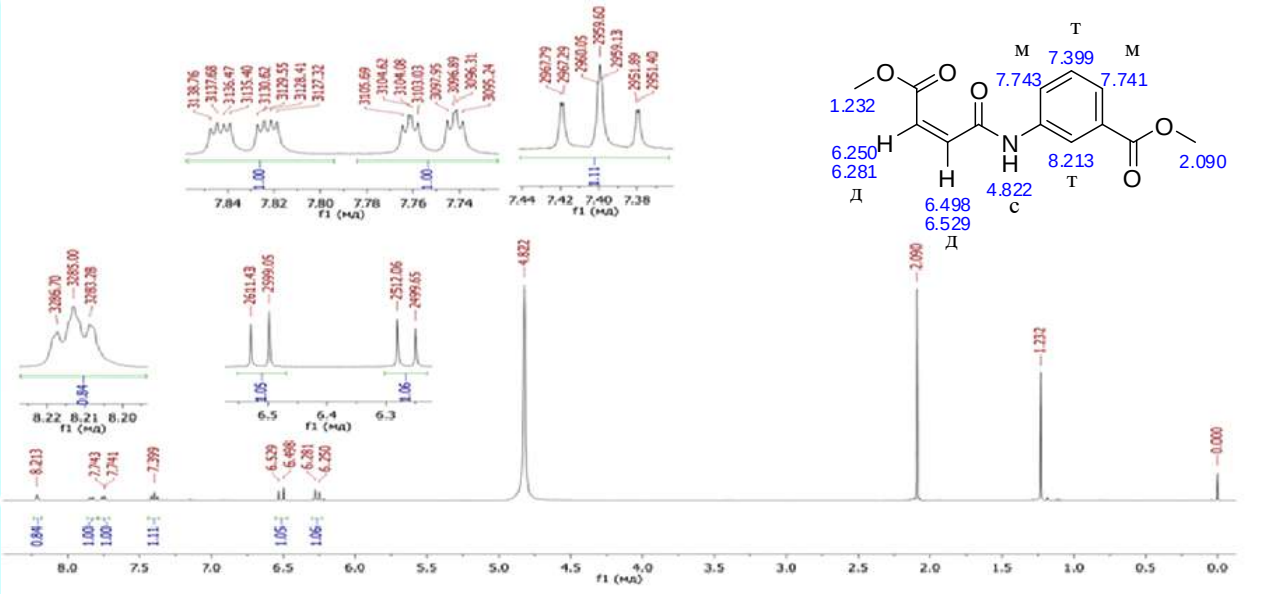
N-(3-Nitrofenil)maleinamidning etil efirining IQ-spektri va tahlili: sis holatda malein kislota qoldig‘idagi uglerod-uglerod C=C bog‘ining valent tebranish 1587 sm^{-1} yutilish sohada kuchsiz yutilish chastotasini berganligi, =C-N guruhning deformasion tebranishlari 852 sm^{-1} sohalarida, aromatik halqa =C-N bog‘i o‘rtacha kuchsiz valent va deformasion tebranishlari 3095, 802, 734 sm^{-1} yutilish sohalarda kuzatildi. Aromatik halqadagi C=C bog‘lari 1438-1440 sm^{-1} yutilish sohada valent tebranishlari, karbonil guruhining C=O valent tebranishlari kuchli qiymati 1712.79 sm^{-1} sohada, kislota amidi O=C-NH sis bog‘langan o‘ziga xos valent va deformasion tebranishlari 3275.13, 1525.69 sm^{-1} yutilish sohalarda namoyon bo‘lganligi aniqlandi. Intensiv ko‘rinishiga ega bo‘lgan chastotalardan biri bu aromatik halqadagi nitro guruhning NO_2 simmetrik valent 1226,16 sm^{-1} va murakkab efir guruhiga xos tebranishlar 1226 sm^{-1} yutilish sohalar kuzatildi. Metil CH_3 guruhlarining deformasion va valent tebranishlari 2360, 2270 sm^{-1} sohalarda kuzatildi. Olingan spektr natijalari sintez qilingan modda molekulasida –HC=CH-, aromatik halqa va uning nitro guruhi, karbonil, amid va murakkab efir guruhlari borligini tasdiqlaydi (1-rasm).

ISSN 3030-3907



2-расм: N-(3-Nitrofenil)maleinamidning etil efirining IQ-spektri

(Z)-metil 3-(4-metoksi-4-oksobuten-2-amido) benzoatning 1H YaMR-spektrida (erituvchi deyteriy almashingan metanol δ m.u.) aromatik halqaning to‘rtta vodorod protonlari multiplet signallari 7,39-8,21 da (4H, ArH_4) kuzatildi. Aromatik halqadagi murrak efir guruhidagi metilen CH_3 ning uchta vodorod protonlari singlet signali δ=2.09 m.u.da va metil CH_3 ning uchta vodorod protonlari singlet signali 1.23 m.u.da; karboksilga bog‘langan ko‘shbog‘ tutgan uglerod atomidagi vodorod protonining dublet signali (H, CH=CH), amid guruhiga bog‘langan qo‘sh bog‘ tutgan uglerod atomidagi vodorod protonining dublet signali 6,49-6,52 m.u. da (H, CH=CH); amid guruhidagi vodorod protonining singlet signali 4,82 m.u.da (H, NH) kuzatildi (3-rasm).



3-rasm. (Z)- metil 3-(4-metoksi-4-oksobuten-2-amido) benzoat H^1 YaMR-spektri

ISSN 3030-3907

Malein kislota monoamidlarni alifatik murakkab efirlari sintezi

1-usul. Mexanik aralashtirgich va qaytarma sovutgich bilan jihozlangan ikki og‘izli 100 ml sig‘imli tubi yumaloq kolbaga spirt va P_2O_5 solib ustidan ohistalik bilan sulfat kislota ikki-uch tomchi solinadi (jarayon sovutilgan holda amalga oshiriladi) va tegishli monomaleinamid solinadi. Reaksiya 3-4 soat davomida reaksiya suv hammomida qizdiriladi. Reaksiya tugagach, to‘g‘ri sovutgich qilib jixozlandi va ortiqcha spirt bosim ostida haydaladi. Qoldiq xona haroratigacha sovutiladi va muz bo‘laklari solingan sovuq dis.suvga solinadi tindirishga qo‘yiladi, tushgan cho‘kma vakuum ostida filtrlanadi. Bir necha marta soda eritmasida yuviladi. Olingan birikmalar xloroformda qayta kristallanadi va ochiq havoda quritiladi.

2-usul. Qaytarma sovutgich 100 ml sig‘imli tubi yumaloq kolbaga spirt va P_2O_5 solib, so‘ng ustidan monomaleinamid solinadi (solish jarayonlari sovutilgan holda amalga oshadi). Reaksiya 5-6 soat davomida reaksiya magnitli aralashtirgichda qizdiriladi. Reaksiya tugagach xona haroratigacha sovutildi va ortiqcha P_2O_5 filtrlab olinadi, to‘g‘ri sovutgich qilib jihozlanadi va reaksion aralashmadan ortiqcha spirt haydaladi (ortiqcha spirtni rotorni bug‘latgichda xam ajratib olinadi), qoldiq xona haroratida sovutiladi va muz bo‘laklari solingan sovuq dis.suvga solinadi, tindirishga qo‘yiladi, tushgan cho‘kma vakuum ostida filtrlanadi. Olingan birikmalar xloroform yoki spirtda qayta kristallanadi va ochiq havoda quritiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR Olib borilgan tadqiqotlar malein kislota monoamidlari asosida turli murakkab efirlarni sintez qilish imkoniyatini ko‘rsatdi. Reaksiya jarayonlarida P_2O_5 samarali eterifikasiya vositasi sifatida o‘zini namoyon qildi va yuqori unumli mahsulotlar olishga imkoniyat berdi. Sulfat kislota ishtirokida esa qo‘shimcha reaksiyalar borishi va asosiy mahsulot unumlarining pasayishi kuzatildi. Shuningdek, aromatik halqada gidroksil guruh mavjud bo‘lganda halqalangan qo‘shimcha birikmalar hosil bo‘lishi qayd etildi.

Xromatografik va spektroskopik tahlillar olingan moddalarning tuzilishini tasdiqladi hamda ularning fizik-kimyoviy xususiyatlari aniqlandi. Tadqiqot natijalari malein kislota monoamidlari asosida alifatik va aromatik murakkab efirlar sintezi uchun muqobil sharoitlarni belgilab berdi.

Ushbu natijalar organik sintez sohasida yangi amaliy qo‘llanmalar yaratish, shuningdek, biologik faol birikmalar va potensial dori vositalari sintezida istiqbolli yo‘nalish sifatida xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Турaeва Х. К. Ba’zi maleinamidlarning metanol va etanol bilan reaksiyalari // “Kimyoning dolzarb muammolari” mavzusidagi respublika ilmiy-amaliy anjumani. Toshkent, 2021. – B. 292.

ISSN 3030-3907

2. Gupta G., Wagh S. B. Synthesis and antifungal activity of N-(alkyl/aryl)-2-(3-oxo-1, 4-benzothiazin-2-yl) acetamide // Indian Journal of Chemistry – 2006. V. 45B. Pp. 697-702.
3. Turaeva Kh. K., Yuldasheva M. K., Khaydarova S. S. Synthesis of meta-altered arylmaleinamide and preparation of esters in their presence // Chemistry and chemical engineering. Tashkent. 2020. –№4. P.30-38.
4. Turaeva K., Yuldasheva M., Karimov A. Synthesis of isomer maleimidobenzoic acid esters //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – T. 2432. – №. 1. – C. 050032.

ISSN 3030-3907

ARALASHMA TARKIBIDAGI TABIIY VA KIMYOVIY TOLALARNING SANOATDAGI O‘RNI.

O.O.Rajapov

Toshkent to`qimachilik va yengil sanoat instituti dotsent

U.Nurjanov

Toshkent to`qimachilik va yengil sanoat instituti tayanch doktarant

Annotatsiya: Ushbu maqolada aralashma tarkibidagi tabiiy va kimyoviy tolalar sanoatdagi ahamiyati va o‘rni tahlili keltirilgan. Kimyoviy tolalarning afzalligi shundaki, qanday xossalarga ega tolalar kerak bo‘lsa, shunday tolalar hosil qilish mumkin. Shuning uchun xam kimyoviy tolalar ishlab chiqarish borgan sari jadal sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Kimyoviy tolalar turli sohalarda tabiiy ipak, zig‘ir tolasi, jun o‘rnida, gazmollar, trikotaj, qo‘lqop va paypoqlar, gilamlar, arqonlar, maxsus ish kiyimlari ishlab chiqarishda tabiiy tolalar bilan birga ishlatiladi.

Kalit so‘zlar. tabiiy tolalar, kimyoviy tolalar, aralashma tolalar, sun'iy tolalar, sintetik tolalar to‘qimachilik sanoati, ip yigirish,to‘qish, tikish, bo‘yash, bitirish ishlov

Аннотация: В данной статье представлен анализ значения и роли натуральных и химических волокон в промышленности в составе смесей. Преимущество химических волокон заключается в возможности получения волокон с требуемыми свойствами. Поэтому производство химических волокон развивается всё более быстрыми темпами. Химические волокна используются в различных отраслях промышленности вместо натурального шёлка, льна, шерсти, а также совместно с натуральными волокнами в производстве тканей, трикотажных изделий, перчаток и носков, ковров, канатов и специальной одежды.

Ключевые слова. Натуральные волокна, химические волокна, смешанные волокна, искусственные волокна,синтетические волокна текстильная промышленность, прядение, ткачество, шитье, окрашивание, отделочная обработка

Abstract: This article presents an analysis of the importance and role of natural and chemical fibers in industrial blends. The advantage of chemical fibers lies in the ability to produce fibers with the desired properties. Therefore, the production of chemical fibers is developing at an ever-increasing pace. Chemical fibers are used in various industries as a substitute for natural silk, flax, and wool, as well as in combination with natural fibers in the production of fabrics, knitwear, gloves and socks, carpets, ropes, and special clothing.

Keywords. Natural fibers, chemical fibers, compound fibers, artificial fibers, synthetic fibers textile industry, spinning,weaving, sewing, dyeing, finishing processing

Kirish

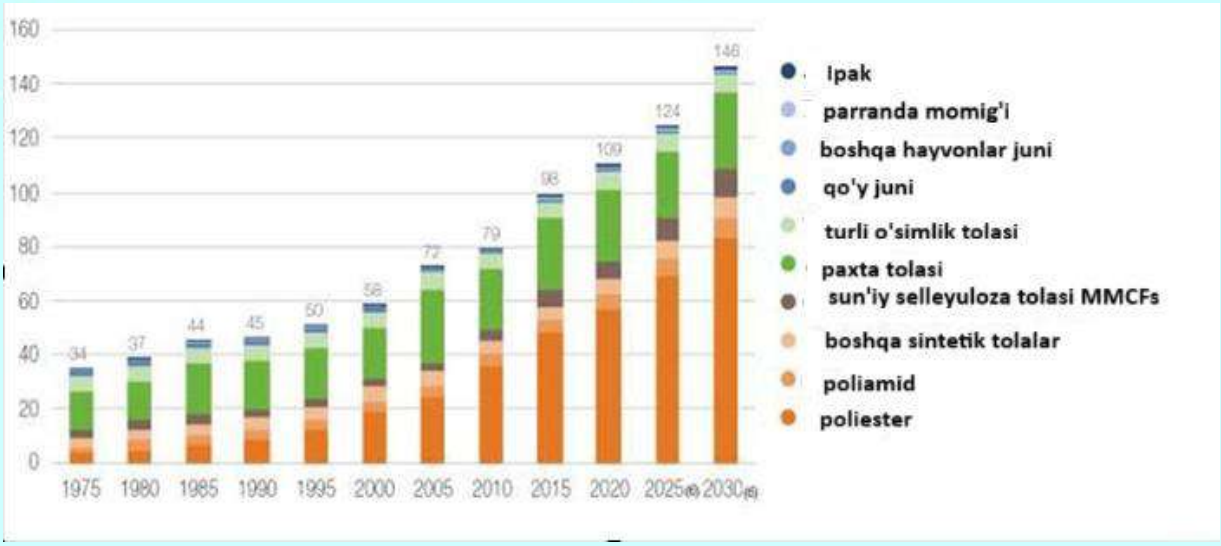
To‘qimachilik sanoatining rijovlanishi hamda iste’molchilar tomonidan qo‘yilayotgan talablarning oshishi yangi assortimentdagi ip va matolar ishlab chiqarishga undaydi. Ishlab chiqariladigan ip sifati bevosita aralashma komponentlarida kimyoviy tolalar ulushi va fizik-mexanik xususiyatlariga bog‘liq.

2020 yilda 140 million tonnadan 2025 yilda 180 million tonnagacha o‘sdi. Yigirish uchun afzal qilingan tola va materiallarning bozor ulushi oshib bormoqda.

Dunyo miqyosida ishlab chiqarilayotgan sintetik tolalarning orasida eng ko‘p miqdorda qo‘llanilayotgan polyester tolasi hisoblanadi, umumiy ishlab chiqarilayotgan tolalar miqdori nisbatan polyesterning ulishi 52 foizni tashkil qiladi. 2025 yilda taxminan 80 million tonna polyester ishlab chiqarilgan. Polyester tolasidan keyingi o‘rinlarda poliamid tolasi bo‘lib, 5,4 million tonna va jahon bozorining 5 foizini tashkil etadi.

Kimyoviy tolalar turli sohalarda tabiiy ipak, zig‘ir tolasi, jun o‘rnida, gazmollar, trikotaj, qo‘lqop va paypoqlar, gilamlar, arqonlar, maxsus ish kiyimlari ishlab chiqarishda tabiiy tolalar bilan birga ishlatiladi.

O‘zbekistonda "Navoiy Azot" zavodida nitron tola. Farg‘ona kimyoviy tolalar zavodida asetat tola va texnik maqsadlar uchun kapron tola ishlab chiqariladi. Dunyo to‘qimachilik sanoatida 2025 yilda sintetik tolalar 54% tabiiy tolalar 28,6% qayta ishlangan tolalar 13,3% va boshqa tolalarni 3,8% ni tashkil etmoqda. To‘qimachilik sanoatining jadal sur'atlarda rivojlanashiga asosan Sharqiy Osiyo, Janubiy Osiyo, MDH, Yevropa va AQSh mamlakatlari yetakchilik qilmoqda.[1]

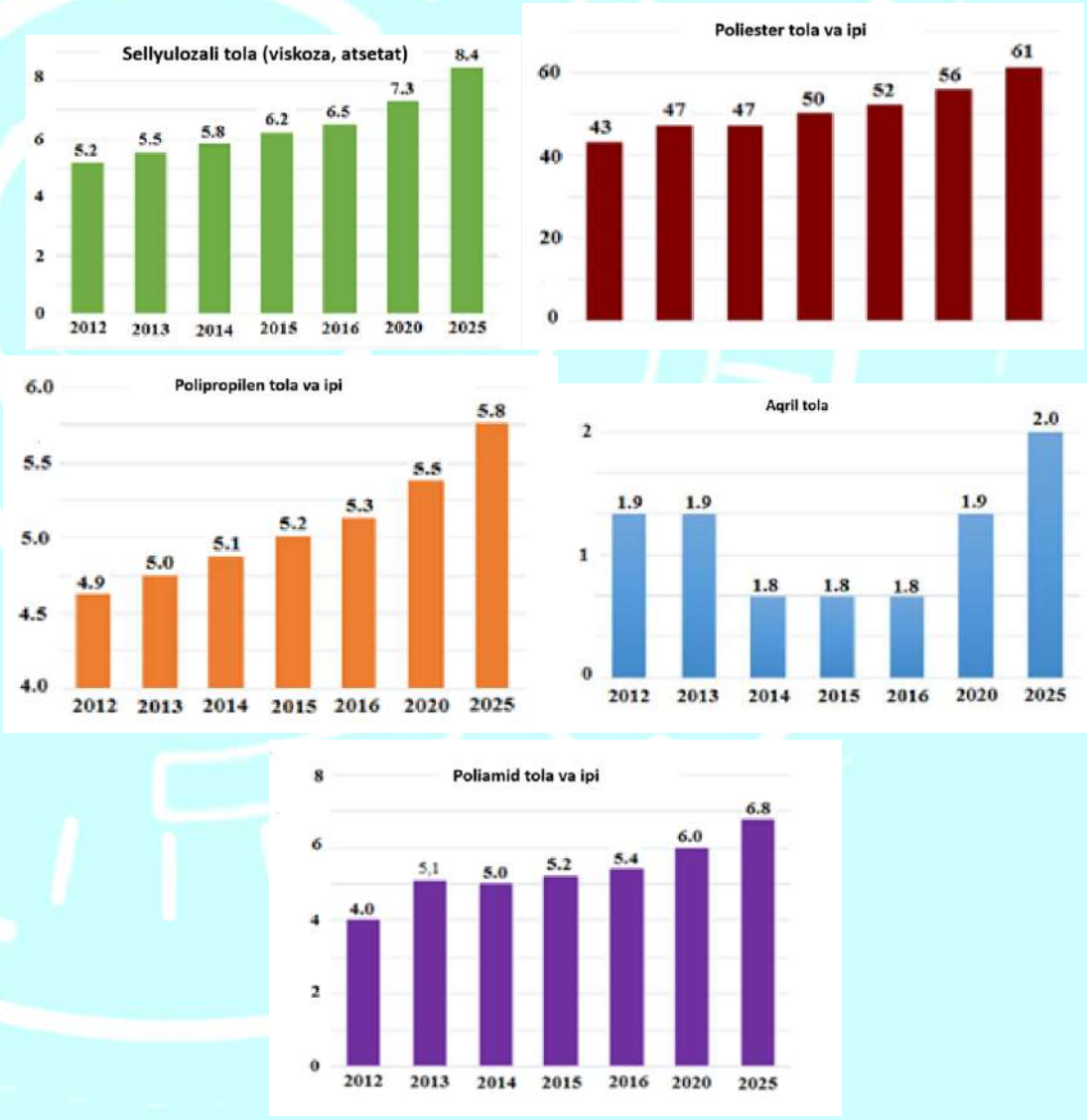


1-rasm. 1975 – 2030 yillarda Dunyo miqyosida kimyoviy tolalarni ishlab chiqarish hajmi.

1tonna kimyoviy tola sanoatda 2 tonnadan 7 tonnagacha tabiiy tolaning o‘rnini bosadi. Bu kapital mablag‘ va ekspluatasiya qilishdagi sarflarni (xarbir tola xisobiga olingan) tejashga imkon beradi. Kimyoviy tolalardan to‘qilgan gazlamalar

ISSN 3030-3907

odatdagidan ancha yengil hamda foydalanishga qulay. Shuning uchun kimyoviy tolalar tobora ko‘p ishlatilmoqda. Quyidagi 2-rasmda kimyoviy tolalar va maxsus iplar ishlab chiqarish dinamikasi keltirilgan.



2012-2025 yillarda kimyoviy tolalar va maxsus iplar ishlab chiqarish dinamikasi.

Dinamikada shuni ko‘rishimiz mumkinki sellyulozali tolali (viskoza, atsetat) va polyester tola va ip 2012 yildan 2025 yilgacha ishlab chiqarish sezirarli darajada o‘sishga erishdi. Polipropilin tola va ipini ishlab chiqarish 2025 yilgacha 4.9 tonnadan 5.8 tonnagacha oshganini ko‘rishimiz mumkin. Lekin Akril tolasi ishlab chiqarish sezirarli darajada o‘sishga erishmadi. Poliamid tola va ipi 2012 yilda 4.0 tonnadan 2025 yilda 6.8 tonnagacha o‘sishga erishgan.

Importning eng katta hajmi Xitoy, Janubiy Koreya, Turkiya, Tayvan, Hindiston, AQSh va boshqa mamlakatlardan keladi. Ya'ni zamonaviy dunyoda tolalar asta-sekin ikki qismga bo‘linadi: Osiyo va Yevropa.So‘nggi o‘n yil ichida viskoza shtapel' tolasi ishlab chiqarish 223% ga, boshqa barcha turlari, shu jumladan poliester iplari 217 % ga ishlab chiqarila boshladi.[2]

ISSN 3030-3907

Sintetik tolalar kimyoviy elementlardan yoki neft-kimyo sanoati tomonidan ishlab chiqilgan birikmalardan sintetik ravishda ishlab chiqarilgan polimerlardan tayyorlanadi. Yigirilgan ip ishlab chiqarishda sintetik tolalarning qo‘llanilishi xom ashyo bazasini kengaytirishda, sifat ko‘rsatkichlar yuqori bo‘lgan ip va mato ishlab chiqarishda keng imkoniyat yaratmoqda.

Kimyoviy tolalarning afzalligi shundaki, qanday xossalarga ega tolalar kerak bo‘lsa, shunday tolalar hosil qilish mumkin. Shuning uchun xam kimyoviy tolalar ishlab chiqarish borgan sari jadal sur'atlar bilan rivojlanmoqda. Ip yigiruv fabrikalarida kimyoviy tolalarning o‘zini va ularni paxtatolasiga aralashtirib ip yigirish mumkin. Ip yigiruv fabrikalarida ishlatiladigan kimyoviy shtapel tolalarning uzunligi 34-40 mm, yug‘onligi 400-133 mteks bo‘ladi. Shtapel tolalardan yigirib olingan ip shtapel ip deb ataladi. Odatda, kimyoviy tolalarni paxta tolasini yigirishda qabul qilingan oddiy (karda) ip yigirish sistemasidagi mashinalarda yigirish mumkin. Kimyoviy tolalarning asosiy kamchiliklaridan biri shundaki, ular haddan tashqari silliq, kam jingalaklanish, ishlash jarayonida elektrlanish (zaryadlanish) xossasiga ega. Bunday kamchiliklar yigiruv fabrikalarini samarali ishlashining imkoniyatini cheklaydi. Elektrlanish tufayli tolalar mashina qismlariga yopishib qoladi, chiqindilar ko‘payadi, ipning chiqishi kamayadi, natijada ish unumi kamayadi.

Sintetik tolalar tabiiy va sun'iy tolalarda uchramaydigan bir qator xususiyatlarga ega:

- Quruq va ho‘l usulda yuqori quvvat va past xajmli zichlik va ishlab chiqarilishi, mustahkam hamda yengil mahsulotlarni ishlab chiqarishga imkon beradi;
- Past gigroskopikligi, oson yuvilishi va tez quritilishini ta'minlaydi;
- Mahsulotlarning yuqori barqarorligini ta'minlaydi;
- Kimyoviy moddalar, mikroorganizmlar va hashorotlarga yuqori chidamliligik xususiyatiga ega.[3]

Shuni ta’kidlash kerakki sintetik tolalarni qayta ishlash jarayonida statik zaryadlanish yuzaga keladigan muammo bo‘lib, ularni yechish dolzarb bo‘lib qolmoqda. Sintetik tolalarni qayta ishlash barqaror bo‘lishi uchun emulsiyalash jarayoni zarur.

Nitron va polyester tolalarida erkin zaryad mavjud bo‘lib, tashqi ta’sir natijasida qutiblanish yuzaga keladi. Sintetik tolalarni qayta ishlashda emulsiya bilan ishlov berish samarali natija ko‘rsatadi. Sintetik tolalarni emulsiyalash jarayonining maqsadi aralash ip ishlab chiqarishda tolalarning zaryadlanishining oldini olish va tabiiy tolalarning namligini saqlab qolishdan iborat.

Tabiiy va sintetik tolalarni emulsiyalash uchun turli tarkibli emulsiyalar va uskunalar yaratilgan bo‘lib, bular nitron, polyester, jun va zig‘ir tolalariga qo‘llaniladi. Asosan sintetik tolalarni emulsiyalash kimyoviy va mexanik usullarda

ISSN 3030-3907

amalga oshiriladi. Jumladan, kimyoviy usulda tola shakillanish jarayonida ishlov berilsa, mexanik usulda esa sintetik tolalar sirtiga turli tarkibli emulsiya purkash orqali amalga oshiriladi.

Emulsiya tarkibidagi parafinli uglevodorodlar, moylar, gigroskopik va sirt faol moddalar antistatik vositalar hisoblanadi. Bular antistatik emulsiyalarning qimmatli tarkibiy qismlari bo‘lib, tolalar orasidagi, shuningdek, tolalar va uskunalarning ishchi organlari bilan ishqalanishga ta’sir qiluvchi vosita hisoblanib, tola sirtida moyli plyonkalar hosil qilib, statik zaryadlanishini kamaytiradi.

Tabiiy va kimyoviy tolalar aralashmalaridan ip tayyorlab, undan gazlama, trikotaj matolarini va trikotaj tayyor mahsulotlarini olish mahsulot assortimentini kengaytirishni muhim yo‘li hisoblanadi. Shu yo‘l bilan mahalliy tolali xom ashyodan foydalanib import o‘rnini bosadigan mato va trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarish bilan bir qatorda yangi turdagi mahsulotlar ishlab chiqarish imkoniyati tug‘iladi (masalan, kastyumbop, plashbop matolar). Ayniqsa bu aralashma bolalar trikotaj mahsulotlarini tayyorlashda qo‘l keladi, chunki o‘zida paxtaning gigienik xossalarini saqlagan holda poliester tolasini yumshoqligi, issiqlikni kam o‘tkazuvchanligi va ayniqsa mustahkamligi hisobiga bu mahsulotlarning sifati yuqori va eksplutasiya qilish davri toza paxtadan tayyorlangan shunday mahsulotdan 2-3 barovar uzun bo‘ladi. Gazlama va trikotaj mahsulotlarini tayyorlashda paxta tolasining PEF, viskoza, PA va PAN tolalari bilan aralashmasi; jun tolasining PA, PAN va paxta tolalari bilan aralashmasi; tabiiy ipakning PA, di- va triasetat, PEF, paxta tolalar bilan aralashmasidan foydalanilishi ma'lum.[4]

Xulosa.

Hozirgi davrda jahon bozorida sintetik tolalar yildan yilga ishlab chiqarish hajmi oshib bormoqda. Sintetik tolalarni ishlab chiqarishda emulsiyalash tolalardaki statik zaryadlanishni oldini oladi va emulsiyalash yigirish jarayoni iplarning massa bo‘yicha notekisligi ingichka va qalin joylari, nepslar soni kamaytiradi. Emulsiyalsh ishlab chiqarilgan aralash tolali iplarni mexanik ko‘rsatkichlarini ham yaxshilaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Organic Cotton Market Report. http://store.textileexchange.org;
2. Catarina Felgueiras, Nuno G. Azoia, Cidália Gonçalves, Miguel Gama and Fernando Dourado, Front. Bioeng. Biotechnol., 29 March 2021 Trends on the Cellulose-Based Textiles: Raw Materials and Technologies, https://doi.org/10.3389/fbioe.2021.608826
3. Rajapov O.O. Paxta-nitron iplarini aralashtirishning to‘liqligini o‘rganish // Universum: texnika fanlari: elektron. ilmiy jurnal 2021. 7(88).
4. Razhapov O.O., Gafurov K.G., Arabov J. Paxta-nitron tolasining bir xil aralashmasini minimal notekis aralashtirish bilan olish shartlari // Universum:

ISSN 3030-3907

texnika fanlari: elektron. ilmiy jurnal 2020. 11(80). URL: https://7universum.com/ru/tech/archive/item/10949

ISSN 3030-3907

TIBBIY TASVIRLARNI SIQISH ALGORITMLARINING QIYOSIY TAHLILI VA SUN'IY INTELLEKT ASOSIDAGI YONDASHUVLAR

Pirnazarova A.B.
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU doktoranti,
E-mail:ayimjamalp@gmail.com
Bekmurodov U.B.
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU doktoranti,

Annotatsiya. Ushbu maqolada katta hajmdagi tibbiy tasvirlarni samarali siqish va uzatish masalasi o'rganildi. Klassik algoritmlar (JPEG, JPEG2000, PNG) hamda sun'iy intellekt asosidagi usullar (Autoencoder, GAN, Transformer) taqqoslandi. Tadqiqotda ChestX-ray14 va Brain MRI ochiq ma'lumotlar bazalari ishlatildi. Natijalar shuni ko'rsatadiki, JPEG2000 yuqori sifatni saqlash imkonini bersa, AI asosidagi yondashuvlar katta hajmli ma'lumotlarni real vaqtda qayta ishlashda ustunlikka ega. Muhokama qismida amaliy klinik va ilmiy qo'llanmalar bo'yicha tavsiyalar keltirildi.

Kalit so'zlar: tibbiy tasvirlar, siqish algoritmlari, JPEG, JPEG2000, PNG, autoencoder, GAN, transformer, real vaqt.

Аннотация. В этой статье исследуется вопрос эффективного сжатия и передачи больших медицинских изображений. Сравнивались классические алгоритмы (jpeg, JPEG2000, PNG), а также методы на основе искусственного интеллекта (autoencoder, GAN, Transformer). В исследовании использовались открытые базы данных ChestX-ray14 и МРТ головного мозга.ннотация. В этой статье исследуется вопрос эффективного сжатия и передачи больших медицинских изображений. Сравнивались классические алгоритмы (jpeg, JPEG2000, PNG), а также методы на основе искусственного интеллекта (autoencoder, GAN, Transformer). В исследовании использовались открытые базы данных ChestX-ray14 и МРТ головного мозга. Результаты показывают, что, хотя JPEG2000 обеспечивает высокое качество хранения, подходы на основе искусственного интеллекта имеют преимущество при обработке больших объемов данных в реальном времени. В разделе обсуждения были представлены рекомендации по практическому клиническому и научному применению.

Ключевые слова: медицинские изображения, алгоритмы сжатия, JPEG, JPEG2000, png, autoencoder, GAN, transformer, в реальном времени.

Annotation. This article explored the issue of efficient compression and transmission of large-scale medical images. Classical algorithms (JPEG, JPEG2000, PNG) as well as artificial intelligence-based methods (Autoencoder, GAN, Transformer) were compared. The study used open databases ChestX-ray14 and Brain MRI.nnotation. This article explored the issue of efficient compression

ISSN 3030-3907

and transmission of large-scale medical images. Classical algorithms (JPEG, JPEG2000, PNG) as well as artificial intelligence-based methods (Autoencoder, GAN, Transformer) were compared. The study used open databases ChestX-ray14 and Brain MRI. The results show that while JPEG2000 allows for high quality storage, AI-based approaches have an advantage in real-time processing of large volumes of data. The discussion section included recommendations for practical clinical and scientific applications.

Keywords: medical images, compression algorithms, JPEG, JPEG2000, PNG, autoencoder, GAN, transformer, real-time.

I.Kirish

So‘nggi yillarda tibbiy tasvirlash texnologiyalari, xususan MRT, KT va ultratovush tekshiruvlari katta hajmdagi tasvir ma’lumotlarini hosil qilmoqda. Ushbu ma‘lumotlarning diagnostik sifatini saqlagan holda samarali uzatish va saqlash masalasi tibbiyot axborot tizimlari uchun dolzarb muammolardan biri hisoblanadi.An’anaviy siqish algoritmlari (JPEG, JPEG2000, PNG va boshqalar) tibbiy tasvirlar hajmini sezilarli kamaytirishda qo‘llanib kelinmoqda. Biroq ular ko‘p qatlamli 3D tasvirlar yoki real vaqt rejimida uzatishni talab qiluvchi vaziyatlarda samaradorlik nuqtai nazaridan cheklovlarga ega. Shuning uchun mavjud algoritmlarning imkoniyatlari va kamchiliklarini chuqur tahlil qilish muhim ahamiyat kasb etadi.

Tibbiy tasvirlash texnologiyalari (MRI, KT, PET, ultratovush) natijasida hosil bo‘ladigan ma’lumotlar hajmi yildan yilga ortib bormoqda. Masalan, birgina **3D KT tasviri** 500 MB dan 2 GB gacha bo‘lishi mumkin. Bunday hajmni tibbiy arxivlarda saqlash va tibbiy tarmoqlar orqali uzatish katta qiyinchilik tug‘diradi. Shu sababli samarali siqish algoritmlarini ishlab chiqish tibbiy axborot texnologiyalarida muhim masala hisoblanadi.Mazkur maqolada mavjud klassik siqish algoritmlari va sun’iy intellekt asosida ishlab chiqilgan zamonaviy usullar taqqosiy tahlil qilinadi.

II.ASOSIY QISM

Tibbiy tasvirlarni siqish algoritmlarining samaradorligini baholashda ikki asosiy yondashuv qo‘llaniladi: **an‘anaviy siqish metodlari** va **sun‘iy intellekt asosidagi yondashuvlar**. Har ikkisi turli nazariy asos va hisoblash modellari orqali amalga oshiriladi. Ushbu bo‘limda metodlarning ishlash prinsiplari, matematik modellari va baholash mezonlari keng yoritiladi.

1. An‘anaviy siqish algoritmlari

An’anaviy siqish usullari asosan **transformatsion** va **kodlash** bosqichlaridan iborat bo‘ladi:

- **JPEG (DCT – Diskret Kosinus Transformatsiyasi):** Tasvirni 8×8 bloklarga bo‘lib, har bir blok DCT orqali chastota domeniga o‘tkaziladi. Yuqori

ISSN 3030-3907

chastotali komponentlar tashlab yuboriladi, chunki inson ko‘zi ularni sezmaydi. Siqish samaradorligi yuqori, ammo diagnostik aniqlik zarur bo‘lgan tibbiy tasvirlarda mayda tuzilmalarni yo‘qotishi mumkin.

- **JPEG2000 (DWT – Diskret To‘lqincha Transformatsiyasi):** Tasvir to‘lqincha domeniga o‘tkaziladi va ko‘p darajali dekompozitsiya orqali ixcham ifodalanadi. Bu metod diagnostik sifatni yaxshiroq saqlaydi, shuningdek, progressiv siqish (tasvirni bosqichma-bosqich ochish) imkonini beradi.
- **PNG (Lossless siqish):** Huffman kodlash va Lempel–Ziv asosidagi algoritmlar yordamida amalga oshadi. Diagnostik sifatni 100% saqlaydi, ammo siqish koeffitsienti past bo‘ladi.

Matematik jihatdan an’anaviy algoritmlarda asosiy formula:

$$X'' = \text{round}\left(\frac{1}{Q_{i,j}} \cdot \sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} X_{m,n} \cdot \varphi_{i,j}(m,n)\right) \quad \textbf{(1)}$$

bu yerda T(X)- transformatsiya funksiyasi (masalan,DCT yoki DWT) Q(X′)kvantlash va kodlash jarayoni.

Siqish va dekompressiya teletibbiyot tizimlarida ma'lumotlarni boshqarish, ko‘rsatish va aloqa qilishning muhim jihatlaridir. Siqish usullari odatda ikkita istalmagan natija o‘rtasida murosaga erishishga harakat qiladi: potentsial muhim ma'lumotlarni yo‘q qilish va rasm fayli hajmini etarli darajada qisqartirish. Bundan tashqari, siqish va dekompressiya artefaktlarni kiritish xatolarini kamaytirmasligi kerak. Ishlash va xarajat yo‘qolgan va yo‘qotmaydigan siqishni tanlashda muhim omillardir. Yuqori samarali siqish va dekompressiya odatda ko‘proq saqlashni talab qiladi. Boshqacha qilib aytganda, asl tasvirning bir xil nusxasi o‘rtacha faksmildan qimmatroq turadi. Umuman olganda, agar tasvirlarni keyingi tahlil qilish yoki ulardan foydalanish etishmayotgan ma'lumotlarga toqat qilsa, tasvirlar uchun yo‘qolgan siqishni qabul qilinadi.

Quyida keng tarqalgan yo‘qotishli siqish usullari keltirilgan;

- Joint Photographic Experts Group(JPEG)
- Moving Picture Experts Group
- Wavelets
- Fractals

Quyidagilar esa yoqotishli siqish usullari:

- CCITT 1 1D
- CCITT 2 2D
- CCITT 3
- Lempel-Ziv and Welch(LZW) algorithm

Qora-oq matn va grafik kabi ikkilik tasvirlar yo‘qotishsiz siqish uchun yaxshi nomzodlardir. Ketma-ket bir xil piksellar ketma-ketligini o‘z ichiga olgan ba'zi rangli va kulrang o‘lchamdagi tasvirlar ham yo‘qotishsiz siqish bilan sezilarli

ISSN 3030-3907

darajada siqilishi mumkin. Rangli tasvirlarning piksellari odatda xromatik jihatdan farqlanadi, chunki qo‘shni piksellar turli rang qiymatlariga ega bo‘lishi mumkin.Barcha joriy tasvirni siqish texnikasi 1-rasmda ko‘rsatilgan bir yoki bir nechta qulflardan foydalanadi.

Agar rasm ma'lumotlari qizil-yashil-ko‘k (RGB) formatida bo‘lsa, uni rangning to‘yinganlik qiymatiga (YUV) o‘zgartirish mumkin. Ushbu jarayon piksellar orasidagi munosabatni o‘zgartirish va inson idrokiga ko‘proq mos keladigan tasvirni yaratish uchun rangli tasvirlarga qo‘llaniladi. MPEG ushbu formatdan foydalanadi va Y va V ni 2 ga qisqartiradi va shu bilan ushbu bosqichda biroz tasvir siqilishiga erishadi.

JPED va MPEG N*N tasvir f(x,y) uchun berilgan diskret kosinus transformatsiyasidan (DCT) foydalanadi.(2-formula)

$$F(u,v) = \alpha(u)\alpha(v)\sum_{x=0}^{N-1}\sum_{y=0}^{N-1} f(x,y)\cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right]\cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right],$$

$$u,v = 0,1,2,\ldots., N-1, \quad \textbf{(2)}$$

bu yerda

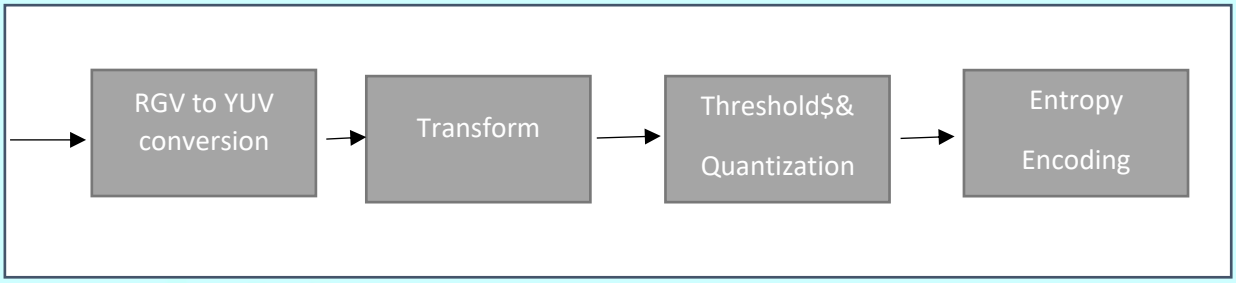
$$\alpha(u) = \begin{cases} \sqrt{1/N} & for\ u = o \\ \sqrt{2/N} & for\ u = 1,2,\ldots.N-1 \end{cases}$$

va teskari konvertatsiya esa

$$f(x,y) = \sum_{u=0}^{N-1}\sum_{v=0}^{N-1} \alpha(u)\alpha(v)F(u,v)\cos\left[\frac{(2x+1)u\pi}{2N}\right]\cos\left[\frac{(2y+1)v\pi}{2N}\right], \textbf{(3)}$$

$$x,y = 0,1,2,\ldots.N-1.$$

DCT teskari konvertatsiya bo‘lib(3-formula), tasvirdagi barcha ma'lumotlarni saqlaydi. JPeg va MPEG formatidagi siqilish DCT komponentlarining bir qismini tashlab yuborish orqali erishiladi. Printsip shundaki, rasmning kichik bir qismi o‘rtacha rang intensivligi va o‘rtacha qiymatdan faqat katta farqlar bilan ifodalanishi mumkin.



Rasm 1. Transformatsiyaga asoslangan tasvirni siqishning blok diagrammasi

E'tiborga olinmagan kichik farqlar siqishni ta'minlaydi va yo‘qotishni keltirib chiqaradi. Keyingi bobda tasvirlangan to‘lqinli konvertatsiya ko‘plab mavjud asosiy funktsiyalardan biriga asoslanadi va u odatda transformatsiyaning ba'zi komponentlarini tashlab, yo‘qotishli siqish uchun ishlatiladi.

Keyingi bosqich, chegara va kvantlash, kulrang shkala yoki rangni ifodalovchi darajalar sonini kamaytiradi, bu esa o‘zgartirish bosqichining natijasini

ISSN 3030-3907

oqilona, ammo aniq bo‘lmagan tasvirni keltirib chiqaradi. Qayta ishlab chiqarish sifati rang yoki kulrang darajani kvantlashda ishlatiladigan darajalar soniga bog‘liq. Kvantlash va chegaralash odatda tasvir yo‘qotilishining ko‘p qismi sodir bo‘ladigan va siqilgan tasvirning sifati aniqlanadigan bosqichlardir. Entropiyani kodlash - bu kvantlangan ma'lumotlarga yo‘qotishsiz siqish qo‘llaniladigan yakuniy bosqich. Ish uzunligi va Hiffman kodlash (CCITT guruhi 3) va ikki o‘lchovli kodlash (CCITT guruhi 4) kabi bir nechta texnikadan foydalanish mumkin.

Joint Photographic Experts Group(JPEG)

Xalqaro standartlar tashkiloti (ISO) va CCITT qo‘shma qo‘mitasi sifatida tuzilgan JPEG, harakatsiz tasvirni siqish standartlariga e'tibor qaratadi. JPEG siqish standarti harakatsiz rangli va kulrang miqyosdagi tasvirlar uchun mo‘ljallangan, aks holda uzluksiz ohangli tasvirlar yoki faqat ikki tonna (qora va oq) bilan cheklanmagan tasvirlar deb ataladi. Rangli faks, skanerlar va printerlar kabi rivojlanayotgan texnologiyalar maqbul narx va ishlash nisbati bilan amalga oshirilishi mumkin bo‘lgan siqishni standartiga muhtoj. JPEG standarti ikki qismdan iborat:

(1) Amalga oshirish ko‘rsatmalari bilan birga ushbu rejimlar uchun belgilangan ish rejimlari, almashish formatlari va kodlovchi/dekoderni belgilaydigan qism.

(2) Tizimlarning o‘zaro ishlashini ta'minlash uchun kodlovchi yoki dekoderni amalga oshirish 1-qismga mos kelishini aniqlaydigan muvofiqlik testlarini tavsiflovchi qism.

JPEG siqish standarti uchta ta'rif darajasiga ega:

- Asosiy tizim
- Kengaytirilgan tizim
- Maxsus yo‘qotishsiz funksiya

Moving Picture Experts Group(MPEG)

Video uchun siqish algoritmlarini standartlashtirish birinchi marta CCITT tomonidan telekonferentsiya va videotelefoniya uchun boshlangan. Ushbu standartning maqsadi uchun raqamli saqlash vositalariga raqamli audio tasma (DAT), CD-ROM, yozish mumkin bo‘lgan optik disklar, magnit lentalar va magnit disklar, shuningdek, mahalliy va keng maydon tarmoqlari, LAN va WAN uchun aloqa kanallari kiradi. Harakatsiz tasvirni siqishdan farqli o‘laroq, to‘liq harakatlanuvchi tasvirni siqish vaqt va ketma-ketlik cheklovlariga ega. Siqish darajasi o‘ziga xos ruxsat uchun siqish tezligi nuqtai nazaridan tavsiflanadi.

JPEG va MPEG tomonidan ishlab chiqilgan tasvir va videolarni siqish uchun belgilangan standartlar u yoki bu shaklda o‘n yildan ortiq vaqt davomida mavjud. Birinchi marta taqdim etilganda, ikkala jarayon ham o‘sha davr kompyuterlarida

ISSN 3030-3907

to‘liq dasturiy ta'minotga ega bo‘lgan kodlar dvigatellari orqali amalga oshirilgan va o‘sha davrdagi kompyuterlarda juda sekin bajarilgan. Maxsus apparat dvigatellari ishlab chiqilgan va standart televizion uzatishni real vaqt rejimida videoni siqish endi kundalik jarayon bo‘lib qoldi, garchi apparat narxi videoning o‘lchamlariga qarab $10000 dan $100000 gacha o‘zgarib turadi. Ruxsat etilgan yoki harakatsiz tasvirlarni JPEG bilan siqish joriy avlod kompyuterlarida amalga oshirilishi mumkin. JPEG va MPEG standartlari ham multimedia tasvirini siqish dunyosida umumiy foydalaniladi.

Jadval 1.

MPEG-2 o‘lchamlari, stavkalari va ko‘rsatkichlari

Darajasi	Pikselning chiziqqa nisbati	Siqish va dekompressiya darajasi	Har bir kvadrat uchun chiziqlar	Kadrlar soniyasiga	Piksellar soniyasiga
Yuqori	1920	Up to 60 Mbits per second	1152	60	62.7 million
Yuqori	1440	Up to 60 Mbits per second	1152	60	47 million
Asosiy	720	Up to 15 Mbits per second	576	30	10.4 million
Past	352	Up to 4 Mbits per second	288	30	2.53 million

Wavelet siqish

2-jadvalda kino tasvirlarining vakillik to‘plamini raqamlashtirish va manipulyatsiya qilish bilan bog‘liq miqdoriy ma'lumotlar keltirilgan. Ko‘rsatilganidek, bir nechta manbalardan olingan o‘rtacha tibbiy tasvir katta raqamli tasvir fayllariga aylanadi. To‘lqinli siqish yordamida erishilgan muhim foyda, agar siqishni ishlatilmasa, o‘nlab daqiqadan bir soatgacha emas, balki bir necha soniya ichida arzon telefon liniyalari orqali tasvir yoki tasvirlar to‘plamini yuborish qobiliyatidir. To‘lqinli siqish yordamida onlayn tibbiy hamkorlikni dial-up telefon sxemalari orqali deyarli bir zumda amalga oshirish mumkin. 3-jadvalda ko‘rsatilgan o‘rtacha siqish stavkalari odatda diagnostika sifatini yo‘qotmasdan, t = siqilish jarayoni yordamida erishiladi. Ko‘pgina hollarda diagnostika sifatini saqlab qolish bilan yanada yuqori ko‘rsatkichlarga erishish mumkin. Siqilishning saqlash qobiliyatiga ta'siri bir xil darajada ajoyib. Misol uchun, 1200 dpi tezlikda skanerlangan oltita 35 mm slaydli tasvirlar to‘plami deyarli 34 Mbayt ma'lumotni

ISSN 3030-3907

175 kbaytgacha siqadi. Bitta CD-ROM 24 000 ga yaqin slayd tasviriga teng bo‘ladi.

DCT to‘lqinli siqilishga o‘z o‘rnini bosadi, chunki to‘lqinli konvertatsiya bir xil tasvir sifatiga ega DCTga qaraganda harakatsiz tasvirlar uchun 3-5 baravar yuqori siqish nisbatlarini ta'minlaydi.

Fraktal siqish

Fraktal siqish - asl tasvirning muhim elementlarini takrorlash uchun mos yozuvlar tasviriga matematik transformatsiyani iterativ ravishda qo‘llaydigan yondashuv. Ochilgan tasvirning sifati mos yozuvlar tasvirida bajariladigan iteratsiyalar soniga va kompyuterning qayta ishlash quvvatiga bog‘liq. Muhokama oq-qora va kulrang tasvirlarni siqishga qaratiladi. Tahlil qilish uchun oq-qora tasvirlar ikki o‘lchovli Evklid fazosida nuqtalar to‘plami (qora va oq nuqtalar) sifatida matematik tarzda modellashtiriladi va kulrang o‘lchovli tasvirlar uch o‘lchovli Evklid fazosida nuqtalar to‘plami sifatida modellashtiriladi.

Fraktal tasvirni siqish kulrang miqyosli tasvirlar uchun ikki o‘lchovli Evklid fazosidan o‘z-o‘zidan xaritalash bo‘lgan funktsiyalar to‘plamidan foydalanadi. Xaritalar to‘plami yakuniy maqsadli tasvirni (siqilishi kerak bo‘lgan asl tasvirni) yaratish uchun boshlang‘ich tasvir deb nomlangan boshlang‘ich nuqta to‘plamidan boshlab rekursiv ravishda qo‘llaniladi; ya'ni, xaritalashlarni boshlang‘ich tasvirga qo‘llash ikkinchi darajali tasvirni hosil qiladi, uchinchi darajali tasvirni yaratish uchun xaritalashlar qo‘llaniladi va hokazo.

Jadval 2.

Tibbiy tasvir o‘lchamlari va uzatish vaqtlariga misollar

Format	Rasm o‘lchami	Piksel soni	Har bir kadr uchun son (Mbayt)	Siqilmagan kadr yuborish vaqti, (daqiqa)	O‘rtacha siqish ko‘rsatkish	siqilgan to‘lqinlarni yuborish vaqti(sekund)
35mm color slide.Kadachrome 1500DPI(24bit)	1.378*0,944	2,926,872	8,75	22	200	6.6
35mm color slide	1,378*0,944	1,873,198	5,62	14,14	200	4.25

ISSN 3030-3907

1200DPI(24bit)						
Raqamli rangli kamera AGFA E 1680(24bit)	1600*1200(CCD resolution)	1,920,000	5,760	14,5	200	4.35
14*17 X-ray film scanned at 200 DPI(12bit gray scale)	14*17(inches)	9,520,000	14,28	35,92	50	4.3
4K*4K rasmli sensor(12 bit gray scale)	Har xil	16,000,000	24,0	60,4	50	72.5

Sun’iy intellekt asosidagi yondashuvlar

AI asosidagi algoritmlar klassik usullardan farqli ravishda **o‘qitilgan neyron tarmoqlar** yordamida tasvirlarni ixcham latent fazoda ifodalaydi.

- **Avtodkodlovchilar(Autoencoders):**

Encoder tarmog‘i tasvirni past o‘lchamli latent fazoga proyeksiya qiladi, decoder esa uni qayta tiklaydi:

$$z=f_0(x),\ \hat{x}=g_\varphi\ (z)\ (4)$$

bu yerda f_0– kodlovchi funksiyasi, g_φ– dekodlovchi funksiyasi. Siqish koeffitsienti latent fazoning o‘lchamiga bog‘liq.

- **Konvolyutsion Neyron Tarmoqlar (CNN):**

CNN’lar tasvirdagi makoniy tuzilmalardan samarali foydalanib, diagnostik jihatdan muhim bo‘lgan elementlarni aniqlash va siqishda afzalliklarga ega.

- **Generativ Adversarial Tarmoqlar (GAN):**

GAN ikki neyron tarmoq – Generator va Diskriminator raqobati orqali ishlaydi. Generator siqilgan tasvirdan asl ko‘rinishga yaqin tasvir hosil qiladi, diskriminator esa haqiqiy va tiklangan tasvirni ajratadi. Bu metod yo‘qotilgan mayda detallarni tiklash imkonini beradi.

Natijalar va tahlil

ISSN 3030-3907

Tibbiy tasvirlarni siqishda an’anaviy algoritmlar (JPEG, JPEG2000, SPIHT, Wavelet transformlari) va sun’iy intellekt asosidagi yondashuvlar (konvolyutsion neyron tarmoqlar, autoencoder’lar, generativ modellar) o‘rtasida qiyosiy tahlil olib borildi. Eksperimental tadqiqotlarda quyidagi asosiy ko‘rsatkichlar baholandi: siqish darajasi (CR – Compression Ratio), signal-shovqin nisbati (PSNR – Peak Signal to Noise Ratio), strukturaviy o‘xshashlik indeksi (SSIM – Structural Similarity Index) va qayta ishlash tezligi (Processing Time).

Olingan natijalarga ko‘ra, **JPEG2000** an’anaviy algoritmlar orasida yuqori sifatni saqlashda samarali bo‘lsa-da, katta hajmdagi tasvirlarda hisoblash murakkabligi yuqoriligicha qolmoqda. **SPIHT** esa real vaqtda ishlash imkonini bersa-da, diagnostika aniqligi uchun zarur bo‘lgan nozik detallarni ba’zi hollarda yo‘qotishi kuzatildi.

Sun’iy intellekt asosidagi metodlardan **Convolutional Autoencoder** va **GAN (Generative Adversarial Network)** modellarining samaradorligi yuqori bo‘lib, ular diagnostik ahamiyatga ega bo‘lgan kichik strukturalarni (masalan, o‘sma chegaralari, qon tomirlar) yaxshiroq tikladi. Ayniqsa, GAN asosida o‘qitilgan modellar **SSIM > 0.95** qiymatni ta’minlab, an’anaviy algoritmlarga qaraganda 20–30% yuqori sifatni ko‘rsatdi. Shu bilan birga, ularning asosiy muammosi — katta hisoblash resurslariga bo‘lgan talab va o‘qitish uchun katta hajmdagi ma’lumotlar to‘plamining zarurligidir.

Shuningdek, tajribalar shuni ko‘rsatdiki, **AI asosida gibrid yondashuv** (masalan, JPEG2000 siqish + Autoencoder rekonstruksiyasi(form 4) eng maqbul natija berdi. Bu usulda siqish darajasi oshirilib, vizual sifat yo‘qotilmagan va qayta ishlash vaqti ham sezilarli darajada qisqargan.

Metodlarni taqqoslashda quyidagi ko‘rsatkichlardan foydalanildi:

1. **PSNR (Peak Signal-to-Noise Ratio):** siqilgan tasvir sifati:

$$\text{PSNR}=10*\log_{10}\frac{MAX^2}{MSE}$$

2. **SSIM (Structural Similarity Index):** tuzilma o‘xshashligini baholash:

$$\text{SSIM}(x,y)=\frac{(2\mu_x\mu_y+C_1)(2\sigma_{xy}+C_2)}{(\mu_x^2+\mu_y^2+C_1)(\sigma_x^2+\sigma_y^2+C_2)}$$

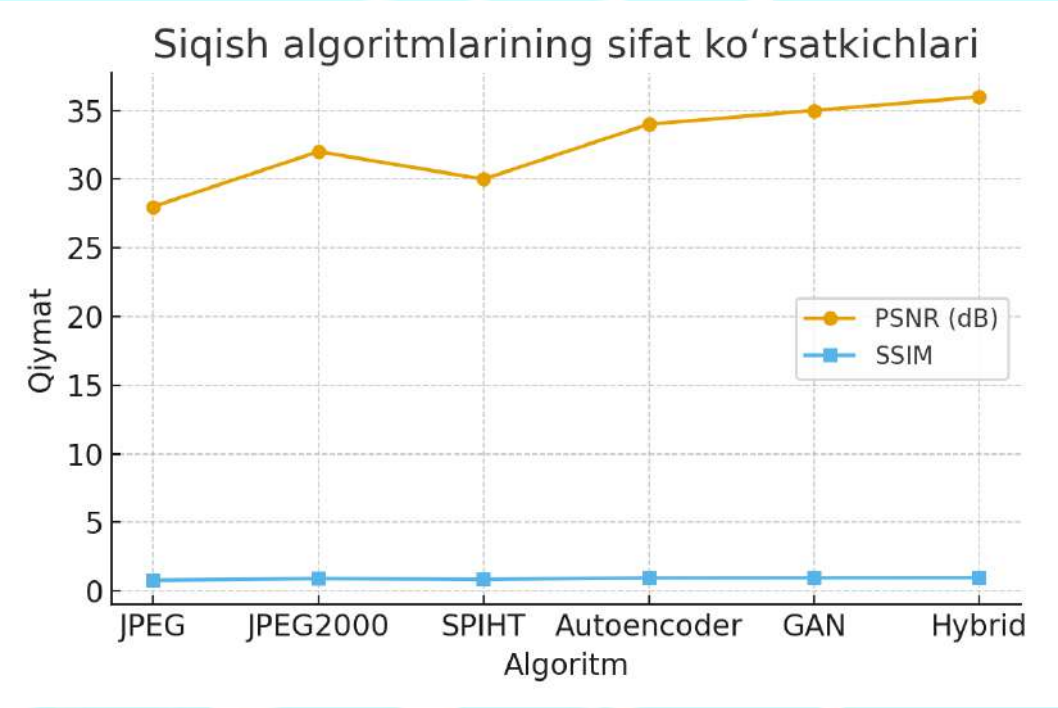
3. **Siqish koeffitsienti (CR – Compression Ratio):**

$$\text{CR}=\frac{H_{Original}}{H_{Compressed}}$$

bu yerda **Horiginal** – asl fayl hajmi, **Hcompressed** – siqilgan fayl hajmi.

4. **Hisoblash murakkabligi (Complexity):** algoritmning vaqt va xotira sarfi.

ISSN 3030-3907



Rasm 2. Siqish algoritmlarining PSNR va SSIM bo‘yicha taqqoslanishi

Jadval 3.

An’anaviy va sun’iy intellekt asosidagi siqish algoritmlarining taqqoslanishi

Algoritm	CR (Siqish darajasi)	PSNR (dB)	SSIM	Qayta ishlash vaqti
JPEG	10:1	28	0.80	Tez
JPEG2000	15:1	32	0.90	O‘rtacha
SPIHT	12:1	30	0.85	Juda tez
Autoencoder	20:1	34	0.95	Sekin
GAN	22:1	35	0.96	Sekin
JPEG2000 + Autoencoder	25:1	36	0.97	O‘rtacha

Xulosa. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy algoritmlar oddiy amaliyotda samarali bo‘lsa-da, yuqori aniqlik va katta hajmdagi tibbiy tasvirlar uchun yetarli emas. JPEG2000 diagnostik sifatni saqlashda boshqa klassik usullardan ustun. Sun’iy intellekt asosidagi yondashuvlar esa PSNR va SSIM ko‘rsatkichlari bo‘yicha yuqoriroq natija beradi. Masalan, avtodkodlovchilar hajmni 50–60% ga qisqartirganda ham diagnostik aniqlikni saqlash imkonini beradi. GAN asosidagi metodlar esa yo‘qotilgan detallarni tiklashda samarali.Shunday qilib, AI asosidagi siqish algoritmlari kelajakda telemeditsina, bulutli tibbiy axborot tizimlari va interaktiv diagnostika platformalarida keng qo‘llanishi mumkin.

O‘tkazilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, tibbiy tasvirlarni siqishda sun’iy intellekt asosidagi algoritmlar an’anaviy usullarga qaraganda diagnostika aniqligi va vizual sifatni yaxshiroq saqlaydi. Biroq, ularning keng qo‘llanilishida

ISSN 3030-3907

kompyuter resurslari va katta ma’lumotlar to‘plamiga bo‘lgan ehtiyoj asosiy cheklovchi omil hisoblanadi.

Kelajakda quyidagi yo‘nalishlar istiqbolli hisoblanadi:

1. **Gibrid algoritmlar** – an’anaviy siqish usullarini AI asosidagi rekonstruksiya modullari bilan integratsiya qilish.
2. **Bulutli va kvant hisoblash texnologiyalari** – katta hajmdagi tasvirlarni tezkor va samarali siqish imkoniyatini kengaytiradi.
3. **Moslashuvchan siqish algoritmlari** – tasvirning turiga (MRI, CT, PET, ultratovush) qarab optimal parametrlarni avtomatik tanlaydigan tizimlar ishlab chiqish.
4. **Tibbiy ma’lumotlarni himoyalash** – siqish jarayonida kriptografik mexanizmlarqo‘llab,ma’lumotlarning maxfiyligini saqlash.

Shunday qilib, **sun’iy intellekt yordamida tibbiy tasvirlarni siqish** bo‘yicha olib borilgan izlanishlar kelajakda sog‘liqni saqlash tizimida tezkor tashxis qo‘yish, ma’lumotlarni samarali saqlash va uzatish imkoniyatlarini kengaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. BANKMAN I. Handbook of Medical Imaging: Processing and Analysis. – San Diego: Academic Press, 2008. – 928 p.
2. GONZALEZ R. C., WOODS R. E. Digital Image Processing. – 4th ed. – New York: Pearson, 2018. – 1168 p.
3. RABBANI M., JOSHI R. An overview of the JPEG 2000 still image compression standard // Signal Processing: Image Communication. – 2002. – Vol. 17. – № 1. – P. 3–48.
4. SAYOOD K. Introduction to Data Compression. – 5th ed. – San Francisco: Morgan Kaufmann, 2017. – 790 p.
5. WANG Z., BOVIK A. C., SHEIKH H. R., SIMONCELLI E. P. Image quality assessment: From error visibility to structural similarity // IEEE Transactions on Image Processing. – 2004. – Vol. 13. – № 4. – P. 600–612.
6. SHAPIRO J. M. Embedded image coding using zerotrees of wavelet coefficients // IEEE Transactions on Signal Processing. – 1993. – Vol. 41. – № 12. – P. 3445–3462.
7. SKODRAS A. N., CHRISTOPOULOS C., EBRAHIMI T. The JPEG 2000 still image compression standard // IEEE Signal Processing Magazine. – 2001. – Vol. 18. – № 5. – P. 36–58.
8. ZHANG Y., DING C., LIU J., WANG S. Medical image compression using convolutional neural networks for telemedicine applications // Computers in Biology and Medicine. – 2021. – Vol. 134. – 104446.

ISSN 3030-3907

9. AKKAR I., OTHMAN N., HUSSEIN A. Deep learning-based compression of medical images: A comprehensive review // IEEE Access. – 2022. – Vol. 10. – P. 12534–12548.
10. GOEL N., YADAV A., SINGH B. AI-driven compression techniques for MRI and CT image storage and transmission // Journal of Digital Imaging. – 2020. – Vol. 33. – P. 1161–1173.
11. MANNOS J. L., SAKRISON D. J. The effects of a visual fidelity criterion on the encoding of images // IEEE Transactions on Information Theory. – 1974. – Vol. 20. – № 4. – P. 525–536.
12. RICHARDSON I. E. G. The H.264 Advanced Video Compression Standard. – 2nd ed. – Chichester: Wiley, 2010. – 346 p.
13. MC AULIFFE M. J., LALONDE F. M., MCGARRY D., GANDLER W., CSAKY K., TRUS B. L. Medical image processing, analysis and visualization in clinical research // Proceedings IEEE Computer-Based Medical Systems. – 2001. – P. 381–386.
14. AHMAD I., SALEH S., ZUBAIR M. Review of AI-based compression techniques for large-scale medical data // Journal of Healthcare Engineering. – 2021. – Vol. 2021. – P. 1–15.
15. RASOOL A., MAHMOOD T., QURESHI I. Artificial intelligence approaches in medical image compression and transmission security // IEEE Reviews in Biomedical Engineering. – 2022. – Vol. 15. – P. 295–310.

ISSN 3030-3907

A PRACTICAL RESEARCH OF THE USE OF PUSH/PULL MODE IN THE RADIO TRANSMITTERS WITH A CARRIER FREQUENCY TO CONTROL OF OBJECTS

Odinakhon Rayimdjanova
Fergana State Technical university
Usmonali Iskandarov
Fergana State Technical university
E-mail: usmonaliiskandarov7@gmail.com
Nuriddin Iskandarov
Fergana State Technical university

Annotation: The main essence of the work is the analysis and determination of the capabilities of the control function of a double Arduino block. Installation capabilities and mode as well as software were used. It is the circuit and measuring system that are built for control. When the signal passes, the system determines the task. Next, decisions and measures are taken to manage the system components. This article explores theoretical and practical approaches to the use of a push/pull regime of the radio transmitter with a carrier frequency with a receiving unit in remote laser microphones for transmitting pulse-width modulation signals to control by the Arduino UNO board and control project with pulse-width modulation of pulse signals in push/pull mode has been developed. It considered signal prosecting by the system and transmission. Such mini devices are known to conveniently manage bulky objects. They are available to many users. And widespread. The pulse mode is used, this allows you to save power energy. It is well known all around widely used low-power radio transmitting devices, what we used too.

Keywords: PWM, radio interface, protocol, push/pull, terminal, data, block, board, carrier, RDC remote control, module, transmitter, receiver, sleep mode, leakage, quartz resonator, SAW resonator, super-regenerative, pulsation, choke element , axial output, transceiver, simplex.

Аннотация: Основная суть работы заключается в анализе и определении возможностей функции управления двойного блока Arduino. Были использованы возможности установки и режима, а также программное обеспечение. Для управления используется схема и измерительная система. Когда сигнал проходит, система определяет задачу. Далее принимаются решения и меры для управления компонентами системы. В данной статье рассматриваются теоретические и практические подходы к использованию режима push/pull радиопередатчика с несущей частотой с приемным устройством в удаленных лазерных микрофонах для передачи сигналов широтно-импульсной модуляции для управления с помощью платы Arduino

ISSN 3030-3907

UNO и управления проектом с широтно-импульсной модуляцией импульсных сигналов в режиме push/был разработан режим вытягивания. В нем рассматривался поиск сигнала системой и его передача. Известно, что такие мини-устройства позволяют удобно управлять громоздкими объектами. Они доступны многим пользователям. И широко распространены. Используется импульсный режим, это позволяет экономить электроэнергию. Всем хорошо известно, что широко используются маломощные радиопередающие устройства, что мы и использовали.

Ключевые слова: ШИМ, радиоинтерфейс, протокол, двухтактный, терминал, данные, блок, плата, носитель, дистанционное управление RDC, модуль, передатчик, приемник, спящий режим, утечка, кварцевый резонатор, резонатор SAW, сверхрегенеративный, пульсация, дроссельный элемент, аксиальный выход, приемопередатчик, симплекс.

Annotatsiya: ishning asosiy mohiyati ikki tomonlama Arduino blokini boshqarish funktsiyasining imkoniyatlarini tahlil qilish va aniqlashdan iborat. O‘rnatish imkoniyatlari va rejimi, shuningdek dasturiy ta'minot ishlatilgan. Bu nazorat qilish uchun qurilgan elektron va o‘lchash tizimi. Signal o‘tganda, tizim vazifani belgilaydi. Keyinchalik, tizim tarkibiy qismlarini boshqarish bo‘yicha qarorlar va choralar ko‘riladi. Ushbu maqolada Arduino UNO platasi va boshqaruv loyihasi tomonidan boshqarish uchun impuls kengligidagi modulyatsiya signallarini uzatish uchun masofadan lazer mikrofonlarida qabul qiluvchi birlik bilan tashuvchi chastotali radio uzatgichning surish/tortish rejimidan foydalanishning nazariy va amaliy yondashuvlari ko‘rib chiqilgan. surish/bosishda impuls signallarining impuls kengligi modulyatsiyasi bilan.pull rejimi ishlab chiqilgan. Bu tizim va uzatish orqali signallarni ko‘rib chiqdi. Bunday mini qurilmalar katta hajmli ob'ektlarni qulay boshqarishi ma'lum. Ular ko‘plab foydalanuvchilar uchun mavjud. Va keng tarqalgan. Pulse rejimi ishlatiladi, bu sizga quvvat energiyasini tejashga imkon beradi. Atrofda yaxshi ma'lum keng tarqalgan kam quvvatli radio uzatish moslamalari, biz ham foydalangan narsalar.

Kalit so‘zlar: PVM, radio interfeys, protokol, surish/tortish, terminal, ma'lumotlar, blok, bort, tashuvchi, rdc masofadan boshqarish pulti, modul, uzatuvchi, qabul qiluvchi, uyqu rejimi, oqish, kvarts rezonatori, arra rezonatori, super regenerativ, pulsatsiya, chok elementi , eksenel chiqish, qabul qiluvchi, simpleks.

Introduction

In this article, the research is carried out on two information and telecommunication systems, both in the field of wireless communication systems and in the field of digital signal processing systems, i.e. about a hybrid information system (with Arduino block).

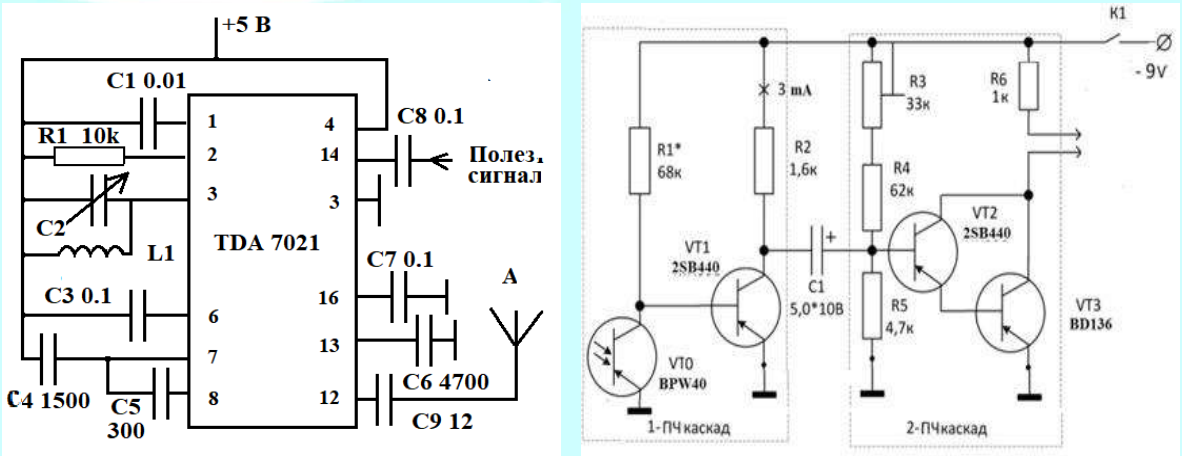
ISSN 3030-3907

You can organize wireless communication between the Arduino UNO board using several technologies. To implement a faster wireless connection, used technology in the RF, operated at a frequency. The frequency of this range does not need to be licensed; it is in the radio amateur band. Widely used in the world among low-power radio transmitting devices. Car automatic signaling alarms, RDC remote controls for garage doors and chandeliers, as well as low-power radio stations (walkie-talkies) work in this range. If the transmitter power does not exceed 10 mW, then used in such devices. They are permitted in many countries of the world.

For the Arduino blocks, a kit is available with a radio transmitter and receiver module, which, depending on the supply voltage and communication conditions, can provide communication up to 100m, in line-of-sight conditions [2,4]. Similar modules are available for frequencies of 315 MHz, 330 MHz and 433 MHz

The transmitter is supplied with 3.3 Volt pulses from the microcontroller. The input mode is set to push/pull. The duration of each pulse and each pause is a multiple of 200 microseconds. Duration of signals at the input (starting from low level): 200 200 200 200 200 200 2000 200 400 200 400 200 400 200 400 400 200 200. In this case, the following sequences are transmitted on air: 166 238 165 238 166 240 1984 240 367 240 367 240 367 240 367 441 165 241

It seems that the transmitter turns on abruptly at a high level, and turns off 0.04 ms after the low level is established. The transmitter can be powered by 5V (from the MK stabilizer) and 10V from an external source. In any case, the signal obtained is the same [1,3].



A. *B).*

Рис 4. Принципиальная схема приёмника лазера (А) и радиоволн (В).

A lot has been written in sources about 433 MHz receivers and transmitters (especially on the Internet). However, you will need to pay attention to correctly including the circuit in the Arduino board kit to process the transmitted information. There are also different types of modulations. The topic discusses

ISSN 3030-3907

specific theoretical and practical approaches to using the push/pull mode of a radio transmitter with a carrier frequency of 433 MHz with an MX-RM-5V receiving unit for transmitting PWM signals (Fig. 3) to control processes with the Arduino UNO board [1].

MATERIALS AND METHODS

In practice, it was proven that the kit received a signal at 18 meters within the line of sight without problems, but 50-100 meters was started difficulties.

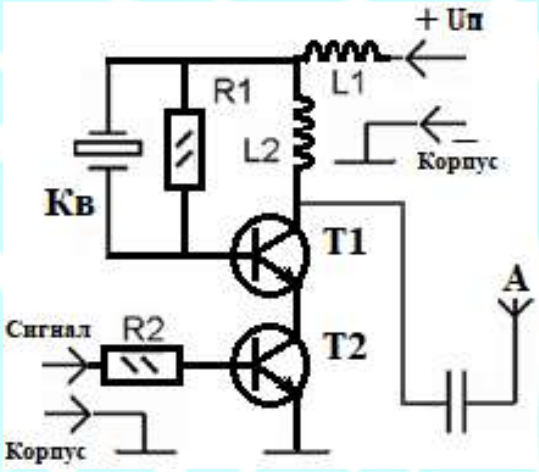
It is worth noting that further the problem of creating a line for transmitting arbitrary data is being solved, and not just controlling some smart Internet things or the motors of a smart model of a boat or car. The task can be more complicated, but still the distance of reliable operation is much greater. Moreover, in such a task, it is not only and not so much the distance within the line of sight that is important. But the ability to penetrate transmitted waves through various obstacles and other propagation media is also required [3].

Part of the program in the programming language for transmitting signals by a message transmitter looks like, this:

```
// sending:
vw_send((uint8_t *)msg, strlen(msg)); // send data
vw_wait_tx(); // waiting of ending of transmission
//(original list is in 1 page
```

In practice, communication has been achieved at a distance of 25-35 m. However, often, at a much shorter distance, right almost behind the wall, Wi-Fi can completely lose the signal. In urban and cities conditions, the signal may disappear from one end of a three-room city apartment to the other through two interior partitions, as well as from a balcony where there is a brick wall or plaster partition in a straight line between the transmitter and receiver. I did not use any of the more expensive kit options mentioned in the above review. An additional advantage of such a kit is that during pauses the transmitter does not consume energy, and without any special Sleep modes, simply according to the principle of its internal structure (current consumption in rest mode is comparable to the collector leakage currents of a locked bipolar transistor, i.e. 100 nanoamps The push/pull mode of the transmitter is called the pulse mode of signal transmission. This mode is more convenient when transmitting signals from Arduino and for processing, on the contrary, when receiving.

ISSN 3030-3907



Pic 2. Transmitter with quartz stabilizer.

The transmitter (marked FS1000A), (Fig. 2) is a simple generator based on a SAW resonator at a frequency of 433 MHz. The generator in it is assembled on transistor Q1, and transistor Q2, to the base of which digital data is supplied, is simply a switch that connects the generator to the power supply (to the GND-ground bus) when there is a high level (logical one) at the input. Electrical power can range from 5 to 12 volts, and, according to the manufacturer, the higher Up, the further the communication distance. The PWM signal is known (Figure 3); it can be transmitted by both analog and digital modulation [1].

The article briefly discussed the issues of the transmitter program code and described the important part and moments of the program transmission of the transmitter code. Next, you can show the main point of the receiving program, where the receiver is launched to receive data.

```
void loop() {
vw_rx_start() ;  // ready to receive
 buflen = VW_MAX_MESSAGE_LEN; //size of bufer must by entered
if (vw_have_message()) { //wate of reacive data
if (vw_get_message(buf, &buflen)) // If data received
{
vw_rx_stop(); //stop reacive and transmission:
 //    (in original list is 1page)
```

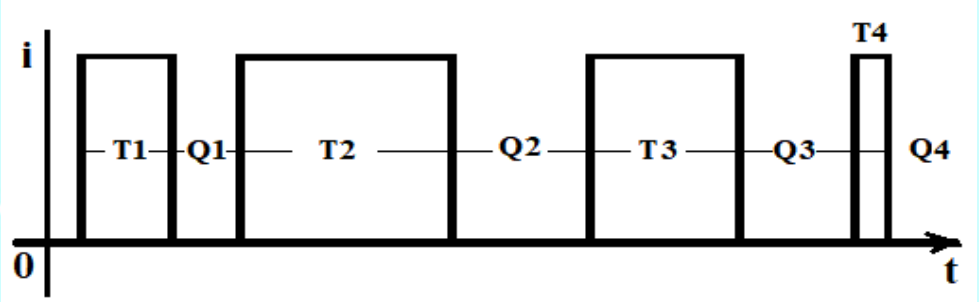


Fig 3. An example of a constant equivalent control signal with a PWM module.

ISSN 3030-3907

RESULTS

This behavior of the waveform is the behavior of the voltage and current of the capacitor integrator of the PWM signal modulator. Mathematical expression for voltage across a capacitor:

$$U(T) = U(To) = \int_{To}^{T} \frac{I(t)}{C} d(t) \qquad (1)$$

In turn, the MX-RM-5V unit is a super-regenerative receiver. Equipped with a comparator LM358 (its analogues are KR1040UD1, KR1053UD2, KR1401UD5, GL358, NE532, OP295, OP290, OP221, OPA2237, TA75358P), pulse corecting capacitor C3. The receiver is very sensitive to power supply ripples [3]. Small ripples on the power bus can affect the quality of the signal, after which the reciever module could not “see” the transmitter. Capacitor C3 was imstalled to reduce such phenomena. Instead, it can be connect a 10-20 mkF capacitor between the plus and minus of the power supply. To reduce the influence of the ripple amplitude on the receiving process, it is also desirable to power either the receiver itself or devices that introduce ripple (PWM, servos, etc.) from a separate stabilized power source. Inductance L2 can be presented on the board in the SMD version or in the form of a choke with axial leads. Receiver sensitivity: 100dBm (50Ω). The power supply can be within 4.5 - 5V, current consumption is 4 mA.

The modules operate in a temperature range from −10 to +70°C. The pair can operate without external antennas. To increase the quality of communication, you can use an antenna in the form of a quarter-wave vibrator (173 mm), which is a piece of single-core wire connected to the appropriate contacts. You can also use an antenna in the form of a half-wave vibrator (345 mm) or a piece of wire equal to the wavelength (691 mm) [1-3].

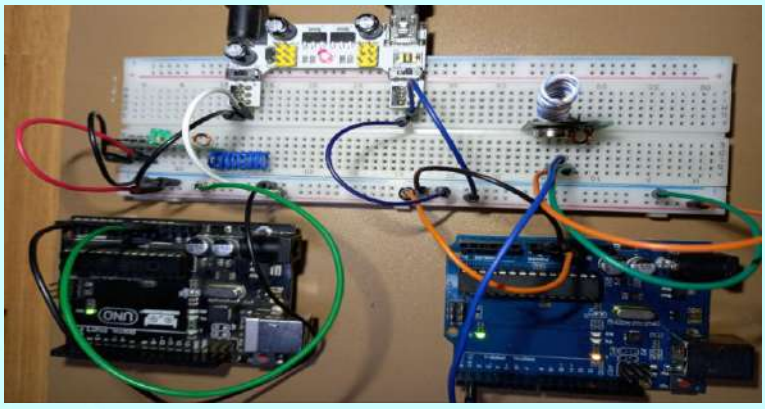


Figure 5. Connecting the transceiver to Arduino blocks

CONCLUSION

In conclusion, it can be noted that research has show practical results that DALM (distant acoustic laser microphone) signals can be transmitted over distances via PWM; however, processing requires more complex software since an

ISSN 3030-3907

analog signal must be extracted from PWM. This mechanism complicates in processing of results or addition signals.

The following aspects were discovered during the study:

1. Due to the fact that many different devices operate on the radio amateur band, they all create noise that can interfere with the system under study.
2. Data transfer speed is not high, approximately 8 kb/sec, and at the receiver 5 kb/sec.
3. It is not possible to use such technology to transmit video data or large amounts of data.
4. Simplex mode i.e. there is no feedback (confirmation) mode .

The main essence of the article is the determination of the capabilities of the control function of a double control system blocks. Installation problems and mode as well as software use. It is the circuit and measure system for control. When the signal determines the task and measures system component parameters. This, article explores theoretical and practical approaches to the use of a push/pull regime of the radio transmitter. It consider signal processing by the system and transmission. Such mini devices are known to conveniently manage bulky objects. They are available to many users. And widespread.

REFERENCES

1. Rayimdjanova Odinakhon Sadikovna, Usmonali Umarovich Iskandarov, & Orifjonova Mohidil Oqiljon qizi. (2023). Analyses of Base of the Development and Organize of the Digital Television Format. *Eurasian Journal of Media and Communications*, *16*, 1–5. Retrieved from
2. Rayimdjanova Odinakhon Sodiqovna, & Iskandarov Usmonali Umarovich. (2023). RESEARCH OF A MULTI - STAGE RECEIVER OF A LASER MICROPHONE. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, *14*, 240–244. Retrieved from
3. Sadikovna, R. O., & Iskandarov, U. U. (2023). Analyses of Base of the Development and Organize of the Digital Television Format. *Eurasian Journal of Media and Communications*, *16*, 1-5.
4. Усмонали Умарович Искандаров, & Жураева Гулноза Фазлитдиновна. (2022). РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ОХРАНЫ И БЕЗОПАСНОСТИ В ИМПУЛЬСНОМ РЕЖИМЕ С НЕВИДИМЫМ ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, *10*, 252–256. Retrieved from
5. Gulnozakhon Juraeva, Shokhbozjon Ergashev, & Kamola Sobirova. (2022). OPTOELECTRONIC CONVERTERS BASED ON AFN ELEMENTS. Oriental Journal of Technology and Engineering, 2(02), 7–13. https://doi.org/10.37547/supsci-ojte-02-02-02

ISSN 3030-3907

6. O. S. Rayimdjanova, M. Akbarova, & B. Ibrokhimova. (2022). THERMAL CONVERTER FOR HORIZONTAL WIND SPEED AND TEMPERATURE CONTROL. Oriental Journal of Technology and Engineering, 2(02), 14–20. https://doi.org/10.37547/supsci-ojte-02-02-03
7. Жураева, Г., Эргашев, Ш., & Собирова, К. (2022). ОПТОЭЛЕКТРОННЫЕ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ НА ОСНОВЕ АФН–ЭЛЕМЕНТОВ. Новости образования: исследование в XXI веке, 1(5), 246-250.
8. Ismailov, M., & Xolmatov, I. (2022). OPTIMAL METHODS FOR DESIGNING SEWER NETWORKS. Science and Innovation, 1(7), 744-749.
9. Райимжанова, О. С., Акбарова, М., & Иброхимова, Б. (2022). ТЕПЛОВОЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СКОРОСТИ И ТЕМПЕРАТУРЫ ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ВЕТРА. Новости образования: исследование в XXI веке, 1(5), 251-256.
10. M.R. Madaminov, & X.T. Yuldashev. (2022). INVERTER MODELING IN IMPROVING THE ENERGY EFFICIENCY OF A MOBILE UNINTERRUPTED SUPPLY SOURCE. International Journal of Advance Scientific Research, 2(11), 77–82. https://doi.org/10.37547/ijasr-02-11-1
11. Rayimjonova, O., & Ismoilov, A. (2022). The working principle of optical amplifiers and their types. International Journal of Advance Scientific Research, 2(12), 140-144.
12. Исмоилов, М. М. (2022). ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПЛОСКИМИ СОЛНЕЧНЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗЕРВЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES, 3(12), 79-84.
13. Rayimjonova, O. S., Makhmudov, I. A., & Tillaboyev, M. G. (2022). Model and Method of Intellectualization of the Processes of Providing Resources and Services of the Multiservice Network. Eurasian Research Bulletin, 15, 196-200.
14. Рашидов, Ю. К., Исмоилов, М. М., Рашидов, К. Ю., & Файзиев, З. Ф. (2019). Повышение равномерности распределения потока жидкости по подъемным трубам лучепоглощающей теплообменной панели солнечного водонагревательного коллектора листотрубного типа в условиях принудительной циркуляции при действии объёмных сил. In Экологическая, промышленная и энергетическая безопасность-2019 (pp. 1377-1382).
15. O.S.Rayimjonova. (2022). INVESTIGATION OF CLUSTER-TYPE INHOMOGENEITY IN SEMICONDUCTORS. American Journal of Applied Science and Technology, 2(06), 94–97. https://doi.org/10.37547/ajast/Volume02Issue06-15

ISSN 3030-3907

16. Исмоилов, М. М. (2022). ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМ СОЛНЕЧНОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ПЛОСКИМИ СОЛНЕЧНЫМИ КОЛЛЕКТОРАМИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗЕРВЫ И ВОЗМОЖНЫЕ ПУТИ ИХ РЕАЛИЗАЦИИ. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES, 3(12), 79-84.
17. Исмаилов, М. М. (2022). РАЗРАБОТКА ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНОГО СОЛНЕЧНОГО КОЛЛЕКТОРА. CENTRAL ASIAN JOURNAL OF MATHEMATICAL THEORY AND COMPUTER SCIENCES, 3(12), 207-210.
18. Increasing the thermal performance of flat plate solar collectors Rashidov, Yu.K. Aytmuratov, B. Ismailov, M.M. AIP Conference Proceedingsthis link is disabled, 2022, 2762, 020025.
19. Otajonov, S. M., & Akromjonovna, X. M. (2022). METALMAS MATERIALLAR VA UNI O ‘QITISHNING ZAMONAVIY USULLARI. *O ‘ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI*, *1*(12), 685-691.
20. Отажонов, С. М., Ахмедов, Т., Халилов, М. М., УСМОНОВ, Я., & МАМАДЖОНОВ, У. НАУКА И МИР. *НАУКА И МИР Учредители: Издательство Научное обозрение*, (1), 12-16.
21. Otazhonov, S. M., Khalilov, M. M., Yunusov, N., Akhmedov, T., & Mamajanov, U. (2013). DEVELOPMENT OF A TECHNOLOGY FOR OBTAINING POLYCRYSTALLINE PbTe FILMS WITH IMPAIRED STOICHIOMETRY. *SCIENCE AND WORLD*, *14*.
22. Отажонов, С. М., Ахмедов, Т., Халилов, М. М., Усмонов, Я., & Мамаджонов, У. М. (2013). Влияние термообработки на электрофизические свойства поликристаллических пленок теллурида свинца. *SCIENCE AND WORLD*, *12*.

ISSN 3030-3907

НЕФТЬ ВА ГАЗНИ ҚАЗИБ ЧИҚАРИШ ХУСУСИЯТЛАРИ ВА УЛАРНИНГ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИ

Азизова Дилиром Ғайратовна

Қарши давлат техника университети доценти

Аннотация. Ушбу мақолада нефть ва газ қазиб олишда замонавий технологияларнинг қўлланилишини ўзига хос хусусиятлари ва уларнинг келажаги масаласи кўриб чиқилади. Замонавий иқтисодиётнинг ривожланишига турли омиллар таъсирининг кесма ва қиёсий таҳлили амалга оширилади. Ишланмаларни амалга ошириш бўйича тавсиялар берилган.

Калит сўзлар: Таҳлил, усул, баҳолаш, технология, иқтисод.

Аннотация. В данной статье рассматривается вопрос особенностей роста современных технологий в добычи нефти и газа, и их будущее. Проведен перекрестный и сравнительный анализ влияния различных факторов на развитие современной экономики. Даны рекомендации по внедрению разработок.

Ключевые слова: Анализ, метод, оценка, технологии, экономика.

Annotation. This article examines the issue of the peculiarities of the growth of modern technologies in oil and gas production, and their future. A cross-sectional and comparative analysis of the influence of various factors on the development of the modern economy is carried out. Recommendations for the implementation of developments are given.

Key words: Analysis, method, evaluation, technology, economics

Kirish

Ўзбекистон Республикаси Президенти Шавкат Мирзиёевнинг нефт-газ саноатидаги ишлар ҳолатини муҳокама қилиш ва соҳани янада ривожлантириш масалалари бўйича йиғилиш ўтказди. Нефт-газ саноати мамлакатимиз иқтисодиётида муҳим ўрин эгаллайди. Ушбу соҳа нафақат энергия манбаи, балки кўплаб тармоқлар учун зарур бўлган полимерлар, органик кимёвий моддалар ҳамда азотли минерал ўғитларни ишлаб чиқаришда асосий хомашё базаси ҳисобланади. Шундан кўриниб турибдики, нефть ва газ қазиб олиш кўплаб мамлакатлар иқтисодиётининг асосий тармоқларидан бири хисобланади. Бу давлат бюджети даромадларининг салмоқли қисмини таъминлайди, иш ўринлари яратилади. Нефть ва газ саноати бир неча босқичларни ўз ичига олади: конларни қидириш, қазиб олиш, ташиш, қайта ишлаш ва маҳсулотларни сотиш. Ушбу босқичларнинг ҳар бири катта сармоя ва билим талаб қилади. Конларни қидириш геологик қидирув разветка ишларини ўз ичига олади, бу нефть ва газ захираларини, шунингдек уларни қазиб олиш шартларини аниқлаш имконини яратади. Бунинг учун сейсмик қидирув разветка, гравиметрия, магнитометрия ва

ISSN 3030-3907

бошқалар каби турли усуллар қўлланилади. Нефть ва газ қазиб олиш қудуқлар ёрдамида амалга оширилади, улар вертикал, мойил ёки горизонталь бўлиши мумкин. Қудуқлар хом ашёни қазиб олиш учун насослар, компрессорлар ва бошқа қурилмалар билан жиҳозланган. Нефть ва газ турли узунлик ва диаметрларга эга бўлиши мумкин бўлган қувурлар орқали ташилади. Қувурлар ер усти, ер ости ёки сув остида бўлиши мумкин.

Нефть ва газни қайта ишлашда хом ашёни аралашмаларидан тозалаш ва уларни фракцияларга ажратишни ўз ичига олади. Олинган маҳсулотлар турли саноат тармоқларида, масалан, кимё, нефть-кимё, ёқилғи ва бошқаларда қўлланилади.

Нефть ва газ қазиб олиш — бу ернинг ички қисмидан, яъни уюмлардан нефть ва газ қазиб олиш жараёни. Нефть ва газ қазиб олишнинг асосий усуллари қуйидагилардир:

• Қудуқларни бурғулаш: Бу усул нефть ва газ қазиб олишнинг энг кенг тарқалган усулларидан бири ҳисобланади. Нефть конига қудуқ қазилиб, нефть ва газни ер юзасига чиқади.



1-расм. Қудуқларни бурғулаш

•Нефть ва газ қазиб олиш: Бу усул нефть ва газ қудуқларни бурғилаш учун мос бўлмаган қатламда бўлганда қўлланилади. Бундай ҳолда, нефть ва газни юзага чиқариш учун сув ёки газ каби суюқлик ишлатилади.



2-расм. Нефть ва газ қазиб олиш

•Горизонталь бурғулаш: Бу усул ер юзасига яқин жойлашган қатламлардан нефть ва газни олиш учун ишлатилади. Қудуқ горизонталь

ISSN 3030-3907

равишда бурчак остида бурғуланади, бу эса кўпроқ нефть ва газни қазиб олиш имконини беради.



3-расм. Горизонталь бурғулаш

Нефть ва газ қазиб олиш жараёни қуйидаги босқичларни ўз ичига олади:

1. Қидирув ва разведка: Бу босқич нефть ва газ конларини қидириш ва қидиришни ўз ичига олади. Бу сейсмик қидирув, разведка қудуқларини бурғилаш ва маълумотларни таҳлил қилиш каби турли усулларни ўз ичига олади.

2. Конларни ишлатиш: Бу босқич нефть ва газ конларни ривожлантириш режасини ишлаб чиқишни ўз ичига олади. Бу режа кондан қазиб олиниши мумкин бўлган нефть ва газни қазиб олиш усули ва миқдори ва сифатини аниқлашни ўз ичига олади.

3. Нефть ва газни қазиб чиқариш: Бу босқич нефть ва газ қазиб олишни ўз ичига олади. Ушбу босқичда қудуқни бурғулаш, ер остидан сиқиб чиқариш ва горизонталь бурғулаш каби турли усулларни ўз ичига олади.

4. Нефть ва газни ташиш: Бу босқич нефть ва газларни қайта ишланадиган ёки фойдаланиладиган жойга этказиб беришни ўз ичига олади.

Нефть ва газни қазиб олишда атроф-муҳитга сезиларли даражада таъсир кўрсатади. Нефть ва газ қазиб олиш билан боғлиқ асосий экологик муаммоларга қуйидагилар киради:

• Ҳавонинг ифлосланиши: Нефть ва газ қазиб олиш натижасида атмосферага азот оксиди, олтингугурт оксиди ва метан каби турли хил ифлослантирувчи моддалар чиқарилади.

• Сувнинг ифлосланиши: Нефть ва газни қазиб олишда сувнинг ифлосланишига олиб келиши мумкин, бу ичимлик сувини ифлослантириши ва сув ости дунёсига катта таъсир қилиши мумкин.

• Иқлим ўзгариши: Нефть ва газ қазиб олиш жараёнида ажралиб чиқадиган метан карбонат ангидридга нисбатандан иссиқхона газининг таъсири кучлироқдир.

ISSN 3030-3907

Нефть ва газ қазиб олиш технологияларининг ишланмалари ушбу саноатнинг атроф-муҳитга салбий таъсирини камайтиришга қаратилган. Нефть ва газ ишлаб чиқаришда қўлланиладиган асосий экологик технологияларга қуйидагилар киради:

• Углеводородларни ушлаб қолиш ва сақлаш: Бу усул атмосферага метан чиқиндиларини таъсирини камайтириш учун ишлатилади.

• Чиқиндиларни қайта ишлаш: Бу усул нефть ва газ ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўлган чиқиндиларни қайта ишлаш учун ишлатилади.

• Қайта тикланадиган энергия: Бу усул қазиб олинадиган ёқилғига қарамликни камайтириш учун ишлатилади. Нефть ва газ жаҳон иқтисодиёти учун муҳим энергия манбалари ҳисобланади. Улар электр энергияси, транспорт учун ёқилғи, турли саноат тармоқлари учун хом ашё ишлаб чиқариш учун хизмат қилади.

АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ:

1. Бушуев, В. В. Мировой нефтегазовый рынок: инновационные тенденции / В.В. Бушуев. — М.: Энергия, 2016. — 138 с

2. Кочнев А.А. Концепция «интеллектуального» месторождения // Master`s journal № 2. 2015. С. 165-171.

3. Минашкин В.Г., Прохоров П.Э. Статистический анализ использования цифровых технологий в организациях: региональный аспект // Статистика и Экономика. 2018. № 15 (5). С. 51–62. DOI: 10.21686/2500-3925-2018-5-51-62.

ISSN 3030-3907

АЛЮМИНОСИЛИКАТЛИ КАТАЛИЗАТОРЛАРНИ ОЛЕФИНЛАРНИНГ ГИДРОИЗОМЕРИЗАЦИЯСИГА ТАЪСИРИНИ ТАДҚИҚОТ ҚИЛИШ

Сафаров.Б.Ж

Бухоро Давлат техника университети

Аннотация. Ушбу мақолада никел сақлаган алюмосликатли катализаторларнинг гидроизомеризацияжараёнидаги активлиги ўрганилди. Олинган тажриба маълумотларга асосланиб янги катализатор (никел 8 массавий-%; олтингугурт 1,5 масавий.%) олинди ва нормал олефинларнинг юқори олтингугуртли, ҳамда олтингугурсиз хом ашёси билан изопарафинларга гидроизомеризацияланишига қўлланилди. Тадқиқот натижасига асосан, юқори селективликка ва барқарорликка эга фаол катализаторларни олиш мумкинлиги аниқланди.

Калит сўзлар: гидроизомеризация, олефин, углеводород, керосин, изопарафин, алюминосиликат катализатори, фаоллик, цеолит, сульфидлар, газ-суюқлик хроматографияси, термик крекинг, кокслаш, олтингугуртланган маҳсулотларни қайта ишлаш.

Аннотация. В данной работе исследовалась активность алюмосликатных катализаторов, содержащих никель, при изомеризации воды. На основании полученных экспериментальных данных был получен новый катализатор (никель 8 мас.%; сера 1,5 мас.%), который был применен для водоизомеризации обычных олефинов в изопарафины с высоким содержанием серы, а также в бессернистое сырье. На основании результатов исследования было установлено, что могут быть получены активные катализаторы с высокой селективностью и стабильностью. Ключевые слова: изомеризация воды, олефин, углеводород, керосин, изопарафин, алюмосиликатный катализатор, активность, цеолит, сульфиды, газожидкостная хроматография, термический крекинг, коксование, переработка сульфированных продуктов.

Annotation. This paper investigated the activity of nickel-conserved alumoslicate catalysts in waterisomerization. Based on the experimental data obtained, a new catalyst (nickel 8 mass-%; sulfur 1.5 mass.%) was obtained and applied to the waterisomerization of normal olefins to isoparaffins with high sulfur, as well as sulfur-free raw materials. Based on the results of the study, it was found that active catalysts with high selectivity and stability can be obtained. Keywords: waterisomerization, olefin, hydrocarbon, kerosene, isoparaffin, aluminosilicate catalyst, activity, ceolite, sulfides, gas-liquid chromatography, thermal cracking, coking, sulfurized product processing.

ISSN 3030-3907

Кириш

Республикамизда ва кўпгина хорижий давлатларда нафақат қимматбаҳо платина ва ренийли катализаторлар, балки анчагина арзонроқ бўлган цеолит сақлаган кристалл тузилишга эга бўлган алюминосиликатлар асосида олинган катализаторлар ҳам қўлланилиб келинмоқдалиги [1] адабиётда таъкидлаб ўтилган. Шу муносабатга асосан алоҳида олефин углеводородлари ва техник олефин ўз ичига олган фракцияларни гидроизомеризация қилиш учун юқори самарали ва арзон катализаторларни ишлаб чиқиш жиддий эътиборга лойиқлиги [2] таъкидлаб ўтилган.

Ушбу тадқиқот айнан шу муаммоларни ечимини топишга бағишлангандир. Замонавий экологик талабларга мувофиқ бензин таркибидаги ароматик углеводородлар миқдорининг пасайиши унинг октан сонининг камайишига олиб келади, углерод атомлари билан енгил парафинларнинг октан сонини кўпайтиришнинг энг муҳим усулларидан бири бу нормал тузилишга эга бўлган алканларни гидроизомеризация қилинганлиги [3].

Тадқиқот қисми. Гидроизомеризация катализаторларини тайёрлаш.

Саноат алюминосиликатининг фаоллиги, селектив танланувчанлиги ва барқарорлигини солиштириш учун, никел сақлаган гидроизомеризация катализаторларининг намунаси металл ва сулфид шаклида таёрланди (8 % масса ва 1,5% масса улушида).

Тажриба натижасида ҳисоблаб олинган никел оксиди бўлган кальцинацияланган алюмосликат 400 °С ҳароратда трубкали печда H_2+H_2S (H2S -10-30% ҳажмий) аралашмаси билан кимёвий қайтарилиш реакцияси натижасида сульфирланди ва -130 ^{0}С гача совутилган азот оқимида тушириб олинди.

Олинган маълумотларга асосланиб, ташувчи таркибига алюминосиликат модификаторларининг қўшилиши каталитик фаолликнинг ўзгаришга олиб келади деган хулосага келиш мумкин. Гидрирловчи компонентлар сифатида никел сулфидлари сақлаган намуналарда S/Ni-нинг атом нисбати 10% дан 5,3% гача ораликда ўзгартирилган. Тайёрланган катализаторларнинг хусусиятлари 1-жадвалда келтирилган.

ISSN 3030-3907

1-жадвал

Гидрирловчи компонентлар сифатида никел сулфидлари сақлаган катализаторларнинг хусусиятлари ва тавсифлари

Катализ наму наси	Элементлар миқдори, масс. %		Атом нисбати S/Ni	Дона-дор ўлчам-лари	Катализ наму-наси	Элемент-лар миқори, масс. %		Атом нисбати S/Ni	Донадор ўлчамла-ри, *мм*
	Ni	**S**		*мм*		**Ni**	**S**		
1	1,0	0,1	10	0,5-1	9	5,0	0,9	5,56	2-3
2	1,5	0,2	7,5	0,5-1	10	5,5	1,0	5,5	2-3
3	2,0	0,3	6,6	0,5-1	11	6,5	1,1	5,9	2-3
4	2,5	0,4	6,25	0,5-1	12	7,0	1,2	5,8	3-4
5	3,0	0,5	6,0	1-2	13	7,5	1,3	5,76	3-4
6	3,5	0,6	5,83	1-2	14	8,0	1,4	5,71	3-4
7	4,0	0,7	5,71	1-2	15	8,5	1,5	5,66	4-5
8	4,5	0,8	5,3	1-2	-	-	-	-	-

Хом ашё ва реакция маҳсулотларини таҳлил қилиш усуллари.

Гидроизомеризация хом ашёси ва маҳсулотлари капилляр колонкада (*50м×0,1 мм*) газ-суюқлик хроматографияси ёрдамида текширилди (ҳарорат 30-35 ^{0}C, водород сарфи эса 10 мл/мин тенг қилиб олинди). 3-метилпентан таркибини аниқлаш учун (сақлаш муддати айнан гексен-1га тўғри келади), маҳсулот қўшимча равишда хромотографик капиляр колонкада (*40,0м×4мм*) (иссиқлик ўтказувчанлик детектори, газ-ташувчи-гелий 50 ^{0}C) 20% полфенил эфири бўлган хромосорб штрихланган устунида таҳлил қилинди.

Тадқиқотни ўтказиш усуллари. Гидроизомеризацияни ўрганиш қурилмадаги оқим бирлигида 350-400 ^{0}C ҳароратда, 20-50 *ат* босим остида гексен-1 ва н-гексан аралашмасининг 1/2 нисбатда 0,5 соат давомида амалга оширилди, бунда водород/углеводородлар моль нисбати 5 га тенг қилиб олинди. Умумий тажрибанинг давомийлиги 2 соатни ташкил этди. 50 см^3 миқдоридаги катализатор зангламайдиган пўлатдан ясалган қувурли реакторга (ҳажми 250 см^3) юкланди. Водород ва углеводородларнинг буғ-газ аралашмасини яхшироқ тақсимлаш ва изотермик зонани яратиш учун катализатор зонаси кварц ойнаси бўлаклари билан тўлдирилди (80 см^3).

Кириш ва чиқиш жойларидаги ҳароратни ўлчаш, шунингдек реакция чуқурлик даражаси дифференциал усулда амалга оширилди.

Тадқиқотнинг асосий қисми 22% гексен-1 ва 78% н-гексан (гидроизомеризация шароитида тоза гексан) бўлган аралашма устида олиб борилди. Тадқиқот қилинадиган катализаторларда у гидрокрекинг маҳсулотларининг атиги 25 фоизини ташкил этди. Катализаторларнинг барқарорлигини ўрганаётганда гексен аралашмасига олтингугурт ва хом

ISSN 3030-3907

ашёсига мос келадиган миқдорда n-гексан билан углерод дисульфиди қўшилди, (0,1 % массавий улушда). Баъзан, тажрибаларда 96% гексан-1 ва 4% н-гексан бўлган аралашма ҳам ишлатилгани айтиб ўтилган.

Натижалар ва муҳокама. Тадқиқотлар шуни кўрсатдики, синтетик алюминосиликат катализатори водород иштирокида 320-400^{0}C ҳароратда крекинг, термокаталитик гидрокрекинглаш ва изомеризация реакцияларини амалга оширишга қодир (2-жадвал).

2-жадвал

Гексен-1 ва n-гексан аралашмаларининг гидроизомеризация ўзгариши, маҳсулотларнинг унуми ва таркиби.

Катализатор	Дастлабки аралашма таркиби	Реакцияни ўтказиш шароитлари		Маҳсулотларга айланиши, *масс.* %					
				Чиқиш			Суюқ маҳсулотлар таркиби		
		Ҳарорат, ^{0}C	Босим, ат (доимий)	Газ	Суюқ маҳсулотлар	Кокс ва йўқотишлар	Гексанлар ва изо тузилиш даги УГ	*н*-гексан	Гидрокрекинг маҳсулотлари
1	28 % гексен-1+ 72 % *н*-гексан	330	30	8,0	85	7	19,5	76.3	4,2
2	29 % гексен-1+ 71 % н-гексан	335	30	6,2	92	6,8	20,0	73,2	6,8
3	30 % гексен-1+ 70 % н-гексан	340	30	8,4	90	1,6	19,7	77,6	2,7
4	31 % гексен-1+ 69 % н-гексан	345	30	9,9	89	2,1	22,3	73,0	4,7
5	32 % гексен-1+ 68 % *н*-гексан	350	30	10,3	87	2,7	19,2	75,6	5,2
6	33 % гексен-1+ 67 % *н*-гексан	355	30	10,6	87	2,4	17,9	74,6	7,5
7	34 % гексен-1+ 66 % *н*-гексан	360	30	9,7	88	5,0	18,6	73,0	8,4
8	35 % гексен-1+ 65 % *н*-гексан	365	30	9,9	87	3,1	17,8	73,2	9,0

Ўтказилган физик-кимёвий ва каталитик тадқиқотлар асосида цеолит ўз ичига олган металлосиликат катализаторларининг тузилиши ва каталитик хусусиятларини намоён қилишининг энг катта ўзгаришлари цеолит миқдорини ошириб борганда кузатилиши аниқланди.

Шуни ҳам таъкидлаш керак олефинлар билан аралаштирилган керосинли углеводородларнинг крекинглаш реакцияларини тармоқланиб кучайиши ҳисобига n-гексаннинг гидрокрекинг маҳсулотларининг унумдорлиги 5-6% массавий улушга ошди.

Хулоса сифатида шуни айтиш жоизки, катализатор таркибига никел

ISSN 3030-3907

алюминосиликат 5-8% массавий миқдорида қўшилганда крекинглаш жараёнида узун занжир углеводородлари ҳосил бўлишининг заифлашуви кузатилиб, (каталитик крекинглаш жараёнида қуйи гуруҳ олифинлари ҳосил бўлади), жараёнда гидроизомеризация реакцияларининг кескин ошиши (гидроизомеризация маҳсулотларининг унумдорлиги хомашё таркибидаги олефин углеводородида 87-91% га етади), натижасида катализаторнинг активлиги ва селективлиги сезиларли даражада ошиши кузатилди.

Парафин компонентига нисбатан никел сақлаган алюминосиликат катализаторларининг крекинлаш фаоллиги, дастлабки алюминосиликатга нисбтан бир неча марта юқори активликка эга эканлигини намоён қилди. Металл таркибининг кўпайиши билан гидрогенолитик таъсирнинг озгина ўсиши кузатилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ:

1. Иванов В.С., Кузнецов В.Д., Иванова Р.А., Снаговский Ю.С., Темкин М.И. Кинетика синтеза метанола и гидролиза метанола на медсодержащем катализаторе. Кинетика и катализ, 1985, т.26, № 2, с.349- 355.

2. Патент №2254922 Российская Федерация, МПК7 B01 J37/04, 23/78, 23/72, 23/745. Способ приготовления катализатора для среднетемпературной конверсии оксида углерода водяным паром/Ильин А.П., Смирнов Н.Н., Ильин А.А., Кунин А.В.; заявл. №2004100464/04 от 05.01.2004; опубл. 27.06.2005.

3. А.И.Тимофеев, А.З.Дорогочинский, Г.Ю.Волкова, Я.В.Мирский, Л.Ф.Ручко. Технология переработки нефти и газа. Производство топлив, 22. «Химия», М., 1968, стр. 147.

ISSN 3030-3907

ОПТИМИЗАЦИЯ ЭКСКАВАТОРНО-ТРАНСПОРТНОГО КОМПЛЕКСА В УСЛОВИЯХ ГЛУБОКИХ КАРЬЕРОВ

Косимов Мухиддин Одилович,
Филиал НИТУ «МИСИС» в г. Алмалык
E-mail: kosimovmuhiddin25@gmail.com,
Каримов Жахонгир Абдусамат угли,
АО «Алмалыкский ГМК». Рудник «Ковулди»
E-mail: jahongir.karimovv@icloud.com,
Каримова Замира Турдимурод кизи
Филиал НИТУ «МИСИС» в г. Алмалык
E-mail: zmamatalieva180@gmail.com)

Аннотация: В данной статье рассматриваются методы оптимизации работы экскаваторно-транспортного комплекса (ЭТК) в условиях глубоких карьеров. Исследуются основные факторы, влияющие на эффективность работы оборудования, такие как увеличение глубины карьера, рост длины транспортировки, сложность рельефа и ухудшение условий видимости. Анализируются современные подходы к повышению производительности и снижению эксплуатационных затрат, включая рациональный выбор типа и параметров транспортных средств, оптимизацию трасс движения, внедрение систем диспетчеризации и автоматизации. Особое внимание уделяется использованию математического моделирования и цифровых технологий для планирования и управления горными работами. Доказывается, что комплексный подход к оптимизации ЭТК позволяет значительно повысить технико-экономические показатели разработки глубоких карьеров.

Ключевые слова: Глубокий карьер, экскаваторно-транспортный комплекс, оптимизация, производительность, автосамосвалы, транспортные трассы, диспетчеризация, автоматизация, математическое моделирование, себестоимость, горные работы.

Annotatsiya: Ushbu maqolada chuqur karerlar sharoitida ekskavator-transport kompleksi (ETK) ishini optimallashtirish usullari ko‘rib chiqiladi. Uskunaning ishlashiga ta'sir qiluvchi asosiy omillar, masalan, karer chuqurligining oshishi, transport uzunligining oshishi, relyefning murakkabligi va ko‘rish sharoitining yomonlashishi o‘rganilmoqda. Hosildorlikni oshirish va operatsion xarajatlarni kamaytirishning zamonaviy yondashuvlari tahlil qilinadi, shu jumladan transport vositalarining turi va parametrlarini oqilona tanlash, transport yo‘llarini optimallashtirish, dispetcherlik va avtomatlashtirish tizimlarini joriy etish. Kon ishlarini rejalashtirish va boshqarish uchun matematik modellashtirish va raqamli texnologiyalardan foydalanishga alohida e'tibor beriladi. ETCNI

ISSN 3030-3907

optimallashtirishga kompleks yondashuv chuqur karerlarni rivojlantirishning texnik va iqtisodiy ko‘rsatkichlarini sezilarli darajada oshirishi isbotlangan.

Kalit so‘zlar: chuqur karer, ekskavator-transport kompleksi, optimallashtirish, ishlash, avtomobil samosvallari, transport trassalari, dispetcherlik, avtomatlashtirish, matematik modellashtirish, tannarx, kon ishlari.

Abstract: This article discusses methods for optimizing the operation of an excavator transport complex (ETC) in deep quarries. The main factors affecting the efficiency of the equipment are investigated, such as an increase in the depth of the quarry, an increase in the length of transportation, the complexity of the terrain and the deterioration of visibility conditions. Modern approaches to increasing productivity and reducing operating costs are analyzed, including rational choice of the type and parameters of vehicles, optimization of traffic routes, implementation of dispatching and automation systems. Special attention is paid to the use of mathematical modeling and digital technologies for mining planning and management. It is proved that an integrated approach to the optimization of ETC can significantly improve the technical and economic indicators of the development of deep quarries.

Keywords: Deep quarry, excavator and transport complex, optimization, productivity, dump trucks, transport routes, dispatching, automation, mathematical modeling, cost, mining.

Введение

Карьер «Кальмакыр», расположенный в Алмалыке, является одним из крупнейших в Центральной Азии и служит основным источником медно-порфировых руд для АО «Алмалыкский ГМК». Здесь ежегодно добываются десятки миллионов кубометров горной массы, что требует применения мощной техники и постоянного совершенствования организации горных работ.

Особую роль в технологической цепочке занимают экскаваторы ЭКГ-10 и ЭКГ-15, обеспечивающие основную погрузку руды и вскрышных пород. Однако с увеличением глубины карьера и усложнением условий работы возникает необходимость поиска решений, позволяющих повысить их производительность и снизить эксплуатационные затраты.

Одним из возможных направлений является модернизация экскаваторов ЭКГ-10 за счет замены стандартных ковшей на ковши увеличенного объема. Такой подход позволяет сократить продолжительность рабочего цикла, ускорить погрузку автотранспорта и повысить общую эффективность горнотранспортной системы.

В 2023 году общий объем горной массы, извлеченной в карьере, составил 30,0 млн м³, из которых 16,5 млн м³ пришлось на вскрышные породы. Объем

ISSN 3030-3907

добытой руды составил 19,3 млн м³ (расчет: 35,9–16,6 млн м³). С учетом объемного веса руды ее масса достигла 33,5 млн тонн.

В этом разделе основное внимание уделяется анализу объёмов добычи руды, которая осуществляется преимущественно шестью экскаваторами с погрузкой на автотранспорт. В 2023 году на долю экскаваторно-железнодорожных комплексов приходилось 24% от общего объёма добычи, однако в 2024 году этот показатель резко снизится до 10,3% и в дальнейшем упадёт до 0%. Это связано с увеличением глубины карьера, что делает невозможным прокладку железнодорожных путей в рудной зоне на больших глубинах, ограничивая прямую погрузку руды на железнодорожный транспорт.

Таблица 1

Марки экскаваторов, работающих на добычу руды в забое и перегрузочных пунктах

Марка экскаватора	штук
В забое	
ЭКГ-15	2
ЭКГ-10	4
Перегрузочный пункт	
ЭКГ-10	6

Эти экскаваторы активно используются для погрузки руды, которая затем транспортируется автосамосвалами на перевалочные пункты для дальнейшей переработки и доставки.

На добычных уступах шесть экскаваторов обеспечивают погрузку 9,8 млн м³ руды в автосамосвалы марок «Terex» и «БелАЗ» грузоподъемностью 90 и 110 тонн. Такая схема позволяет эффективно перевозить значительные объемы материала. Одновременно около 3,1 млн м³ руды загружается напрямую в железнодорожные составы, что упрощает логистику и снижает нагрузку на автотранспорт.

Предлагаемый вариант

Произведя расчеты производительности данных моделей экскаваторов, и зная, что высота уступов не превышает 10 метров замечаем, что производительность ЭКГ-15 не сильно превышает производительности ЭКГ-10. Изучив характеристики ЭКГ-10, которые представлены в таблице 3.2. можно сделать вывод, что ковш у экскаватора ЭКГ-10 можно будет заменить на более производительный объем ковша. Основным решением будет как раз таки замена ковша у ЭКГ-10 с объемом10 м^3 на ковш с объемом 12,5 м^3. [2]

Таблица 2

Техническая характеристика экскаватора ЭКГ-10

ISSN 3030-3907

Показатели	Ед. изм.	ЭКГ-10
Вместимость ковша: Основного;	$м^3$	10
Сменного.	$м^3$	8;12,5;16
Максимальный радиус копания	м	18,4
Максимальная высота копания	м	13,5
Длина стрелы, м	м	13,9
Длина рукояти, м	м	11,37
Расчетное время цикла	с	26

При увеличении объема ковша экскаватора ЭКГ-10 с 10 м³ до 12,5 м³ отмечаются значительные улучшения в производительности оборудования. В частности, за счет увеличения объема захвата материала за один цикл растет техническая и эксплуатационная производительность экскаватора, что позволяет быстрее выполнять работы в забое.

Увеличение ковша способствует снижению количества циклов, необходимых для загрузки автосамосвалов, что ускоряет процесс транспортировки и уменьшает простой техники. Повышается эффективность взаимодействия экскаватора с автосамосвалами, особенно в условиях интенсивной загрузки.

Кроме того, модернизация ковша открывает возможности для более рационального использования экскаватора при высоких объемах горных работ, снижая потребность в дополнительной технике для выполнения тех же объемов задач. Это обеспечивает рост общей производительности горных работ и улучшает экономическую эффективность эксплуатации оборудования, которые показаны в таблице 3.3. [3-6]

Таблица 3

Сравнение характеристик при изменении объема ковша экскаваторов с 10 $м^3$ до 12,5 $м^3$

Характеристика	До изменения ЭКГ-10	После изменения ЭКГ-12,5	Обонование
Время цикла	30	35	Возможное увеличение времени цикла на 5–10% из-

ISSN 3030-3907

			за дополнительного веса горной массы в ковше экскаватора
Коэффициент наполнения ковша	0,6	0,55	При увеличении объема ковша сложнее обеспечивать его полное наполнение, особенно при работе с трудно-разрабатываемыми скальными породами
Износ механизмов ковша	Нормальный	Ускоренный износ	Увеличение массы ковша приводит к повышенной нагрузке на электропривод, цепи и стреловую конструкцию. Возможно ускоренное изнашивание передней части ковша и зубьев ковша.
Энергопотребление	850 Вт	1000 Вт	Увеличение нагрузки на цикл погрузки, рост энергозатрат.
Ресурс оборудования	Полный	Возможное снижение	Увеличенная нагрузка может сократить общий срок службы отдельных узлов, если не усилены ключевые компоненты.

ISSN 3030-3907

Шум и вибрация	Умеренный	Незначительное увеличение	Большая масса ковша может вызывать усиление вибраций, особенно при выемочно-погрузочных работ.

Комментарий к таблице:

Увеличение массы ковша создает дополнительную нагрузку на напорную механизм и возвратную систему, а также на ходовую планетарную часть экскаватора, поэтому для сохранения надежности и продления срока службы оборудования предлагаются следующие меры:

✓ **Электропривод и кабели:**

Увеличенная нагрузка может привести к перегреву двигателя и нагреву кабелей. Чтобы этого избежать, предлагается установить систему охлаждения для двигателя, а также регулярно проверять и обслуживать кабели и контакты, чтобы предотвратить их износ.

✓ **Шарниры и стреловая конструкция:**

Масса ковша создает дополнительное давление на шарниры и стрелу, что ускоряет их износ. Для решения этой проблемы предлагается усилить стрелу, регулярно смазывать шарниры, чтобы уменьшить ударные нагрузки.

✓ **Ковш и зубья:**

Большой объем ковша быстрее изнашивает зубья и передние кромки ковша. Для продления их срока службы предлагается регулярно проверять их состояние и своевременно заменять изношенные детали.

✓ **Шум и вибрации:**

Работа с более тяжелым ковшом увеличивает вибрацию и шум, что влияет на комфорт оператора и состояние оборудования. Для их снижения предлагается установить шум поглощающие материалы в кабине, укрепить крепления стрелы и ковша, а также обязать машиниста экскаватора по обеспечению плавного режима работы без рывка.

Произведем расчет производительности в забое с учетом предлагаемого варианта:

Паспортная производительность экскаватора ЭКГ–12,5 м^3:

$$Q_{\text{П}} = \frac{3600}{29} \cdot 12{,}5 = 1551 \ \text{м}^3/\text{ч}. \qquad (1)$$

Техническая производительность экскаватора ЭКГ–12,5 м^3:

$$Q_{\text{Т}} = \frac{3600 \cdot 12{,}5}{34} \cdot 0{,}65 \cdot 0{,}8 = 688 \ \text{м}^3/\text{ч}. \qquad (2)$$

Эксплуатационная производительность экскаватора ЭКГ–12,5 м^3:

$$Q_{\text{ЭКГ}}^{\text{см}} = 688 \cdot 12 \cdot 0{,}6 = 4954 \ \text{м}^3/\text{смену}. \qquad (3)$$

ISSN 3030-3907

Суточная производительность экскаватора ЭКГ–12,5 м³:

$$Q_{ЭКГ}^{сут} = 4954 \cdot 2 = 9908 \text{ м}^3/\text{сут}. \quad (4)$$

Годовая производительность экскаватора ЭКГ–12,5 м³:

$$Q_{год} = 9908 \cdot 290 = 2\,873\,320 \text{ м}^3/\text{год}. \quad (5)$$

Сравниваем разницу производительностей ЭКГ–10, ЭКГ-12,5 м³ и ЭКГ–15 в таблице 4

Таблица 4

Разница производительностей ЭКГ–10, ЭКГ-12,5 и ЭКГ–15 в забое

Производительность экскаваторов	Ед.изм.	ЭКГ-15	ЭКГ-10	ЭКГ-12,5
Паспортная производительность	м³/ч	1800	1385	1551
Техническая производительность	м³/ч	648	624	688
Эксплуатационная производительность	м³/см.	4665	4492	4954
Суточная производительность	м³/сут	9330	8984	9 908
Годовая производительность	м³/год	2 705 700	2 605 360	2 873 320

Комментарий к таблице:

ЭКГ-10 (12,5 м³): увеличение объема ковша повышает производительность экскаватора на всех уровнях. Годовая производительность увеличилась на 268 тысяч м³ по сравнению с ковшом объемом 10 м³.

ЭКГ-15: несмотря на больший объем ковша, уступает ЭКГ-10 (12,5 м³) в производительности. Это делает модернизацию ковша ЭКГ-10 экономически оправданной альтернативой полной замене техники.

Увеличение производительности и повышение количества автосамосвалов представлены в таблице 5

Таблица 5

Сравнение показателей при внедряемом и базовом варианте

№	Наименование	Единица измерения	**Существующий вариант**	**Предлагаемый вариант**	Эффективность
1	Объем работ	млн м³	30	31	1
2	Вскрыша	млн м³	16,5	16,5	0
3	Руда	млн т	35,3	37,9	2,6

ISSN 3030-3907

4	Количество автосамосвалов	шт.	30	34	4

Общие расчеты автосамосвалов при работе с ЭКГ-15, ЭКГ-12,5 и ЭКГ-10 приведены в таблице 6

Таблица 6

Параметры автосамосвалов при использовании ЭКГ-15, ЭКГ-12,5 и ЭКГ-10 в забое

Марка экскаватора/ автосамосвала	Ед.изм	В забое ЭКГ-15		В забое ЭКГ-10		В забое ЭКГ-12,5	
		БелАЗ-75131 г/п – 130 тн.	Terex-100 г/п - 90 тн.	БелАЗ-75131 г/п – 130 тн.	Terex-100 г/п - 90 тн.	БелАЗ-75131 г/п – 130 тн.	Terex-100 г/п - 90 тн.
Сменная производительность автосамосвала	т/см	2389	2115	2596	2091	2418	2196
Время рейса	мин	33,5	27	32,76	27,3	33,1	26
Сменный пробег автосамосвала	км/см	138	172	142	170	140,5	179
Сменный расход топлива	л	1214	946	1250	935	1236	985
Количество автосамосвалов	шт.	5	6	5	6	6	7

Итоговые проектные изменения при введении объема ковша 12,5 м^3 с разницей базового варианта 10 м^3.

Комментарий к таблице:

Увеличение объема ковша экскаватора **ЭКГ-10 до 12,5 м³** положительно влияет на производительность, сокращает время рейса и повышает эффективность автосамосвалов.

Железнодорожный транспорт

В карьере задействованы думпкары марки ВС-105 грузоподъемностью 105 тонн, а также тепловозы марок 2ТЭ-116 и ТМ-2, которые используются для выполнения вспомогательных работ. Железнодорожный транспорт работает по графику 12 часов в сутки, 7 дней в неделю. Электровозы оснащены постоянным током мощностью 3300 кВт, что позволяет эффективно транспортировать руду на дальние расстояния.

Расстояние, которое проходит руда от карьера до станции «Калмакыр», составляет 6,5 км, а от этой станции до обогатительной фабрики — 9,5 км.

ISSN 3030-3907

Среднее расстояние откатки вскрышных пород составляет 9,21 км, что также важно для понимания транспортных затрат.

Среднесуточный объем перевозок составляет 32,7 тыс. м³. Этот показатель отражает эффективность работы транспортных средств и помогает рассчитать производительность локомотивного состава для оптимизации транспортных потоков в карьере.

Исходя из проведённых расчётов, сменная производительность одного локомотивного состава составляет 1061 м³ горной массы за одну смену. Это значение позволяет более точно оценить потребность в локомотивах для обеспечения эффективной транспортировки. Учитывая установленный сменный объём перевозки горной массы, равный 32 767,123 м³, можно рассчитать количество локомотивных составов, необходимых для выполнения данного объёма работ. Расчётное значение следующего параметра позволяет точно определить, сколько локомотивов потребуется для бесперебойной работы при заданной производительности:

$$N_{\text{лок}} = \frac{V_{\text{г}}}{Q_{\text{э}}}, \text{шт}, \quad (6)$$

$$N_{\text{лок}} = \frac{32{,}7}{1061} = 30 \text{ локомотив составов.}$$

Принимаем 30 локомотив составов с 13-ю думпкарами.

Вывод

1. Увеличение производительности в забое

Замена стандартного ковша ЭКГ-10 на ковш объемом 12,5 м³ для работы исключительно в забое позволила значительно повысить производительность экскаваторов в этом участке. Увеличение объема ковша и повышение коэффициента использования оборудования способствуют ускорению загрузки автосамосвалов и сокращению времени рабочего цикла.

2. Сохранение эффективности на перегрузочных пунктах

Экскаваторы ЭКГ-10 с ковшом объемом 10 м³ продолжают работать на перегрузочных пунктах, где их текущая производительность является достаточной. Это позволяет избежать излишних затрат на модернизацию оборудования, сохраняя баланс между затратами и производительностью.

3. Оптимизация автотранспорта

Увеличение производительности в забое требует большей пропускной способности автосамосвалов. Добавление 4 единиц БелАЗ-75131 обеспечивает бесперебойный вывоз руды к перегрузочным пунктам, устраняя возможные задержки и снижая простои техники.

4. Создание новых рабочих мест

ISSN 3030-3907

С увеличением парка автосамосвалов появляются дополнительные вакансии для водителей и обслуживающего персонала, что оказывает положительное влияние на социально-экономическую ситуацию.

5. Повышение общей производительности

Экскаваторы с новым ковшом демонстрируют более высокую суточную и годовую производительность, что позволяет обрабатывать больший объем руды в забое. Это, в свою очередь, ускоряет выполнение плана добычи, особенно при увеличении объемов переработки.

6. Экономическая эффективность

Модернизация экскаваторов в забое и увеличение парка автосамосвалов требуют начальных вложений, но эти затраты компенсируются за счет повышения общей производительности системы.

Таким образом, использование экскаваторов ЭКГ-10 с ковшами объемом 12,5 м³ в забое и сохранение ЭКГ-10 с ковшами объемом 10 м³ на перегрузочных пунктах позволяет достигнуть оптимального баланса между затратами и эффективностью, обеспечивая значительное увеличение производственных показателей предприятия.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Шешко Е.Е. Горнотранспортные машины и оборудование для открытых работ. - М: МГГУ, 2003.
2. Анистратов К.Ю., Градусов М.С., Стремилов В.Я., Тетерин М.В. Экономико-математическая модель функционирования предприятия технологического карьерного автотранспорта // Горная промышленность. - №1, 2007.
3. Петров Б.В. Горные машины и оборудование. — М., 2005.
4. Сидоров В.Г. Модернизация горной техники: проблемы и решения. — Екатеринбург, 2015.
5. Николаев Е.Е. Горные машины: конструкция и расчет. — СПб., 2012.
6. Хмызников К.П., Лыков Ю.В. Горные машины для открытых горных работ. Карьерные экскаваторы. -СПб, 1999.
7. Справочник. Открытые горные работы. - М: Горное бюро, 1994.
8. Единые правила безопасности при разработке месторождений полезных ископаемых открытым способом. - М., 2007.
9. Массаковский Я.В. Экономика горной промышленности. - М: МГГУ, 2004.

ISSN 3030-3907

VULKANLANGAN REZINA CHIQINDILARIDAN OLINGAN UGLERODLI MATERIALLARNING IQ-SPEKTROSKOPIK TAHLILI VA ULARNING KAUCHUK KOMPOZITSIYALARIDA QO‘LLANILISHI

Jo‘rayev Shohrux To‘lqinovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti t.f.f.d.PhD
Baxranova Nafosat Salohiddin qizi
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti tayanch doktoranti
Mo‘minova Dilnoza Rauf qizi
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistranti.

Annotatsiya: Vulkanlangan rezina chiqindilaridan olingan uglerod saqlagan materialning IQ-spektroskopiya usuli yordamida uning kimyoviy tuzulishi o‘rganildi. Unga ko‘ra 1100-1000 sm-1 diapazonidagi tebranishlar funksional guruh tarkibiga ((SiO4)4--yoki SiO2 larga tegishli bo‘lgan cho‘qqilar mavjudligi aniqlandi. Odatda, avtomobil shinalarining yopishqoqligini oshirish uchun oq uglerod moddasi qo‘shiladi, uning formulasi n SiO2* n H2O sifatida taqdim etiladi. 400 sm-1 dan oraliqdagi tebranishli IQ-spektrlarida metallar bilan bog‘langanligidan dalolat beradi. 2916 sm^{-1} atrofida zaif intensivlikdagi yutilish IQ spektrida 2372 va 2345 sm^{-1} to‘lqin uzunligida kuzatilgan yutilish zonalari esa CH_2 va CH_3 guruhlarini o‘z ichiga olgan alkil radikallar mavjudligini tasdiqlaydi. Sintetik kauchuklarni uglerod saqlagan material bilan to‘ldirganda kauchuklarni plastikligi va qovushqoqligi o‘zgaradi P 803 ga nisbatan yopishqoqligi 1,06 dan 1,20 gacha o‘zgaradi va Shoru-a bo‘yicha qattiqligi 1,1 martaga yaxshilandi.

Kalit so‘zlar: Piroliz, uglerod saqlagan modda, kauchuk, adgeziya, yopishqoqlik, IQ-spektroskopiya, cho‘ziluvchanlik, zarrachalar hajmining taqsimlanishi.

Аннотация. В статье с использованием метода ИК-спектроскопии изучено химическое строение углеродсодержащего материала, полученного из вулканизированных резиновых отходов**.** Согласно результатам анализа, в диапазоне 1100–1000 $см^{-1}$ наблюдаются полосы колебаний, соответствующие функциональным группам ($(SiO_4)^{4-}$ или SiO_2), а также выявлены характерные пики в области около 800 $см^{-1}$. Обычно для повышения адгезионных свойств автомобильных шин применяется белый углеродный наполнитель, представляемый формулой $nSiO_2 \cdot nH_2O$.

Наличие полос в области около 400 $см^{-1}$ указывает на связь материала с металлическими элементами. В области 2916 $см^{-1}$ зафиксировано слабое поглощение, а полосы при 2372 и 2345 $см^{-1}$ подтверждают присутствие алкильных радикалов, содержащих группы CH_2 и CH_3. При наполнении синтетических каучуков углеродсодержащим материалом их пластичность и вязкость изменяются: по сравнению с наполнителем П-803 показатель клейкости увеличился с 1,06 до 1,20, а твердость по Шору-А повысилась в 1,1

ISSN 3030-3907

раза. Это свидетельствует о перспективности использования полученного углеродного материала в качестве эффективного наполнителя для эластомерных композиций.

Ключевые слова: пиролиз, углеродсодержащий материал, каучук, адгезия, вязкость, ИК-спектроскопия, эластичность, распределение размеров частиц.

Abstract. In this article, the chemical structure of a carbon-containing material obtained from vulcanized rubber waste was studied using the IR spectroscopy method. According to the analysis results, absorption bands in the range of 1100–1000 cm^{-1} correspond to functional groups ($(SiO_4)^{4-}$ or SiO_2), and characteristic peaks were also identified in the region around 800 cm^{-1}. Typically, to improve the adhesive properties of automobile tires, a white carbon filler represented by the formula $nSiO_2 \bullet nH_2O$ is used. The presence of bands in the region around 400 cm^{-1} indicates the bonding of the material with metallic elements. In the region of 2916 cm^{-1}, weak absorption was recorded, while the bands at 2372 and 2345 cm^{-1} confirm the presence of alkyl radicals containing CH_2 and CH_3 groups. When synthetic rubbers are filled with the carbon-containing material, their plasticity and viscosity change: compared to filler P-803, the tackiness index increased from 1.06 to 1.20, and Shore A hardness improved by 1.1 times. This indicates the promising potential of the obtained carbon material as an effective filler for elastomeric compositions.

Keywords: pyrolysis, carbon-containing material, rubber, adhesion, viscosity, IR spectroscopy, elasticity, particle size distribution

Kirish

Dunyo bo‘yicha avtomobillar sonining uzluksiz ortib borishi ishlatilgan shinalarning tez sur’atlarda to‘planishiga olib kelmoqda va bu jiddiy ekologik muammolarni yuzaga keltirmoqda. Tahlillarga ko‘ra, faqatgina Yevropaning o‘zida yiliga 14 million tonnadan ortiq chiqindi shinalar hosil bo‘ladi. AQShda 2022-yilda 1,8 million tonna ishlatilgan shinalar uyumi paydo bo‘lgan, Buyuk Britaniyada esa yiliga qariyb 700 ming tonna ishlatilgan shinalar hosil bo‘ladi. Ularning faqatgina bir qismi qayta ishlanadi yoki utilizatsiya qilinadi, sezilarli qismi esa yoqib yuboriladi yoki poligonlarga tashlanadi. Yaponiya 2008-yilda 96 million dona ishlatilgan shinalarni (1 million tonnadan ortiq) qayd etgan bo‘lib, ularning 88,5 % qayta ishlangan. Aksincha, O‘zbekistonda har yili 3 ming tonnadan ortiq eskirgan shinalar hosil bo‘ladi, lekin ularning 10 % dan kamrog‘i qayta ishlanadi. Mavjud qayta ishlash texnologiyalari orasida eng samarali va ekologik xavfsiz usuli bu piroliz ekanligi takidlanadi. Vulkanizatsiya qiluvchi reagentlarning qayta taqsimlanishini va ularning uglerodli hamda elastomer fazasi birikmalar bilan to‘ldirilgan kauchuklarning bog‘lanish xatti-harakatiga ta’sirini o‘rganish, struktura-xossalari o‘rtasidagi bog‘liqlikni chuqurroq anglash imkonini

ISSN 3030-3907

beradi. Ushbu natijalar takomillashtirilgan formulalarni ishlab chiqishga va yuqori samarali rezina kompozitsiyalarini yaratishga xizmat qiladi [1-2].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Vulkanlangan rezina chiqindilaridan olingan uglerod saqlagan materiallarning fizik-kimyoviy va eksplutatsion xossalari kam o‘rgangaligiga qaramasdan, uning ikkilamchi xom-ashyo sifatida foydalanilishi hozirgi kunda import bo‘layotgan to‘ldiruvchilarni o‘rnini bosuvchi modda sifatida aniqlangan. uning tarkibida asosan amorf ugleroddan iborat ekanligini inobatga olsak bu ham bu moddani to‘ldiruvchi va sorbent sifatida foydalanish imkonini beradi.

Vulkanlangan rezina chiqindilari tarkibida turli fazadagi qimmatbaxo ikkilamchi maxsulotlar mavjud. bu esa undan mahalliy ingredientlar olish imkonini yaratib beradi. sorbent sifatida foydalanganda qattiq massaning sorbsionlik xususiyati namoyon bo‘ladi. [3-4].

Rezina sanoati vulkanlangan chiqindilari va eskirgan buyumlarini qayta ishlash ekologiya uchun juda muximdir. bu borada ijobiy natijalarga erishildi, ular bir-biriga bog‘liq bo‘lmagan bir nechta yo‘nalishlarni o‘z ichiga oladi.

Samarali echimlardan biri rezina sanoati vulkanlangan chiqindilari va eskirgan buyumlarini ustaxonalar va omborxonalar devorlari uchun xomashyo sifatida ishlatishdir. tog‘-kon sanoati va qurilishda ishlatilgan eskmrgan avtomobil shinalari ko‘chma elektr uzatish liniyalarida keng qo‘llaniladi, ular tashish paytida shveller yoki metall plitalardan yasalgan metall chanalarga o‘rnatiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot obyekti sifatida vulkanlangan rezina chiqindilaridan olingan uglerodli materiallar tanlandi. Uglerod saqlagan materialni to‘ldirilgich sifatida kauchuklar SKI-3, SKMS-30ARK va ularning elastomer fazalariga qo‘llanilib vulkanizatsiya jarayonidagi o‘zaro bog‘lanish (cross-linking) kinetikasi o‘rganildi. Kompozitsiya quyidagi tarkibdan iborat bo‘ldi (100 mass qism kauchuk uchun 40 mass qism uglerod saqlagan material): rux oksidi – 5,0; stearin kislotasi – 2,0; oltingugurt – 0,5–3,0;. Aralashmalar laboratoriya valiklarida 20 daqiqa davomida 60–65 °C haroratda tayyorlandi. [5].

Namunalar qalinligi 1 mm bo‘lgan plastinka shaklida elektr pressda 2,5 MPa bosim ostida 143 °C haroratda vulkanizatsiya qilindi. Vulkanizatlarda (S) miqdori va ularning toluolda muvozanat shishishi darajasi (Q) aniqlandi. Vulkanizatlarning kauchuklarning nisbiy miqdori IR-spektroskopiya yordamida tadqiq qilindi. Kauchuk aralashmalarning texnologik xossalari GOST 10201-2010 (qattiqlik va elastik tiklanishni Defo usuli bilan aniqlandi), GOST 415-2010 (plastiklikni aniqlash), GOST 10722-2011 (Muni qovushqoqligi) standartlariga muvofiq baholandi. Vulkanizatlarning fizik-mexanik xossalari esa GOST 262-2003 (Shore bo‘yicha qattiqlik sinovi), GOST 270-2005 (cho‘zilishdagi elastik-mustahkamlik

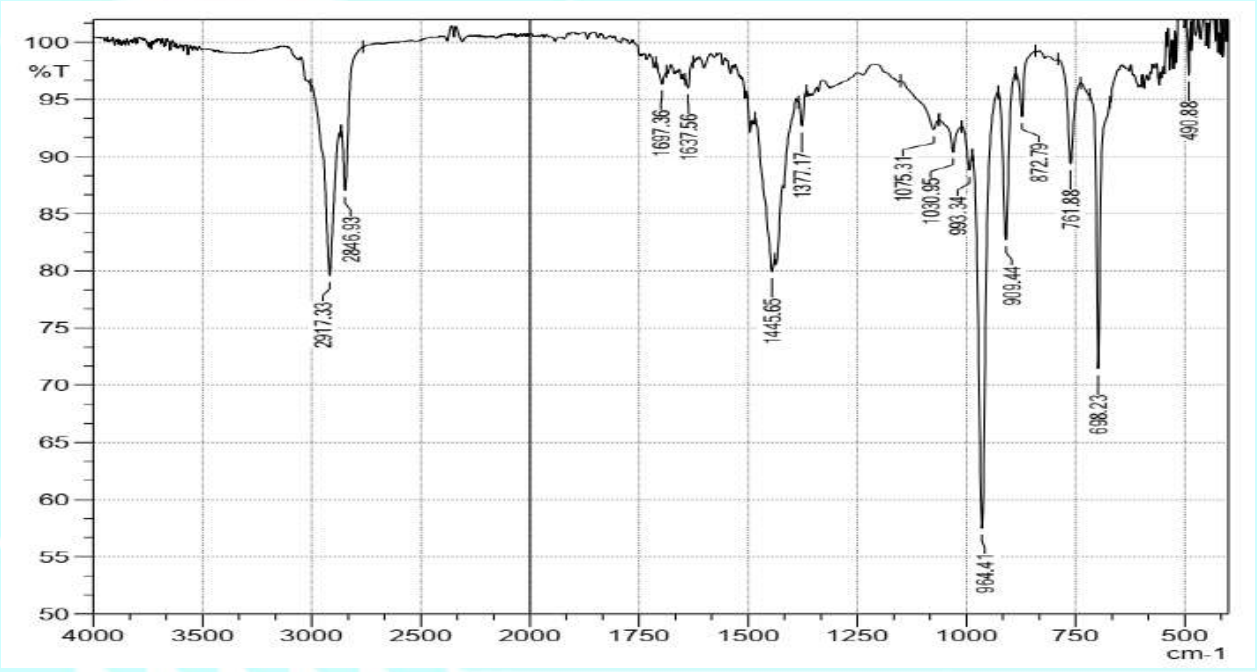
ISSN 3030-3907

xossalarini aniqlash), GOST 6950-2003 (sakrash orqali elastiklikni aniqlash), GOST 408-2008 (cho‘zilgandagi sovuqqa chidamlilikni aniqlash) standartlariga muvofiq belgilandi [6-8].

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Vulkanlangan rezina chiqindilaridan olingan uglerod saqlagan materiallarni to‘ldiruvchi va plastifikator sifatida foydalanish ikkilamchi mahsulotlardan foydalanishda mahalliy xom-ashyolarni foyfdalanish sohalarini kengaytirishga zamin yaratadi. P**iroliz jarayonida ko‘p miqdorda uglerod saqlagan material hosil bo‘ladi.** Materialning murakkab tuzilishi va tasdiqlangan standart sinov usullarining etishmasligi sababli, uning xususiyatlarini tadqiq etish odatda quyidagi oddiy tadqiqotlar bilan chegaralanadi: yuzaning maydonini hisoblash; hisoblangan yuzaga ko‘ra zarracha o‘lchamini aniqlash ham muhimdir.

Shuningdek, infraqizil spektroskopiya usuli tahlil yoki yuqori aniqlikdagi tasvirlash tahlili kabi texnologiyalar mavjud bo‘lsa-da, ular tuzilmaning atom darajasidagi tasvirini olish imkonini beradi, ammo bu usullarning birortasi molekulyar darajada tezkor va qulay real vaqt rejimida tahlil qilish imkonini bermaydi. Ishlatilgan avtomobil shinalarini piroliz qilish natijasida olingan uglerodli materialning tuzilishi IQ spektroskopik usulda o‘rganildi. IQ spektrlari Shimadzu IRTracer-100 spektrofotometrida olingan. IQ spektrlarining natijalari 4.4-rasmda keltirilgan. Spektrlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, tarkibida uglerod bo‘lgan materialning IQ spektrlarida intensivligi > 3600 sm^{-1} bo‘lgan mintaqada juda zaif yutilish chiziqlari kuzatiladi, bu esa ba’zi organik spirtlar, suv va nam havo yuzasida adsorbsiyalanganligini ko‘rsatadi. bu sohada kuyikish, cho‘zuvchi C≡C tebranishlari ham kuzatiladi (1-rasm).



1-rasm. Vulkanlangan rezina chiqindilaridan olingan uglerod saqlagan moddaning IQ-spektri

ISSN 3030-3907

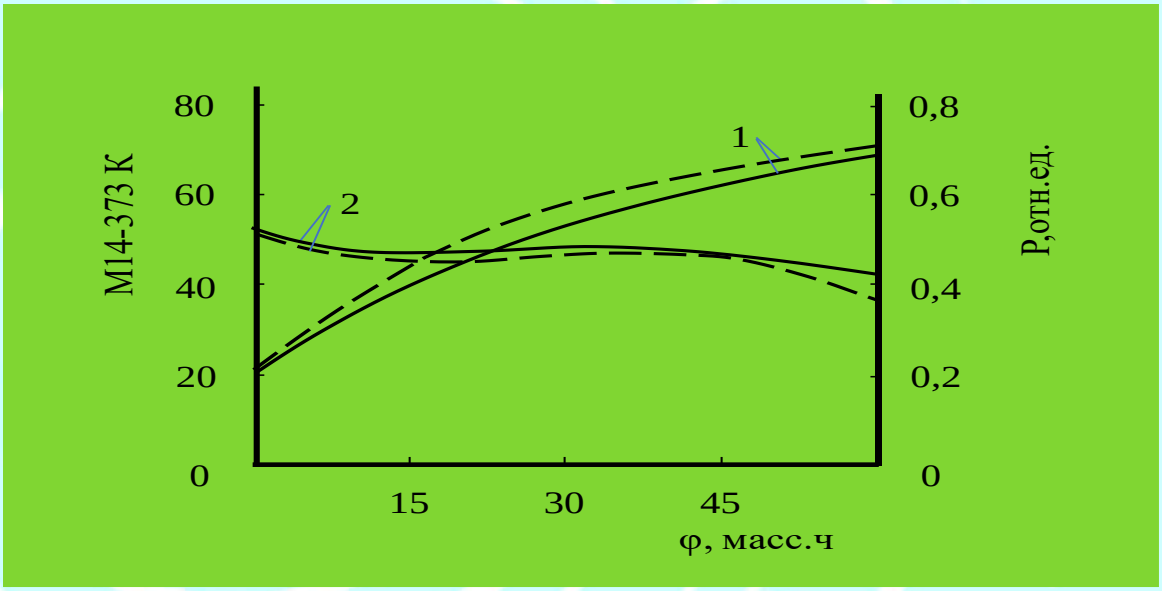
Eskirgan rezina materiallarini past haroratda termik parchalash orqali qayta ishlash natijasida, xomashyoning organik tarkibidagi asosiy uglevodorod birikmalarining yo‘qolishi tufayli IQ-spektrda ushbu moddalarga xos bo‘lgan xarakterli yutilish chiziqlari ancha kamaygan holda kuzatiladi. Qayd etilgan spektrda 2916 sm^{-1} atrofida zaif intensivlikdagi yutilish signali aniqlangan bo‘lib, bu signal $–CH_2$ guruhiga mansub bo‘lishi ehtimoldan xoli emas.

Shuningdek, parchalanish mahsulotlarida uglevodorodlar tabiatiga ega ayrim fragmentlarning saqlanib qolishi natijasida, spektrda ma’lum to‘lqin uzunligi sohalarida ularga tegishli yutilish chiziqlari qayd etilgan. Xususan, to‘yinmagan uglevodorodlar strukturasiga xos bo‘lgan 693 sm^{-1} va 600 sm^{-1} atrofidagi zaif yutilish chiziqlari -CH=CH- fragmentlari mavjudligidan dalolat beradi. IQ spektrida 2372 va 2345 sm^{-1} to‘lqin uzunligida kuzatilgan yutilish zonalari esa CH_2 va CH_3 guruhlarini o‘z ichiga olgan alkil radikallar mavjudligini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, 1720–1684 sm^{-1} diapazonidagi yutilish chiziqlari aromatik uglevodorodlar komponentlari parchalanmasdan qolganligini ko‘rsatadi. [9].

Bundan tashqari, 1458–1543 sm^{-1} to‘lqin uzunligidagi faza $–CH_3C$ va $(CH_3)_2C$ guruhlarining spektrdagi o‘rnini ifodalaydi. Guruhlarning xarakterli vibratsiya signallari qayd etilgan. 1100-1000 sm-1 diapazonidagi tebranishlar funksional guruh tarkibiga ((SiO4)4--yoki SiO2, 800 sm-1da tegishli bo‘lishi mumkin. Ushbu guruhga mansub guruhning ko‘rinishi qayd etilgan. Odatda, avtomobil shinalarining yopishqoqligini oshirish uchun oq uglerod moddasi qo‘shiladi, uning formulasi n SiO2* n H2O sifatida taqdim etiladi. 400 sm-1 dan oraliqdagi tebranishli IQ-spektrlarida metallar bilan bog‘langanligidan dalolat beradi.

Sintetik kauchuklarni uglerod saqlagan material bilan to‘ldirganda kauchuklarni plastikligi va qovushqoqligi o‘zgaradi. Shu sababli kauchuklarni plastikligi va qovushqoqligini o‘rganish muhim ahamiyat kab etadi. Uglerodli material bilan to‘ldirilgan SKMS-30 va ARKM-15 kauchuklarni plastikligi (R) va Muni bo‘yicha qovushqoqligi natijalari keltirilgan.

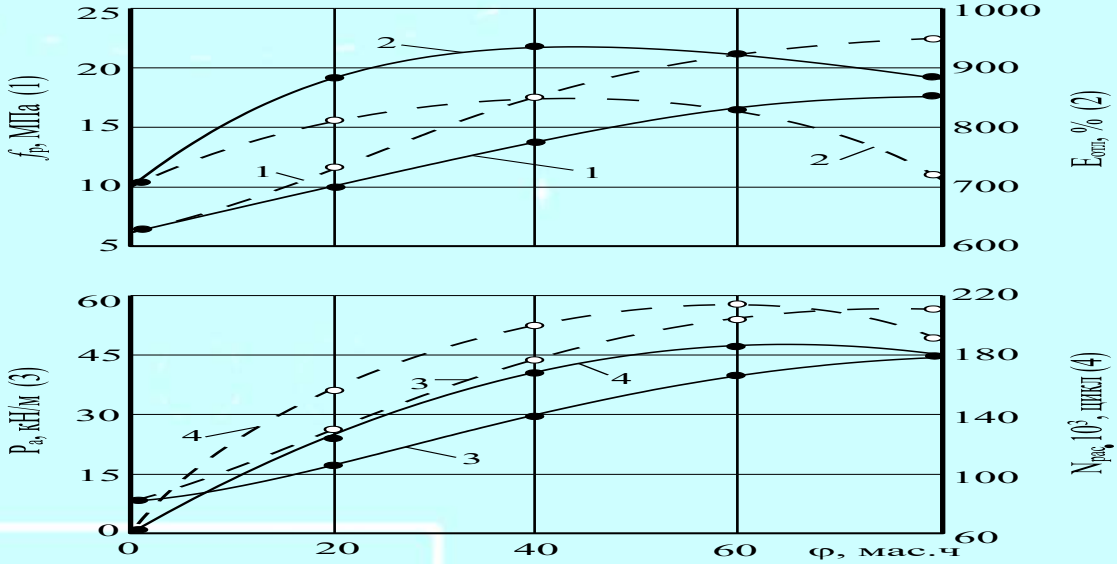
ISSN 3030-3907



2-rasm. Uglerod saqlagan material bilan to‘ldirganda kauchuklarning plastiklig va qovushqoqlik xossalari.

Uglerod saqlagan materialning kauchuklar xossalarini o‘rganish uchun standart retsept ishlab chiqildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki u P-803 to‘ldirilgan namuna bilan taqqoslaganda yaxshi aralashadi. Natijada kompozitsiya tarkibida ingredient zarralari bir xilda taqsimlanadi va gomogen bir jinsli kompozitsion material olinadi. Uglerod saqlagan material bilan to‘ldirilgan aralashmalarning texnologik xususiyatlari keng qo‘llanilayotgan P-803 bilan to‘ldirilgan aralashmaning xususiyatlaridan deyarli farq qilmaydi.

Rezina aralashmalar tarkibiga to‘ldiruvchi sifatida uglerod saqlagan material yuzasiga adsorbsiyasi va uning tarkibiga taqsimlanishi xam o‘rganildi. Uning natijalari quyidagi jadvalda keltirilgan.



UM (---), P-803 (-), cho‘ziluvchanlik 300%, cho‘zilish chastotasi 250 sikl/daq.

3-rasm. Rezinaning cho‘zilgandagi mustahkamlik (f_p)-1, nisbiy uzunlashish (E_{nis})-2, uzilishdagi qarshilik (R_a)-3 va dinamik chidamliligining

ISSN 3030-3907

(N_{pas})-4 to‘ldiruvchilar miqdoriga bog‘liqligi.

Ma’lumki, elastomer kompozitsion materiallar ishlab chiqarishda ko‘p komponentli sistemadan foydalaniladi, ular bir biridan kimyoviy tarkibi, faolligi, tuzilishi va kompozitsiyadagi miqdori bilan farq qiladi. Shu munosabat bilan, biz asosan standart retseptlarda uglerod saqlagan materiallar ta’sirini o‘rgandik, chunki yakuniy xulosalar olish uchun ishlab chiqarish retseptlarida tadqiqot o‘tkazish zarur. Ishlab chiqarish retseptlaridagi o‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, uglerod saqlagan material bilan to‘ldirilgan elastomer kmpozitsiyalar har tomonlama TR, TSh, GOST talablariga to‘liq javob beradi, ayrim hollarda ekspluatatsion xususiyatlari boshlang‘ich kompozitsiyalar bilan solishtirilganda 1,2-1,4 marta oshadi (1-2 jadval).

1-jadval

Tekstil va metall-karkas buyumlarning texnologik va ekspluatatsion xususiyatlari (kauchukning to‘ldiruvchi miqdori 76 mas.s. 100 mas.s.ga)

Ko‘rsatkichlar nomlanishi	Tekstil material bilan kompozitsiya		Metall bilan kompozitsiya	
	To‘ldiruvchilar			
	P803	UM	P803	UM
R, taq. qiy..	0,35	0,35	0,40	0,40
f_r, MPa	9,2	9,8	3,6	4,6
Ye_{nis}, %	320	300	210	210
F_{izg}, %	8	8	4	4
R_a, kN/m	42	44	44	48
Yopishqoqlik (VN-5006, kuch 1,5), kg.	1,06	1,06	1,20	1,20
Adgeziya mustahkamligi, MPa	0,80	0,80	0,74	0,80

2- jadval

Qolipli rezinatexnik buyumlarning texnologik va ekspluatatsion xususiyatlari (kauchukning to‘ldiruvchi miqdori 50 mas.s. dan 100 mas.s.ga)

Ko‘rsatkichlar nomlanishi	10308		8313A	
	To‘ldiruvchilar			
	P803	UM	P803	UM
R, taq. qiy..	0,36	0,34	0,41	0,42
Koef.yopish, taq. qiy..	0,58	0,60	0,51	0,61
Kolsevoy modul, 3/2	3,8	3,5	2,9	3,2
f_r, MPa	13,4	14,0	13,1	13,7
E_{otn}, %	200	21,0	180	160
E_{ost}, %	6	4	4	4
K_t, 373 K, 72 soat.	0,89	0,90	0,65	0,72

ISSN 3030-3907

Qarshilik, kN/m	18,3	20,1	16,1	17,8
Shoru-A bo‘yicha qattiqligi	59	60	45	48

XULOSA VA TAKLIFLAR

Vulkanlangan rezina chiqindilaridan olingan uglerod saqlovchi material IQ-spektroskopiya usuli yordamida to‘liq tahlil qilindi. Tadqiqotlar natijasida 1100–1000 sm^{-1} diapazonidagi tebranishlar $(SiO_4)^{4-}$ yoki SiO_2 guruhlariga tegishli ekanligi, 800 sm^{-1} atrofida tegishli cho‘qqilar mavjudligi aniqlandi. Shu bilan birga, 400 sm^{-1} oraliqdagi tebranishlar material tarkibida metall elementlari bilan bog‘langanligidan dalolat berdi. IQ-spektrda 2916 sm^{-1} da zaif intensivlikdagi yutilish va 2372 hamda 2345 sm^{-1} to‘lqin uzunliklaridagi signallar SN_2 va SN_3 guruhlariga mansub alkil radikallar mavjudligini tasdiqladi. Olingan uglerodli material sintetik kauchuklarga qo‘shilganda ularning texnologik va fizik-mexanik xususiyatlari sezilarli darajada yaxshilandi. Xususan, P-803 bilan solishtirilganda kauchuklarning yopishqoqligi 1,06 dan 1,20 gacha oshdi, Shoru-A bo‘yicha qattiqlik ko‘rsatkichi esa 1,1 martaga yaxshilandi. Bu esa uglerod saqlovchi materialning an’anaviy to‘ldiruvchilarga muqobil sifatida yuqori samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Bulavin O.V., Pashkevich V.M. Екологические проблемы индустриалных мегаполисов: Материалы международной научно-практической конфренсии. T.2.-Donesk 000”Lebed\2004.-S.103-108

2. Xeptner, Xans-Ditner. Resikling otrabotannых shin: texnologicheskie novatsii / Xans-Ditner Xeptner // Твердые бытовые отходы.-2014.-№Z.S.56-58

3. Chich Saida Kimovna / Пиролиз как оптималный метод утилизатсии отработанных автомобилных шин // Новые технологии. Майкопский государственный технологический университет. № 3, 2009 g. ,-S. 62-65.

4. Shokhrukh J. et al. Production Of Alternative Fuels From Wear-Out Tires And Rubber Materials // Journal of Pharmaceutical Negative Results. – 2022. – S. 1540-1544.

5. Juraev S.T., Ibodullaev A.S., Mukhiddinov B.F. Investigation of The Pro-perties Of Rubber Compositions Filled With Carbon Material //International Journal of Recent Advancement in Engineering & Research. – 2018. – T. 4. – №. 04. – S. 21-27.

6. Shohrux J. et al. X-RAY PHASE ANALYSIS OF CARBON-CONTAINING MATERIAL PRODUCED BY PYROLYSIS OF WORN-OUT CAR TIRES //Universum: texnicheskie nauki. – 2023. – №. 5-8 (110). – S. 8-11.

7. Djuraev Sh.T., Muxiddinov B.F., Ibodullaev A.S. Исследование технологических свойств резиновых смесей на основе синтетических

ISSN 3030-3907

каучуков, наполненных углеродсодержащим материалом // Евразийский Союз Ученых. – 2020. – №. 3-2 (72). – С. 13-19.

8. Vostraknutov EG, Novikov MI, Novikov V.I., Prozorovskaya N.Ya. Processing of rubbers and rubber compounds (rheological basis, technology, equipment) .- M .: Chemistry, 1980. - 280 p.

9. Uralsky M.L., Gorelik R.A., Bukanov A.M. Control and regulation of the technological properties of rubber compounds.-M .: Chemistry, 1983.-126 p

ISSN 3030-3907

OBODONLASHTIRISH ISHLARIDA ISHLAYDIGAN AYOLLAR UCHUN MAXSUS KIYIMNING IJTIMOIY AHAMIYATI

Abdullayeva Gulchexra Shuxratovna
Buxoro davlat texnika universiteti, "Yengil sanoat muhandisligi va dizayn" kafedrasi o'qituvchi-stajyori
E-mail: *gulchehra.2011@mail.ru*

Annotatsiya: Ushbu maqolada obodonlashtirish sohasida mehnat qiluvchi ayollar uchun maxsus kiyimlarning ijtimoiy ahamiyati, ularning xavfsizlik, gender tengligi va jamiyatdagi ijobiy imidjni shakllantirishdagi o'rni tahlil qilinadi. Tadqiqotda maxsus kiyimning ergonomik, gigiyenik, estetik va madaniy jihatlari, shuningdek, uning mehnat unumdorligi va ijtimoiy barqarorlikka ta'siri yoritilgan.

Kalit so'zlar: maxsus kiyim, obodonlashtirish, xavfsizlik, gender tengligi, ijtimoiy ahamiyat.

Abstract: This article analyzes the social significance of special clothing for women working in the landscaping sector, its role in promoting safety, gender equality, and creating a positive image in society. The study highlights the ergonomic, hygienic, aesthetic, and cultural aspects of special clothing, as well as its impact on labor productivity and social stability.

Keywords: special clothing, beautification, safety, gender equality, social significance.

Аннотация: В статье анализируется социальная значимость специальной одежды для женщин, работающих в сфере благоустройства, её роль в обеспечении безопасности, гендерного равенства и формировании позитивного имиджа в обществе. В исследовании рассматриваются эргономические, гигиенические, эстетические и культурные аспекты специальной одежды, а также её влияние на производительность труда и социальную стабильность.

Ключевые слова: спецодежда, благоустройство, безопасность, гендерное равенство, социальная значимость.

Kirish

Mamlakatimizda shaharsozlik va obodonlashtirish ishlari davlat siyosatining muhim yo'nalishlaridan biri hisoblanadi. Ko'chalarning, xiyobon va bog'larning tartibga keltirilishi, ekologik muhitning yaxshilanishi hamda shahar estetik qiyofasining saqlanishi bevosita ushbu sohada mehnat qiluvchi kishilarning fidokorona faoliyatiga bog'liqdir.

So'nggi yillarda ayollarning obodonlashtirish sohasiga faol jalb etilishi kuzatilmoqda. Bu nafaqat ularning iqtisodiy faolligini oshiradi, balki gender tengligini ta'minlashda ham muhim ahamiyatga ega. Shu bilan birga, ayollarning

ISSN 3030-3907

mehnat jarayonida xavfsizligi va sog‘lig‘i uchun maxsus kiyimlarning ishlab chiqilishi dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

Mazkur maqolada obodonlashtirish ishlarida ishlaydigan ayollar uchun maxsus kiyimlarning ijtimoiy ahamiyati keng qamrovda tahlil qilinadi.

Asosiy qism

Obodonlashtirish ishlarida xavfsizlik eng asosiy omillardan biridir. Ayollar uchun ishlab chiqilgan maxsus kiyimlar yorqin ranglarga, reflektiv elementlarga ega bo‘lib, yo‘l harakati qatnovi yaqinida ularning ko‘rinishini ta’minlaydi. Bu esa turli ko‘ngilsiz hodisalar xavfini kamaytiradi.

Maxsus matolardan tayyorlangan kiyimlar shamol, yomg‘ir, issiq quyosh nurlari va chang kabi tashqi ta’sirlardan himoya qiladi. Bundan tashqari, ayrim ish jarayonlarida kimyoviy moddalar va mexanik jarohatlar xavfi mavjud bo‘lganligi sababli, chidamli materiallardan foydalanish muhimdir.

Ayollar uchun mo‘ljallangan maxsus kiyimlarda ergonomika alohida o‘rin tutadi. Harakat erkinligini ta’minlaydigan kesim, nafas oluvchi mato, terini qo‘zg‘amasligi va ortiqcha charchashni kamaytirishi mehnat unumdorligini oshiradi.

Gigiyenik talablar ham katta ahamiyatga ega: issiq havoda terlashning oldini olish, sovuq havoda organizmni shamollashdan saqlash, yuvilishi oson matolardan foydalanish ayollarning sog‘lig‘ini asrashga xizmat qiladi.

Jamiyatda uzoq vaqt davomida og‘ir jamoat ishlari faqat erkaklar zimmasidagi vazifa sifatida qaralgan. Ammo bugungi kunda ayollar ham obodonlashtirish sohasida faoliyat yuritmoqda.

Ayollar uchun maxsus ishlab chiqilgan zamonaviy ish kiyimlari ularning mehnatini jamoatchilik oldida e’tirof etishga yordam beradi. Bu, o‘z navbatida, gender stereotiplarini kamaytiradi hamda ayollarning ijtimoiy hayotdagi mavqeini mustahkamlaydi.

Ish kiyimining dizayni nafaqat funksional, balki estetik jihatdan ham talabga javob berishi kerak. Milliy qadriyatlar va mahalliy urf-odatlar inobatga olingan holda ishlab chiqilgan kiyimlar ayollarning o‘zini erkin va qulay his qilishiga xizmat qiladi.

Masalan, ayrim hollarda kiyim dizaynida hijob kiyuvchi ayollar uchun ham mos variantlarni yaratish, turli tana tuzilmalariga mos kesimlarni taklif etish muhim hisoblanadi.

Maxsus kiyimning qulayligi va xavfsizlik xususiyatlari mehnat unumdorligini oshiradi. Ayollar o‘zini qulay va ishonchli his qilgan sharoitda ishga bo‘lgan ishtiyoqi ortadi.

ISSN 3030-3907

Bundan tashqari, ish beruvchi tomonidan sifatli maxsus kiyim taqdim etilishi xodimlarning mehnatini qadrlash va rag‘batlantirishga xizmat qiladi. Bu esa ularning ishga sodiqligini oshirib, ijtimoiy barqarorlikka ijobiy ta’sir ko‘rsatadi.

Dunyoning rivojlangan mamlakatlarida, jumladan, Germaniya, Yaponiya va Janubiy Koreyada obodonlashtirish ishlarida ayollarning mehnat xavfsizligi alohida e’tibor ostida turadi. U yerda maxsus kiyimlar:

-ekologik toza va qayta ishlanishi mumkin bo‘lgan matolardan tayyorlanadi;

-ishchi ayollarning turli ehtiyojlari va tana o‘lchamlariga mos ravishda ishlab chiqiladi;

-dizaynda ergonomika, zamonaviy texnologiyalar va estetik talablarga katta e’tibor qaratiladi.



1-rasm. Maxsus kiyimning ijtimoiy ahamiyati

Bu tajribalarni mahalliy sharoitda ham qo‘llash ijobiy natija beradi.

Bugungi kunda ish kiyimlari ishlab chiqarishda texnologik yangiliklardan foydalanish tendensiyasi kuchaymoqda. Jumladan:

- **Smart-mato** – nafas oluvchi va namlikni tezda chiqaruvchi tolalar;
- **Nano-qoplamalar** – matoni suv, yog‘ va changdan himoya qiladi;
- **Issiqlikni tartibga soluvchi qatlamlar** – sovuq va issiq havoda qulaylikni ta’minlaydi.

Agar ushbu innovatsion yondashuvlar obodonlashtirish ishlarida ham keng qo‘llansa, ayollarning mehnat sharoitlari yanada yaxshilanadi.

Tahliliy misollar va amaliy tavsiyalar

- Yorqin ranglar va reflektiv elementlardan foydalanish;
- Nafas oluvchi, suv va changga chidamli matolardan tikish;

ISSN 3030-3907

- Turli tana o‘lchamlari va ehtiyojlariga mos ergonomik kesimlarni ishlab chiqish;
- Madaniy qadriyatlarga mos dizayn variantlarini taklif etish;
- Xodimlar ehtiyojlariga qarab maxsus poyabzal, qo‘lqop va bosh kiyimlar bilan ta’minlash;
- Innovatsion texnologiyalardan foydalanib, zamonaviy va ekologik toza kiyimlar ishlab chiqish.

Shunday qilib, Ayollar uchun maxsus ish kiyimlari nafaqat xavfsizlik va sog‘liqni ta’minlaydi, balki ularning jamiyatdagi mavqeini mustahkamlaydi. Shu orqali gender tengligi rivojlanadi, stereotiplar yengiladi va ijtimoiy barqarorlikka hissa qo‘shiladi.

Xalqaro tajribadan foydalanish, mahalliy sharoitga mos dizaynlar ishlab chiqish hamda innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish orqali obodonlashtirish sohasida ishlaydigan ayollarning mehnat samaradorligi va ijtimoiy ahamiyati yanada ortadi.

Obodonlashtirish ishlarida ayollar uchun maxsus kiyim yaratish nafaqat xavfsizlik va gigiyena talablarini bajaradi, balki ularning ijtimoiy mavqeini mustahkamlash, gender tengligini ta’minlash va mehnat unumdorligini oshirishda ham muhim omil hisoblanadi.

Shu bois, ushbu masala ilmiy, texnologik va ijtimoiy jihatdan har tomonlama o‘rganilishi va amaliyotga tadbiq etilishi dolzarbdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Абдуллаева Г. KIYIM ISHLAB CHIQARISHDA GAVDA O ‘LCHAM BELGILARINI TAHLIL QILISH //Свет науки. – 2025. – №. 10 (45).
2. Темирова, Г. И., Юлдашева, С., Эргашева, З., & Ишанкулова, М. (2024). ИННОВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯ АСОСИДА КИЙИМ ТАЙЁРЛАШ УСУЛЛАРИ. BARQARORLIK VA YETAKCHI TADQIQOTLAR ONLAYN ILMIY JURNALI, 4(1), 134-138.
3. Абдуллаева Г. Ш. Изучение динамической антропометрии и проектирования подростковой одежды //Международный научно-практический электронный журнал «Моя профессиональная карьера. – 2022. – Т. 16.
4. Abdullayeva G. S. TIKUVCHLIK SANOATIDA TEXNOLOGIK OQIM USULINING ASOSIY BOSQICHLARI //Scientific progress. – 2023. – Т. 4. – №. 2. – С. 378-381.
5. Абдуллаева Г. Ш., Турсунова З. Н. Изучение динамической антропометрии и возможности её применения для изготовления одежды различного назначения //Молодой ученый. – 2014. – №. 2. – С. 95-98.

ISSN 3030-3907

6. Gulchekra A. Study of dynamic anthropometry for making clothes for various purposes //Universum: технические науки. – 2022. – №. 2-7 (95). – С. 43-46.
7. Temirova G. I. Resource thrifty methods of connecting natural fur to main detail //NOVATEUR PUBLICATIONS. JournalNX-Multidisciplinary Peer Reviewed Jurnal. – 2020. – Т. 6. – №. 5. – С. 45.
8. Абдуллаева Г. ПРОИЗВОДСТВЕННАЯ СТРУКТУРА ПРЕДПРИЯТИЯ ПО ИЗГОТОВЛЕНИЮ ШВЕЙНЫХ ИЗДЕЛИЙ //Yangi O ‘zbekiston ustozlari. – 2024. – Т. 2. – №. 28. – С. 158-162.
9. Хужаева М. Б. KIYIMLARNI TIKISHDA INSON TANASI O‘LCHAMLARINI OLISH USULLARI //Scientific progress. – 2023. – Т. 4. – №. 3. – С. 49-57.
10. Abdullayeva G. S. Tikuvchilikda zamonaviy jihozlar tanlash sifatli buyum ishlab chiqarishning asosiy omili //Science and Education. – 2024. – Т. 5. – №. 2. – С. 212-214.

ISSN 3030-3907

BIOKIMYO FANINI INNOVATSION TEXNOLOGIYALAR ASOSIDA TASHKIL ETISH

Saidov Olimjon Amon o‘g‘li
Buxoro davlat tibbiyot instituti “Tibbiy va biologik kimyo” kafedrasi assistenti
E-mail: saidov.olimjon@bsmi.uz

Annotatsiya: Ushbu maqolada biokimyo fanini zamonaviy pedagogik yondashuvlar va raqamli texnologiyalar asosida tashkil etishning nazariy-metodik asoslari yoritiladi. Konstruktivizm, TPACK va SAMR kabi konseptlar, shuningdek, AR/VR, virtual laboratoriyalar, simulyatorlar, gamifikatsiya, mikroo‘qitish, adaptiv ta’lim va sun’iy intellekt yordamchilari kabi innovatsion vositalarning biokimyo ta’limiga integratsiyasi bo‘yicha tavsiyalar beriladi. Dars ssenariylari, baholash rubrikalari, inkluziv ta’lim va xavfsizlik masalalari, joriy etish yo‘l xaritasi hamda samaradorlik ko‘rsatkichlari keltiriladi.

Kalit so‘zlar: biokimyo didaktikasi, innovatsion texnologiyalar, TPACK, SAMR, AR/VR, virtual laboratoriya, gamifikatsiya, mikroo‘qitish, adaptiv ta’lim, bioinformatika, o‘quv analitikasi.

Аннотация: В статье рассматриваются теоретико-методологические основы организации преподавания биохимии на основе современных педагогических подходов и цифровых технологий. Даны рекомендации по интеграции таких концепций, как конструктивизм, TPACK и SAMR, а также инновационных инструментов, таких как дополненная и виртуальная реальность, виртуальные лаборатории, симуляторы, геймификация, микрообучение, адаптивное обучение и искусственный интеллект-ассистенты, в преподавание биохимии. Представлены сценарии уроков, критерии оценки, вопросы инклюзивного образования и безопасности, дорожная карта внедрения и показатели эффективности.

Ключевые слова: дидактика биохимии, инновационные технологии, TPACK, SAMR, AR/VR, виртуальная лаборатория, геймификация, микрообучение, адаптивное обучение, биоинформатика, аналитика обучения.

Abstract: This article examines the theoretical and methodological foundations of organizing biochemistry instruction based on modern pedagogical approaches and digital technologies. Recommendations are provided for integrating concepts such as constructivism, TPACK, and SAMR, as well as innovative tools such as augmented and virtual reality, virtual laboratories, simulators, gamification, microlearning, adaptive learning, and artificial intelligence assistants, into biochemistry instruction. Lesson scenarios, assessment criteria, inclusive education and safety issues, an implementation roadmap, and performance indicators are presented.

ISSN 3030-3907

Keywords: Biochemistry didactics, innovative technologies, TPACK, SAMR, AR/VR, virtual laboratory, gamification, microlearning, adaptive learning, bioinformatics, learning analytics.

Kirish

Biokimyo tirik tizimlarda kechadigan molekulyar darajadagi jarayonlarni o‘rganadi. Fan mazmuni ko‘p bosqichli abstraksiyalar, dinamik tizimlar va ko‘p o‘zgaruvchili bog‘lanishlarni (masalan, fermentlar kinetikasi, metabolik yo‘llar, gen ekspressiyasi) tushunishni talab qiladi. Shu sababli an’anaviy ma’ruza-laboratoriya formatini raqamli hamkorlik vositalari, simulyatorlar va vizualizatsiyalar bilan boyitish o‘quvchilarning chuqur idrokini va mustaqil tadqiqot kompetensiyalarini sezilarli oshiradi.

Innovatsion texnologiyalar ta’lim sifatini oshirish bilan birga, o‘qituvchi yuklamasini maqsadli boshqarish, o‘quv analitikasi asosida shaxsiylashtirish va adolatli baholashni ham ta’minlaydi. Ushbu maqola biokimyo darslarini zamonaviy metodlar bilan qayta loyihalash uchun amaliy qo‘llanma vazifasini bajaradi.

Bloom–Anderson taksonomiyasi. Bilish darajalari: eslab qolish tushunish qo‘llash tahlil baholash yaratish. Innovatsion vositalar yordamida yuqori darajalarga (tahlil/yaratish) yo‘naltirilgan vazifalar dizayn qilinadi.

TPACK (Technology–Pedagogy–Content Knowledge). O‘qituvchi bilimi uch komponent uyg‘unligida samarali: predmet mazmuni (C), pedagogik usullar (P) va texnologiya (T). Dars rejasida har bir texnologiya (masalan, molekulyar vizualizator) aniq pedagogik maqsadga xizmat qilishi kerak.

SAMR modeli. Texnologiya integratsiyasi darajalari: Substitution (almashtirish) Augmentation (kuchaytirish) Modification (o‘zgartirish) Redefinition (qayta ta’riflash). Maqsad — kamida “Modification” bosqichiga chiqish: masalan, oddiy ma’ruzani interaktiv, ma’lumotlar asosidagi tadqiqotga aylantirish.

UDL (Universal Design for Learning). Turli ehtiyojli o‘quvchilar uchun kirish imkonini ta’minlash: kontentni bir nechta formatda taqdim etish, moslashuvchan baholash, osonlashtirilgan interfeyslar.

Biokimyo fanida innovatsion texnologiyalar toifalari:

Raqamli ta’lim muhitlari (LMS)

LMS (masalan, Moodle, Google Classroom, Microsoft Teams) dars materiallari, testlar, topshiriqlar va baholarni bir joyda boshqarishga yordam beradi. O‘quv analitikasi orqali individual rivojlanish xaritalari tuziladi.

Loyiha va muammoga yo‘naltirilgan o‘qitish

ISSN 3030-3907

Metabolik yo‘llarni modellashtirish, ferment klinik ahamiyatini tahlil qilish, oziq-ovqat mahsulotlaridagi biomolekulalarni aniqlash kabi real muammolarga asoslangan loyihalar.

Inquiry-based learning (tadqiqotga yo‘naltirilgan)

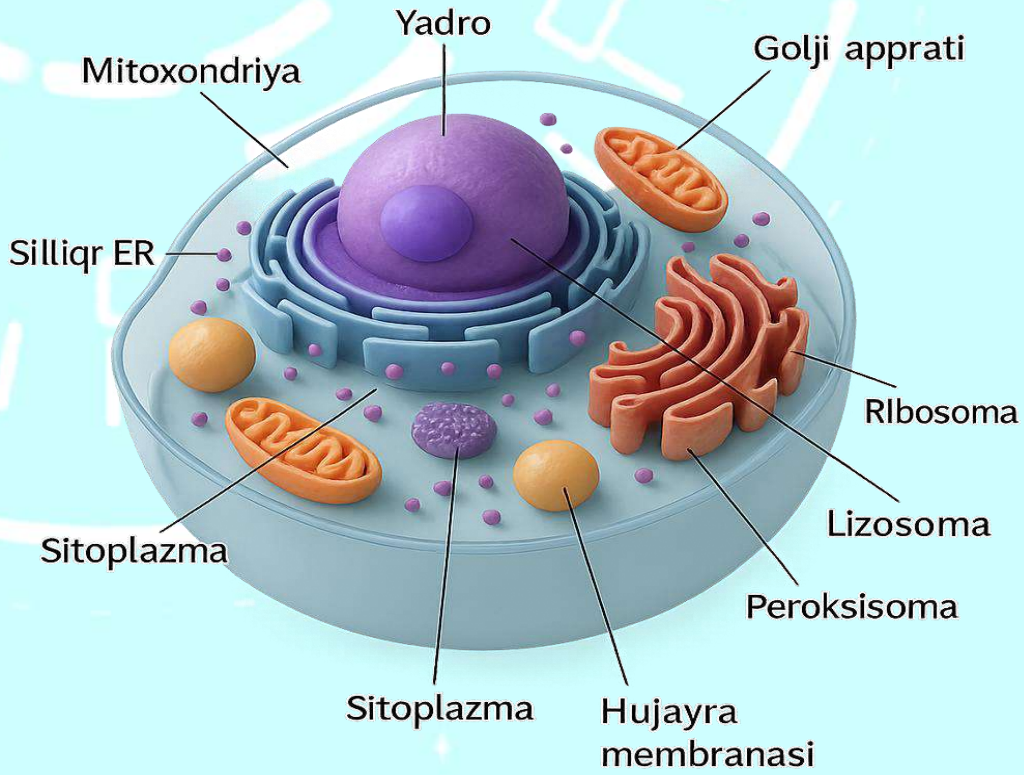
Gipoteza → eksperiment/simulyatsiya → ma’lumot yig‘ish → statistik tahlil → xulosa. O‘quvchilar ilmiy metodni amalda sinab ko‘rishadi.

Inquiry-based learning (tadqiqotga yo‘naltirilgan)

Gipoteza → eksperiment/simulyatsiya → ma’lumot yig‘ish → statistik tahlil → xulosa. O‘quvchilar ilmiy metodni amalda sinab ko‘rishadi.

AR/VR va 3D vizualizatsiya

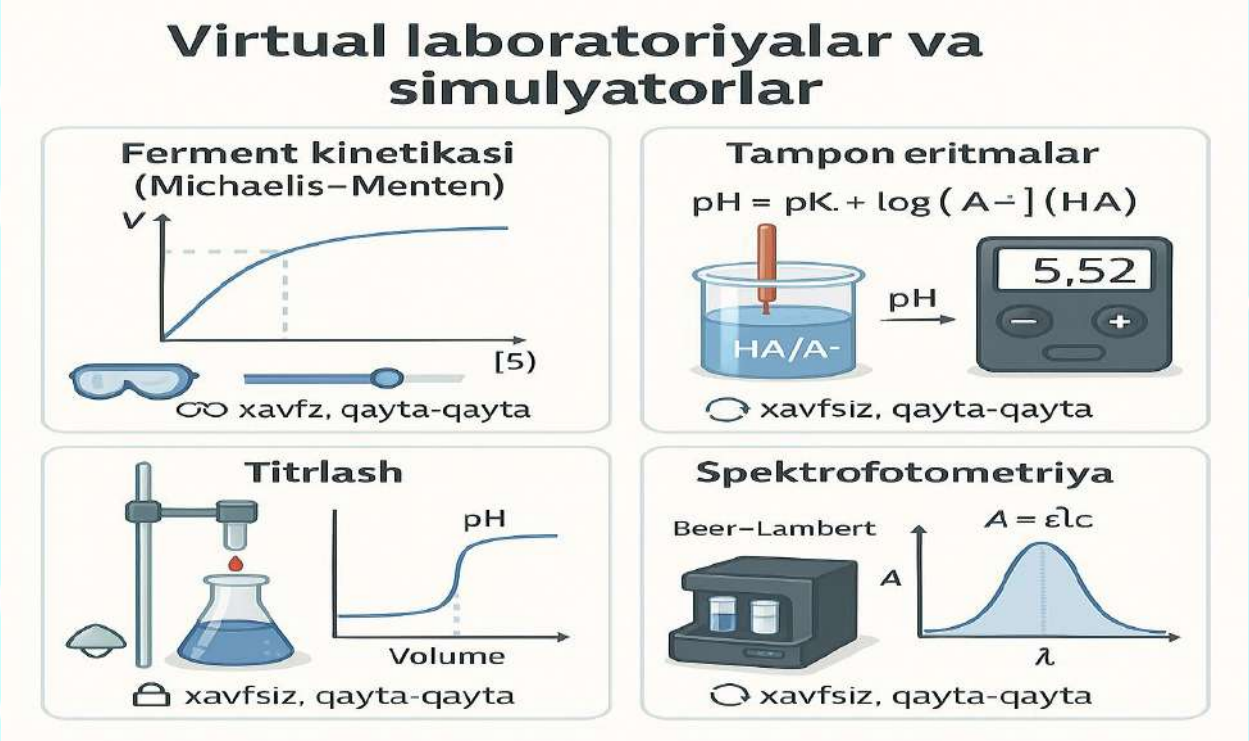
Hujayra organellalari, oqsil strukturasi, ferment–substrat komplekslari va metabolik tarmoqlarni 3D/VR muhitda ko‘rsatish, makoniy idrokni kuchaytiradi.



Virtual laboratoriyalar va simulyatorlar

Ferment kinetikasi, tampon eritmalar, titrlash, spektrofotometriya kabi mavzular bo‘yicha xavfsiz, qayta-qayta bajariladigan simulyatsiyalar. Natijalarni Excel yoki Python orqali tahlil qilish tavsiya etiladi.

ISSN 3030-3907



Molekulyar vizualizatorlar

Jmol, PyMOL, ChimeraX kabi vositalar oqsil-ligan bog‘lanishini, aktiv markazni, vodorod bog‘larini ko‘rsatish va struktura–funksiya aloqasini tushuntirishda qulay.



Gamifikatsiya

Daraja, belgi (badge), reyting, vaqt cheklovi, ssenariyli topshiriqlar motivatsiyani oshiradi. Gamifikatsiya akademik halollik va hamkorlik etikasiga mos bo‘lishi shart.

Mikroo‘qitish va adaptiv ta’lim

5–8 daqiqalik mikrovideolar, qisqa interaktiv topshiriqlar, avtomatik moslashuv (o‘quvchining xatolariga ko‘ra qo‘shimcha mashqlar).

Sun’iy intellekt yordamchilari

ISSN 3030-3907

Savol-javob, konspekt tuzish, dastlabki tahlil va fikr-mulohaza berish. AI-dan foydalanish, manbalarni tekshirish va plagiatni oldini olish qoidalari aniq belgilanishi kerak.

Kutilayotgan natijalar va samaradorlik koʻrsatkichlari (KPI)

Oʻrganish natijalari: test/loyiha koʻrsatkichlarining yil yakunida ≥10–15% yaxshilanishi.

Faollik: LMS faoliyati, vaqt, topshiriqlarni oʻz vaqtida topshirish ulushi.

Koʻnikmalar: tahlil, ilmiy yozuv, hamkorlik, axborot madaniyati.

Qoniqish: talabalar va oʻqituvchilar soʻrovlari (≥80% ijobiy).

Barqarorlik: vositalar ishlashi, texnik nosozliklar chastotasi (<5%).

Xulosa

Biokimyo fanini innovatsion texnologiyalar asosida tashkil etish o‘quvchi faoliyatini markazga qo‘ygan, ma’lumotlarga tayangan, moslashuvchan va adolatli ta’lim muhitini yaratadi. TPACK va SAMR kabi konseptlar vositalarni maqsadli tanlashga yordam beradi; AR/VR, virtual laboratoriyalar, gamifikatsiya va AI esa murakkab molekulyar jarayonlarni sezilarli darajada tushunarli qiladi. Bosqichma-bosqich joriy etish, sifat monitoringi va inkluzivlik tamoyillari barqaror natija garovidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Nurutdinova F. METHODS OF USING INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN INDEPENDENT STUDY OF BIOCHEMISTRY //CURRENT RESEARCH JOURNAL OF PEDAGOGICS. – 2024. – T. 5. – №. 12. – C. 101-109.

2. Nurutdinova F. WAYS TO IMPROVE THE EFFECTIVENESS OF BIOCHEMISTRY LESSONS BASED ON MODERN APPROACHES //American Journal Of Social Sciences And Humanity Research. – 2024. – T. 4. – №. 12. – C. 208-222.

3. Nurutdinova F. et al. Improvement of laboratory courses in biochemistry for medical students using an electronic textbook //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 121. – C. 01017.

4. .Saidov O. «БИООРГАНИК КИМЁ, ОРГАНИК КИМЁ ВА ФИЗИКАВИЙ КИМЁ» ФАНЛАРИДА ИННОВАЦИОН ТЕХНОЛОГИЯЛАРДАН ФОЙДАЛАНИШ //ЦЕНТР НАУЧНЫХ ПУБЛИКАЦИЙ (buxdu. uz). – 2023. – Т. 44. – №. 44.

5. Rasulova Y. Z. BIOBIOKIMYO DARSLARIDA ZAMONAVIY PEDAGOGIK TEXNOLOGIYALAR //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – Т. 2. – №. 13. – С. 163-177.

6. Zikrulloyevna R. Y. USING THE" BRAINSTORMING" METHOD IN BIOCHEMISTRY CLASSES //Scientific Impulse. – 2024. – Т. 2. – №. 21. – С. 471-478.

ISSN 3030-3907

7. Zikrulloyevna R. Y. USING THE VENN DIAGRAM METHOD (FROM RKMCHP METHODOLOGY) IN BIOCHEMISTRY CLASSES //Scientific Impulse. – 2024. – T. 2. – №. 21. – C. 479-486.
8. Rasulova Y. Z. USING THE" MATHEMATICAL MARKET" GAME IN BIOCHEMISTRY CLASSES //Scientific Impulse. – 2024. – T. 2. – №. 21. – C. 315-322.
9. Zikrulloyevna R. Y. BIOKIMYO DARSLARIDA" AQLIY HUJUM" USULIDAN FOYDALANISH //WORLD OF SCIENCE. – 2024. – T. 7. – №. 5. – C. 54-62.
10. Rasulova Y. Z. INTERACTIVE METHODS IN THE EDUCATIONAL PROCESS //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – T. 2. – №. 16. – C. 341-357.
11. Rasulova Y. Z. ORGANIZING AND CONDUCTING AN INTERDISCIPLINARY EXCURSION //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – T. 2. – №. 16. – C. 325-340.
12. Rasulova Y. Z. Ekskursiyaga tayyorgarlikning tashkiliy masalalari //SO ‘NGI ILMIY TADQIQOTLAR NAZARIYASI. – 2023. – T. 6. – №. 12. – C. 99-116.
13. Расулова Ю. СОВРЕМЕННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ НА УРОКАХ БИОБИОХИМИИ //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – T. 2. – №. 15. – C. 418-432.
14. Rasulova Y. Z. THE USE OF THE GAME" MATHEMATICAL DOMINO" IN BIOCHEMISTRY LESSONS //Scientific Impulse. – 2024. – T. 2. – №. 17. – C. 958-972.
15. Rasulova Y. Z. INTERACTIVE METHODS IN THE EDUCATIONAL PROCESS //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – T. 2. – №. 16. – C. 341-357.
16. Rasulova Y. Z. ORGANIZING AND CONDUCTING AN INTERDISCIPLINARY EXCURSION //Новости образования: исследование в XXI веке. – 2023. – T. 2. – №. 16. – C. 325-340.

ISSN 3030-3907

UDK 541.123.3+546.56

TEMIR(II) SULFAT – NATRIY GLUTAMINAT-SUV UCHLAMCHI SISTEMASINI 25ºC DAGI IZOTERMIK ERUVCHANLIGINI O‘RGANISH

Ernazarov Komil Anorboy o`g`li
Navoiy davlat universiteti katta o`qituvchisi
Aliyev Tog`aymurot Baratovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti, k.f.f.d.
Karimov Zokir Tilavovich, Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti, k.f.n.
Begmanov Safar Nurmamatovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti katta o`qituvchisi k.f.f.d.

Annotatsiya. Eruvchanlik usulida suvli muhitda temir(2+) sulfat bilan natriy gidroglutaminat tuzini suvli muhitda ta’sirlashuvi o‘rganildi. O‘rganilgan uchlamchi sistemada yangi qo‘shaloq kimyoviy birikmalar $FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$ va $FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$ tarkibda hosil bo‘lishi mumkinligi aniqlandi va kristallanadigan qoldiq birikmalarning to‘yingan eritmalarini konsentratsion chegaralari o‘rnatildi. Qattiq fazadan ajratib olingan birikmalarning tuzilishi aniqlandi va fizik-kimyoviy xossalari o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: uchlamchi sistema, eruvchanlik, diagramma, zichlik, qovushqoqlik, sindirish ko‘rsatkichi, eritma.

Аннотация. Методом растворимости в водной среде изучено взаимодействие сульфата железа(II) с натрий гидроглутаминатом. В исследуемой тройной системе установлена возможность образования новых двойных химических соединений состава $FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$ и $FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$, а также определены концентрационные пределы насыщенных растворов кристаллизующихся соединений. Определено строение соединений, выделенных из твёрдой фазы, и изучены их физико-химические свойства.

Ключевые слова: тройная система, растворимость, диаграмма, плотность, вязкость, показатель преломления, раствор.

Abstract. The interaction of ferrous sulfate with sodium hydroglutaminate in an aqueous medium was studied using the solubility method. In the investigated ternary system, the formation of new double chemical compounds with the compositions $FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$ and $FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$ was established, and the concentration limits of saturated solutions of the crystallizing compounds were determined. The structure of the compounds isolated from the solid phase was identified, and their physicochemical properties were investigated.

Keywords: ternary system, solubility, diagram, density, viscosity, refractive index, solution.

ISSN 3030-3907

Kirish. Kimyo fani sohasida hozirgi davrga qadar yangi birikmalarni yaratish o‘z dolzarbligini saqlab qolmoqda. Chunki bunday birikmalar xalq xo‘jaligining turli sohalarida, jumladan, qishloq xo‘jaligida, yengil va oziq-ovqat sanoatida, metallurgiya sohasida, fiziologik aktiv moddalar olishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Yuqori qiymatga ega bo‘lgan bunday moddalarni sintez qilish uchun asosiy manba sifatida aminokislotalar va mikroelementlarning birikmalari xizmat qilishi mumkin [1].

Ma’lumki, aminokislotalar fiziologik aktiv moddalar jumlasiga kirib, ular asosida olingan birikmalarning fizikaviy, kimyoviy va tuzilish xossalarini o‘rganish nazariy va amaliy jihatdan katta ilmiy qiziqish o‘yg‘otadi. L–glutamin kislotasi oqsil molekulasining asosiy tuzilish zvenosi bo‘lib, bir qator fiziologik xususiyatlarga ega. L-glutamin kislotasi organizmdaboradigan aminlash reaksiyalarida, oqsillar sintezida va boshqa muhim biologik jarayonlarda ishtirok etadi [2].

Tirik organizmlarda bu kislotaning funksiyasi va ahamiyati turlicha bo‘lib, u nerv tizimi uchun zaharli ta’sir qiluvchi ammiakni zararsizlantirishda muhim vosita sifatida ishlatiladi. Bu kislota miya to‘qimasida oksidlanadigan yagona aminokislotadir. Bosh miya po‘stlog‘ida dinamik harakatni yaxshilab, nerv to‘qimalarini uzoq davom etadigan sholl holatidan chiqaradi, markaziy nerv sistemasidagi oksidlanish-qaytarilish jarayonlariga ijobiy ta’sir etadi.

L-glutamin kislotasining mononatriyli tuzining mikro-elementlarning tuzlari bilan reaksiyalari va u asosida olingan birikmalarining fizik-kimyoviy xossalari kam o‘rganilgan [1,2].

Mineral tuzlarning kationlari teri va to‘qimalarning tuzilish tarkibiga kirib, to‘qimalar va ular orasidagi suyuqliklardagi almashinish reaksiyalarida ishtirok etadi. 3d-elmentlar kationlarining ko‘pchiligi oqsillar tarkibiga birikma ko‘rinishida kiradi, fermentlar va gormonlarni tarkibini tashkil etadi va organizmda boradigan muhim biologik jarayonlar ular ishtirokida boradi.

Ushbu ilmiy maqolamizining asosiy maqsadi $FeSO_4$–$C_5H_8NO_4Na$–H_2O sistemasini 25^oC dagi eruvchanlik diagrammasini o‘rganish, hosil bo‘lgan moddalarni ajratib olish va fizik-kimyoviy xossalarini tadqiqot qilishdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Amaliy qism va analiz usullari. Uchlamchi sistemalarni izotermik eruvchanligini o‘rganish, kristall holatida yangi moddalarni ajratib olish imkonini beradi, hamda bir vaqtning o‘zida qattiq va suyuq fazalarda boradigan geterogen muvozanat jarayonlarini, hosil bo‘layotgan moddalar tarkibini aniqlash imkonini beradi [3].

Geterogen muvozanat o‘rganilishi lozim bo‘lgan sistemalardagi komponentlar dastlab, qayta kristallanish usuli yordamida tozalanadi. Komponentlarning izotermik haroratdagi (masalan, 25^oC yoki 30^oC dagi) eruvchanligi asosida taxminiy eruvchanlik diagrammasi tuziladi. Shu diagramma asosida komponentlar ma’lum bir nisbatda olinib, uning ustiga bidistiillangan

ISSN 3030-3907

suvning ma’lum miqdori qo‘shiladi. So‘ngra “**qattiq faza-to‘yingan eritma**” sistemasida muvozanatni tezroq barqaror topishi uchun aralashma solingan kolbani suv hammomida 80°C haroratgacha qizdirib, cho‘kmani to‘liq erishi kuzatiladi. Agar komponentlar 80°C da to‘liq erimasa, uning erishi uchun suvdan bir oz miqdor qo‘yiladi. Issiq eritmali kolbani rezina probka bilan bekitib, doimiy haroratga ega bo‘lgan termostatga tushiriladi. Termostat kontaktli termometr, rele, isitgich, mexanik aralashtirgich bilan jihozlangan bo‘lib, harorat doimiy bo‘lishi kerak [4].

Termostatga tushirilgan eritmani aralashtirib va yuqori haroratdan belgilangan haroratgacha tushirish davomida eritmada kristallar tushib, muvozanat qaror topishini bir necha usullarda aniqlanadi.Chunonchi, biror komponent miqdorini doimiy bo‘lguncha aniqlash, sindirish ko‘rsatkichini IRF-23 refraktometrida o‘lchash, eritma zichligini yoki qovushqoqligini doimiy qiymatga kelguncha o‘lchash asosida muvozanat qaror topish vaqti aniqlanadi [5].

Sistemada muvozanat qaror topgandan so‘ng, suyuq va qattiq fazalardan namunalar olinadi. Suyuq fazadan namuna olishda kristallar o‘tmasligi uchun maxsus nay uchiga momiq paxtadan tiqin qo‘yib suyuqli olinadi. Og‘irligi o‘lchangan byuksga suyuq namuna solinib, massasi tarozida tortiladi. Qattiq qoldiq namunasi shisha tayoqchabilan olinib, filtr qog‘ozbilan suvsizlantiriladi va og‘irlig aniq bo‘lgan byuksga solinadi hamda massasi analitik tarozida tortiladi. Barcha suyuq va qattiq faza namunalarini byukslardan ehtiyotlik bilan to‘liq o‘lchamli kolbalarga utkaziladi va belgisigacha suv bilan to‘ldiriladi [6].

Tayyorlangan eritmalardan alikvot qismlari olinib, ularning tarkibidagi ionlar aniqlanadi, shuningdek, suv miqdori, zichligi, qovushqoqligi va sindirish kursatkichi qiymatlari o‘lchanadi.

Kimyoviy analiz usullari asosida eritma tarkibidagi SO_4^{2-} ionlarini tortma gravimetrik usulida aniqlandi. 1% li pikrin kislotasidan bir necha tomchi qo‘shib, Ba^{2+} ionlari ishtirokida $BaSO_4$ ning yirik kristallari olindi va darhol filtrlab, quritib, tortma usulida analiz qilindi [7].

To‘yingan eeritmalardagi suvning miqdorini quritish yordamida aniqlandi. Qoldiq massaning umumiy massadan ayirmasi, suvning miqdorini bildiradi. Lekin suvni bug‘lantirishda ba’zi holatlar ta’sir etishi sababli parlantirilayotgan eritmaga qo‘shimcha boshqa moddalar qo‘shiladi, masalan: NH_4Cl, PbO, $AgNO_3$, Na_2CO_3. Bu moddalar gidrolizning yomon ta’sirini kamaytiradi va almashinib parchalanishni tashkil etadi.

Metall ionlarini trilonometrik usulda titrlash bo‘yicha aniqlandi [7]. Indikator sifatida 2% li salitsil kislotasidan foydalanildi. Dastlab va ionlariga analiz qilinib (qizil va sariqqon tuzlari va sulfosalitsil kislotasi ishtirokida) tekshiriladi. Metall ionining eritmadagi va qattiq qoldiqdagi miqdorini quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$Me^{n+}\% = \frac{V_{Tb} * V_k * T}{V_{nam} * m}, *100$$

ISSN 3030-3907

Aminokislotalar va ularning natriyli tuzlarini eritmadagi miqdorini azot bo‘yicha aniqlash mumkin. Azot miqdorini esa K’eldal usulida aniqlanadi [8]. Asosan qo‘yidagi reaksiyalar amalga oshadi:

$$R\text{-}NH_2 + H_2SO_4 \rightarrow (NH_4)_2SO_4 + nCO_2 + nH_2O$$

$$(NH_4)_2SO_4 + 2NaOH \rightarrow Na_2SO_4 + 2NH_3 + 2H_2O$$

Eritmadagi va qattiq qoldiqdagi aminokislotalar miqdorini qo‘yidagi formula bo‘yicha hisoblangan:

$$N\% = \frac{V_{HCl} * V_K * T_{HCl/N}}{V_{nam} * m} * 100$$

Geterogen muvozanatda turgan sistemadagi qattiq fazaning tarkibini aniqlash uchun Skreynmakrs usulidan foydalanildi [9]. Bu usulda teng tomonli uchburchakdan tashqari to‘g‘ri burchakli uchburchakdan ham foydalaniladi. Uchburchakda diagramma tuzish shakli keng tarqalgan bo‘lib, u bir vaqtning o‘zida muvozanatda turgan eritma va qattiq faza tarkibini birlashtirish imkonini beradi. Bu esa nazariy jihatdan yangi faza xarakterini oldindan aniqlashni va yangi birikma yoki qattiq qoldiq tarkibini bilish imkonini beradi.

Tadqiqot qilinadigan eritmalardagi komponentlarning o‘zaro ta’sirlashishini tavsiflash maqsadida zichlik, qovushqoqlik, sindirish ko‘rsatkichi kabi xossalarini izotermik eruvchanlik o‘rganiladigan doimiy haroratda tadqiqot qilindi.

Eritmaning zichligini piknometrik usulda aniqlandi va qo‘yidagi formula bo‘yicha hisoblash amalga oshirildi [3-6, 10]:

$$d = \frac{q_2 - q_0}{q_1 - q_0} * d_{H2O} M$$

Eritmaning qovushqoqligini Ostvald shisha kapillyar viskozimetrida o‘lchandi, buning uchun suyuqlikning ma’lum bir hajmini vaqt birligi ichida kapillyardan oqib o‘tishi aniqlandi [3-6, 10]. Viskozimetrda dinamik qovushqoqlikni qo‘yidagi formula bo‘yicha hisoblandi:

$$\eta = C*\tau*d$$

Eritmaning sindirish ko‘rsatkichini refraktometrda o‘lchandi. Sindirish ko‘rsatkichi tushayotgan yorug‘lik nuri burchagi sinus qiymatini, uni sinish burchagi sinusiga nisbati kattaligiga teng:

$$n = \frac{\sin\alpha}{\sin\beta}$$

MUHOKAMA VA NATIJALAR

1.Uchlamchi sistemalarning izotermik eruvchanlik diagrammasini tahlili

Natriy gidroglutaminat tuzining suvli eritmada temir(II) sulfat tuzi bilan o‘zaro ta’sirlashuvini xarakterlovchi uchlamchi sistemasini 25°C dagi izotermik eruvchanligi hali o‘rganilmagan.

Uchlamchi sistemaning eruvchanligi bo‘yicha olingan tajriba natijalari 1-jadvalda keltirilgan bo‘lib, ular asosida eruvchanlik diagrammasi tuzildi. Eruvchanlik diagrammasi to‘g‘ri burchakli uchburchak asosida tuzildi. Absissa o‘qiga temir(II) sulfat va ordinata o‘qiga esa natriy gidroglutaminat tuzlarining

ISSN 3030-3907

protsent miqdorlari quyildi. Qattiq fazada ajralib chiquvchi birikmaning tarkibini Skreynmakers usuli bo‘yicha aniqlandi [9].

Eruvchanlik diagrammasi to‘rtta tarmoqdan iborat bo‘lib. Birinchi tarmoq (1-3 nuqtalar) tarkibida bir yoki yarim mol suv molekulasini tutgan gidroglutaminat natriy tuzini kristallizatsiyalanishiga to‘g‘ri keladi (1-rasm). Eruvchanlik diagrammasini 3-nuqtasi evtonik nuqta bo‘lib, unda suyuq va qattiq fazaning tarkibiy qismini o‘zgarishi kuzatiladi hamda komponentlar miqdori quyidagicha bo‘ladi: $C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$ -63,20%, $FeSO_4$ – 5,50%, H_2O -31,30%.

1-jadval

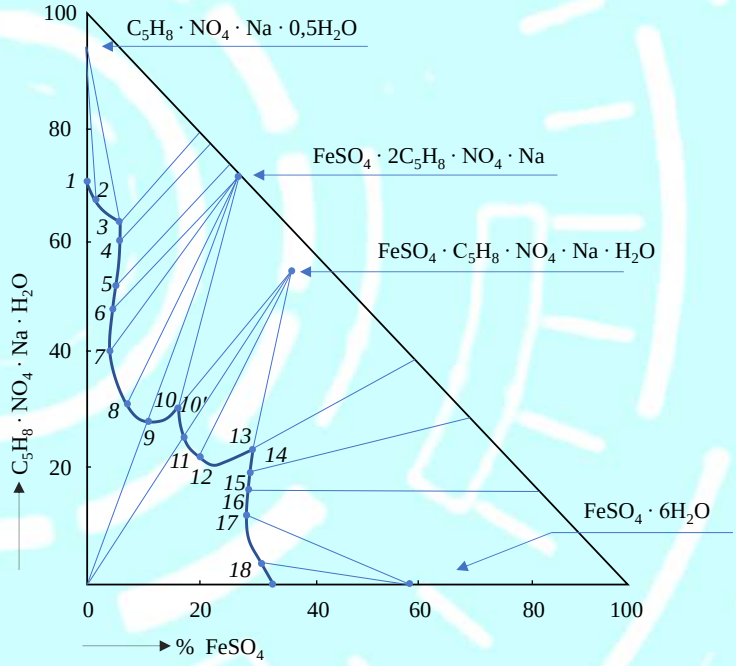
$FeSO_4$–$C_5H_8NO_4Na$–H_2O sistemasining 25°C dagi suyuq va qattiq fazalarining kimyoviy analiz natijalari

Nuqtalar nomeri	Suyuq faza, %				Tuzlar summasiga nisbatan erigan modda %		Qattiq qoldiq mass,%		Qattiq fazaning kimyoviy formulasi
	$C_5H_8NO_4Na$	$FeSO_4$	Tuzlar summasi	H_2O	$C_5H_8NO_4Na$	$FeSO_4$	$C_5H_8NO_4Na$	$FeSO_4$	
1	72,10	-	72,10	27,90	100	-	100	-	$C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$
2	67,20	2,50	69,70	30,30	96,41	3,59	97,70	2,30	$C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$
3	64,00	5,10	69,10	30,90	92,62	7,38	96,51	3,49	$C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$
3	63,20	5,50	68,70	31,30	91,98	8,02	83,33	16,67	$C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$
4	58,30	6,61	64,91	35,09	89,82	10,12	80,00	20,00	$C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$
5	50,00	5,20	55,20	44,80	90,58	9,42	76,47	23,53	$C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$
6	49,50	6,10	55,60	44,40	89,03	10,98	75,61	24,39	$C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$
7	40,00	4,20	44,20	55,80	90,50	9,50	75,00	25,00	$FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$
8	30,00	8,10	38,10	61,90	45,00	78,74	21,26	73,17	$FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$
9	27,15	12,30	39,45	60,55	68,82	31,18	70,59	29,41	$FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$
10	30,00	17,50	47,50	52,50	63,16	36,84	70,51	29,49	$FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$
11	25,00	19,20	44,20	55,80	56,56	43,44	57,75	42,25	$FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$
12	20,00	20,00	40,00	60,00	50,00	50,00	57,69	42,31	$FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$
13	23,20	32,10	55,30	44,70	41,95	58,05	39,76	60,24	$FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$
14	20,00	31,15	51,15	48,85	39,10	60,89	31,82	68,18	$FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$
15	15,50	30,00	45,50	54,50	34,06	65,93	20,36	79,64	$FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$
16	11,30	30,10	41,40	58,60	27,30	72,70	7,41	92,59	$FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$
17	5,00	31,50	88,50	13,70	15,70	86,30	3.70	96,30	$FeSO_4 \cdot 6H_2O$
18	-	33,00	33,00	67,00	-	100	-	100	$FeSO_4 \cdot 6H_2O$

Qattiq fazada tarkib o‘zgarishi kuzatilib (3-5 nuqtalar), 6-nuqtadan boshlab yangi tarkibli birikma hosil bo‘lishi boshlanadi (6-10 nuqtalar) va diagrammada ikkinchi tarmoqni tashkil etadi. Diagrammaning bu sohasida qattiq fazada $FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$ tarkibli birikma hosil bo‘lishi aniqlangan va ajratib olinib

ISSN 3030-3907

fizik-kimyoviy xossalari o‘rganilgan. Diagrammadagi uchinchi tarmoq 10-14 nuqtalar oralig‘iga to‘g‘ri keladi va qattiq fazada monoglutaminat natriy tuzining temir(II) sulfat bilan birikmasi hosil bo‘lishini ko‘rsatadi va quyidagi tarkibga ega bo‘ladi: $FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na \cdot H_2O$



1-rasm. $FeSO_4$ - $C_5H_8NO_4Na$ - H_2O uchlamchi sistemaning izotermik diagrammasi

To‘rtinchi tarmoq, evtonik nuqtadan 17 absissa o‘qi tomon pastga yunalgan bo‘lib, asosan qattiq fazada $FeSO_4 \cdot 6H_2O$ tuzining kristallanishiga to‘g‘ri keladi.

2. Ajratib olingan birikmalarning fizik-kimyoviy xossalari.

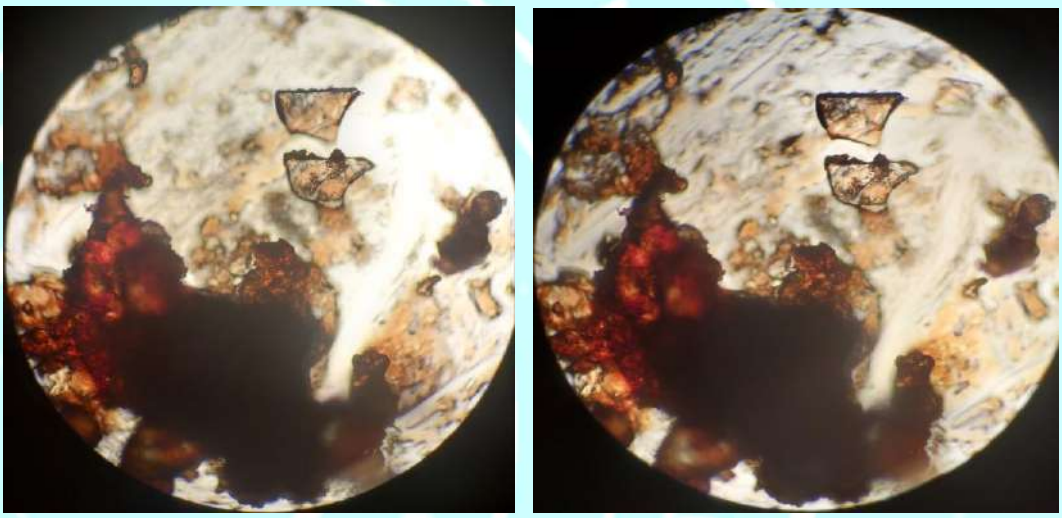
*E*ruvchanlik diagrammasi asosida hosil bo‘layotgan yangi moddalarni qayta kristallizatsiya qilib, moddalarni qattiq holda ajratib olindi. Ajratib olingan moddalarni tarkibini aniqlash maqsadida azot, sulfat va temir ionlarini element analizi qilindi. Zichlik, qovushqoqlik va sindirish ko‘rsatkichi kabi fizik xossalari aniqlandi [11, 12].

$FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$ tarkibli birikmaning element analizi natijalari qo‘yidagicha: N – 6,84%; SO_4^{2-} - 19,59%; Fe^{2+} - 11,42%. Molekulyar og‘irligi-490 g/mol. To‘yingan eritmasining fizik xossalarini qiymatlari qo‘yidagicha: zichligi d=1,63211 g/sm^3; qovushqoqligi η=5,3126 puaz; sindirish ko‘rsatkichi esa *n*-1,4159 ga teng.

$FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$ tarkibli ikkinchi birikmaning element analizi natijalari qo‘yidagicha: N – 8,25%; SO_4^{2-} - 28,32%; Fe^{2+} - 16,52%. Molekulyar og‘irligi - 321 g/mol. To‘yingan eritmasining fizik xossalarini qiymatlari qo‘yidagicha: zichligi d=2,3470 g/sm^3; qovushqoqligi η=5,8741 puaz; sindirish ko‘rsatkichi esa *n*-1,4096 ga teng.

Ajratib olingan moddalarning kristallarini elektron mikroskopda ko‘rinishlari olindi (2-rasm).

ISSN 3030-3907



2-rasm. $FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$ va $FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$ birikmalarining mikroskopik tasviri

Tasvirdan ko‘rinib turibdiki moddalar kristall tuzilishga ega va o‘ziga xos individuallikni tasdiqlaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

1. Shunday qilib, o‘rganilgan uchlamchi sistemada asosan ikki xil tarkibli $FeSO_4 \cdot 2C_5H_8NO_4Na$ va $FeSO_4 \cdot C_5H_8NO_4Na$ birikmalar hosil bo‘lishi aniqlandi.
2. Bu birikmalarning fizik-kimyoviy xossalari va mikroskopik tahlilidan olingan natijalar ularning o‘ziga xos individualligini tasdiqladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Биохимия: Учебник для вузов, под. редак. Северина Е.С.-М.: ГЭОТАР Медиа. – 2004. - С. 200-280.
2. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов. Харьков, 2014. - Том.1. - С. 1-24.
3. Мазунин С.А., Посягин Г.С. Основы физико-химического анализа: учеб. пособие. Ч.1. Пермь: Изд-во ПГУ. - 1999. - 148 с.
4. Мазунин С.А., Посягин Г.С. Основы физико-химического анализа: учеб. пособие. Ч.2. Пермь: Изд-во ПГУ. - 2000. - 251 с.
5. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И Е. Аналитическая химия. Химические методи анализа .-Минск; Новое знание. - 2011. - 542 с.
6. Баженова Л.Н. Количественный элементный анализ органических соединений. Курс лекции. Екатренбург. -2008. - 356 с.
7. Государственная формакопия СССР, М. «Медицина» 1987г. С.180-181.
8. Sáez-Plaza, P.; Navas, M. J.; Wybraniec, S.; Michałowski, T.; Asuero, A. G. (2012). An Overview of the Kjeldahl Method of Nitrogen Determination. Part I: Historical, Fundamental, and Current Aspects. Critical Reviews in Analytical Chemistry, 42(2), 89-105.

ISSN 3030-3907

9. Кистанова Н.С. Новый подход к учению фазовых равновесий в многокомпонентных водно-солевых системах. Автореферат диссертации к.х.н. Пермь. – 2011 г.
10. Aliyev T.B., Ernazarov K.A., Husenov Q.S., Karimov Z.T. & Begmanov S.N. Oraliq metall tuzlarini tutgan uchlamchi suvli sistemalardagi eritma-qattiq faza muvozanati // Development Of Science 2025. - Issue 8. - Volume 2. – B. 180-195.
11. Алиев Т.Б., Муфтахов А.Г., Парпиев Н.А., Тошев М.Т. Аномальная координация аспарагиновой кислоты с кобальтом (II) // Тез. докл. Всесоюз. конференции координационных соединений. - Кишенев. - 1990. - С. 245.
12. Алиев Т.Б.,Эрназаров К.А., Каримов Э.Т., Ҳусенов Қ.Ш., Холиқова Н.Э. Темир(2+)сульфат-лизин гидрохлорид-сув учламчи системаси қаттиқ фазасининг шаклланишини ўрганиш. Journal of Advances in CHEMICAL Engineering Technology Vol.4 (16), 2024.119-125 p.

ISSN 3030-3907

PAXTA XOM ASHYOSINI QAYTA ISHLASH JARAYONINI BOSHQARISH MUAMMOSINING HOZIRGI HOLATI

Murodullayev Doston Muzaffar o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti stajyor o‘qituvchisi
Ulug‘murodov Elshod Abdusalim o‘g‘li
Qarshi davlat texnika universiteti magistri

Annotatsiya: Mazkur maqolada paxtaga dastlabki ishlov berish jarayonining muhim bosqichi — quritish jarayonining o‘ziga xos xususiyatlari tahlil qilingan. Paxta xom ashyosining tarkibiy qismlari va ularning namlikka bog‘liq holdagi taqsimlanishi ko‘rib chiqilib, tola, chigit va qobiqdagi namlikning qayta taqsimlanish qonuniyatlari yoritilgan. Quritish agenti sifatida issiq havo aralashmasining termodinamik xususiyatlari, nam sig‘imi, issiqlik sig‘imi va namga to‘yinish darajasi haqida ma’lumotlar keltirilgan. Quritish jarayonining birinchi va ikkinchi bosqichlari, kritik nuqta hamda jarayon samaradorligini belgilovchi asosiy omillar ilmiy jihatdan asoslab berilgan. Shuningdek, quritish tartibining paxta tolasining sifatiga, chigitning saqlanishiga va texnologik uskunalarning barqaror ishlashiga ta’siri ochib berilgan.

Kalit so‘zlar: paxta xom ashyosi, quritish jarayoni, namlik taqsimlanishi, issiq havo aralashmasi, kritik nuqta, termodinamik xususiyatlar, samaradorlik.

Abstract: This article analyzes the specific features of the drying process, which is a crucial stage in the primary processing of cotton. The composition of raw cotton and the distribution of its components depending on moisture content are examined, highlighting the regularities of moisture redistribution in fiber, seed, and shell. Information is provided on the thermodynamic properties of hot air mixture as a drying agent, including its moisture capacity, heat capacity, and saturation level. The first and second stages of the drying process, the critical point, and the main factors determining the efficiency of the process are scientifically substantiated. Furthermore, the influence of drying modes on cotton fiber quality, seed preservation, and stable operation of technological equipment is revealed.

Key words: raw cotton, drying process, moisture distribution, hot air mixture, critical point, thermodynamic properties, efficiency.

Аннотация: В данной статье проанализированы особенности процесса сушки, являющегося важным этапом первичной переработки хлопка. Рассмотрен состав хлопкового сырья и распределение его компонентов в зависимости от влажности, раскрыты закономерности перераспределения влаги в волокне, семени и оболочке. Приведены сведения о термодинамических свойствах горячей воздушной смеси как агента сушки, включая влагосодержание, теплоёмкость и степень насыщения влагой. Научно обоснованы первая и вторая стадии процесса сушки, критическая

ISSN 3030-3907

точка и основные факторы, определяющие эффективность процесса. Кроме того, раскрыто влияние режимов сушки на качество хлопкового волокна, сохранность семян и стабильную работу технологического оборудования.

Ключевые слова: хлопковое сырьё, процесс сушки, распределение влаги, горячая воздушная смесь, критическая точка, термодинамические свойства, эффективность.

Kirish.

Paxtaga dastlabki ishlov berish jarayoni tayyorlov punktiga keltirilgan nam paxtani quritishdan boshlanadi. Paxtani quritish issiqlik bilan uning tarkibiy qismlarini suvsizlantirishdan iborat murakkab amal bo`lib texnologik jarayon va ishlov berish tartibini tanlashda katta mas`uliyat talab qiladi. Quritishning to`g`ri tashkil etilishi uni amalga oshirishga ketgan yoqilg`i sarfining salmog`ini kamaytirish bilan birga paxtaning saqlanishini, dastlabki ishlov berish jarayonida olingan tola va chigitning miqdori, sifatining yuqori bo`lishini hamda paxta zavodlarida butun texnologik asbob-uskunalarining muvaffaqiyatli ishlashini ta`minlaydi.

Tadqiqot materiallari va uslubi. Paxta xom ashyosi tola qatlami, chigit va iflos aralashmalari bo`lgan ko`p komponentli materialdir.

Ayrim komponentlar nisbati paxta turiga, uning seleksion naviga, sinfiga, pishib yetilish darajasiga va boshqa sharoitlarga bog`liqdir. Masalan, birinchi navli o`rtatolali «108-F» paxta turining o`rtacha holga keltirilgan ko`rsatkichlari bo`yicha komponentlar nisbati uning mutlaq quruq holatida va aralashmalar yo`qligida quyidagi foizni tashkil etadi: tola - 43%, qobiq - 20%, mag`iz - 37%.

Tadqiqotlarning ma`lumotlari bo`yicha paxtaning muvozanatli holatida uning komponentlari orasidagi namligi quyidagicha taqsimlanadi (1.1-jadval):

1.1 -jadval

Paxta namligi turlicha bo`lganda uning paxta komponentlari orasidagi taqsimlanishi

Komponentlar	Namlikning taqsimlanishi, paxta namligi % bo`lganda			
	10	15	20	30
Tola	6,9	10,4	13,8	20,6
Mag`iz	8,1	14,1	20,5	34,7
Qobiq	17,1	23,2	28,9	38,3

Paxtani quritish jarayonida uning namligi komponentlari orasida qayta taqsimlanishi ro`y beradi. Shuning uchun tola va chigit namligi muvozanatining o`zgarish xususiyati paxtani quritishda muhim ahamiyatga egadir.

ISSN 3030-3907

Tahlil va natijalar. Paxtani quritishda ishlatiladigan issiq xavo quritish agenti deyiladi. Quritish agentini tayyorlash uchun yoqilg`i sifatida suyuq yoqilg`i (kerosin) yoki tabiiy gazning yonish mahsulotlarini atmosfera havosi bilan aralashmasi ishlatiladi. Quritish jarayonining samaradorligi shunday gaz oqimi qilishi mumkin bo`lgan eng ko`p foydali ish bilan belgilanadi.

Quritish agentining quruq yonish mahsulotlari bilan suv bug`i (nam gaz) aralashmasi sifatida tavsiflanadigan hususiyatlarini uning ayrim tarkibiy qismlari termodinamik xususiyatlarini inobatga olgan holda ko`rib chiqish mumkin.

Nam yutuvchi sifatida quritish agenti unda muayyan haroratda saqlanadigan namlik miqdori bilan tavsiflanadi.

Quritish agentining namga to`yinish darajasi haroratga bevosita bog`liq. Masalan, t = 0 °S haroratda uning namga to`yinishi 4,85 g/m$^3$. ga, harorat t = 40 °S bo`lganda - 51,1 g/m^3. ga va t = 60 °S bo`lganda 130 g/m^3. ga teng va hokazo.

Quritish agentining 1 kg nam xavoga to`g`ri keladigan issiqlik sig`imi (Dj/°S) quyidagicha ifodalanadi:

$$C_a = \frac{C_h + C_b \cdot 0.0042d}{1 + 0.0042d}.$$

d - son qiymatini quyidagi formula bo`yicha aniqlash mumkin:

$$d = 0.622 \cdot \frac{P_s}{B - P_g},$$

bu yerda: P_s - quritish agentida suv bug`ining parsial bosimi, Pa; B - barometrik bosim (769,6 · 10^3 Pa); P_g - quruq gaz parsial bosimi, Pa.

Umuman, paxta xom ashyosi uning yuzasidagi va issiq atrof-muhitdagi suv bug`larining parsial bosimlarining farqi hisobiga kiritiladi. Quritish qurilmasiga suv bug`lari bilan to`yinmagan o`txonada hosil bo`lgan quruq gaz yuboriladi.

Paxtaning boshlang`ich namligiga qarab, namlik avval paxtaning erkin yuzasidan (jarayonning birinchi bosqichi), so`ngra ichki qatlamidan (ikkinchi bosqich) bug`lanadi. Birinchi bosqichda paxta ho`l termometr haroratigacha isiydi va bu harorat butun bosqich davomida saqlanib qoladi.

Materiallar konvektiv usulda quritilganda jarayonning birinchi bosqichidagi bug`langan namlik miqdorini quyidagi formula bo`yicha aniqlash mumkin:

$$W = C \cdot S(P_T - P_P)\sqrt{V} \cdot \frac{T}{273} \cdot \frac{260}{B}$$

bu yerda: V, T - quritish agentining tezligi va harorati; S - materialning yuzasi.

Kritik nuqtadan keyin, quritish tezligi materialning nam o`tkazuvchanligi bilan aniqlana boshlanganda quritish jarayonining ikkinchi davri boshlanadi. Material harorati to`g`ri chiziq bo`yicha oshadi va quruq termometr ko`rsatkichiga yetadi. Bu paytda muvozanatli namlik qaror topadi. Bunda material yuzasidan bug`lanayotgan namlikning vaqt birligiga to`g`ri keladigan miqdori (W_1) quyidagiga teng bo`ladi:

$$W_1 = C \cdot S \cdot K_2,$$

bu yerda: K_2 - material yuzasidagi namlikni tavsiflaydigan ko`rsatkich, g/sm^3.

ISSN 3030-3907

Paxta uchun birinchi kritik nuqta quritilayotgan vaznning yuqori namligiga to`g`ri keladi (20 %) shuning uchun masalan, namligi 16 foizgacha bo`lgan paxta kuritish boshlanishi bilanok, jarayon ikkinchi davrda o`tadi, uning tezligi esa tashqi emas, balki ichki diffuziya bilan belgilanadi. Binobarin, amaliy sharoitlarda quritish tartibi shunday bo`lishi kerakki, toki paxta yuzasidan vaqt birligida bug`lantiriladigan namlik miqdori xuddi shu vaqt oralig`ida ichki tarafdan paxta yuzasiga chiqadigan namlik miqdoriga mos kelishi kerak.

Xulosa. Olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, paxtani quritish jarayonida namlikning komponentlar orasida qayta taqsimlanishi katta ahamiyatga ega. Quritishning to‘g‘ri tashkil etilishi yoqilg‘i sarfini kamaytirish, tola va chigit sifatini yaxshilash hamda zavod texnologik jarayonlarining uzluksiz ishlashini ta’minlaydi. Amaliyotda paxtani quritish tartibi shunday tanlanishi lozimki, unda paxtaning yuzasidan bug‘lanadigan namlik miqdori ichki qatlamlardan yuzaga chiqadigan namlik miqdoriga mos kelishi zarur. Shunday yondashuv quritish jarayonining samaradorligini oshirib, mahsulot sifatini yuqori darajada saqlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Maksudov I.B., Nuraliyev A.N. “Справочник по первичной обработке хлопка” Книга 1. – Ташкент: Mehnat, 1994. – 575 b.
2. Kaldayev T.B., Togatayev T.U., Kaldbayeva G.Yu., Utebayev A.A. “Разработка технологии сушки хлопка-сырца с режимами работы” M.O. Avezova, nomidagi Janubiy Qozog‘iston davlat universiteti. Qozog‘iston. 58 b.
3. Nosov S.V. “Разработка системы управления электропривода постоянного тока для вентиляции сушильно-очистительного цеха хлопкозавода” Dissertatsiya. - Toshkent, 2013. – 63 c.
4. Kirsanov A.A., Polyakov A.E. “Разработка, исследование и проектирование усовершенствованного способа управления процессом сушки хлопка-сырца” 2017. – 255 b.
5. Miroshenko G.I “Оборудование и технология производства первичной обработки хлопка” Ivanova, 1998. – 275 c.
6. Fedorov B.T. “Многомерные объекты. Описание, анализ и управление: Рудный, Казахстан, 2014.
7. Vasilev V.I., Ilyasov B.G.”Интеллектуальные системы управления. Теория и практика: учебное пособие” – M.: Radiotexnika, 2009.
8. Koval A.S., Shuben A.Yu. “К использованию нечеткой логики в задачах управления АД” 2001. 49–53b.
9. Yusupbekov N.R., Muxamedov B.I., Gulyamov Sh.M. Texnologik jarayonlarni nazorat qilish va avtomatlashtirish. – Toshkent: O‘qituvchi, 2011.

ISSN 3030-3907

PHYSICAL PARAMETERS OF AN INFINITE HOMOGENEOUS MEDIUM ($UO_2 + H_2O, D_2O, C$)

Bozorboev Shodlik G‘ayrat o‘g‘li

National Nuclear Research University “MEPhI” Russia, Moscow

Annotation. This article explores the physical parameters of an infinite homogeneous medium consisting of uranium dioxide (UO_2) mixed with moderators such as light water (H_2O), heavy water (D_2O), and graphite (C). Using the GETERA program for neutron-physics calculations, we determine the infinite multiplication factor (k_∞) and its components: fast fission factor (μ), resonance escape probability (ϕ), thermal utilization factor (θ), and reproduction factor (η). Results indicate that water achieves the fastest maximum k_∞, followed by heavy water and graphite. The study highlights the role of moderators in controlling chain reactions in nuclear reactors.

Keywords: nuclear fission, infinite multiplication factor, moderators, thermal utilization factor, fast fission factor, reproduction factor, resonance escape probability, GETERA program, neutron physics.

Annotatsiya. Ushbu maqola cheksiz bir xil muhitning fizik parametrlarini o‘rganadi, u uran dioksid (UO_2) va moderatorlar sifatida yengil suv (H_2O), og‘ir suv (D_2O) va grafit (C) aralashmasidan iborat. GETERA dasturi yordamida cheksiz ko‘paytirish koeffitsienti (k_∞) va uning komponentlari: tez bo‘linish faktori (μ), rezonansdan qutulish ehtimoli (ϕ), termal foydalanish faktori (θ) va ko‘paytirish faktori (η) aniqlandi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, suvda k_∞ eng tez maksimumga erishadi, keyin og‘ir suv va grafit keladi. Moderatorlar zanjir reaksiyasini boshqarishdagi roli ta’kidlanadi.

Kalit so‘zlar: yadro bo‘linishi, cheksiz ko‘payish omili, moderatorlar, issiqlikdan foydalanish koeffitsienti, tez bo‘linish omili, ko‘payish omili, rezonansdan qochish ehtimoli, GETERA dasturi, neytron fizikasi.

Аннотация. В данной статье исследуются физические параметры бесконечной однородной среды, состоящей из диоксида урана (UO_2) в смеси с замедлителями, такими как лёгкая вода (H_2O), тяжёлая вода (D_2O) и графит (C). Используя программу GETERA для расчётов в области нейтронной физики, мы определяем бесконечный коэффициент размножения ($k\infty$) и его компоненты: коэффициент быстрого деления (μ), вероятность выхода из резонанса (ϕ), тепловой коэффициент использования (θ) и коэффициент размножения (η). Результаты показывают, что вода достигает максимального значения $k\infty$ быстрее всего, за ней следуют тяжёлая вода и графит. В исследовании подчёркивается роль замедлителей в управлении цепными реакциями в ядерных реакторах.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: деление ядер, бесконечный коэффициент размножения, замедлители, тепловой коэффициент использования, коэффициент быстрого деления, коэффициент размножения, вероятность выхода из резонанса, программа GETERA, нейтронная физика.

1. Introduction

This work investigates the physical parameters of an infinite homogeneous medium composed of uranium dioxide (UO_2) combined with moderators such as light water (H_2O), heavy water (D_2O), and graphite (C), prepared through laboratory work with GETERA program. The relevance of this topic lies in determining the infinite multiplication factor (k_∞) for water, heavy water, and graphite, which is crucial for establishing reactor limits. Accurate selection of this factor ensures the safe operation of the reactor, while the GETERA program is utilized to determine the infinite multiplication factor and its four constituent factors.

The purpose of the work is to calculate the coefficients using the GETERA program, enabling the identification of the most convenient and effective moderator substances for use in reactors. This involves assessing which moderators are best suited based on their properties. The tasks include analyzing these coefficients to understand moderator properties, with the multiplication factor depending on the extent to which it is optimized. An improper selection of the multiplication factor could lead to reactor instability or explosion.

2. Experimental Methodology

This investigation utilizes the GETERA program to conduct neutron-physics calculations for determining the infinite multiplication factor (k_∞) and its four factors in an infinite homogeneous medium composed of uranium dioxide (UO_2) combined with moderators: light water (H_2O), heavy water (D_2O), and graphite (C). The GETERA code is designed to model physical cells for both fast and thermal neutrons in spherical, cylindrical, or plane geometries. For this study, a spherical geometry with a radius of r = 1 was assumed. The program employs the NAB-93 nuclear data library, which contains nuclear data for 15 nuclides distributed across 99 energy groups.

Four multiplicands formula: each multiplicand describes its own physical effect. Real advantage – very simple for analysis, very simple to remember.

$$k_\infty = \mu \cdot \varphi \cdot \theta \cdot \vartheta_{eff}$$

Calculations were performed to evaluate key parameters, including the infinite multiplication factor (k_∞), fast fission factor (μ), resonance escape probability (ϕ), thermal utilization factor (θ), and reproduction factor (η), as functions of the moderator-to-fuel ratio (C) and densities (rho_UO_2 and rho_moderator). The average number of neutron collisions required to slow down

ISSN 3030-3907

neutrons from an initial energy of E_1 = 2 MeV to E_2 = 0.025 eV was also computed for each moderator, highlighting their slowing-down efficiencies. These simulations provide insights into the optimal moderator selection for achieving a controlled chain reaction while ensuring reactor safety.

3. Results and Discussion

C	rho,UO_2	rho,H_2O	K	fi	teta	mu	nu_{eff}
1	0,013378	0,013378	1,2496	0,44379	1,000001	1,5411	1,8271
2	0,009556	0,019111	1,3664	0,60059	0,999986	1,2599	1,8058
3	0,007432	0,022296	1,4122	0,67771	1,00003	1,1732	1,7761
4	0,006081	0,024323	1,4304	0,72472	1,000067	1,131	1,745
5	0,005145	0,025726	1,4349	0,75686	1,000002	1,1061	1,714
6	0,004459	0,026756	1,4317	0,78042	1,000041	1,0896	1,6836
7	0,003935	0,027542	1,4237	0,79856	1,000053	1,0779	1,6539
8	0,00352	0,028164	1,4127	0,81305	0,999985	1,0692	1,6251
9	0,003185	0,028667	1,3999	0,82496	1,000039	1,0624	1,5972
10	0,002908	0,029082	1,3858	0,83496	1,000011	1,057	1,5702

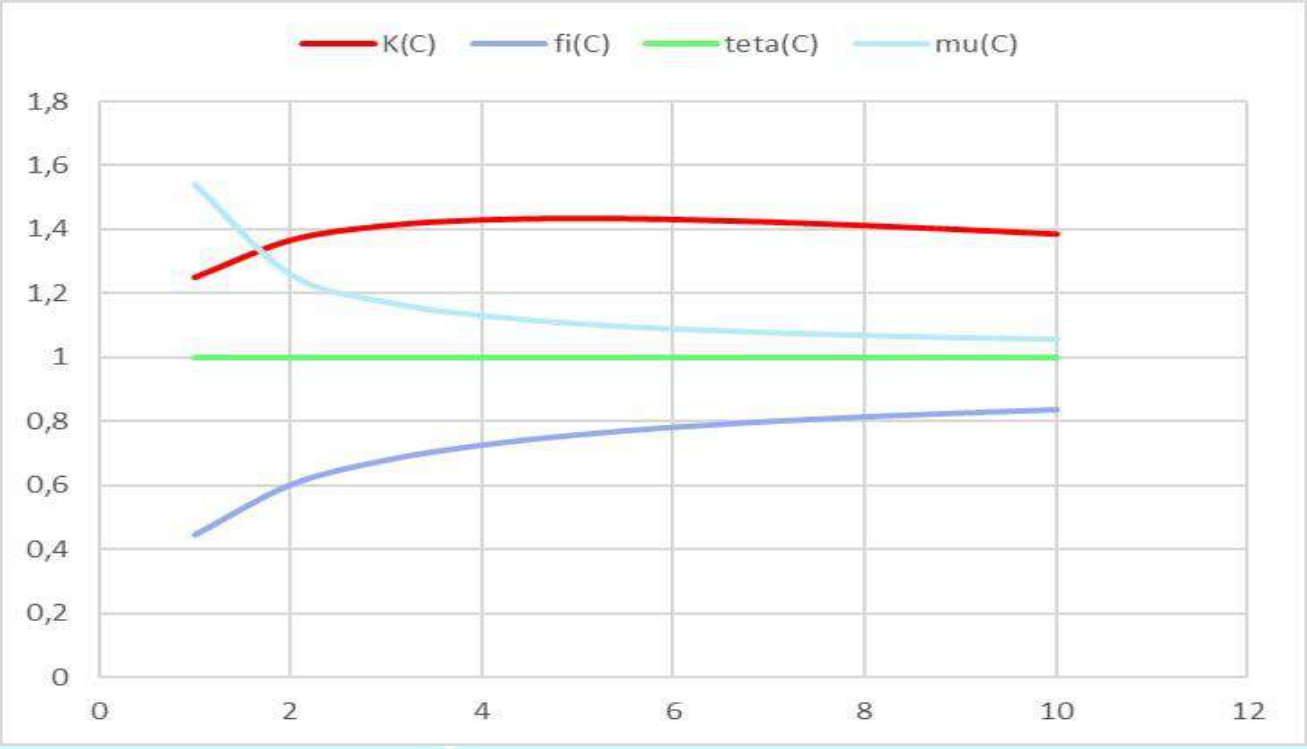


Figure 1. k_∞ vs C for UO_2+H_2O.

ISSN 3030-3907

C	rho, UO_2	rho, D_2O	K	fi	teta	mu	nu_{eff}
10	0,002883	0,028829	1,183	0,47809	0,999995	1,3221	1,8716
20	0,001541	0,030822	1,3523	0,62676	0,999969	1,1435	1,8869
30	0,001052	0,031548	1,4401	0,69728	0,999935	1,0915	1,8923
40	0,000798	0,031925	1,4956	0,7398	1,000032	1,0669	1,8948
50	0,000643	0,032155	1,5347	0,76891	0,999959	1,0527	1,8961
60	0,000539	0,03231	1,564	0,79034	0,999939	1,0434	1,8967
70	0,000463	0,032422	1,5871	0,80692	1,000026	1,0368	1,897
80	0,000406	0,032507	1,6058	0,82025	0,999996	1,032	1,897
90	0,000362	0,032573	1,6214	0,83129	0,999991	1,0283	1,8968
100	0,000326	0,032626	1,6347	0,84064	1,000003	1,0253	1,8966

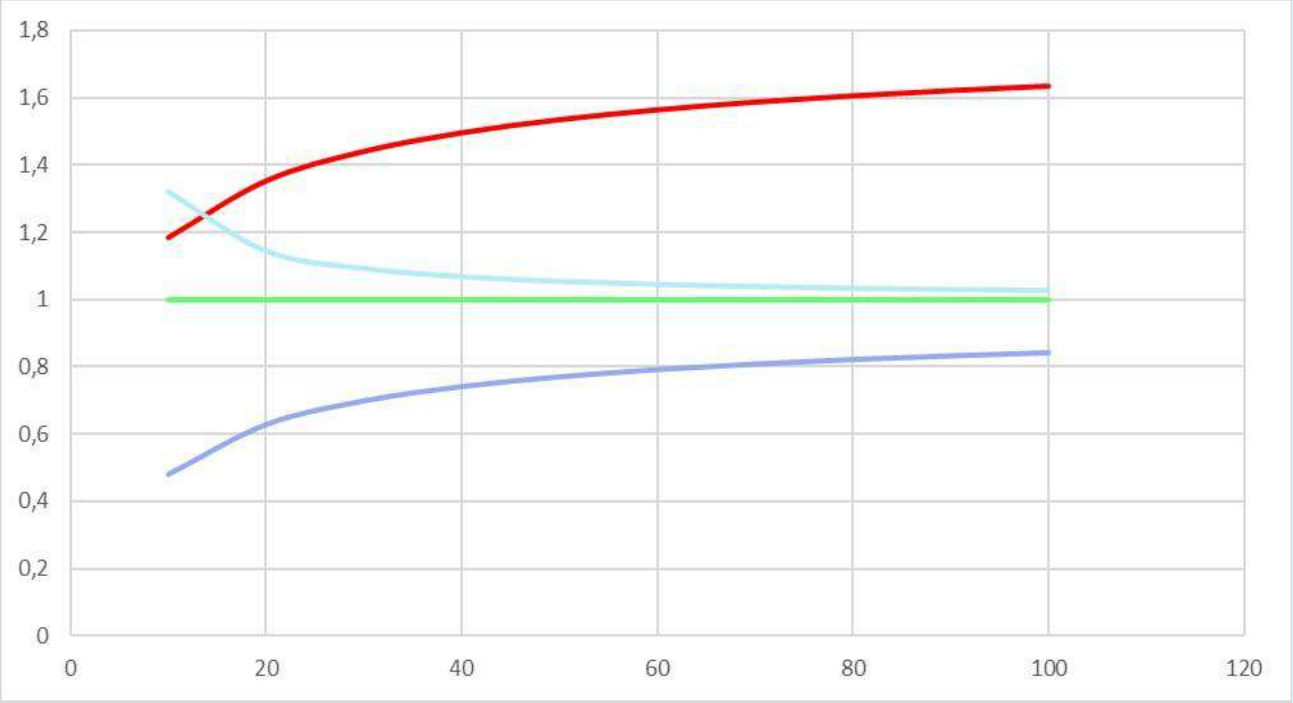


Figure 2. k_∞ vs C for UO_2+D_2O.

C	rho, UO_2	rho,C	K	fi	theta	mu	nu_{eff}
100	0,000775	0,077477	1,0612	0,41097	1,000052	1,2588	2,0512
200	0,000394	0,078847	1,3304	0,56054	1,00001	1,1036	2,1506
300	0,000264	0,079315	1,4771	0,63653	0,999954	1,0634	2,1823

ISSN 3030-3907

400	0,000199	0,079551	1,5672	0,68476	0,999996	1,0454	2,1893
500	0,000159	0,079693	1,6258	0,71902	1,000012	1,0354	2,1838
600	0,000133	0,079788	1,666	0,74499	0,999976	1,029	2,1733
700	0,000114	0,079856	1,6938	0,76578	1,000026	1,0246	2,1587
800	9,99E-05	0,079907	1,7124	0,78267	1,000073	1,0214	2,1419
900	8,88E-05	0,079947	1,7249	0,79701	0,999981	1,019	2,1239
1000	8E-05	0,079979	1,7327	0,80914	0,999956	1,0171	2,1055

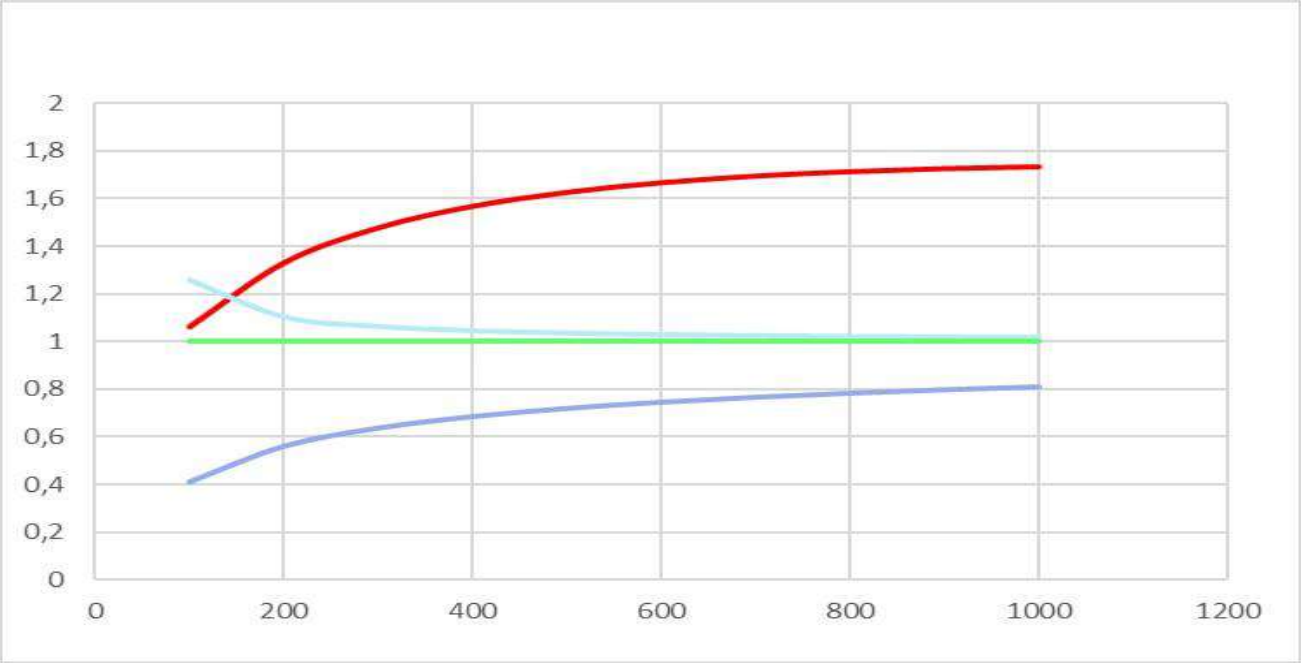


Figure 3. k_∞ vs C for UO_2+C.

4. Conclusion

The analysis reveals that light water (H_2O) provides the best slowing-down performance among the tested moderators, achieving the fastest maximum effective multiplication factor (k_{eff}) due to its optimal collision efficiency for reducing neutron energy from 2 MeV to 0.025 eV, requiring approximately 19 collisions on average. Heavy water (D_2O) demonstrates relatively slower slowing-down with around 5.7-35.7 collisions, while graphite (C) exhibits the slowest rate, necessitating 15.3-115.3 collisions for similar energy reduction. These differences underscore H_2O as the superior moderator for rapid neutron thermalization in UO_2-based infinite homogeneous media, followed by D_2O and C, with optimal moderator-to-fuel ratios (C) varying in units for H_2O, decimals for D_2O, and hundreds for C under spherical geometry (r=1).

ISSN 3030-3907

To enhance reactor design, it is recommended to prioritize H_2O for applications requiring quick chain reaction control, while exploring hybrid moderator configurations to balance slowing-down efficiency with safety margins.

REFERENCES

1. Kenneth S. Krane Oregon State University INTRODUCTORY NUCLEAR PHYSICS.
2. Savander V.I. Uvakin M.A. PHYSICAL THEORY NUCLEAR REACTORS Part I Moscow 2007.
3. Lamarsh, J.R. Introduction to Nuclear Reactor Theory. Addison-Wesley, 1966.
4. Duderstadt, J.J., Hamilton, L.J. Nuclear Reactor Analysis. John Wiley & Sons, 1976.
5. Glasstone, S., Sesonske, A. Nuclear Reactor Engineering. Van Nostrand Reinhold, 1994.

ISSN 3030-3907

UDK 541.123.3+546.72

Fe(2+) VA Fe(3+) IONLARINING ASPARAGIN VA DIKARBON KISLOTALARI BILAN GETEROLIGANDLI KOMPLEKS BIRIKMALARINI SINTEZI VA TADQIQOTI

Zayniddinova Gulchehra Shokirjonovna
Navoiy davlat universiteti o`qituvchisi,
Aliyev Tog`aymurot Baratovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti, k.f.f.d.
Husenov Qaxramon Shayimovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti k.f.n.

Annotatsiya. Metallarni Fe(II), Fe(III) asparagin kislotasi (Asp) va dikarbon kislotalari(oksalat (Ox), malon (Mal), qaxrabo (Yan), glutar (Glut)) bilan 10 xil geteroligandli kompleks birikmalarni turli usullarda sintez qilindi, ularni tarkibi, tuzilishi va xossalarini tadqiq qilindi, donor atomlarini markaziy atomga koordinatsiyalanish qobiliyatini sharoitga bog‘liqligini o‘rganildi. Termik analiz natijalari asosida kompleks birikmalarning turg‘unligi dastlabki parchalanish temperaturalari va aktivlanish energiyasi qiymatlariga ko‘ra quyidagi

Fe(Asp)(Glut) = Fe(Asp)(Mal) < Fe(Asp)(Suc) < Fe(Asp)(Ox) < Fe(Asp)
70-150°C 70-150°C 65-160°C 75-180°C 60-239°C

Fe(II) uchun a) Asp < Asp-Glut < Asp-Suc< Asp-Mal < Asp-Ox
$E_{akt.}$, kJ/mol 2,61 13,48 14,17 22,03 30,90
Fe(III) uchun b) Asp-Asp < Asp-Glut < Asp-Suc
$E_{akt.}$, kJ/mol 1963,07 1933,48 262,16

qatorlar bo‘yicha o‘zgarishi aniqlandi. Elektron yutilish va IQ-spektrlari bilan kompleks birikmalarning tuzilishi, markaziy atomga ligandlarni koordinatsiyalanish tabiati va tuzilish formulasi aniqlandi.

Kalit so‘zlar. Kompleks, termik analiz, elektron yutilish spektri, IQ-spektri, aminokislota, dikarbon kislota, deakvatatsiya, digidratlanish, aktivlanish energiyasi.

Аннотация. Синтезировано 10 различных гетеролигандных комплексных соединений металлов Fe(II), Fe(III) с аспарагиновой кислотой (Asp) и дикарбоновыми кислотами (оксалат (Ox), малонат (Mal), янтарная кислота (Suc), глутаровая кислота (Glut)) различными методами. Изучены их состав, строение и свойства, исследована зависимость способности донорных атомов к координации с центральным атомом от условий реакции. На основании результатов термического анализа установлено, что устойчивость комплексных соединений в ряду начальных температур разложения и значений энергии активации изменяется следующим образом:

Fe(Asp)(Glut) = Fe(Asp)(Mal) < Fe(Asp)(Suc) < Fe(Asp)(Ox) < Fe(Asp)

ISSN 3030-3907

70-150°C 70-150°C 65-160°C 75-180°C 60-239°C

Для Fe(II) a) Asp < Asp-Glut < Asp-Suc< Asp-Mal < Asp-Ox

$E_{акт.}$, кЖ/моль 2,61 13,48 14,17 22,03 30,90

Для Fe(III) b) Asp-Asp < Asp-Glut < Asp-Suc

$E_{акт.}$, кЖ/моль 1963,07 1933,48 262,16

С помощью электронных спектров поглощения и ИК-спектров определены строение комплексных соединений, природа координации лигандов с центральным атомом и установлены структурные формулы.

Ключевые слова: комплекс, термический анализ, спектр электронного поглощения, ИК-спектр, аминокислота, дикарбоновая кислота, дезакватизация, дегидратация, энергия активации.

Abstract. Ten different heteroligand complexes of Fe(II) and Fe(III) with aspartic acid (Asp) and dicarboxylic acids (oxalic (Ox), malonic (Mal), succinic (Suc), and glutaric (Glut)) were synthesized by various methods. Their composition, structure, and properties were investigated, and the ability of donor atoms to coordinate with the central atom depending on reaction conditions was studied. Based on thermal analysis results, the stability of the complexes, according to the initial decomposition temperatures and activation energy values, was found to vary in the following order:

Fe(Asp)(Glut) = Fe(Asp)(Mal) < Fe(Asp)(Suc) < Fe(Asp)(Ox) < Fe(Asp)

70-150°C 70-150°C 65-160°C 75-180°C 60-239°C

For Fe(II) a) Asp < Asp-Glut < Asp-Suc< Asp-Mal < Asp-Ox

$E_{act.}$, kJ/mol 2,61 13,48 14,17 22,03 30,90

For Fe(III) b) Asp-Asp < Asp-Glut < Asp-Suc

$E_{act.}$, kJ/mol 1963,07 1933,48 262,16

The structures of the complexes, the nature of ligand coordination to the central atom, and the structural formulas were determined using electronic absorption spectra and IR spectra.

Keywords: complex, thermal analysis, electronic absorption spectrum, IR spectrum, amino acid, dicarboxylic acid, deaquation, dehydration, activation energy.

Kirish

Koordinatsion kimyoning hozirgi bosqichi metallarni biologik aktiv moddalar bilan birikmalariga bo‘lgan qiziqishning ortib borishi bilan xarakterlanadi.

O‘z navbatida turli xil donor markazlarni tutgan organik ligandlar bilan metall ionlarini kooordinatsion birikmalarini xossalari va tuzilishini o‘rganish, ularni fizik-kimyoviy tadqiqotiga yangicha yondashuv fan rivojlanishining muhim omili hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Kimyo sanoatida metallarning turli xil organik ligandlar bilan kompleks birikmalari sintez qilinmoqda, sanoatda katalizator sifatida, qishloq xo‘jalik ekinlari va chorvachilikni rivojlantirishda stimulyator sifatida, tibbiyotda dori-darmon sifatida qo‘llash maqsadida metall komplekslari sinfiga mansub moddalarni yaratishga alohida etibor qaratilmoqda. Metallarni Fe(III), Fe(II) asparagin kislotasi (Asp) va dikarbon kislotalari(oksalat (Ox,) malon (Mal), qaxrabo (Yan), glutar (Glut)) bilan gomo- va geteroligandli kompleks birikmalarni turli usullarda sintez qilish, ularni tarkibi, tuzilishi va xossalarini tadqiq qilish, donor atomlarini markaziy atomga koordinatsiyalanish qobiliyatini sharoitga bog‘liqligini o‘rganishda tizimli tadqiqotlarni amalga oshirish dolzarb hisoblanadi [1-3].

Keyingi yillarda aminokislotalarning koordinatsion ximiyasi sezilarli darajada rivojlandi. adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki asparagin kislotasi metall tabiati, reaksion muhit va sharoitga qarab, hamda agregat holatlarga ko‘ra turli xil koordinatsiyalanar ekan. Bu aminokislotalarning metallar bilan ikkilamchi va uchlamchi komplekslari ko‘p o‘rganilganligiga karamasdan o‘z aktualligini yo‘qotmaydi. Bundan tashqari uchlamchi komplekslarda ikkinchi ligand sifatida o‘xshash tabiatli ligandlar, yani aynan aminokislotalar yoki dikarbon kislotalar bo‘lganda koordinatsiya qanday bo‘lishini tadqiqot qilish koordinatsion ximiya va bioximiya nuqtai nazaridan qiziqarlidir [4].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Reaktivlar, priborlar, tahlil va tadqiqot usullari. Koordinatsion birikmalarning sintez qilish uchun ushbu tadqiqotlarni bajarish jarayonida temir kukuni va temir(III) sulfat, $Va(ON)_2$ kabi reaktivlardan (markasi “чда” yoki “хч”) foydalandik. Ligandlar sifatida esa aminokislotalardan asparagin kislotasi va dikarbon kislotalari (oksalat, malon, qahrabo va glutar), “Reonal” (Vengriya) firmasi “чда” “хч” markalari.

Sintez qilingan birikmalardagi metallar miqdorini spektrofotometrik va titrimetrik [5] usullarda aniqlandi. Azotni Ke’ldal usulida, uglerod va vodorodni kislorod oqimida yondirib aniqlandi [6].

Namunalarni KBr bilan presclab, tabletka qilib IQ-yutilish spektrlari 400-4000 sm^{-1} sohalarda Fure IR Tracer-100 (Shumadzu) spektrometrida yozib olindi.

Termik analizni Paulik-Paulik-Erdiy va Lyabsys-IVO sistemalaridagi [7] derivatografda 10grad/min tezlik va 0,1g tortim og‘irlikda galvanometrlar sezgirligi T-900, TG-100, DTA-1/10, DTR-1/10 da olib borildi. Yozuvni atmosfera bosimida suv nasosi yordamida gaz muxitini doimiy yo‘qotish bilan amalga oshirildi. Tutqich sifatida diametri 7 mm bo‘lgan qopqoqsiz platina tegili xizmat qildi. Etanol sifatida Al_2O_3 dan foydalanildi.

ISSN 3030-3907

Temirni aminokislotalar va dikarbon kislotalari bilan kompleks birikmalarini sintezi:

a) Koordinatsion birikmalarni sintez qilish uchun boshlang‘ich moddalar sifatida metall holidagi temir kukunlari , “Reonal” firmasi mahsulotlari bo‘lgan asparagin kislotasi va dikarbon kislotalari (oksalat, malonat, suksinat, glutar) dan foydalaniladi, Gomo- va geteroligandli komplekslarni sintez qilish uchun barcha komponentlar (temir kukuni, dikarbon va aminokislotalar)ning ma’lum og‘irlik nisbatlardagi miqdorini osti dumaloq kolbaga 60ml disstillangan suv bilan birgalikda solindi. Sungra kolbani teskari sovutgichga ulab, sintezni 60-70℃ haroratda 2-3 soat davomida olib borildi. Reaksiya gaz ajralib chiqishi to‘xtaguncha davom ettirildi, reaksion aralashmani xona xaroratigacha sovutilgandan sung, filtrlandi. Sintez qilingan komplekslarni eritmadan ajratib olish uchun reaksion aralashmani suv hammomida, eritma ustida yupqa parda hosil bo‘lguncha bo‘g‘lantirildi. Yangi kompleksni eritmadan organik erituvchilar (atseton va izopropil spirti) yordamida qayta ishlab, polikristall holidagi qattiq moddani shotta voronkasida ajratildi va quritish shkafida quritildi;

b) Temir(II, III) ionining gomo-va geteroligandli komplekslarini sintez qilish uchun, uning sulfatli tuzi eritmasiga xisoblangan miqdorda dikarbon va aminokislotalardan qo‘shib, reaksiyani magnit aralashtirgich ustida o‘rnatilgan kolbada 1-2 soat davomida olib borildi.

$$Fe_2(SO_4)_3+2H_2Asp+HL\leftrightarrow 2Fe(HAsp\cdot L)+3H_2SO_4$$

bu yerda L= Ox, Mal, Yant, Glut.

Reaksiya davomida ajralib chiqayotgan sulfat kislota hisobidan eritma pH=3 ga teng bo‘ladi va muvozanatni siljitish uchun SO_4^{2-} ionlarini reaksion muhitdan chiqarib turish lozim. Buning uchun reaksion muhitga $Ba(OH)_2\cdot 8H_2O$ moddasining hisoblangan miqdorini qo‘shib, reaksiya 30-40 min. davom ettirildi.

$$H_2SO_4+Ba(OH)_2\rightarrow BaSO_4+2H_2O$$

Hosil bo‘lgan oq cho‘kmani filtrlab olindi va reaksion eritmani suv hammomida quyuq eritma hosil bo‘lguncha bo‘g‘latildi. Organik erituvchilar bilan qayta ishlab polikristall moddalar ajratib olindi. Element analizi natijalari 1- va 2-jadvallarda keltirilgan.

1-jadval

Asparagini kislotasining Fe(II) ioni va dikarbon kislotalar bilan hosil qilgan geteroligandli koordinatsion birikmalarining element analizi natijalari

Birikmalar	Topilgan, %				Hisoblangan, %			
	C	H	N	Fe	C	H	N	Fe
$[Fe(Asp)_2\cdot 2H_2O]\cdot H_2O$	28,13	5,41	7,41	16,77	26,93	5,06	7,86	15,73

ISSN 3030-3907

$Fe(Asp{\cdot}OX){\cdot}5H_2O$	18,90	6,27	4,37	15,41	19,62	5,18	3,81	15,26
$Fe(Asp{\cdot}Mal){\cdot}6H_2O$	24,33	5,40	4,72	12,40	21,05	5,26	3,51	14,04
$Fe(Asp{\cdot}Suc){\cdot}4H_2O$	26,71	5,60	4,92	15,17	25,46	5,57	3,71	14,85
$Fe(Asp{\cdot}Glut){\cdot}2H_2O$	28,10	6,30	4,53	15,25	26,41	6,10	3,42	13,69

2-jadval

Asparagini kislotasining Fe(III)ioni dikarbon kislotalar bilan hosil qilgan geteroligandli koordinatsion birikmalarining element analizi natijalari

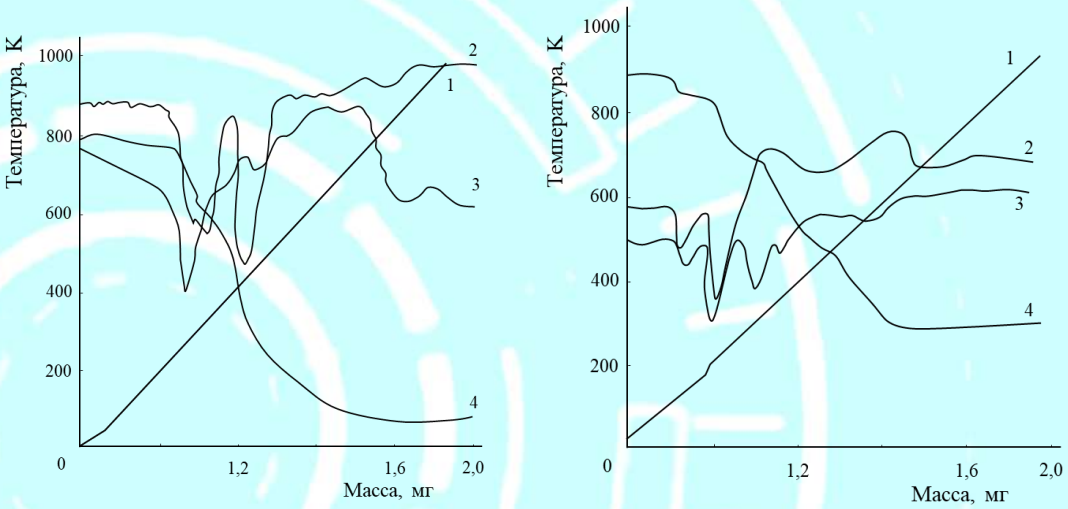
Birikmalar	Topilgan, %					Hisoblangan, %				
	C	H	N	S	Fe	C	H	N	S	Fe
$Fe_3(Asp)_2(L_2H_2O_2)(SO_4)_2 \cdot 9H_2O)$	14,52	3,47	3,08	8,52	20,10	14,22	3,79	3,32	7,58	19,91
$Fe_6Asp(OX)_6(SO_4)_8 \cdot 40H_2O$	7,73	3,35	0,49	9,56	13,10	7,73	3,46	0,56	10,30	13,53
$Fe_2AspMal(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	9,91	3,31	1,77	11,08	14,50	10,78	3,21	1,80	12,32	14,38
$Fe_4AspSuc(SO_4)_3 \cdot 8H_2O$	10,54	3,08	1,59	10,72	26,90	10,61	3,09	1,55	10,61	24,75
$Fe_8(Asp)_2Glut(SO_4)_4 \cdot 2H_2O$	12,97	3,04	2,31	9,95	34,70	12,35	2,36	2,22	10,13	35,47

MUHOKAMA VA NATIJALAR

A) Kompleks birikmalarining termik xususiyatlari va kinetik parametrlari. Asparagin va dikarbon kislotalarining Fe^{+2} va Fe^{+3} ionlari bilan hosil qilgan aralashligandli kompleks birikmalarini termik analizi natijalari tegishlicha 3-, 4-, 5- va 6-jadvallarda keltirilgan.

Jadvallarda keltirilgan ma’lumotlardan ko‘rinadiki $[Fe(Asp)_2] \cdot 3H_2O$ kompleks birikmasining parchalanishi 60℃ da boshlanadi (1-rasm).

ISSN 3030-3907



1-rasm. Asparagin va glutar kislotalarining derivatogrammalari. 1.T; 2.DTG; 3.DTA; 4.TG.

3-jadval

Koordinatsion birikmalarning termik analizi natijalari

№	Koordinatsion birikmalar	Parchalanish haroratlari, t, ℃	Issiqlik effektlari	Massaning kamayishi		
				mg	%	G
1	$[Fe(Asp)_2 \cdot 2H_2O] \cdot H_2O$	60-230 230-340 340-460 460-540	endo ekzo ekzo ekzo	28 42 50 34	14 21 26 17	49.84 74.76 89.00 60.53
2	$[Fe(Asp \cdot Ox) \cdot 4H_2O] \cdot H_2O$	75-180 180-250 250-390	endo endo endo	4 30 17	4 30 17	14,64 109,8 62,22
3	$[Fe(Asp \cdot Mal) \cdot 3H_2O] \cdot 3H_2O$	70-150 150-330	endo ekzo	18 90	12 60	47,76 238,80
4	$[Fe(Asp \cdot Suc) \cdot 2H_2O] \cdot 2H_2O$	65-160 160-245 245-440 440-535	endo endo ekzo ekzo	12 32 64 16	8 21,33 42,67 10,67	30,16 80,41 160,87 40,23
5	$[Fe(Asp \cdot Glut) \cdot H_2O] \cdot H_2O$	70-150 150-245 245-510	ekzo ekzo eekzo	12 32 72	8 21,33 48	28,4 75,72 170,4

Bu jarayonlarning kinetik parametrlari va issiqlik effekti qiymatlari tegishli formulalar [8] asosida hisoblanib, ular 5- va 6- jadvallarda keltirilgan. Asparagin kislotasi va glutar kislotasining derivatogrammalari 1- rasmlarda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

Parchalanishning birinchi bosqichida (60-230℃) massa kamayishi Δm=14% ga teng bo‘lib, uch molekula suvni ajralishiga to‘g‘ri keladi.

4-jadval

Fe(II) ionining geteroligandli birikmalarining termik parchalanishi natijasida olingan kinetik parametrlarining qiymatlari

Reaksiya	$T_{s(max)}$, K. (DTG)	Reaksiya tartibi, n	K, s^{-1}	E, kj/mol	ΔN, j/mol	$\Delta S^{\neq}$	$\Delta G^{\neq}$
1. $Fe(Asp)_2 \cdot 3H_2O$	433	0.10	0.23	2.61	15.75	-	13266.32
$\rightarrow Fe(Asp)_2$	553	0.22	0.06	15.02	20.84	30.60	
$+ 3H_2O$	653	0.50	0.12		24.48	-	16378.58
$Fe(Asp)_2 \rightarrow Fe(Asp)_{1.5}$				10.10		29.58	
$+ {}^1/_2\, Asp$						-	19927.92
$Fe(Asp)_{1.5} \rightarrow Fe_2O_3 + Asp$						30.48	
6. $Fe(Asp \cdot Ox) \cdot 5H_2O \rightarrow$	493	0.279	0.053	30.90	8.72	-	15676.26
$Fe(Ox \cdot {}^1/_2\, Asp \cdot (OH)_2)$						31.78	
$+ 3H_2O + {}^1/_2\, Asp$	556	7.06			9.43		
$Fe(Ox \cdot {}^1/_2\, Asp \cdot (OH)_2) \rightarrow$			$1.27 \cdot 10^{-3}$	25955.1		-	13636.99
$Fe(OH)_2 \cdot Ox + {}^1/_2\, Asp$						24.51	
7. $Fe(Asp \cdot Mal) \cdot 6H_2O \rightarrow$	393	0.0777	0.019	22.03	9.10	-	13257.13
$Fe(Asp \cdot Mal) \cdot 3H_2O + 3H_2O$						33.71	
$Fe(Asp \cdot Mal) \cdot 3H_2O \rightarrow$	503	6.73			13.74		
$FeCO_3 + Asp + Mal + 3H_2O$			222.4	19653.2		-	13906.60
						27.62	
8. $Fe(Asp \cdot Suc) \cdot 4H_2O \rightarrow$	373	0.248	0.106	14.17	10.39	-	11827.03
$Fe(Asp \cdot Suc) + 4H_2O + CO_2$						31.68	
$Fe(Asp \cdot Suc) \rightarrow$	553	0.0765			12.44		
$Fe({}^1/_2\, Asp) + {}^1/_2\, Asp + Suc$			0.026	55.72		-	18698.31
$Fe({}^1/_2\, Asp) \rightarrow FeO + {}^1/_2\, Asp$	633	0.168			17.08	33.79	
			0.058	193.5		-	20887.09
						32.97	
9. $Fe(Asp \cdot Glut) \cdot 2H_2O \rightarrow$	433	0.0465	0.01	13.48	11.30	-	14945.47
$Fe(Asp \cdot Glut) + 2H_2O$						34.49	
$Fe(Asp \cdot Glut) \rightarrow$	483	0.0549	0.014	23.72	14.31	-	16557.07
$Fe({}^1/_2\, Asp \cdot Glut) + {}^1/_2\, Asp$	533	1.65			16.22	34.25	

ISSN 3030-3907

$Fe(^1/_2\,Asp\cdot Glut) \rightarrow Fe\,O + {}^1/_2\,Asp + Glut$			0.183	756.3		-31.09	16587.19

Parchalanish reaksiyasining aktivlanish energiyasi qiymati 2,61 kJ/molni tashkil qilib, reaksiya tartibi 0,1 tezlik konstantasi esa 0,23; jarayonning issiqlik effekti qiymati 15,75 kJ/mol ga teng.

Jarayonning ikkinchi va uchinchi bosqichlarida ligandning parchalanishi kuzatilib, massa yo‘qolishi tegishlicha Δm_2=21% va Δm_3=42,6% ni tashkil qiladi.

5-6 – jadvallardagi natijalardan ko‘rinadiki, Fe-Asp sistemasiga ikkinchi ligand sifatida oksalat, malon, yantar va glutar kabi dikarbon kislotalari kiritilganda hosil bo‘lgan komplekslar termik qizdirilganda bosqichli parchalanish jarayoni kuzatiladi.

5-jadval

Fe(III) ionining asparagin kislotasi ishtirokida hosil qilgan geteroligandli kompleks birikmalarining termik parchalanishi

№	Koordinatsion birikmalar	Parchalanish haroratlari T, ℃	Issiqlik effektlari	Massaning kamayishi		
				mg	%	g
1	$Fe_3(Asp)_2(L)(SO_4)_2\cdot 9H_2O$	60-340 340-550	endo(230) ekzo(490)	60 68	40 45.30	337.60 382.33
2	$Fe_4(Asp\cdot Suc)(SO_4)_3\cdot 8H_2O$	60-140 140-280 280-360 360-470 470->700	endo(100) ekzo(230) ekzo(310) ekzo(370) ekzo(600)	18 15 13 9 15	18 15 13 9 15	162.72 135.60 117.52 81.36 135.60
3	$Fe_8(Asp)_2Glut(SO_4)_4$ 2H_2O	20-120 120-270 270-370 370-460	endo(40,100) endo(200) ekzo(345) ekzo(450)	15.40 25.90 7.00 3.50	22 37 10 5	277.42 466.57 126.10 63.05

6-jadval

Fe(III) ionining geteroligandli birikmalarining termik parchalanishi natijasida olingan kinetik parametrlarining qiymatlari

Reaksiya	$T_{s(max)}$, K. (DTG)	Reaksiya tartibi, n	K, s^{-1}	E, kj/mol	ΔN, j/mol	$\Delta S^{\neq}$	$\Delta G^{\neq}$

ISSN 3030-3907

1. $Fe_3(Asp)_2(L)(SO_4)_2 \cdot 9H_2O \rightarrow$ $9H_2O + L \pm {}^{2}/_{3}\, Asp + Fe_3(SO_4)_2 \cdot Asp$ $2Fe_3(SO_4)_2 \cdot Asp \xrightarrow{O_2}$ $3Asp + 6SO_3 + 6Fe_2O_3$	240 380	0.210 0.250	0.152 0.111	1963.07 5995.75	6.13 6.49	-30.01 -29.52	15389.10 16318.62
2. $Fe_4(Asp \cdot Suc)(SO_4)_3 \cdot 8H_2O \rightarrow$ $9H_2O + Fe_4(Asp \cdot Suc)(SO_4)_3$ $Fe_4(Asp \cdot Suc)(SO_4)_3 \rightarrow$ $Suc + Fe_4(Asp)(SO_4)_3$ $Fe_4(Asp)(SO_4)_3 \rightarrow Asp + Fe_4O_3(SO_4)_3$ $Fe_4O_3(SO_4)_3 \xrightarrow{3O_2} 4Fe_2O_3 + 3SO_3$	100 230 305 370	1.514 0.287 0.208 0.078	0.189 0.072 0.910 0.012	262.16 357.67 269.84 36.55	2.67 3.61 4,17 4,60	-31,06 -31,64 -32,34 -34,66	11586,46 15918,53 18698,85 22292,24
3, $Fe_8(Asp)_2 \cdot Glut(SO_4)_4 \cdot 2H_2O \rightarrow$ $2H_2O + 2SO_3 + {}^{1}/_{2}\, Glut + Fe_8(Asp)_2 \cdot {}^{1}/_{2}\, Glut \cdot (SO_4)_2$ $Fe_8(Asp)_2 \cdot {}^{1}/_{2}\, Glut \cdot (SO_4)_2 \rightarrow$ $2Asp + {}^{1}/_{2}\, Glut + 2SO_3 + 4FeCO_3 + 2Fe_2O_3$ $2Fe_2O_3 \cdot 4FeCO_3 \xrightarrow{O_2} 4Fe_2O_3 + 4CO_2$	60 200 310	0.280 0.753 0.071	0.132 0.165 0.035	1933.48 1852.44 4649.66	1.12 1.70 2.20	-28.73 -29.81 -29.52	9568.21 14101.85 17212.36

O‘rganilgan koordinatsion birikmalarni parchalanishining birinchi bosqichi degidratlanish va deakvatatsiya reaksiyalarini, ya’ni kristallangan va koordinatsiyalangan suvning ajralib chiqishini xarakterlaydi. Keyingi bosqich parchalanish reaksiyalari ligandlarning asta–sekin birikmadan ajralib chiqishi va

ISSN 3030-3907

reaksiyaning oxirgi mahsuloti sifatida Fe_2O_3 hosil bo‘lishi tadqiqotlar natijasida ma’lum bo‘ldi.

Kompleks birikmalarning degidratlanish va deakvatatsiyalanish jarayonlari bo‘yicha termik barqarorligini solishtirganimizda, quyidagi ketma-ketlik aniqlandi:

Fe(Asp)(Glut) = Fe(Asp)(Mal) < Fe(Asp)(Suc) < Fe(Asp)(Ox) < Fe(Asp)

0-150^{o}C 70-150^{o}C 65-160^{o}C 75-180^{o}C 60-239^{o}C

Bu ketma-ketliklar o‘zaro solishtirilganda, degidratlanish va koordinatsion suvlarini ajralib chiqishi haroratlari bo‘yicha [$Fe(Asp)_2$] kompleksi turg‘un bo‘lib, gomoligandli kompleksga ikkinchi ligand - boshqa dikarbon kislotalar kiritilganda **oksalat > qaxrabo> malon> glutar** qatorida termik barqarorlik kamayib boradi. Bu ma’lumotlar geteroligandli Fe^{+3} ioni komplekslarining $K_{beqar.}$ Qiymatlari koordinatsion sferada ikkinchi ligand paydo bo‘lishi bilan o‘zgarishi to‘g‘risidagi xulosalarimizni tasdiqlaydi.

Lekin adabiyotlarda [9] mualliflar tomonidan bunday taqqoslash juda ham aniq emasligini, balki: “parchalanish reaksiyalarida aktivlanish energiyasining kattaliklarini taqqoslash haqiqatga yaqin xulosalarga olib keladi” - degan fikrni yuritadilar.

Shuning uchun, mazkur [8-10] ishlarda asosiy maqsad sifatida termoliz jarayonida sodir bo‘ladigan parchalanish reaksiyalarining aktivlanish energiyasi, degidratlanish reaksiyasining tezlik konstantasi hamda uning issiqlik effekti kabi qiymatlarini aniqlashga qaratildi.

Kompleks birikmalarning 4,6-jadvaldagi aktivlanish energiyalari (kJ/mol) kattaliklarini Fe^{+2} va Fe^{+3} komplekslari bo‘yicha solishtirsak, geteroligandlik juftliklari bo‘yicha quyidagi ketma-ketliklar kelib chiqadi:

Fe(II) a) Asp < Asp-Glut < Asp-Suc< Asp-Mal < Asp-Ox

2,61 13,48 14,17 22,03 30,90

Fe(III) b) Asp-Asp < Asp-Glut < Asp-Suc

1963,07 1933,48 262,16

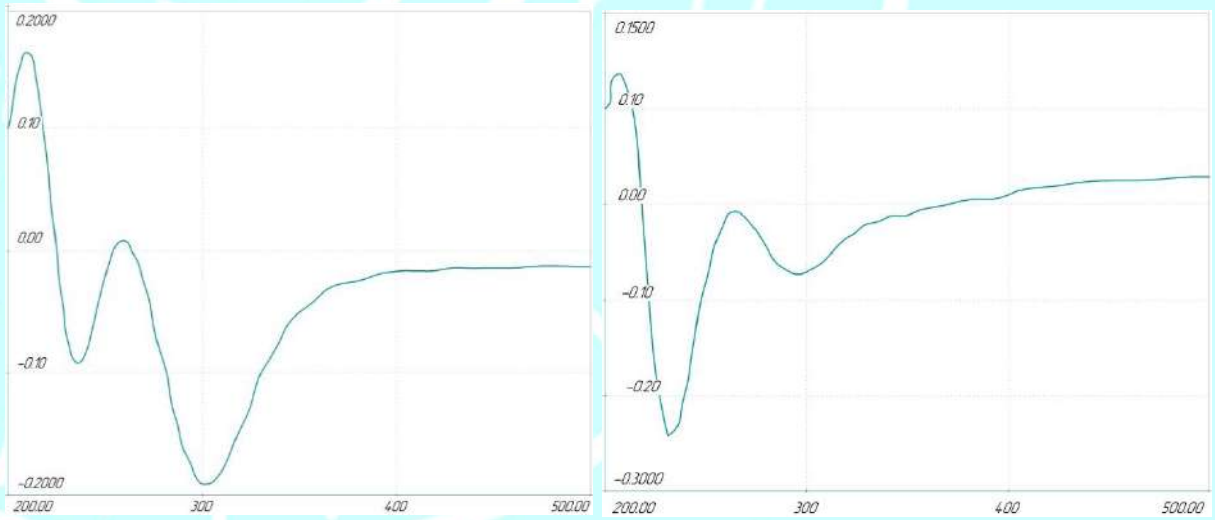
Bu ketma-ketliklardan ko‘rinadiki, aktivlanish energiyalarining qiymatlari suv molekulalarining koordinatsiyalanishiga, birinchi va ikkinchi ligandlarning tabiatiga bog‘liq bo‘lar ekan. Tarkibida dikabon kislotalari bo‘lgan kompleks birikmalarining aktivlanish energiyasiga nisbatan turg‘unligi ioni holatida mitelen guruhi soniga bog‘liq ravishda **Asp < Glut < Suc < Mal < Ox** qator bo‘ylab o‘zgaradi. Ioni komplekslarida ham shunday o‘zgarish kuzatiladi, lekin sulfat ionlari koordinatsiyasi va kup yadroli kompleklarda aktivlanish energiyasi katta qiymati ega bo‘ladi.

B) Kompleks birikmalarning spektroskopik tadqiqotlari. Aminokislotalar va dikarbon kislotalarini temir ionlariga raqobatli koordinatsiyasini koordinatsion

ISSN 3030-3907

birikmalarning konfiguratsion tuzilishini aniqlash maqsadida elektron yutilish va IQ-spektrlari olindi, hamda tahlil qilindi. Ligandlar UB spektrida 220-240 nm sohalar oralig‘ida yutilish maksimumlari namoyon qiladi, u $\mathcal{V}$s=o guruhiga tegishli bo‘lib, asosan $\sigma \rightarrow \pi^*$ elektron o‘tishlariga to‘g‘ri keladi. Kompleks birikmalarining spektrlarida esa d_y yutilish chiziqlari gipsoxrom siljiydi (210 nm) bu $\mathcal{V}$s=o guruhining yarim benzol halqasi ko‘rinishiga, ya’ni metall xelati hosil qilib tutashgan holatga o‘tadi. Bu ham $-COO^-$ guruhining metall ioniga koordinatsiyalanganligini ko‘rsatadi [11, 12].

Ko‘rinish sohasida esa asosan 14500 va 27000 sm^{-1} oralig‘ida yutilish maksimumlari namoyon bo‘lib temir(III) ioniga tegishli elektron o‘tishlarini kuzatish mumkin (2-rasm).



a) **b)**

2-rasm. kompleks birikmalarning elektron yutilish spektrlari (a-[Fe(Asp·Mal)·2H₂O].4H₂O; b-[Fe(Asp·OX)· 2H_2O]3H₂O)

Olingan natijalar 7-jadvalda keltirilgan Fe^{3+}-Asp sistemasiga dikarbon kislotalarini ikkilamchi ligand sifatida kiritganimizda elektron yutilish spektrlarida qo‘yidagi sohalarda yutilish maksimumlarini kuzatish mumkin. Masalan, asparagin va dikarbon kislota-lardan iborat temirning aralashligandli komplekslari eritmasining UB-spektrlarida 225 va 275 nm sohalarida yutilish maksimumlari kuzatiladi, ular tegishlicha ikkita karboksil guruhining $\mathcal{V}$s=o tebranishlariga to‘g‘ri keladi.Oksalat-glutar kislotalarida uglerod zanjirining ortib borishi bilan maksimum deyarlik kamayib, yo‘qolib boradi. Kompleks birikmalarning spektrlarida 210 va 230 nm (FeAspYnt), 240 va 275 nm (FeAspOx), 290 nm (FeAspMal) va 285 nm (FeAspGlut) sohalarda yutilish chiziqlari namoyon bo‘ladi.

Ligandlarga nisbatan kompleks birikmalar spektrida birlamchi maksimumlarni kamayishi yoxud yo‘qolishi va ikkilamchi maksimumlarning 275-290 nm sohalarda namoyon bo‘lishi dikarbon kislotalarini markaziy ionga birinchi karboksili ion bog‘lanish ikkinchisi esa koordinatsion bog‘lanishini ko‘rsatadi (2-rasm).

ISSN 3030-3907

Ligandlardagi 225 nm sohalarda $\pi \rightarrow \pi^*$ elektron ko‘chishi, 275 nm da esa $\sigma \rightarrow \pi^*$ elektron ko‘chishini kuzatish mumkin. Kompleks birikmalar spektrida esa elektronlarning molekulada bir atomdan ikkinchisiga yoki atomlar guruhiga o‘tishi kuzatiladi.Bunda spektrlarning yuqori tebranish sohasida intensiv yutilish chizig‘i paydo bo‘lib,molekulyar organik komplekslarda uchraydigan zaryad tashish bilan boradigan elektron ko‘chishlar amalga oshadi.Komplekslar spektridagi 280-290 nm sohalardagi yutilish maksimumlarini shunday izohlash mumkin [13].

Shu kompleks birikmalarning kurinish sohasidagi spektrlarida 14500-20000 sm^{-1} oralig‘ida maksimumlar kuzatiladi va u $^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}(t_{2g})^4(e_g)$ elektron ko‘chishlariga to‘g‘ri keladi.Bu holat ham o‘zgargan oktaedr ko‘rinishidagi kompleks birikma konfiguratsiyasiga to‘g‘ri keladi (7-jadval).

7-jadval

Asparagin kislotasi va temir(2+, 3+) ning aralash ligandli komplekslarini elektron yutilish spektrlari va elektron ko‘chishlari

Kompleks birikmalar	Sathlar energiyasi, sm^{-1}	Tegishli elektron ko‘chishlar
$[Fe(Asp)_2 \cdot 2H_2O] \cdot H_2O$	25000; 16518	$^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}(t_{2g})^3\ (e)_g{}^2$
$[Fe(Asp \cdot Ox) \cdot 4H_2O] \cdot H_2O$	19608; 17544; 17241; 16129; 15748; 15267 14815; 14599	$^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}(t_{2g})^4\ (e)_g$ $^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{2g}(t_{2g})^4\ (e)_g$
$[Fe(Asp \cdot Mal) \cdot 3H_2O] \cdot 3H_2O$	13800; 17544; 17241 15748; 15267; 14815	$^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{2g}(t_{2g})^4\ (e)_g$ $^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}(t_{2g})^4\ (e)_g$
$[Fe(Asp \cdot Suc) \cdot 2H_2O] \cdot 2H_2O$	16129 15748; 15037; 14815; 14598	$^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{2g}(t_{2g})^4\ (e)_g$ $^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}(t_{2g})^4\ (e)_g$
$[Fe(Asp \cdot Glut) \cdot H_2O] \cdot H_2O$ Fe)	27397 23529	$^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}(t_{2g})^3\ (e)_g{}^2$ $^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{1g}(t_{2g})^3\ (e)_g{}^2$

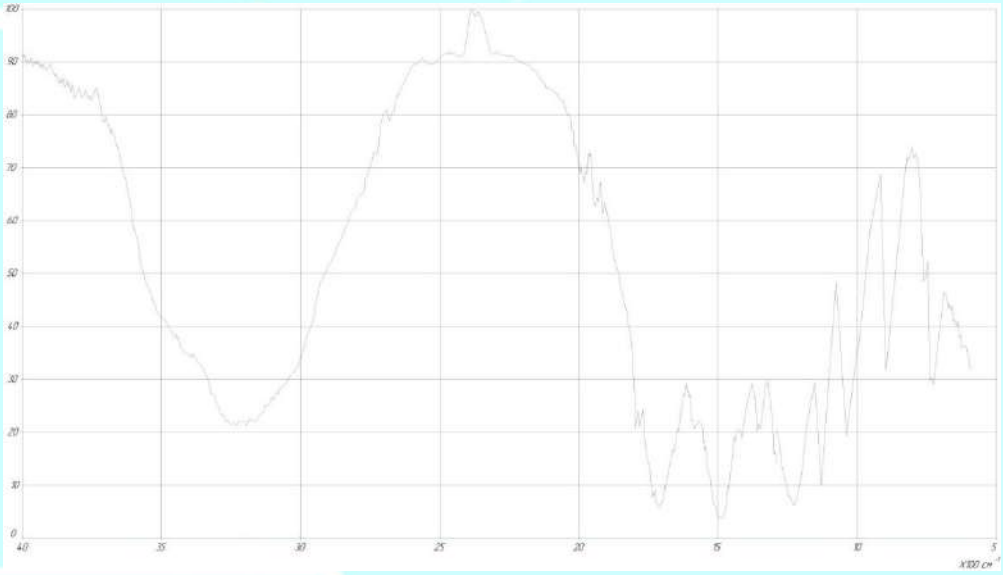
ISSN 3030-3907

		$^6A_{1g} \rightarrow {}^4E_{2g}(t_{2g})^3\,(e)_g{}^2$
	20618 17857	$^6A_{1g} \rightarrow {}^4T_{2g}(t_{2g})^4\,(e)_g$

Aminokislotalarning IQ-spektrlarida 3400-3000 sm^{-1} sohalarda -OH va -NH_2 guruhining asimmetrik va simmetrik tebranishlari (3300 va 3100 sm^{-1} sohalarda) namoyon bo‘ladi. Aminoguruhining deformatsion tebranishlari esa 1660-1610 sm^{-1} (I-aminokislotali yutilish chizig‘i) va 1550-1485 sm^{-1} (II-aminokislotali yutilish chizig‘i) namoyon bo‘ladi. Ionlangan karboksil guruhlari uchun esa 1600-1560 sm^{-1} va 1335-1300 sm^{-1} sohalarida ko‘rinadi [12-13].

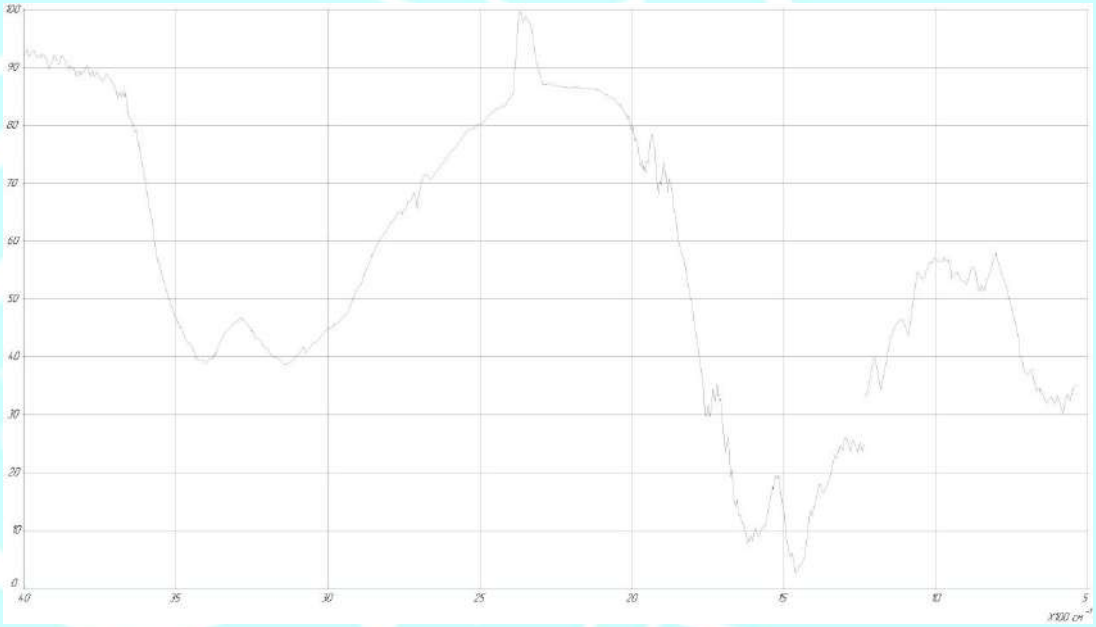
Kompleks spektrida esa, 3480 sm^{-1} sohada suv molekulasi uchun, 3200 sm^{-1} va 3090 sm^{-1} sohalarda bog‘langan -NH_2 guruhi uchun, 1500-1600 sm^{-1} va 1410-1480 sm^{-1} sohalardagi yutilish chiziqlari esa tegishlicha karboksil guruhining asimmetrik va simmetrik tebranishlariga to‘g‘ri keladi (3-4 - rasm). Shuningdek spektrlardagi 400, 460, 550 sm^{-1} sohalardagi yutilish chiziqlari M-O bog‘ini hosil bo‘lganligidan dalolat beradi. M-N bog‘lariga tegishli yutilish chiziqlari 650-680 sm^{-1} sohalarda namoyon bo‘ladi [14].

Koordanatsion birikmalarning IQ-spektrlarini (3-4 - rasm) tahlil qilganimizda dikarbon kislotalarining ionlanmagan karboksil guruhlariga tegishli 1720-1740 sm^{-1} sohasidagi yutilish chiziqlari 1700-1600 sm^{-1} tomonga siljiydi bu esa shu guruhni markaziy ion bilan bog‘langanligidan dalolat beradi.



3-rasm. $[Fe(Asp \cdot Glut) \cdot H_2O] \cdot H_2O$ kompleks birikmasining IQ-spektri

ISSN 3030-3907



4-rasm. $[Fe(Asp \cdot Ox) \cdot 4H_2O] \cdot H_2O$ **kompleks birikmasining IQ-spektri**

Shuningdek, spektrda 1600-1590 sm^{-1} va 1410-1380 sm^{-1} sohalarda -COO^- guruhining asimmetrik va simmetrik tebranishlariga tegishli chiziqlar hosil bo‘ladi va 1700-1640 sm^{-1} sohalardagi >C=O guruhiga tegishli tegishli yutilish chiziqlari ularni markaziy ionga donor-akseptor bog‘langanligini ko‘rsatadi. Quyi tebranishlar sahasida 400-450, 500-550 sm^{-1} dagi yutilish chiziqlarini M- O bog‘lanishiga tegishli deyish mumkin. Bundan tashqari bog‘larning kovalentligi birinchi karboksil guruhi uchun $\Delta\boldsymbol{\nu}_{soo-} = \boldsymbol{\nu}_{as} - \boldsymbol{\nu}_{s}$ =1600 -1380 = 220 cm^{-1} ion bog‘lanishga to‘g‘ri keladi, ikkinchi karboksil guruhi uchun esa $\Delta\boldsymbol{\nu}_{C=O}=\boldsymbol{\nu}_{as}-\boldsymbol{\nu}_{s}$=1700-1410=290 sm^{-1} bu kovalentlikni ortganligini ko‘rsatadi [14]. Olingan natijalar 8-jadvalda keltirilgan.

8-jadval

Asparagin kislotasini temir(II) bilan gomo- va geteroligandli komplekslarini IQ-spektrida aniqlangan chastotalari va belgilangan guruhlari

Kompleks birikmalar	V_{H_2O}	V_{NH}	ρ_{NH_2}	V_{as} COO^-	V_s COO^-	ΔV_s COO^-	M-N	M-O	$\delta(OH)$	V_{C-OH}
$[Fe(Asp \cdot Ox) \cdot 4H_2O] \cdot H_2O$	3550	3400	1530	1640 1620	1430	210 190	590 520	480	1350 1310	1200
$[Fe(Asp \cdot Mal) \cdot 3H_2O] \cdot 3H_2O$	3520	3420	1580 1540	1640 1600	1420 1390	220 210	580 540	480	1380 1360	1190
$[Fe(Asp \cdot Suc) \cdot 2H_2O] \cdot 2H_2O$	3560	3418	1568 1530	1640 1610	1420 1380	220 210	590 550	480	1380 1360	1180
$[Fe(Asp \cdot Glut) \cdot H_2O] \cdot H_2O$	3560	3450 3150	1590 1568	1640 1625	1420 1400	220	580	490	1380 1330	1200

ISSN 3030-3907

Shunday qilib olingan natijalar asosida dikarbon kislotalari markaziy ion bilan kislorod atomlari orqali valent va donor-akseptor bog‘lanishlar hosil qiladi deb aytish mumkin.Olib borilgan tajriba natijalarining tahlili temir(3+) ionlari amino- va dikarbon kislotalari bilan hosil qilgan komplekslarida qisman o‘zgargan oktaedr tuzilishli konfiguratsiyaga ega bo‘ladi va Myossbauer spektri asosida taklif etilgan tuzilish formulasini tasdiqlaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Olib borilgan tadqiqotlar natijasida qo‘yidagicha xulosalar qilindi:

1. Temir(II) va (III) ionlarining asparagin va dikarbon kislotalari bilan 10 xil geteroligandli komplekslarini sintez qilindi, ellement analizi natijalari asosida kimyoviy tarkibi aniqlandi.

2. Koordinatsion birikmalarning termik turg‘unligi digidratatsiyalanish va diakvatatsiyalanish jarayonlarining parchalanish temperaturalari hamda aktivlanish energiyalari asosida qo‘yidagi qator **Asp < Glut < Suc < Mal < Ox** bo‘yicha aniqlandi.

3. Elektron yutilish va IQ-spektrlari asosida koordinatsion birikmalarning tuzilishi o‘rganildi va ligandlarning markaziy atomga oktaedr shaklda koordinatsiyalanishi aniqlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Сыровая А.О., Шаповал Л.Г., Макаров В.А. и др. Аминокислоты глазами химиков, фармацевтов, биологов в двух томах. – Харьков: Щедра садибаплюс, 2014. – Том №1. – 228 с.

2. Гарновский А.Д., Васильченко И.С., Гарновский Д.А. Современные аспекты синтеза металлокомплексов. -Ростов на Дону: ЛаПО, 2000. - 354 с.

3. Болотин С.Н., Буков Н.Н., Волынкин В.А., Панюшкин В.Т. Координационная химия природных аминокислот. –М.: Изд-во URSS, 2008. – 240 с

4. Алиев Т.Б., Хусенов Қ.Ш., Мухиддинов Б.Ф., Бегманов С.Н. Получение и исследование комплексов железа(III) с L-глютамином // Universum: химия и биология. Москва. – 2021. №4(82). – С. 57-63

5. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И Е. Аналитическая химия. Химические методи анализа .-Минск; Новое знание;-2011.с-542.

6. Баженова Л.Н. Количественный элементный анализ органических соединений. Курс лекции. Екатренбург.-2008.-с.356.

7. Gobbott P/ (ed) Principles and Applictions of thermal Analysis /Singapore; Wiley-Black well/-2008-с.480.

8. Алиев Т.Б., Хусенов Қ.Ш., Мухиддинов Б.Ф., Ибодуллаева Д.И. Аспарагин кислотасининг темир(III) ионлари билан ҳосил қилган комплексларини

ISSN 3030-3907

термик ўзгаришлари ва кинетик параметрларининг тадқиқоти . Фан ва технологиялар тараққиёти ж-ли, БМТИ, 2021 №1,101б.

9. Алиев Т.Б. Термический анализ аминокислотных комплексов железа // Актуальные проблемы аналитической химии. II Республиканской научно-практической конфренции. – Термиз. – 2008.

10. Алиев Т.Б., Ҳусенов Қ.Ш., Мухиддинов Б.Ф. Абдурашидова Г.Ё. Никел(II) ионининг аспарагин кислотаси ва дикарбон кислоталари билан аралашлигандли комплексларини синтези ва тадқиқоти.”Кимё-технология фанларининг долзарб муаммолари”, республика илмий-амалий анжумани, Тошкент.10-11 март 2021й. – В. 623-624.

11. Алиев Т.Б., Сагатов М.А., Муфтахов А.Г. Исследование железо содержащих комплексов с различными физическими методами. Тезисы докладов Республиканской конференции молодых ученых физиков ВУЗов. – Ташкент. - 1988. – С. 134-136.

12. Чайковская О.Н., Зятьков Д.О. Лабораторная работа «Исследование биологических материалов методом ИК-спектроскопии». Методические указания, ТомГУ. - 2014. - 240 с.

13. Васильев А.В., Гриненко Е.В., Щукин А.О., Федукина Т.Г. Инфракрасная спектроскопия органических и природных соединений. С-Пб: СПб ГЛТА, 2007. - 30 с.

14. Накамото К. Инфракрасные спектры неорганических и координационных соединений. -Москва: Из-во Мир, 1966. - 408 с.

ISSN 3030-3907

УДК 665.775

ИССЛЕДОВАНИЕ ХИМИЧЕСКИЕ МЕХАНИЗМЫ ОСНОВНЫХ РЕАКЦИЙ ОКИСЛЕНИЯ НЕФТЯНЫХ ОСТАТКОВ

Махмудов Мухтор Жамолович
БГТУ (DSC) доктор химических наук, профессор
Салойдинов Азиз Авазович
БГТУ (PhD) доктор философии по техническим наукам
Очилов Азизбек Улугбек угли
БГТУ независимый исследователь

Аннотация. Нефтяные битумы – один из многотоннажных нефтепродуктов, и в то же время один из дефицитных. Доля производства битумов от общего количества переработанной нефти составляет 2,6 %. Общая потребность в битумах удовлетворяется на 80%, потребность в дорожных битумах – лишь на 60%. В данной статье представлен анализ назначения, функций и химических механизмов процесса окисления для получения товарного битума из нефтяных остатков.

Ключевые слова: окисление битума, асфальтены, структурные изменения, углеводороды, гидротермальные изменения, химическая структура, свойства битума, вторичная переработка нефти, химическая трансформация углеводородов

Annotatsiya. Neft bitumlari ko‘p tonnali neft mahsulotlaridan biri bo‘lib, ayni paytda kam. Qayta ishlangan neftning bitum ishlab chiqarish ulushi 2,6% ni tashkil qiladi. Bitumlarga bo‘lgan umumiy ehtiyoj 80% ga, yo‘l bitumlariga bo‘lgan ehtiyoj atigi 60% ga qondiriladi. Ushbu maqolada neft qoldiqlaridan tovar bitumini olish uchun oksidlanish jarayonining maqsadi, funktsiyalari va kimyoviy mexanizmlari tahlili keltirilgan.

Kalit so‘zlar: bitum oksidlanishi, asfaltenlar, strukturaviy o‘zgarishlar, uglevodorodlar, gidrotermal o‘zgarishlar, kimyoviy tuzilish, bitum xususiyatlari, neftni qayta ishlash, uglevodorodlarning kimyoviy o‘zgarishi

Annotation. Petroleum bitumen is one of the high–tonnage petroleum products, and at the same time one of the scarce ones. The share of bitumen production in the total amount of refined oil is 2.6%. The total demand for bitumen is being met by 80%, while the demand for road bitumen is only 60%. This article presents an analysis of the purpose, functions and chemical mechanisms of the oxidation process for the production of commercial bitumen from oil residues.

Keywords: bitumen oxidation, asphaltenes, structural changes, hydrocarbons, hydrothermal changes, chemical structure, bitumen properties, oil recycling, chemical transformation of hydrocarbons

Введение.

ISSN 3030-3907

Одним из важнейших направлений в области нефтепереработки является рациональное использование нефтяных остатков путем вовлечения их в такие процессы, как висбрекинг, коксование, деасфальтизация, производство битумов и др.

Нефтяные битумы относятся к одним из самых многотоннажных нефтепродуктов в Узбекистане и за рубежом. Они широко применяются в дорожном строительстве, при ремонте дорог, аэродромов, в промышленном и гражданском строительстве (для изготовления кровельных материалов, для изоляции трубопроводов от грунтовой коррозии, для приготовления лакокрасочных материалов).

В нашей стране исторически сложилось, что нефтеперерабатывающая промышленность в основном заинтересована в углублении процесса переработки и максимального отбора светлых фракций, однако полностью отсутствует база нефтепереработки, которая целенаправленно занималась бы производством качественных дорожных битумов.

Методы исследования. Дорожные битумы, выпускаемые отечественными нефтеперерабатывающими предприятиями, принципиально отличаются по своему качеству от битумов, производимых за рубежом, где в качестве исходного сырья для производства дорожных битумов используются только нефти определенного группового химического состава и где практически отсутствует твердый парафин.

Современная технология получения окисленных битумов заключается в окислении нефтяных остатков кислородом воздуха без катализатора. Интервал температур в промышленных условиях составляет 230–270ºС; расход воздуха – 2,8–5,5 $м^3/(м^2*мин)$; продолжительность – до 12 часов при диаметре колонны 3,2–3,4 м и высоте 14–15 м [1]. Воздух может подаваться в реактор под давлением или всасываться благодаря вакууму в системе до 500 мм. рт. ст. Количество отгона и потерь зависит от содержания летучих веществ в сырье, глубины окисления и находится в пределах 0,5–10 % мас. от сырья. Пары воды и двуокись углерода выводятся из системы. Экзотермическая реакция окисления повышает температуру в зоне реакции.

При окислении протекает множество реакций: окислительное дегидрирование, деалкилирование, окислительная полимеризация, поликонденсация, крекинг с последующим уплотнением его продуктов.

Результаты и их обсуждение. Основная часть кислорода воздуха идет на образование воды и углекислого газа, незначительная часть – на образование органических веществ, содержащих кислород.

Нефтяные углеводороды окисляются одновременно в двух направлениях [2]:

ISSN 3030-3907



Схема превращения сырья в битум следующая:

$$RH + O_2 \rightarrow R* + HOO*$$

Взаимодействие образующихся радикалов с новой молекулой углеводорода приводит к получению устойчивых продуктов:

$$R* + RR'H \rightarrow * RR'H$$

$$*RR'H + R''H \rightarrow * RR'H\ R''H$$ – *диспропорционирование.*

Вследствие сравнительно низкой концентрации углеводородных радикалов их рекомбинация маловероятна, и взаимодействие радикалов с кислородом протекает в меньшей степени, чем с молекулами исходного вещества:

$$R* + O_2 \rightarrow ROO*$$

$$ROO* + R'H \rightarrow ROOH + R'$$

$$ROOH + RO* \rightarrow RO* + *OH$$

$$R''H + *OH \rightarrow R''* + H_2O$$

$$RH + HOO* \rightarrow R* + H_2O_2$$

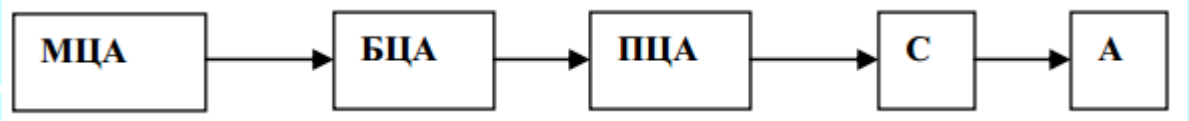
$$H_2O_2 \rightarrow 2OH*$$

$$R'H + *OH \rightarrow R'* + H_2O$$

Однако эту схему нельзя считать полной. Она представляет лишь один из вариантов и звеньев сложных превращений, протекающих в процессе окисления сырья в битум.

На основании многочисленных данных по динамике накопления и расхода групповых компонентов нефтяных остатков составлены общие схемы термоокислительных превращений компонентов.

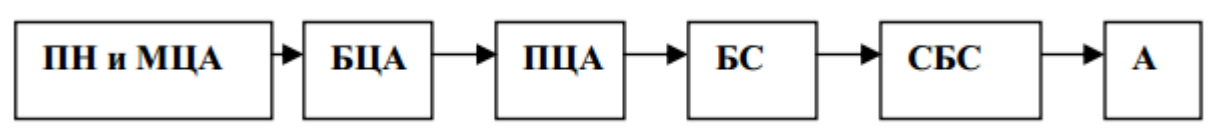
С.Р. Сергиенко [3] приводит следующую схему:



МЦА – моноциклическая ароматика; **БЦА** – бициклическая ароматика; **ПЦА** – полициклическая ароматика; **С** – смолы; **А** – асфальтены.

ISSN 3030-3907

В схеме окислительных превращений, предложенной Пажитновой [4], допускается возможность взаимного перехода бензольных смол (БС) и спирто-бензольных смол (СБС):



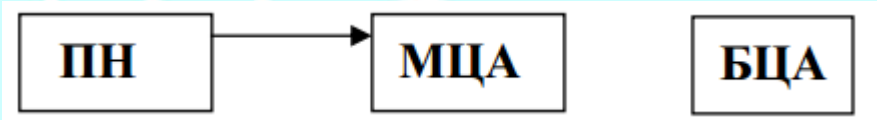
ПН – парафино-нафтеновые углеводороды.

По схеме Р.Б. Гуна [2] предусмотрено обратное превращение полициклоароматических веществ в би- и моноциклоароматические, а также учтено образование газообразных веществ:

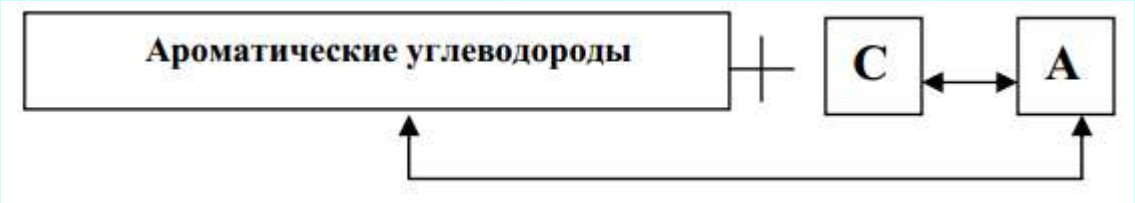


К – кокс.

В составленной Розенталем [5] схеме допускается последовательное превращение парафино-нафтеновых углеводородов в моноциклоароматические и далее в бициклоароматические:



На основании результатов определения группового химического состава, структурно-групповых характеристик компонентов сырья и продуктов окисления предложена схема, где предусмотрено образование асфальтенов из ароматических углеводородов по последовательно-параллельной схеме:



Согласно этой схеме асфальтены, помимо маршрута их образования из смол (кислородсодержащих соединений), могут образовываться непосредственно из ароматических соединений за счет радикальных процессов.

Влияние исходного вещества на кинетику окисления и свойства битумов в значительно большей степени определяются не общей концентрацией смол и асфальтенов, а их мольным соотношением. В

ISSN 3030-3907

зависимости от величины их мольного соотношения исходное вещество может при температуре окисления находиться либо в состоянии раствора, либо представлять дисперсную систему. Окислительные процессы в этих случаях развиваются по-разному.

Так, в работе Апостолова [6] предложено рассматривать окислительные процессы при получении битумов как чередующиеся реакции:

- I этап; когда сырье в условиях синтеза находится в виде раствора, его окислительные превращения начинаются с образования кислородсодержащих веществ, в которых кислород находится в форме карбонильных, сложноэфирных и карбоксильных групп. Максимальная концентрация кислородсодержащих соединений зависит от температуры и с ее понижением заметно возрастает. Одновременно наблюдается их медленное превращение в смолы. При некоторой концентрации смол раствор превращается в дисперсную систему. В дисперсной фазе такой системы резко возрастает скорость реакции образования из кислородсодержащих соединений смол и асфальтенов. Эти превращения протекают по механизму реакции конденсации с выделением кислорода в виде воды;
- II этап; когда при мольном соотношении между асфальтенами и смолами, равном 0,5, в реакционном объеме образуется более прочный комплекс.

Понятие о скорости реакции процесса окисления сырья в битумы рассматривают по-разному. Наиболее удобным является определение температуры размягчения, проводимое обычно для контроля качества готового продукта.

Битум химически связывает тем меньше кислорода, чем выше температура окисления сырья. Основное количество кислорода, подаваемого на окисление, уносится с отходящими газами, процесс окисления носит дегидрогенизационный характер. С углублением окисления наблюдается относительное увеличение содержания в битуме соединений с короткими алкильными цепями $(CH_2)_n$, где $n \leq 4$, вследствие отщепления алкильных групп циклических соединений с длинными алкильными цепями; наблюдается также относительное повышение доли бензольных колец в циклах, что подтверждает дегидрогенизационный характер реакций.

Заключения. Количество химически связанного кислорода в окисленном битуме увеличивается с повышением содержания ароматических углеводородов в сырье – нефтяном остатке. Основное количество кислорода, связанного в окисленном битуме, находится в виде сложноэфирных групп. Содержание химически связанного кислорода в

ISSN 3030-3907

битуме возрастает с облегчением сырья – гудрона, так как с уменьшением его молекулярной массы и с повышением пенетрации образуется большее число сложноэфирных мостиков.

По изменению пенетрации и растяжимости битума в процессе его окисления можно выделить три фазы. В первой фазе происходит сильное уменьшение пенетрации и увеличение растяжимости, во второй фазе – уменьшение растяжимости и пенетрации, а в третьей – стабилизация этих величин.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Косинцев В.И. Основы проектирования химических производств / В.И. Косинцев, А.И.Михайличенко, Н.С. Крашенинникова и др. – М. ИКЦ – «АКАДЕМИКА». 2008.
2. Поконова Ю.В. Использование нефтяных остатков / Ю.В. Поконова – СПб.: ИК«Синтез», 1992. – 291с.
3. Мановян А.К. Технология переработки природных энергоносителей / А.К. Мановян – М.: Химия, «Колос», 2004. – 456 с.
4. Поконова Ю.В. Нефть и нефтепродукты / Ю.В. Поконова – СПб.: Изд. «Профессионал», 2003. – 902 с.
5. Поконова Ю.В. Практический справочник по нефтепродуктам / Ю.В. Поконова – СПб.: ИК «Синтез», 2005. – 180 с.
6. Рудин М.Г. Карманный справочник нефтепереработчика / М.Г. Рудин М.Г., В.Е. Сомов, А.С. – ОАО «ЦНИИТЭнефтехим». М. 2004. – С. 213-214.

ISSN 3030-3907

AVTOMOBIL BENZINLARIGA METANOLNING FIZIK XOSSALARIGA TA'SIRINI ATR-FT-IR SPEKTROSKOPIYASIDA TADQIQ QILISH

Maxmudov Muxtor Jamolovich
BDTU (DSc) kimyo fanlari doktori, professor
Saloydinov Aziz Avazovich
BDTU (PhD) texnika fanlari falsafa doktori
To'xtayev Saloxiddin Fazliddinovich
"Uzbekistan GTL" MChJ xodimi
Choriyev Mehrobjon Niyozovich
BDTU Magistr

Annotatsiya: Metanol – benzin aralashmalari faqat benzinga qaraganda iqtisodiy jihatdan samarali va ekologik toza yonilg'i hisoblanib, transport sanoatida keng qo'llaniladi. Shuning uchun, to'g'ri darajani aniqlash juda muhim hisoblanadi. Ichki yonuv dvigatellarining ishlash muddati va uzoq muddatga xizmat qilishi mihim ahamiyat kasb etadi. Biroq, an'anaviy aniqlash usuli murakkab va ko'p vaqt talab qiladi. Shu maqsadda, Fure infraqizil (ATR-FTIR) usullarini qo'llashning maqsadga muvofiqligi kimyometriya bilan birgalikda miqdoriy va sifat jihatidan tahlil qilish usullari o'rganildi, metanol asosli benzini. Tadqiqot natijalari kvadratlar diskriminant tahlilining sifat natijasi (PLS-DA) 100% va 98,66% aniqlik bilan olingan.

Kalit so'slar: metanol, benzini, infraqizil spektroskopiya, kvadratik diskriminant tahlil (PLS-DA), ko'p o'lchovli regressiya, o'zgaruvchan tanlov

Аннотация: метанол – бензиновые смеси считаются более экономичным и экологически чистым топливом, чем просто бензин, и широко используются в транспортной промышленности. Поэтому очень важно определить правильный уровень. Важное значение имеет срок службы и долговечность двигателей внутреннего сгорания. Однако традиционный метод обнаружения сложен и требует много времени. С этой целью целесообразность применения инфракрасных (ATR-FTIR) методов Фуре в сочетании с хемометрией были изучены методы количественного и качественного анализа бензина на основе метанола. Результаты исследования качественный результат квадратичного дискриминантного анализа (в PLS) получен с точностью 100% и 98,66%.

Ключевые слова: метанол, бензин, инфракрасная спектроскопия, квадратичный дискриминантный анализ (PLS), многомерная регрессия, вариативный отбор

Abstract: Methanol – gasoline mixtures are considered an economically more efficient and environmentally friendly fuel than gasoline alone and are widely used

ISSN 3030-3907

in the transport industry. Therefore, determining the correct exponent is very important. The service life and durability of internal combustion engines are of great importance. However, the traditional detection method is complex and time-consuming. For this purpose, the feasibility of using Fourier infrared (ATR-FTIR) methods in combination with chemometry, methods of quantitative and qualitative analysis of methanol-based gasoline were studied.

Keywords: methanol, gasoline, infrared spectroscopy, quadratic discriminant analysis (PLS-DA), multidimensional regression, variable sampling.

Kirish.

Benzin eng keng qo‘llaniladigan yengil neft mahsulotlaridan biri bo‘lib, odatda to‘rtdan o‘n uchtagacha uglerod atomlarini o‘z ichiga olgan murakkab uglevodorod aralashmasidir [1]. Biroq, transport sanoatining jadal rivojlanishi qayta tiklanmaydigan neft resurslarining kamayishiga va atmosferaning tobora jiddiy ifloslanish muammosiga olib keldi [2]. Ushbu muammoni hal qilish uchun ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali bo‘lgan muqobil resursni topish kerak. Metanol benzini dvigatellar uchun ajoyib muqobil yoqilg‘i sifatida, yuqori oktan soni va shiddatli va toza yonishga yaxshi chidamlilik kabi afzalliklarga ega [3]. Ushbu ajoyib sifatlar va tegishli iqtisodiy muvofiqlik tufayli metanol benzini energiya tanqisligi va atrof-muhitning ifloslanishi muammosini hal qilishda muhim rol o‘ynashi mumkin. Shunday qilib, u transportda, shu jumladan avtotransport vositalarida va ichki yonuv dvigatellarida keng qo‘llaniladi [4]. Tegishli adabiyotlarning hisobotlariga ko‘ra, metanning qo‘shilish nisbati.

Benzindagi metanol miqdorini aniqlashning ko‘plab usullari mavjud bo‘lib, ulardan eng keng tarqalgani gaz xromatografiyasi (GX) yoki gaz xromatografiyasi-mass spektrometriya (GX-MS) hisoblanadi [6]. Bu usullar yuqori sezgirlik va aniqlikka ega bo‘lsa-da, ular ko‘p vaqt talab etadi, murakkab, zaharli va xavfli reagentlarni ishlatishni taqozo qiladi hamda onlayn monitoringga mos kelmaydi. Infraqizil (IQ) spektroskopiya texnologiyasining rivojlanishi va qo‘llanilishi metanolli benzindagi metanol miqdorini tezkor aniqlash uchun yangi imkoniyatlar yaratmoqda [6]. Tez va tarkibiga zarar yetkazmasdan aniqlash texnologiyasi sifatida IQ spektroskopiya kimyo, qishloq xo‘jaligi, oziq-ovqat sifati va atrof-muhit kabi turli sohalarda qo‘llanilmoqda. Bundan tashqari, benzin mahsulotlarini tahlil qilish va yaxshi sifatli hamda miqdoriy natijalar olish uchun infraqizil spektrlardan foydalangan holda bir qator tadqiqotlar o‘tkazilgan [6-9]. Biroq, bu tadqiqotlarning aksariyati tasniflash izlanishlarini o‘tkazish uchun yaqin infraqizil (YIQ) spektroskopiyasidan foydalanadi.

Tadqiqot usullari. IQ-spektroskopiya molekulyar profillarning maxsus ma’lumotlariga ega bo‘lganligi sababli, atributlar molekulaning funksional guruhlariga mos keladi. Shunday qilib, metanol benzini tarkibidagi metanolni

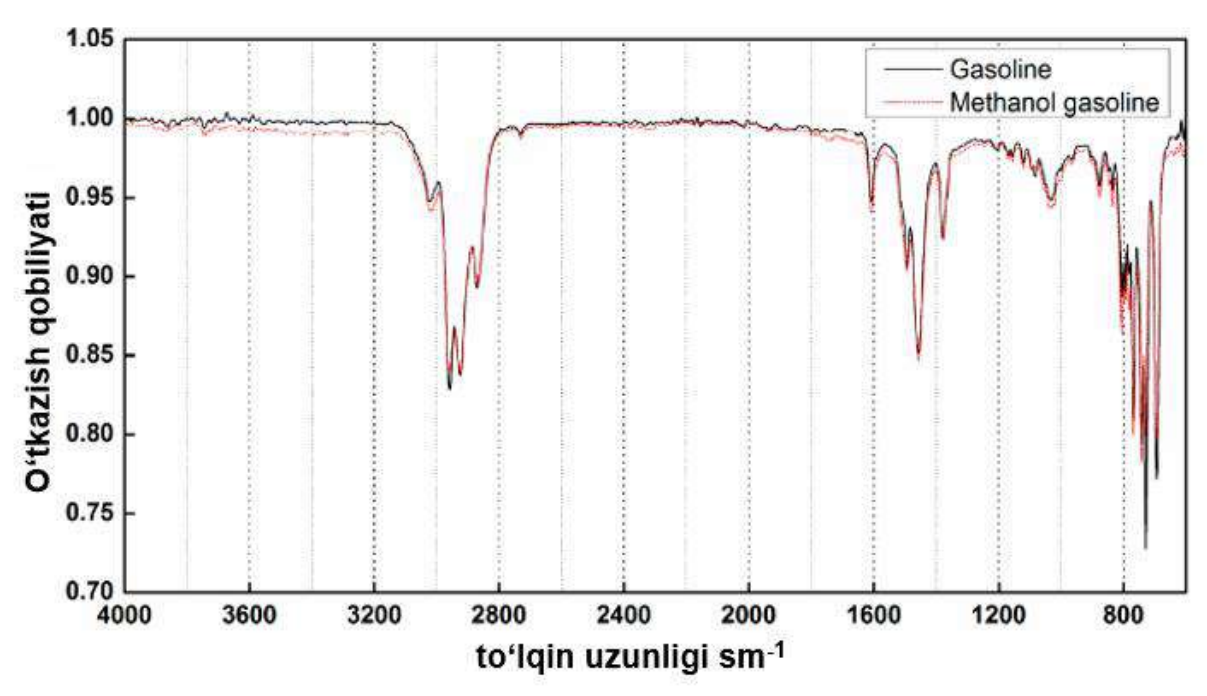
ISSN 3030-3907

tezkor aniqlash uchun IQ-spektroskopiyaning maqsadga muvofiqligi o‘rganildi. Ushbu tadqiqotda, birinchidan, ma’lumotlar to‘plami nazorat qilinmaydigan asosiy komponent tahlili (PCA) yordamida o‘rganildi, so‘ngra metanol benzini tarkibidagi metanol foizini aniqlash uchun qisman eng kichik kvadratlar diskriminant tahlili (PLS-DA), qisman eng kichik kvadrat regressiya (PLSR) va eng kichik kvadrat tayanch vektor mashinasi (LS-SVM) ni o‘z ichiga olgan sifat va miqdoriy nazorat qilinadigan modellar amalga oshirildi. Regressiya modellarini qurish bosqichida haddan tashqari ko‘p o‘zgaruvchilar muammosi bilan bog‘liq holda, optimal o‘zgaruvchilarni tanlash uchun ikkita klassik o‘zgaruvchilarni tanlash algoritmlari (ya’ni, informativsiz o‘zgaruvchilarni yo‘q qilish (UVE) va raqobatbardosh adaptiv qayta vaznli namunalash (CARS)) ham qo‘llanildi. Nihoyat, barcha regressiya modellarining samaradorligi tizimli ravishda aniqlandi [10-11].

Metanol benzini tarkibidagi metanol ulushini aniqlash uchun IQ-spektroskopiyaning maqsadga muvofiqligini baholash uchun bir nechta ko‘p o‘lchovli kalibrlash modellari bilan birlashtirilgan Fure infraqizil (ATR-FTIR) spektroskopiyasi va metanolni sifat va miqdoriy tahlil qilish uchun o‘zgaruvchilarni tanlash usullaridan foydalanilgan. Yuqorida keltirilgan ma’lumotlar va rejalashtirishdan ko‘rinib turibdiki, asosiy maqsad metanolni IQ-spektrlar yordamida sifat va miqdoriy aniqlashdan iborat [12-13]. Aniqroq aytganda, bir nechta kichik subyektlar mavjud: (1) benzin va metanol benzinining spektral ma’lumotlarini to‘plash va tahlil qilish; (2) benzin va metanol benzinini sifat jihatdan tasniflash; (3) regressiya modeli uchun optimal o‘zgaruvchilarni tanlash; (4) to‘liq o‘zgaruvchilar va optimal o‘zgaruvchilar asosida metanolni miqdoriy aniqlash modelini o‘rnatish; (5) barcha modellarning ishlashini taqqoslash orqali eng yaxshi aniqlash modelini aniqlash.

Tadqiqot natijalari va muhokamasi. Benzin va metanol benzini o‘rtasidagi differentsiyani aniq ko‘rsatish uchun spektrlarni chizish uchun benzin va metanol benzinining o‘rtacha spektral profilidan foydalanildi. 1-rasmda benzin va metanolbenzinning 4000-600 sm^{-1} oralig‘idagi o‘rtacha spektral profili keltirilgan. 2800-3000 sm^{-1}, 1600-1300 sm^{-1} va 900-600 sm^{-1} oralig‘ida yutilishning uchta asosiy cho‘qqisi mavjudligini aniqlash mumkin.

ISSN 3030-3907



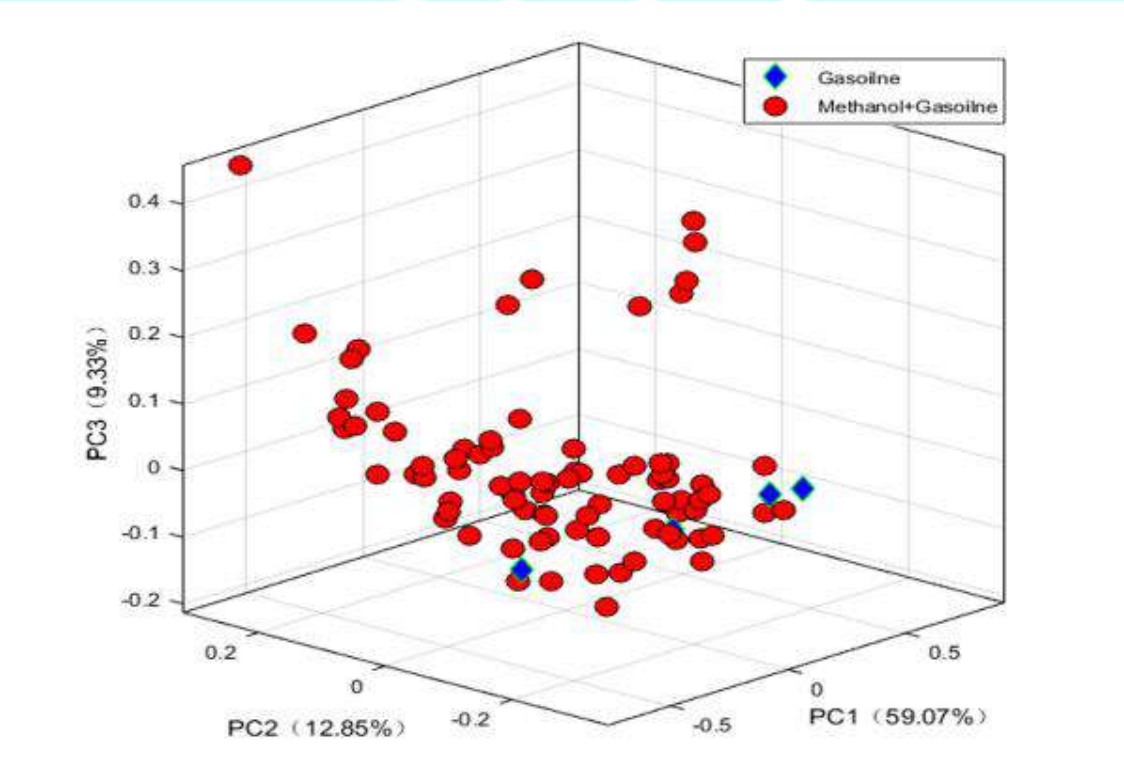
1-rasm. Benzin va metanol benzinlarining o‘rtacha spektral profili.

2800-3000 sm^{-1} yutilish cho‘qqisi alken va alkenlarning C-H cho‘zilishiga to‘g‘ri keladi, 1600-1300 sm^{-1} aromatik halqaning C-H cho‘zilishi va alkanlarning C-H bukilishiga to‘g‘ri keladi va 900-600 sm^{-1} mos ravishda alkenlarning C-H bukilishidan va bu shovqinlar bilan buzilgan aromatik halqalardan yoki aralashmalardan [9,30,31]. Shubhasiz, 900-600 sm^{-1} spektral diapazon signallarning tebranishga nisbati (RSN) pastroq va bu soha spektral ma’lumotlarni keyingi tahlil qilishda chiqarib tashlanadi. Diqqatga sazovor joylari bor boshqa hududlar ham o‘rganiladi.

IQ-spektr ma’lumotlari olingandan so‘ng, ma’lumotlar tuzilishini dastlabki qidiruv tahlilini o‘tkazish tavsiya etiladi. Ushbu ishda kuchli nazoratsiz tahlil usuli sifatida PCA metanol benzindagi metanolni sifat va miqdoriy tahlil qilishdan oldin namunalarning ball diagrammasida taqsimlanishini vizuallashtirish uchun ishlatilgan.

PCA jarayoni ma’lumotlar o‘lchamini kamaytirgandan so‘ng, eng yuqori uchta asosiy komponentlar (PC) uch o‘lchovli xaritada tarqaldi va tegishli namunalarning taqsimlanishi 2-rasmda ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Benzin va metanol qo‘shilgan benzin uchun asosiy komponent tahlilining (BKT) yuqori uch o‘lchovli diagrammalari.

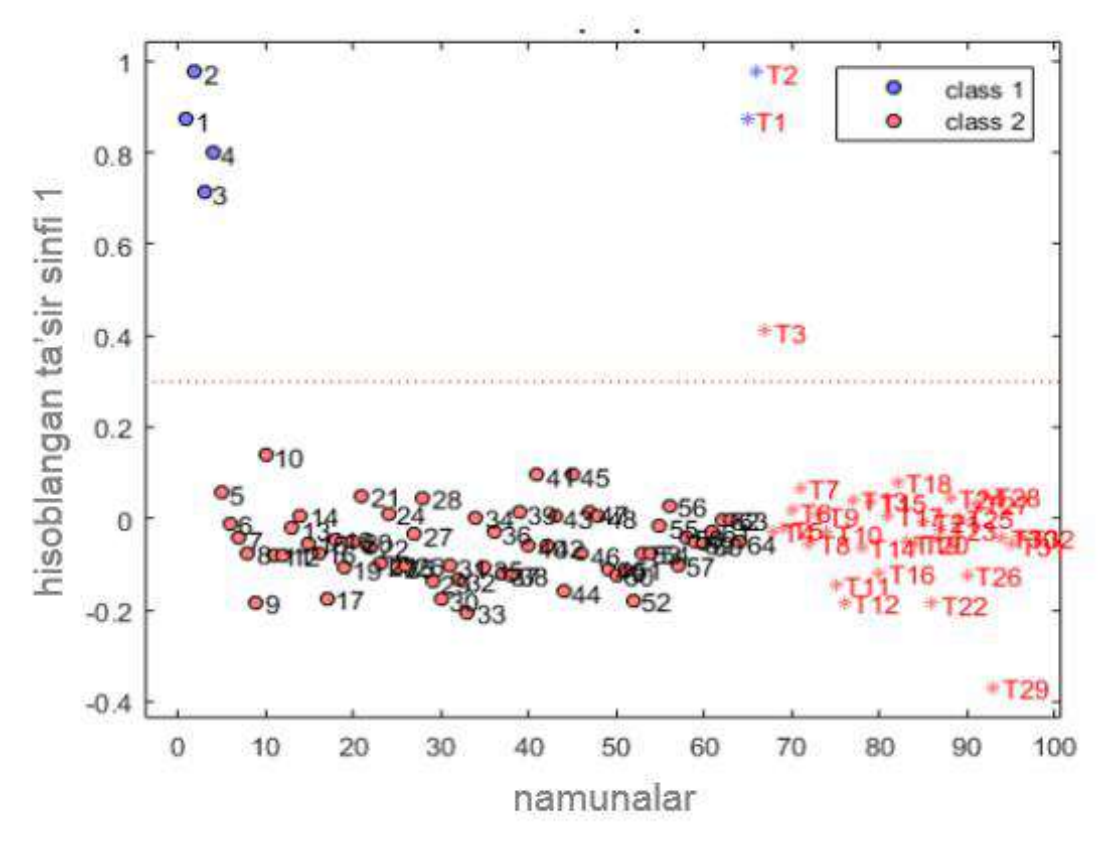
Ushbu tarqoqlikda dastlabki uchta kompyuterning dispersiyasi dastlabki spektral ma’lumotlarning mos ravishda 59,07%, 12,85% va 9,33% ni tushuntirdi va ushbu dastlabki uchta kompyuterda jami 81,26% interpretatsiya tezligi to‘plandi. Biroq, yuqoridagi 3D diagrammada oltita benzin va 90 ta metanol benzini namunalarining taqsimoti bir-biriga mos keldi, bu esa metanol va metanol benzini o‘rtasidagi farq metanol va metanol benzinining ushbu ikki sinf namunalarini aniq farqlash uchun juda kichik ekanligini ko‘rsatdi. Ushbu muammoni hal qilish uchun keyingi tahlilda nazoratli tasniflash usuli qo‘llaniladi.

Metanol va metanol benzini namunasini nazoratsiz PKA bo‘yicha aniq farqlash qiyin. Shunday qilib, ushbu ikki sinf namunalarini sifatli tahlil qilish uchun tasniflash modelini o‘rnatish uchun PLS-DA nazorat ostidagi tasniflash algoritmi amalga oshirildi. PLS-DA o‘rnatilishidan oldin, har bir toifadagi namunalar mos ravishda 2:1 nisbatda kalibrlash to‘plamlari va bashorat to‘plamlariga tasodifiy ravishda bo‘lingan va keyin birlashtirilgan. Demak, kalibrlash va bashoratlash to‘plamida 64 va 32 ta namuna mavjud. Keyin kalibrlash to‘plami asosida PLS-DA yaratildi va qolgan 32 ta namuna belgilangan tasniflash modeli yordamida bashorat qilindi. Shunisi e’tiborga loyiqki, PLS-DA modeli uchun CHQlar soni kalibrlash to‘plamida 10 marta o‘zaro validatsiyani amalga oshirish orqali 8 tani tashkil etdi.

Hisoblangan natijani qisqaroq taqdim etish uchun namuna va hisoblangan javob o‘rtasidagi grafik tuzildi va shu tariqa tasniflash natijasi 3-rasmda ko‘rsatildi. Shubhasiz, PLS-DA klassifikatori kalibrlash to‘plami uchun yaxshi natija

ISSN 3030-3907

ko‘rsatdi, barcha namunalar aniq tasniflandi. Shuning uchun kalibrlash to‘plamining aniqligi 100% ni tashkil etdi.



3-rasm. 8 ta yashirin o‘zgaruvchili (LV) qisman eng kichik kvadratlar diskriminant tahlili (PLS-DA) natijasida olingan tasniflash.

Bashoratlash to‘plamining tasniflash natijasi ko‘rib chiqilganda, metanol benzini sinfiga mansub T3 namunasi metanol namunasi sifatida noto‘g‘ri tasniflangan, ammo metanolning ikkita namunasi to‘g‘ri tasniflangan. Sababiga kelsak, T3 benzin tarkibida 2% metanol bo‘lgan metanol benzini namunasi bo‘lib, bu metanolning past miqdori tufayli noto‘g‘ri tasniflanishiga olib kelishi mumkin. Shunga qaramay, bashoratlash to‘plamining tasnifiy natijasi asosida bashoratlashning tasnifiy aniqligi 96,88% (32/33) ni tashkil etdi. Yuqoridagi tahlilni har tomonlama hisobga olgan holda, PLS-DA nazorat ostidagi tasniflash modeli metanol va metanol benzinini aniq tasniflashi mumkin degan xulosaga kelish mumkin.

Benzinda metanol miqdorini miqdoriy tahlil qilish uchun PLSR va LS-SVM regressiya usullaridan foydalanilib, miqdoriy tahlil modeli tuzildi. ATR-FTIR spektral ma’lumotlarida jami 1762 ta o‘zgaruvchi mavjud. Avvalo, PLSR va LS-SVM yordamida to‘liq spektral o‘zgaruvchilarga asoslanib metanol miqdorini bashorat qilish modellari ishlab chiqildi. Hisoblangan natijalar 1-jadvalda keltirilgan bo‘lib, unda PLSR yoki LS-SVM bashorat modellarining barcha qiymatlari 0,96 dan yuqori ekanligi ko‘rish mumkin. Bu esa ATR-FTIR spektral

ISSN 3030-3907

ma’lumotlaridan foydalanib, benzinda metanol miqdorini miqdoriy tahlil qilish mumkinligini anglatadi.

Bundan tashqari, PLSR va LS-SVM modellari samaradorligi taqqoslanganda, metanolni bashorat qilishda ular orasida sezilarli farq yo‘qligi aniqlangan. Modellarning barqarorligi hisobga olinganda, RMSEC qiymati RMSEP qiymatidan kattaroq ekanligi (1,658 > 0,405 va 1,661 > 0,395) ma’lum bo‘ldi. Bu esa modellarni qurishda foydalanilgan ma’lumotlar to‘plamida yaxshi aniqlik (ya’ni, model o‘quv namunalariga moslashgan) borligini, lekin mustaqil ma’lumotlar (test namunalarida) bashorat qilishda nisbatan kichikroq xatolik yuzaga kelishini bildiradi PLSR va LS-SVMning bu ikki regressiya modeli biroz mos kelmaydi. Bunga juda ko‘p o‘zgaruvchilar va kalibrlash modelidagi namunalarning muvozanatsiz taqsimlanishi sabab bo‘lishi mumkin [32]. Umuman olganda, metanol benzini tarkibidagi metanol miqdorini bashorat qilishning regression modeli maqbul va aniqdir.

1-jadval.

Benzin tarkibidagi metanol miqdorini ko‘p omilli model asosida miqdoriy tahlil natijalari.

Model	O‘zgaruvchini tanlash	O‘zgaruvchilar soni	LVs	Kalibrlash to‘plami			Taxminiy to‘plami		
				R_c^2	RMSEC	R_p^2	RMSEC	RPD	ABS
PLSR	/	1762	15	0.998	0.405	0.968	1.658	6.124	1.253
LS-SVM	/	1762	/	0.998	0.395	0.968	1.661	5.886	1.266
PLSR	CARS	48	11	0.97	0.426	0.969	1.597	6.563	1.171
LS-SVM	CARS	48	/	0.998	0.404	0.968	1.636	6.373	1.232
PLSR	UVE	479	10	0.994	0.699	0.972	1.545	6.420	0.847
LS-SVM	UVE	479	/	0.998	0.395	0.964	1.742	5.555	1.347

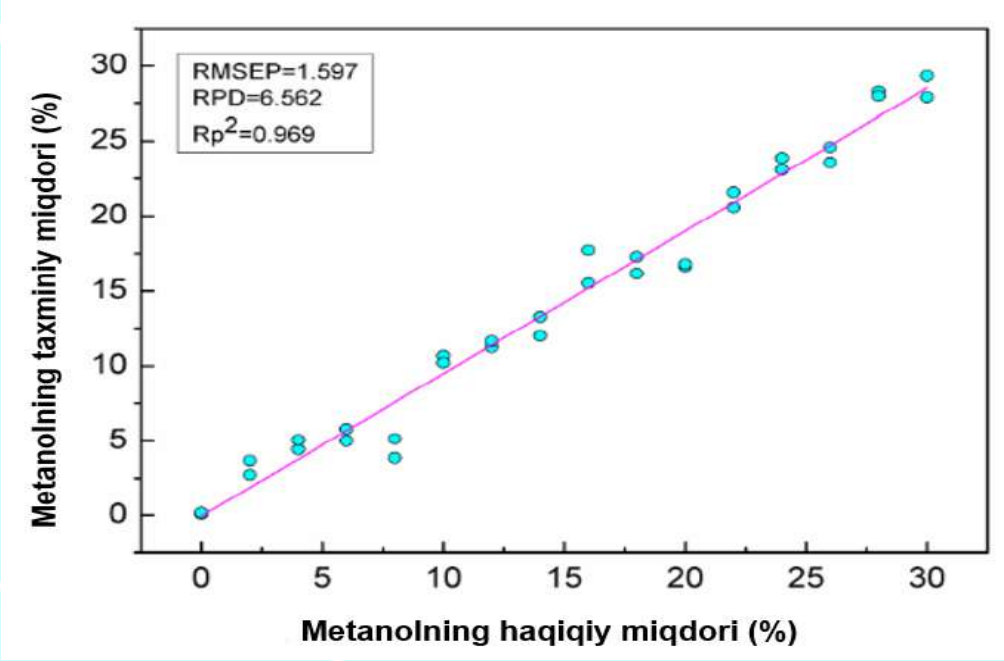
PLSR: qisman eng kichik kvadratlar regressiyasi, **LS-SVM**: eng kichik kvadratlar tayanch vektor mashinasi, **CARS**: raqobatbardosh adaptiv qayta og‘irlikli tanlash, **UVE:** informativ bo‘lmagan o‘zgaruvchilarni chiqarib tashlash,

ISSN 3030-3907

LVs: yashirin o‘zgaruvchilar, **R²**: aniqlash koeffitsienti, **RMSE**: kvadrat ildiz o‘rtacha kvadrat xatolik, **RPD**: qoldiq bashorat og‘ishi, **ABS: RMSEC** va **RMSEP** orasidagi mutlaq farq

Bashoratlash modeli yuqori aniqlikka erishgan bo‘lsa-da, juda ko‘p foydasiz va ma’lumotsiz kirish o‘zgaruvchilari mavjud bo‘lib, bu modelning aniqligi va mustahkamligining pasayishiga olib keladi. Ushbu bog‘liq bo‘lmagan o‘zgaruvchilarni bartaraf etish va bashoratlash modelining ishlashini yaxshilash uchun optimal o‘zgaruvchilarni identifikatsiyalash uchun CARS va UVE ning ikkita o‘zgaruvchini tanlash usuli qo‘llanildi [33]. So‘ngra PLSR va LS-SVM regression modellari ishlab chiqildi va tegishli hisoblangan natijalar 1-jadvalda keltirildi. O‘zgaruvchilar soni CARS uchun umumiy o‘zgaruvchilarning atigi 0,027% (48/1762) gacha kamayganligini aniqlash mumkin. Ushbu tanlangan o‘zgaruvchilar asosida sodda PLSR va LS-SVM modellari qurildi. 1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, CARS-PLSR va CARS-LS-SVM modelining bashorat qilish ko‘rsatkichlari PLSR va LS-SVM modeliga nisbatan to‘liq o‘zgaruvchilar asosida biroz yaxshilangan. UVE ko‘rib chiqilganda, UVE-PLSR va UVE-LS-SVM R_p^2 qiymatlari mos ravishda 0,972 va 0,964 ga teng ekanligini aniqlash mumkin.

Ushbu ishda metanol benzini tarkibidagi metanol miqdorini bashorat qilish uchun ATR-FTIR spektrlarini ko‘p variantli model bilan birgalikda qo‘llashning maqsadga muvofiqligi o‘rganildi. Baholash mezonlariga ko‘ra [34] RPD qiymati 2,5~3 oralig‘ida bo‘lgan model yaxshi bashoratlash natijasini olishi mumkin. Agar modelning RPD qiymati uchtadan katta bo‘lsa, demak, bashorat qilishning mukammal ko‘rsatkichlariga erishish mumkin.



4-rasm. Prognozlash to‘plamidagi haqiqiy qiymatlar va bashorat qilingan qiymatlar o‘rtasidagi sochilish grafigi ketma-ket proyeksiyalar algoritmi - qisman eng kichik kvadrat (UVE-PLS) modeli.

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi mezonlar va 1-jadvaldagi hisoblangan natijaga asoslanib, to‘liq o‘zgaruvchilar va UVE regressiya modeli uchdan katta RPD qiymatiga ega. Shuning uchun, to‘liq o‘zgaruvchilar modeli va UVE regressiya modeli yordamida metanol benzini tarkibidagi metanol miqdorini bashorat qilishning ajoyib natijasiga erishish mumkin. Bundan tashqari, metanol benzini tarkibidagi metanol miqdorini sifat va miqdoriy jihatdan tahlil qilish mumkin degan xulosaga ham kelish mumkin.

Eng yaxshi regressiya modelini olish uchun ikkita miqdoriy ko‘p o‘lchovli PLSR va LS-SVM modellari va ikkita klassik o‘zgaruvchilarni tanlash usullari o‘tkazildi va aniqroq bashorat qilish modelini yaratish uchun birlashtirildi. Prognozlashning oltita modeli bo‘yicha barcha natijalar 1-jadvalda keltirilgan bo‘lib, ushbu oltita modelni har tomonlama taqqoslash orqali ikkita xulosa chiqarish mumkin. Birinchisi, PLSR modeli LS-SVM modeliga qaraganda yaxshiroq bashorat qilish qobiliyatiga ega. Bu xulosa infraqizil spektrlarni miqdoriy tahlil qilishning asosi bo‘lgan Lambert-Ber qonuniga mos keladi. Shuning uchun metanol benzini tarkibidagi metanol miqdorini miqdoriy tahlil qilish uchun chiziqli PLSR regressiya modeli ko‘proq mos keladi. Bundan tashqari, UVE nafaqat o‘zgaruvchilar sonini sezilarli darajada kamaytirishi, balki aniqlik va mustahkamlikni ham oshirishi mumkinligini aniqlash mumkin. Boshqa xulosa shundan iboratki, o‘zgaruvchilarni tanlash usuli hisoblash jarayonini soddalashtirish va samaradorlikni oshirish uchun afzal tanlovdir.

Metanol benzini benzinga qaraganda ekologik toza va tejamkor energiya manbai hisoblanadi. Metanol benzinining sifatini ta’minlashda sifat va miqdoriy tahlil muhim ahamiyatga ega. Shu maqsadda ATR-FTIR spektrlari va xemometriya metanol tarkibini buzmasdan aniqlash uchun ishlatilgan. Bundan tashqari, tegishli a’lo natija ATR-FTIR texnologiyasi yordamida miqdoriy tahlil qilish mumkinligini ko‘rsatadi. An’anaviy usullar bilan taqqoslaganda, ATR-FTIR o‘zining tezligi, aniqligi va onlayn aniqlash imkoniyatini ko‘rsatdi. Metanol miqdorini aniqlash uchun ajoyib bashorat natijasi olingan bo‘lsa-da, amalga oshirilishi kerak bo‘lgan ishlar ko‘p. Kelajakda kalibrlash modelida ko‘proq namunalar va ko‘proq turdagi benzinlarni ko‘rib chiqish kerak. Yanada kuchli xemometrik usullarni va arzonroq IQ-spektrometrni ishlab chiqish kerak. Shunga qaramay, ushbu tadqiqot natijasi shuni ko‘rsatadiki, sifat va miqdoriy metanol benzini uchun IQ spektrlaridan foydalanish maqsadga muvofiq bo‘lib, ular quyidagilarni ta’minlaydi:

Xulosalar. Ushbu tadqiqotda ATR-FTIR texnologiyasi yordamida metanol benzini tarkibidagi metanolni miqdoriy va sifat jihatdan aniqlash imkoniyatlari o‘rganildi. Hisoblangan natijalar metanol benzinining miqdoriy va sifat tahlilida IQ-spektrlarning aniqligi va to‘g‘riligini ko‘rsatdi. Sifatli tahlilga kelsak, PLS-DA kalibrlash va bashoratlash uchun mos ravishda 100% va 96,88% aniqlikka erishdi. Miqdoriy tahlil ko‘rib chiqilganda, bashorat qilish modelini yaratish uchun PLSR

ISSN 3030-3907

va LS-SVM modeli, UVE va CARS o‘zgaruvchilarini tanlash usullari bilan birgalikda qo‘llanildi va UVE-PLSR 6,420 va 0,847 RPD va ABS qiymatlari bilan eng yaxshi bashorat qilish natijasini oldi.

IQ-spektrlar yordamida benzin tarkibidagi metanolni sifat va miqdoriy jihatdan o‘rganish uchun birlamchi tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, metanol tarkibini buzmasdan va tezda aniqlash mumkin. Ushbu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, IQ-spektrlar benzin sanoatida qo‘llashda istiqbolli analitik usul bo‘lib, sanoatda qo‘llashni tezlashtirish uchun ko‘proq harakat qilish kerak.

ADABIYOTLAR

1. Wiedemann, L.d’Avila, L.Azevedo, D. Adulteration detection of Brazilian gasoline samples by statistical analysis. Fuel 2005, 84, 467–473. [CrossRef]
2. Song, M.; Zheng, W.; Wang, Z. Environmental e_ciency and energy consumption of highway transportation systems in China. Int. J. Prod. Econ. 2016, 181, 441–449. [CrossRef]
3. Valera, H.; Agarwal, A.K. Methanol as an Alternative Fuel for Diesel Engines; Methanol and the Alternate Fuel Economy; Springer: Berlin, Germany, 2019; pp. 9–33.
4. Yilmaz, I.; Taëstan, M. Investigation of hydrogen addition to methanol-gasoline blends in an SI engine. IJHE 2018, 43, 20252–20261. [CrossRef]
5. Махмудов, М. Ж., & Салойдинов, А. А. (2022). Автотранспортларнинг экологик муаммолари ва автомобил бензинлари сифатига қўйилган замонавий экологик талаблар Илмий-техникавий журнал. Фан ва технологиялар тараққиёти. No2/2022 Бухоро.
6. Махмудов, М.Дж., Адизов, Б.З., Темиров, А.Х. и Салойдинов, А.А. (2020). Модификация низкооктанового бензина для улучшения его экологических и эксплуатационных характеристик. Международный журнал передовых исследований в области науки, техники и технологий , 7 (6), 14063-14063.
7. Махмудов, М. Ж., & Салойдинов, А. А. (2021). Турли функционал қўндирмалинг автомобил бензиновый экологический хоссаларига таъсири Илмий-технический журнал. Fan va technologylar tarakқққiyoti. №4/2021 Бухоро .
8. Saloydinov, A., Makhmudov, M., Usmonov, S., & Adizov, B. (2023). DETERMINATION OF THE QUANTITY OF WATER IN ETHANOL, GASOLINE AND ALCOHOL FUEL BY THE FISHER METHOD. Development of pedagogical technologies in modern sciences, 2(2), 64-67.
9. Махмудов, М. Ж., Тошев, М. С. Ў., & Салойдинов, А. А. (2021). Усовершенствование процесса региз для производства бензина соответствующего нормам Евростандарта-5. Science and Education, 2(10), 141-152.

ISSN 3030-3907

10. Махмудов, М. Ж., Тошев, М. С. Ў., & Салойдинов, А. А. (2021). Гидроизомеризация бензолсодержащих бензиновых фракций на катализаторе NiW/Al2O3 с целью доведение автомобильного бензина АИ-80 до нормам Евростандарту-5. Science and Education, 2(10), 135-140.
11. Махмудов, М. Ж., Тошев, М. С. Ў., & Салойдинов, А. А. (2021). Гидроизомеризация бензолсодержащей фракции в присутствии катализатора Ni/Al2O3 с целью доведения бензина до норм Евро-5. Science and Education, 2(10), 104-111.
12. Салойдинов, А. А., & Жасур, Ж. У. Э. (2022). Альтернативные экологически чистые виды топлива для автомобилей. Science and Education, 3(4), 146-148.

ISSN 3030-3907

ПОЛУЧЕНИЕ ТЕРМОСТОЙКИХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВТОРИЧНОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Сафарова Матлуба Алимкуловна.
Каршский государственный университет.
E-mail: safarovamatluba86@mail.com
Маматова Шахноза Бердикобиловна.
Каршинский государственный университет.
E-mail: shahnoza.mamatova.88@mail.com
Курбанов Мингникул Джумагулович.
Каршинский государственный университет.
E-mail: qurbanovmeyliqul@gmail.com
Хайитова Дилором Кахрамон кизи
E-mail: hayitovadilorom6@gmail.com

Аннотация. Целью данной статьи является получение термостойких, стойких к окислению, воздействию агрессивных сред и светостойких полимерных материалов на основе полиэтиленовых отходов низкого давления путем добавления химических связующих и наполнителей. Проведен анализ термостойкости полученных полимерных материалов, модифицированных химическими связующими и наполнителями.

Ключевые слова: полиэтилен, полипропилен, олигомер, сера, меламин, ацетат натрия, экструдер, дериватограмма, термогравиметрия.

Abstract. The aim of this article is to obtain heat-resistant, oxidation-resistant, resistant to aggressive environments and light-resistant polymeric materials based on low-pressure polyethylene waste by adding chemical binders and fillers. An analysis of the heat resistance of the obtained polymeric materials modified with chemical binders and fillers was carried out.

Keywords: polyethylene, polypropylene, oligomer, sulfur, melamine, sodium acetate, extruder, derivatogram, thermogravimetry.

Annotatsiya. Ushbu maqolaning maqsadi kimyoviy bog‘lovchilar va plomba moddalarini qo‘shish orqali past bosimli polietilen chiqindilariga asoslangan issiqlikka chidamli, oksidlanishga chidamli, agressiv muhit va yorug‘likka chidamli polimer materiallarni olishdir. Kimyoviy bog‘lovchilar va plomba moddalari bilan o‘zgartirilgan olingan polimer materiallarning issiqlikka chidamliligi tahlili o‘tkazildi.

Kalit so‘zlar: polietilen, polipropilen, oligomer, oltingugurt, melamin, natriy asetat, ekstruder, derivatogramma, termogravimetriya.

Введение

В настоящее время использование одноразовой полиэтиленовой упаковки стремительно растёт. Утилизация этих отходов и их экономическое

ISSN 3030-3907

использование стали одной из основных проблем современности. В области переработки отходов полиэтиленовой упаковки в научных работах ряда авторов описаны многочисленные методы переработки [1; 2].

В процессе эксплуатации пластмассы под воздействием тепла, влаги, напряжений, радиации (α-, β- и γ-излучения), а также кислорода воздуха теряют эластичность и становятся хрупкими. В результате ухудшаются механические и электрические свойства изделий из полимерных материалов. В частности, воздействие температуры отрицательно сказывается на большинстве физико-механических свойств полимерных материалов. Снижение температуры увеличивает хрупкость большинства полимерных материалов, а нагревание приводит к снижению таких свойств, как коэффициент линейного расширения и вязкость. Высокие температуры также приводят к изменению механических свойств полимерных материалов (прочности на растяжение, изгиб, сжатие и т. д) [3].

Экспериментальная часть.

Для исследования отходы полиэтилена низкого давления марки П-У456 производства Шуртанского газохимического комплекса, отслужившие свой срок эксплуатации, были отсортированы, очищены от механических примесей, многократно промывали и очищенный продукт высушивали в специальной сушилке. После этого очищенный продукт измельчался в специальном аппарате. Было взято определенное количество полученного продукта и помещено в экструдер. Также, для получения термостойкого полимерного материала, к измельченному вторичному полиэтилену добавляли определенное количество ацетата натрия, серы, меламина и олигомера полипропилена. Для получения смешанной полимерной массы режим работы экструдера устанавливали на 60 об/мин и температуру 115-140 ^{0}C. Для образования однородной смеси в экструдере продукт пропускали через экструдер 2 раза. Полученную горячую смесь охлаждали и помещали в гранулятор. В процессе грануляции горячая смесь передавалась в формующую головку. Проходя через головку, масса непрерывно выдавливалась в виде проволоки, охлаждалась и разрезалась на гранулы специальным ножом. Размер образцов составлял 3–5 мм. Эти гранулы служили основным сырьем для дальнейших исследований.

Все исследования полимерных материалов, полученных из вторичных отходов полиэтилена, проводились в соответствии с требованиями Государственного стандарта на полимерные материалы. Образцы для термогравиметрического анализа определялись по разнице между начальной температурой и скоростью разложения.

ISSN 3030-3907

Результаты термогравиметрического исследования полимерных материалов на основе вторичного полиэтилена рассчитывали на основании скорости потери массы образцов, взятых для эксперимента, по следующей формуле:

$$v_m = \Delta m / \Delta \tau$$

здесь: $\Delta м$— уменьшение массы навески, мг; $\Delta \tau$ — интервал времени, минуты.

Обсуждение результатов.

Известно, что широко используются два метода модификации полимерных материалов. Первый метод – структурная модификация полимеров, второй – химическая модификация. Модификация полимерных материалов химическими реагентами и агентами осуществляется путем добавления химических реагентов, обрабатывающих химические связи с макромолекулами исходного полимерного сырья.

Основной целью данной работы является получение нового типа термостойких модифицированных полимерных материалов. Известно, что азотсодержащие органические модификаторы повышают пластифицирующие свойства, а соли органических кислот повышают огнестойкие свойства полимерных материалов. С этой точки зрения для исследования были взяты образцы следующего состава: полиэтилен (ПЭ), сера (S), ацетат натрия (CH_3COONa), меламин и олигомер полипропилена (о-ПП) в соответствии в количественных соотношениях 50:1:1:1:1 (СМА-1(из первичного полиэтилена)) и 50:1,5:1,5:1,5 (СМА-4). Изучена термостойкость полученных полимерных материалов. Ниже представлена кривая ДТА-анализ образца СМА-1.

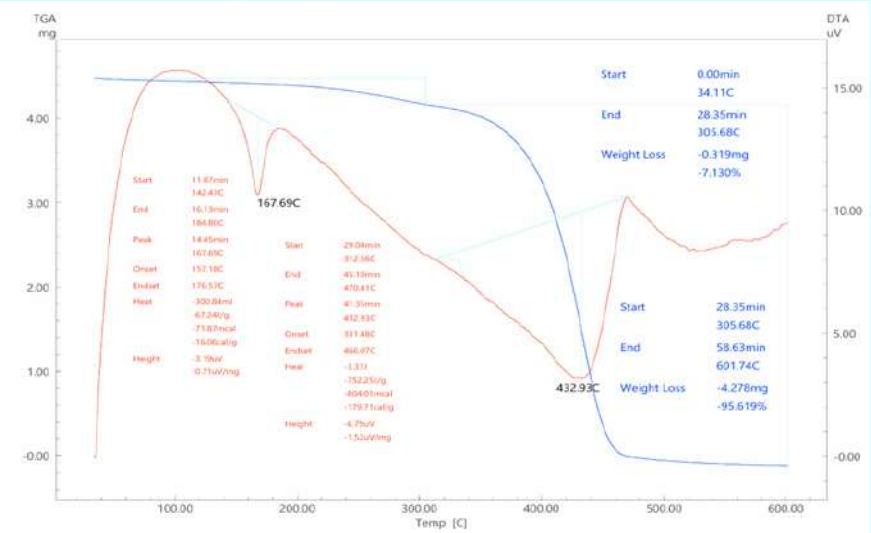


Рисунок 1. Дериватограмма образца, содержащего СМА-1

Согласно полученным данным, начальная температура разложения образца составляет 34,11 ºС, а конечная – 305,68 ºС. Потеря массы под

ISSN 3030-3907

воздействием температуры для образца СМА-1 составила 7,13%. Количественная потеря массы в начальный период разложения данного образца, содержащего СМА-1, составляет 0,319 мг в интервале от 0,00 минут до 28,35 минут. Второй период разложения образца под воздействием температуры составил 28,35 минуты, а показание температуры – 305,68 °С. Конечная температура этого второго периода разложения составила 601,74 °С. Время, необходимое для этого разложения, составило 28,35 минуты и 58,63 минуты. Потеря массы образца СМА-1 за этот второй период разложения составила 4,278 мг, или 95,61%. В ходе исследования на дериватограмме данного образца, содержащего СМА-1, наблюдаются две кривые теплопоглощения. Установлено, что эти кривые поглощения находятся при температурах 167,69 °С и 432,93 °С.

Также была изучена аналитическая кривая ДТА образца СМА-4. Согласно полученным данным, начальная температура разложения образца СМА-4 составила 37,24 ºС, а конечная – 395,29 ºС. Потеря массы в этом диапазоне температур составила 12,78%. Количественная потеря массы в течение начального периода разложения того же образца СМА-4 составила 0,696 мг в интервале от 0,00 мин до 36,97 мин. Установлено, что время начала второго периода разложения под воздействием температуры данного образца составило 36,97 мин, а показатель температуры – 395,29 °С.

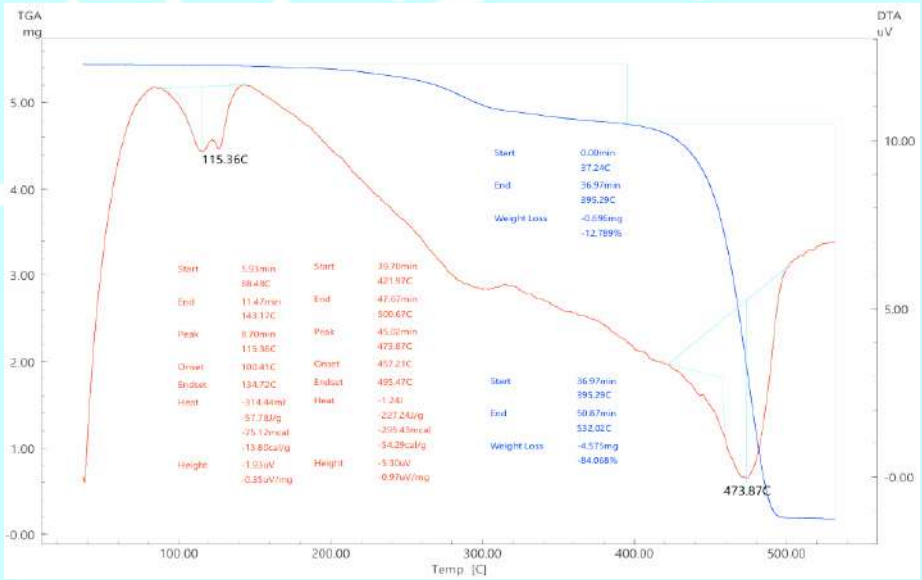


Рисунок 4. Дериватограмма образца СМА-4

Конечная температура второго периода разложения составила 532,02 °С. Было установлено, что время разложения составило 36,97 минуты и 50,87 минуты. Потеря массы и времени второго периода разрешения составила 4,57 мг, 84,06%. В ходе исследования были получены две кривые теплопоглощения в течение периода разложения образца, содержащего

ISSN 3030-3907

СМА-4, под воздействием температуры. Было установлено, что эти кривые поглощения соответствуют температурам 115,36 °C и 473,87 °C.

Результаты, полученные на основе проанализированных выше данных, суммированы в таблицах 1 и 2 ниже.

Таблица 1.

Результаты термогравиметрического анализа полимерного материала на основе вторичной полиэтиленовой матрицы (1-й период разложения)

Диапазон температур, °C	Продолжительность распада, мин.	Потеря массы, мг	Потеря массы, %
СМА-1 соотношение: 50:1:1:1:1			
34,11-305,68	0,00 - 28,35	0,319	7,13
СМА-4 соотношение: 50:1,5:1,5:1,5:1,5			
37,24-395,29	0,00 - 36,97	0,696	12,78

Были сравнены и изучены результаты образца SMA-1, полученного из первичного полиэтилена и образца полученных из вторичного полиэтилена SMA-4. Результаты показывают, что начальная температура разложения образца СМА-4 (37,24–395,29 °C) выше, а время разложения также больше. Однако было обнаружено, что потеря массы этого образца SMA-4 была несколько выше, чем у образца СМА-1 исходного полиэтилена.

В таблице 2 представлены результаты второго разложения этих образцов

Таблица 2.

Результаты термогравиметрического анализа полимерного материала на основе вторичной полиэтиленовой матрицы (2-й период разложения)

Диапазон температур, °C	Продолжительность распада, мин.	Потеря массы, мг	Потеря массы, %
СМА-1 соотношение: 50:1:1:1:1			
305,68-601,74	28,35 - 58,63	4,278	95,61
СМА-4 соотношение: 50:1,5:1,5:1,5:1,5			
395,29-532,02	36,97 - 50,87	4,570	84,06

Согласно анализу данных, представленных в таблице 2 при сравнении результатов образца SMA-1, полученного из первичного полиэтилена, с результатами образца SMA-4, полученного из вторичного полиэтилена, можнот уведить, что температура второго разложения СМА-4 составляет 532,02 ^{0}C и время разложения его ниже (50,87 минут) чем SMA-1.

Выводы. В результате деструкции вторичного полиэтилена на некоторых участках цепи возникают углерод-углеродные связи за счёт диспропорционирования атомов водорода из метиленовых групп, входящих в состав полимерной цепи. В продукте указанного состава происходит

ISSN 3030-3907

внутреннее межмолекулярное связывание между модифицированной серой, меламином и олигомером полипропилена за счёт разрыва π-связей двойных связей. Кроме того, модифицированная сера способствует вулканизации полиэтиленового продукта, образуя сульфидные мостики между макромолекулами вторичного полиэтилена. Такие полимерные материалы обладают повышенной термостойкостью, повышенной устойчивостью к атмосферным воздействиям, агрессивным средам по сравнению с изделиями из первичного полиэтилена.

Литература

1. Mamatova Sh.B., Kurbanov M.J., Safarova M.A., Izbasarova G. Модификация вторичного полиэтилена на основе серы и меламина //Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума «Наука и инновации современные концепции» – Москва. – 2024. – С. 129-135. DOI 10.34660/INF.2024.38.92.018.

2. Маматова Ш.Б., Курбанов М.Ж. Исследование физико-химических свойств меламинной модификации вторичного полиэтилена//Universum: химия и биология. – 2023. – №. 10-2 (112). – С. 33-39. https://7universum.com/ru/nature/archive/item/16027

3. Mamatova Sh.B., Qurbanov M.J., To‘rayeva M. Определение горючести модифицированного вторичного полиэтилена // Актуальные проблемы химии. Республиканская научно-практическая конференция. – Urganch, – 2024. – 21iyun. –B. 402-403.

ISSN 3030-3907

UDK: 678.043.53 (661.718.5)

NATRIY METASILIKAT VA PARADIXLORBENZOL REAKSIYASIDA UNUM VA POLIMERLANISH DARAJASIGA TA‘SIR ETUVCHI OMILLAR

Eshmurodov Xurshid Esanberdievich
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti dotsenti t.f.f.d., dots.,
111116, O‘zbekiston Respublikasi, Toshkent viloyati, Toshkent tumani.
E-mail: khurshideshmurodov@mail.com
Djalilov Abdulakhat Turapovich
O‘z.FA akademigi, Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti direktori
k.f.d., prof., , 111116, Toshkent viloyati, Toshkent tumani.
E-mail: gup_tniixt@mail.ru
To‘raev Xayit Xudaynazarovich
Termiz davlat universiteti k.f.d., prof.
190111, Termiz sh., Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.
E-mail: hhturaev@rambler.ru
Ikramov Shohimardon Sayfidinovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiya universiteti tadqiqotchisi,
190100, Termiz shahri, Islom Karimov ko‘chasi, 288a.
Xodjayev Akbarali Akhmedovich
Termiz davlat universiteti tadqiqotchisi,
190111, Termiz sh., Barkamol avlod ko‘chasi, 43-uy.
ORCID: 0000-0002-1588-2048

Annotatsiya. Ushbu ishda natriy metasilikat (Na_2SiO_3) va paradixlorbenzol ($C_6H_4Cl_2$) o‘rtasidagi nukleofil aromatik o‘rin almashish (SNAr) reaksiyasining kinetik xususiyatlari batafsil o‘rganilgan. Reaksiya tezligi va mahsulot hosil bo‘lishiga ta‘sir qiluvchi asosiy omillar – harorat, katalizator konsentratsiyasi, erituvchi turi va reaksiya vaqti – tajribalar asosida baholanib, ularning unum va polimerlanish darajasiga ta‘siri tahlil qilingan. Tajribalar natijasida reaksiya ikkinchi tartibli kinetikaga mos kelishi, faollashish energiyasi (Ea) 85-95 kJ/mol oralig‘ida bo‘lishi va optimal sharoitlarda unum 75-85% gacha yetishi aniqlangan.
Kalit so‘zlar: SNAr reaksiyasi, kinetika, natriy metasilikat, paradixlorbenzol, reaksiya tezligi, polimerlanish darajasi, faollashish energiyasi.
Abstract. In this work, the kinetic properties of the nucleophilic aromatic substitution (SNAr) reaction between sodium metasilicate (Na2SiO3) and paradichlorobenzene (C6H4Cl2) were studied in detail. The main factors affecting the reaction rate and product formation - temperature, catalyst concentration, solvent type and reaction time - were evaluated experimentally, and their effects on the yield and degree of polymerization were analyzed. The experiments showed

that the reaction follows second-order kinetics, the activation energy (Ea) is in the range of 85-95 kJ/mol, and the yield reaches 75-85% under optimal conditions.
Keywords: SNAr reaction, kinetics, sodium metasilicate, paradichlorobenzene, reaction rate, degree of polymerization, activation energy.
Аннотация. В данной работе подробно изучены кинетические свойства реакции нуклеофильного ароматического замещения (SNAr) между метасиликатом натрия (Na2SiO3) и парадихлорбензолом (C6H4Cl2). Экспериментально оценены основные факторы, влияющие на скорость реакции и образование продуктов: температура, концентрация катализатора, тип растворителя и время реакции, а также проанализировано их влияние на выход и степень полимеризации. Эксперименты показали, что реакция протекает по закону второго порядка, энергия активации (Ea) находится в диапазоне 85–95 кДж/моль, а выход достигает 75–85% в оптимальных условиях.
Ключевые слова: реакция SNAr, кинетика, метасиликат натрия, парадихлорбензол, скорость реакции, степень полимеризации, энергия активации.

1.Kirish.

Nukleofil aromatik o‘rin almashish (SNAr) reaksiyalari organik sintezda, xususan, yuqori samarali polimer materiallar hosil qilishda muhim rol o‘ynaydi. Ushbu reaksiyalar Meisenheimer kompleksi hosil bo‘lishi orqali ikki bosqichli mexanizm bo‘yicha kechadi, bunda nukleofilning qo‘shilishi tezlikni belgilovchi bosqich hisoblanadi [1, 2]. Kremniyorganik polimerlar sintezi kontekstida SNAr reaksiyalari noorganik silikatlarni organik birikmalar bilan bog‘lash imkonini beradi, natijada yuqori termik barqarorlikka ega materiallar olinadi, ular qurilish sohalarda qo‘llaniladi [3, 4]. Biroq, an’anaviy organosilanlar (masalan, tetraetoksisilan) o‘rniga arzon natriy metasilikatni ishlatish eruvchanlik va reaktivlik muammolarini keltirib chiqaradi, bu esa kinetik tadqiqotlarni talab qiladi [5, 6].

Natriy metasilikat va paradixlorbenzol o‘rtasidagi SNAr reaksiyasi kremniyorganik polimerlar hosil qilish uchun istiqbolli bo‘lib, lekin uning kinetik parametri (tezlik konstantasi, faollashish energiyasi) batafsil o‘rganilmagan. Ushbu reaksiyada harorat, katalizator (masalan, CuI) va erituvchi (DMF yoki DMSO) kabi omillar reaksiya yo‘nalishini va mahsulot sifatini belgilaydi [7, 8]. Tadqiqot maqsadi – ushbu omillarni tajribaviy baholash orqali reaksiya kinetikasini modellashtirish, unum va polimerlanish darajasiga ta‘sirini aniqlash. Bu nafaqat ilmiy, balki sanoat jarayonlarini yaxshilash uchun ham ahamiyatli, chunki optimal kinetik sharoitlar energiya sarfini kamaytiradi va ekologik toza sintezni ta’minlaydi [9, 10].

ISSN 3030-3907

Ushbu tadqiqotda natriy metasilikat va paradixlorbenzol o‘rtasidagi SNAr reaksiyasi asosida issiqlikka chidamli kremniyorganik oligomerlar sintez jarayoniga turli omillarning ta’siri o‘rganildi.

2. Materiallar va usullar

2.1. Materiallar. Tadqiqotda 99% tozalikdagi natriy metasilikat (Na_2SiO_3, <50 μm o‘lchamda maydalangan), paradixlorbenzol ($C_6H_4Cl_2$, 99% sof), dimetilformamid (DMF) va dimetilsulfoksid (DMSO) erituvchilari, shuningdek, mis(I) yodid (CuI, 0.1-1.0%) katalizatori ishlatildi. Qo‘shimcha monomer sifatida etilenglikol (HO-CH_2CH_2-OH, 0.05 mol) qo‘shildi. Barcha reagentlar qo‘shimcha tozalashsiz qo‘llanildi.

2.2. Usullar. Reaksiya 100 ml avtoklavda molyar nisbat 1:1 ($C_6H_4Cl_2$:Na_2SiO_3) da, 140-180°C harorat oralig‘ida, 3-7 atm bosim ostida o‘tkazildi. Eruvchanlikni oshirish uchun erituvchiga 5-10% suv qo‘shildi. Kinetikani o‘rganish uchun reaksiya turli vaqt davomiyligida olib borildi: tezlik konstantasi (k) va unum titrimetrik usullar orqali aniqlandi. Faollashish energiyasi Arrhenius tenglamasi ($k = Ae^{\frac{-E_a}{RT}}$) bo‘yicha hisoblandi. Tajribalar turli harorat (140, 160, 180°C), katalizator miqdori (0.1, 0.5, 1.0%), erituvchi turi (DMF, DMSO, DMF + suv) va vaqt (2-8 soat) davomiyligi bilan o‘tkazildi.

3. Natijalar

SNAr reaksiyasining kinetikasi tajribalar orqali o‘rganilganda, uning ikkinchi tartibli bo‘lishi (tezlik = k [$C_6H_4Cl_2$] [Na_2SiO_3]) tasdiqlandi. Harorat oshishi reaksiya tezligi oshdi: 140°C da unum 45-55%, 160°C da 65-75%, 180°C da 80-90% ga yetdi. Faollashish energiyasi Ea = 85-95 kJ/mol deb topildi.

Katalizator (CuI) miqdorining ta‘siri: unum 0.1% da 35-45%, 0.5% da 65-75%, 1.0% da 80-90% ni tashkil qildi. Katalizatorning qimmatligini hisobga olmaganda eng maqbul miqdor 1.0%. Erituvchi turi bo‘yicha DMSO DMF ga nisbatan 1.5-2 barobar tezlikni ta’minladi, suv qo‘shilishi eruvchanlikni yaxshilagani bilan gidroliz xavfini oshirdi.

Vaqtga bog‘liqlik: Dastlabki 4 soatda unum tez o‘sib 75% ga yetdi, keyin sekinlashdi. Polimerlanish darajasi (DP) omillarga bog‘liq bo‘lib, optimal sharoitlarda 250-450 oralig‘ida bo‘ldi.

1-jadval 1.

Omillarning unum va polimerlanish darajasiga ta‘siri

Omil	Qiymati	Unum (%)	DP
Harorat	140°C	45-55	100-200
	160°C	65-75	200-300
	180°C	80-90	300-450
Katalizator (CuI)	0.1%	35-45	100-150

ISSN 3030-3907

	0.5%	65-75	200-350
	1.0%	80-90	300-450
Erituvchi	DMF	55-65	150-250
	DMSO	75-85	250-400
	DMF + 10% suv	70-80	200-350
Vaqt	2 soat	40-50	100-200
	4 soat	70-80	250-350
	8 soat	80-90	300-450

4. Muhokama

Olingan natijalar SNAr reaksiyalarining umumiy kinetikasiga mos keladi: qo‘shilish bosqichi harorat va katalizatorga sezgir [11, 12]. DMSO ning yuqori dielektrik o‘tkazuvchanligi ionlanishni yaxshilaydi, natriy metasilikatni faollashtirib, eruvchanlik muammosini bartaraf qiladi [13]. Polimerlanish darajasining oshishi etilenglikolning kondensatsiya rolida ekanligini ko‘rsatadi, ammo yuqori haroratda yon jarayonlar polimerlanish darajasini cheklaydi [14]. Ushbu kinetik model boshqa aromatik galogenidlar bilan solishtirganda yuqori samaradorlikni ko‘rsatadi, lekin erituvchisiz sharoitlarni o‘rganish zarur [15]. Natijalar digalogenli organik birikmalar asosida kremniyorganik birikmalar sintezlarni optimallashtirishda amaliy ahamiyatga ega.

5. Xulosa

Natriy metasilikat va paradixlorbenzol o‘rtasidagi SNAr reaksiyasining kinetik o‘rganishi harorat, katalizator, erituvchi va vaqtning unum va polimerlanish darajasiga sezilarli ta‘sirini ko‘rsatdi. Optimal sharoitlar (170°C, 0.5-1% CuI, DMSO, 4-6 soat) reaksiya tezligini oshirib, yuqori sifatli kremniyorganik oligomerlar olishni ta’minlaydi. Ushbu natijalar ekologik toza sintez usullarini rivojlantirishga hissa qo‘shadi va kelgusida sanoat jarayonlarini modellashtirishda qo‘llanilishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. alli, Carlo, Bunnett, Joseph F. Nucleophile competition in aromatic SRN1 reactions. Evaluation of nucleophilic reactivities and evidence of reaction mechanism. Journal Of The American Chemical Society, 103 (24) 7140-7147 doi:10.1021/ja00414a017.

2. Terrier, F. Modern Nucleophilic Aromatic Substitution. – Weinheim: Wiley-VCH, 2013. – 488 p.

3. Mark, J. E. Physical Properties of Polymers Handbook. – 2nd ed. – New York: Springer, 2007. – 1076 p.

4. Clarson, S. J., Mark, J. E. Silicon-Based Polymer Science: A Comprehensive Resource. – Washington, DC: American Chemical Society, 1993. – 836 p.

ISSN 3030-3907

5. Zhang, Q., Zhang, S. Synthesis of Organosilicon Polymers from Sodium Metasilicate // Journal of Polymer Science, Part A: Polymer Chemistry. – 2018. – Vol. 56. – P. 1678–1685.
6. Li, G., Wang, Z. Advances in Organosilicon Chemistry for High-Performance Materials // Chemical Reviews. – 2015. – Vol. 115. – P. 11988–12032.
7. Parker, A. J. Protic-Dipolar Aprotic Solvent Effects on Rates of SNAr Reactions // Chemical Reviews. – 1969. – Vol. 69. – P. 1–32.
8. Paradisi, C. Modern Trends in Nucleophilic Aromatic Substitution // Comprehensive Organic Synthesis. – 1991. – Vol. 4. – P. 423–450.
9. Kickelbick, G. Hybrid Materials: Synthesis, Characterization, and Applications. – Weinheim: Wiley-VCH, 2007. – 516 p.
10. Carey, F. A., Giuliano, R. M. Organic Chemistry. – 10th ed. – New York: McGraw-Hill, 2017. – 1248 p.
11. Eshmurodov Kh.E. et al. Synthesis and Investigation of Oligomers Based on Esters of Silicic Acid // Universum: Chemistry and Biology. – 2020. – No. 7(73).
12. Eshmurodov Kh.E. et al. Obtaining and Investigation of Modified Glyptal Resins with Organosilicon Compound // Universum: Technical Sciences. – 2020. – No. 12(81).
13. Eshmurodov X., Turaev X., Djalilov A., Geldiev Yu. Development of Carbamide-Formaldehyde-Based Glue Compositions Modified with Silicon Organic Compounds // Austrian Journal of Technical and Natural Sciences. – 2020. – No. 7–8.
14. Eshmurodov Kh.E. et al. Synthesis and Investigation of Oligomers Based on Esters of Silicic Acid // Universum: Technical Sciences. – 2020. – No. 7(73).
15. Brook, M. A. Silicon in Organic, Organometallic, and Polymer Chemistry. – New York: Wiley, 2000. – 704 p.
16. Thomas, T. H., Kendrick, P. J. Silicone Polymers: Structure and Properties // Progress in Polymer Science. – 2010. – Vol. 35. – P. 456–478.
17. Smith, A. L. The Analytical Chemistry of Silicones. – New York: Wiley-Interscience, 1991. – 576 p.
18. Miller, J. Aromatic Nucleophilic Substitution. – London: Elsevier, 1968. – 408 p.
19. Reichardt, C., Welton, T. Solvents and Solvent Effects in Organic Chemistry. – 4th ed. – Weinheim: Wiley-VCH, 2011. – 718 p.

ISSN 3030-3907

UDK:664.012.1:543

UN VA UN MAHSULOTLARIDAGI OG‘IR METALLAR MIQDORI VA ULARNING TAHLILI

Asrorova Zuxra Sarvar qizi
Jizzax davlat pedagogika universiteti tayanch doktorant
Yaxshiyeva Zuxra Ziyatovna
Jizzax davlat pedagogika universiteti professor
E-mail: asrorova96@list.ru

Annotatsiya. Tahlil obyektlari sifatida turli un mahsulotlari (un, non, qolipli non, qurabiya, korjik, piraynik) tanlab olindi. Olingan natijalarga ko‘ra, hech bir mahsulot tarkibidagi og‘ir metallar miqdori meyoridan oshmagan, aksincha past konsentratsiyalarda aniqlandi. Xususan, oddiy non va unlar tarkibida qo‘rg‘oshin va kadmiy aniqlanmadi, qolgan mahsulotlardagi miqdorlar esa xafsidir. Qo‘rg‘oshinning eng yuqori miqdori teshik kulchada 0,0261 gr/kg, kadmiyning eng yuqori miqdori piraynikda 0,0238 gr/kg. Shuningdek, ushbu ishda mis va ruhning miqdorlari ham ko‘rib o‘tildi va ular barcha mahsulotlarda aniqlandi.

Kalit so‘zlar: un, un mahsulotlari, voltampermetr, Jizzax shahri, meyoriy hujjat, og‘ir metallar, Volta ABC 1.1.

Abstract. The objects of analysis included various flour products (flour, bread, loaf bread, cookies, flatbread, gingerbread). According to the results obtained, the concentrations of heavy metals in all products did not exceed permissible limits; on the contrary, they were found at low levels. In particular, lead and cadmium were not detected in regular bread and flour, while the amounts determined in other products were within safe concentrations. The highest level of lead was found in flatbread (0.0261 g/kg), and the highest cadmium content was observed in gingerbread (0.0238 g/kg). Furthermore, the levels of copper and zinc were also examined and were detected in all the samples.

Keywords: flour, flour products, voltamperometer, Jizzakh city, regulatory document, heavy metals, Volta ABC 1.1.

Аннотация. В качестве объектов анализа были выбраны различные мучные изделия (мука, хлеб, формовой хлеб, печенье, лепёшка, пряник). Согласно полученным результатам, содержание тяжёлых металлов ни в одном продукте не превышало нормативные значения, напротив, было выявлено их низкое содержание. В частности, свинец и кадмий не обнаружены в составе обычного хлеба и муки, а определённые количества в других изделиях находились в пределах безопасных значений. Наибольшее содержание свинца отмечено в лепёшке – 0,0261 г/кг, кадмия – в прянике, 0,0238 г/кг. Также в работе рассмотрено содержание меди и цинка, которые были обнаружены во всех образцах.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: мука, мучные изделия, вольтамперометр, город Джизак, нормативный документ, тяжёлые металлы, Volta ABC 1.1.

Kirish

Mazkur tadqiqotda un va un mahsulotlaridagi og‘ir metall ionlari (Pb^{2+}, Cd^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{+2}) kontsentratsiyasi voltamperometrik usul yordamida aniqlandi. Tahlillar uchun Volta ABC 1.1 voltamperometr, KCl eritmasi solingan ishchi elektrodlardan foydalanildi. Namunalarning dastlabki tayyorlanishi ochiq alangada mineralizatsiya qilish va mufel pechida 500°C da 10–12 soat davomida kuydirish orqali amalga oshirildi. Inson salomatligi ko‘p tomonlama uning istemol qiladigan oziq ovqat mahsulotlariga bog‘liqdir. Xususan, O‘zbekistonda un va un mahsulotlari sevib istemol qilinishi sababli tadqiqot obyekti sifatida un va undan tayyorlangan mahsulotlar tanlanib, ular tarkibidagi og‘ir metallar inversion voltampermatrda tahlildan o‘tkazildi.

1. ADABIYOTLAR TAHLILI

Oziq-ovqat mahsulotlaridagi og‘ir metallar mavjudligi, ayniqsa uning meyoridan ortib ketishi ekologik muammolar sababli yuzaga keladi va inson salomatligiga xavf tug‘diradi [1]. Xususan, qo‘rg‘oshin (Pb^{2+}), kadmiy (Cd^{2+}) va sink (Zn^{2+}) ionlari me’yordan ortiq miqdorda iste’mol qilinganda o‘tkir toksik ta’sirga ega [2]. Qo‘rg‘oshinning inson organizmida 0,2-0,25 mg dan ortishi turli xil surunkali kasalliklarga sabab bo‘lishi mumkin [3]. Atrof-muhitning turli xil ifloslanishlari ichida qolgan insoniyat uchun oziq-ovqat xavfsizligi masalasi dolzarb bo‘lib, ayniqsa kundalik iste’moldagi un va un mahsulotlari tahliliga alohida e’tibor qaratilmoqda. Un va undan tayyorlaniladigan mahsulotlar uglevodga boy bo‘lib, ko‘pchilik mamlakatlarda asosiy ozuqa mahsuloti hisoblaniladi [4]. Shuningdek, undan non tayyorlanibgina qolmay turli shirinliklar, ovqatlar, fastfoodlar va boshqa ko‘plab yeguliklar tayyorlaniladi. Biroq un yoki undan toyyorlaniladigan mahsulotlar tarkibining o‘g‘ir metallar bilan ifloslanishi insonlar salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi [5]. Hozirda un va un mahsulotlari tarkibidagi og‘ir metallarni tahlil qilishda spektrofotometriya, ICP analiz hamda boshqa elektrokimyoviy tahlil usullaridan foydalanilmoqda [6]. Ularning barchasi uchun obtimal sharoitlar tanlangan [7].

Elektrokimyoviy usullar, jumladan, voltamperometriya, past konsentratsiyadagi ionlarni aniqlashda yuqori sezuvchanlik, takroriylik va ekologik tozalik bilan ajralib turadi [8]. Ushbu tadqiqotda voltamperometriya orqali Jizzax shahrida keng iste’mol qilinadigan un va un mahsulotlaridagi og‘ir metall ionlari aniqlandi va ularning gigiyenik me’yorlarga mosligi tahlil qilindi.

2. TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot ishi uchun elektrokimyoviy tahlil usullaridan biri voltamperometriya tanlab olindi. Tahlillar Volta ABC 1.1 analizatorida, KCl

ISSN 3030-3907

eritmasi solingan karbon elektrodda, platina sim -yordamchi elektrodida, neytral muhitda olib borildi. Voltamperometriya ko‘p yillardan buyon og‘ir metallarni aniqlash un mahsulotlarining xavfsizligini baholashda ishonchli usuldir. Shuningdek uning soddaligi, boshqa usullarga qaraganda ancha arzonligi, tezkor, qulay va ishonchliligi alohida ahamiyatga egadir [9].

Tahlil uchun Jizzax shahri hududida keng istemol qilinadigan 8 xil mahsulot tanlab olindi. Ular un mahsulotlaridan: Un-1 (Jizzax viloyati Do‘stlik tumanida ishlab chiqarilgan) va Un-2 (Jizzax shahrida ishlab chiqarilgan), non mahsulotlaridan: oddiy non, teshik kulcha, buxonka non (uchalasi ham Jizzax shahrida ishlab chiqarilgan), shirinliklardan: qurabiya, korjik (ikkalasi ham Jizzax shahrida ishlab chiqarilgan), piraynik (Jizzax viloyati Sh.Rashidov tumanida ishlab chiqarilgan). Analitik tarozi yordamida un mahsulotlari 4 gr dan, boshqa mahsulotlar 2 gr dan tortib olindi. Mineralizatsiya qilish uchun namunalar chinni tegillarga solindi va ochiq alangada 25-30 daqiqa davomida qizdirildi. Kuyindi xona haroratida sovutilib, mufel pechiga solindi va 500 ℃ da 10-12 soat davomida kuydirildi [10]. Hosil bo‘lgan kul xona haroratida sovutilgach, unga dastlab xlorid kislotaning 0,4 % li eritmasidan keyin esa maxsus tayyorlangan aralashma -fon eritmasidan solindi [11], yaxshilab aralashtirilib filtrlandi (1-jadval).

1-jadval

Namunalarga kimyoviy ishlov berishda foydalanilgan eritmalar va ularning miqdori

T/r	Namuna nomi	HCl 0,4 % li eritmasi	Fon eritmasi
1	**Un-1**	2 ml	2,5 ml
2	**Un-2**	2 ml	2,5 ml
3	**Non**	1 ml	2,5 ml
4	**Teshik kulcha**	1 ml	2,5 ml
5	**Qolibli non**	1 ml	2,5 ml
6	**Qurabiya**	1 ml	2,5 ml
7	**Korjik**	1 ml	2,5 ml
8	**Piraynik**	1 ml	2,5 ml

1-jadvalga asosan kul ko‘rinishidagi namunalarni eritmaga aylantirish maqsadida 0,4 % HCl eritmasi va 28 % li KCl eritmasi, 1 M HCl eritmasi hamda 0,01 M li $Hg(NO_3)_2$ kabi 3 xil eritmadan tashkil topgan fon eritmasidan foydalanildi.

3. NATIJALAR

Har bir namunadan olingan voltamperogrammalar asosida Pb^{2+}, Cd^{2+}, Zn^{2+}, Cu^{2+} ionlarining cho‘qqi tok kuchlari aniqlandi. Olingan signal standart kalibrovka grafigi yordamida kontsentratsiyaga aylantirildi (2-jadval).

ISSN 3030-3907

2-jadval

Aniqlangan og‘ir metallarning konsentratsiya natijalari (mg/kg)

Namuna	Pb2+	Cd2+	Zn2+	Cu2+
Un-1	**----**	**----**	**0,002**	**0,947**
Un-2	**----**	**----**	**0,01**	**0,932**
Non	**----**	**----**	**0,1202**	**0,4756**
Teshik kulcha	**0,0261**	**----**	**0,1556**	**0,7958**
Buxonka non	**0,0698**	**0,00001**	**0,105**	**0,903**
Qurabiya	**0,0002**	**0,001**	**0,0213**	**0,8453**
Korjik	**0,0250**	**0,00001**	**0,0261**	**0,8694**
Piraynik	**0,0208**	**0,0238**	**0,0001**	**0,0859**

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, ikkala un namunasida ham qo‘rg‘oshin va kadmiy kabi toksik elementlar aniqlanmadi. Qolgan mahsulotlardagi og‘ir metallar kam miqdorda aniqlandi. Undan olingan natijalar mahsulotlarning gigiyenik xavfsizligi me’yorlariga asosan iste’mol uchun yaroqliligini ko‘rsatdi [12].

Me’yorlar bilan solishtirish

Barcha mahsulotlar ruxsat etilgan me’yor doirasida, ayrim holatlarda og‘ir metallar aniqlanmadi. Aniqlangan miqdorlar N 0366-19 -sonli San Q va M meyoriy hujjatlariga ko‘ra kam konsentratsiyalarni ko‘rsatdi [13].

3-jadval

Aniqlangan qo‘rg‘oshin va kadmiy miqdori va meyoriy hujjatlarda keltirilgan miqdorlari

Namuna	N 0366-19 -sonli San Q va M (mg/kg)	Aniqlangan miqdori (mg/kg)	
Un-1	Pb- 0,5 Cd- 0,1	---	---
Un-2		---	---
Non	Pb- 0,35 Cd- 0,07	0,000324	0,000289
Qolipli non		0,000698	0,00001
Teshik kulcha	Pb- 0,5 Cd- 0,1	0,0261	---
Qurabiya		0,0002	0,001
Korjik		0,0250	0,00001
Piraynik	Pb- 0,5 Cd- 0,1	0,0208	0,0238

3-jadvalga muvofiq, keltirilgan un va un mahsulotlari tarkibidagi aniqlangan og‘ir metallar miqdori meyoriy hujjat bilan taqqoslanganda hech qanday ortiqcha miqdor aniqlanmadi. Aksincha, mahsulotlardagi qo‘rg‘oshin va kadmiy miqdori juda kichik konsentratsiyalarda aniqlangan.

4. MUHOKAMA

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, un va undan tayyorlangan mahsulotlarda og‘ir metallar, ayniqsa kadmiy miqdori juda past ayrim hollarda

ISSN 3030-3907

aniqlanmadi. Ko‘p hollarda xomashyo sifatida ishlatilgan donlarning ekologik ifloslanishga uchraganligi, yoki ishlab chiqarishdagi texnologik jarayonlar sababli mahsulot tarkibida og‘ir metallar konsentratsiyasining yuqori bo‘lishi kuzatiladi [14, 15]. Analizlar natijalariga asosan qo‘rg‘oshin aniqlandi biroq uning miqdori belgilangan meyordan ancha kam. Olingan natijalar Yevropa va Rossiya normativ meyorlariga taqqoslab ko‘rildi (4-jadval).

4-jadval

Qo‘rg‘oshin va kadmiy miqdorining ba’zi meyoriy hujjatlarda belgilangan miqdori

Mintaqa nomi	Mahsulot nomi	Qo‘rg‘oshin	Kadmiy
Yevropa	Un mahsulotlari	0,20 mg /kg	0,10 mg/kg
Rossiya	Un mahsulotlari	0,1 mg/kg	0,05 mg/kg
O‘zbekiston /Jizzax	Un mahsulotlari	0,5 mg/kg	0,1 mg/kg

Un va un mahsulotlaridagi qo‘rg‘oshin va kadmiy miqdori dunyo bo‘ylab nazorat qilinadi. 4-jadvalda Rossiya federatsiyasi, Yevropa ittifoqi hamda O‘zbekistonda amaldagi normativ hujjatlarida keltirilgan un va un mahsulotlaridagi qo‘rg‘oshin va kadmiy miqdorlari keltirilgan. Ushbu tadqiqot ishida aniqlangan miqdorlar barcha normativlardan kam va istemol uchun mutlaqo xavfsizdir. Biroq, o‘g‘ir metallar miqdorini doimiy nazorat qilish tavsiya etiladi [16].

5. XULOSA

Tadqiqot uchun olingan barcha namunalardagi o‘g‘ir metallar miqdori meyoridan oshmagan, aksincha past konsentratsiyalarda aniqlandi. Bu esa bug‘doy yetishtirishda va oziq-ovqat mahsulotlarini tayyorlashda tegishli qoidalarga amal qilinganligini hamda tuproq va suv tarkibining boshqa joylarga nisbatan tozaroq ekanligidan dalolat berishi mumkin. Biroq oziq-ovqat mahsulotlari, xususan, un va un mahsulotlari tarkibidagi og‘ir metallar miqdoriga tuproq va suv tarkibi, o‘gitlar, don va hamir massasiga ishlor birish jarayonidagi texnogen omillar o‘z ta’sirini ko‘rsatadi. Shuning uchun ulardagi o‘g‘ir metallar miqdorini doimiy nazorat qilish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Yaradua A. I. et al. Evaluation of health effect of some selected heavy metals in maize cultivated in Katsina state, North west Nigeria //Asian Plant Research Journal. – 2019. – T. 2. – C. 1-12.
2. World Health Organization (WHO). (2021). Safety Standards for Heavy Metals in Food.
3. Umumiy gigiyena “Abu Ali ibn Sino” 2001, B.A.Duschanov, S.S.Solixo‘jayev, Sh.T.Iskandarova.

ISSN 3030-3907

4. Huang M, Zhou S, Sun B, Zhao Q. Heavy metals in wheat grain: assessment of potential health risk for inhabitants in Kunshan, China. Sci Total Environ. 2008 Nov 1;405(1-3):54-61. doi: 10.1016/j.scitotenv.2008.07.004. Epub 2008 Aug 13. PMID: 18701141.
5. Rahman MH, Alshaya DS, Ramadan H, A Attia K, Sultana N, Rohani MF, Wijaya AR, Hossain MS. Tracing Sources and Stage-Specific Impacts of Heavy Metal Contamination in Farmed Tilapia (Oreochromis niloticus): Implications for Human Health Risk. Vet Med Sci. 2025 Sep;11(5):e70562. doi: 10.1002/vms3.70562. PMID: 40792583; PMCID: PMC12340702.
6. Tuğba Özer, Celal Caner, Esra Altıntığ and Hüseyin Altundağ. Determination of some heavy metal deposits in gluten-free foods in Turkish market with ICP-OES, ACG Publications http://www.acgpubs.org/journal/journal-of-chemical-metrology July-December 2022 EISSN:1307-6183. DOI: http://doi.org/10.25135/jcm.74.2209.2678. December 17. 2022.
7. Joseph, I., & David, B. C. (2024). Investigation of Heavy Metal Contamination in Bread Baked and Sold in Makurdi Metropolis, Benue State Nigeria. Asian Journal of Science, Technology, Engineering, and Art, 2(1), 109-128. https://doi.org/10.58578/ajstea.v2i1.2661.
8. Wang, J. (2022). Analytical Electrochemistry, 4th ed. Wiley.
9. Bard, A. J., Faulkner, L. R. (2001). Electrochemical Methods: Fundamentals and Applications.
10. GOST 26929-94.
11. GOST 31262 2004.
12. Xabibullaev, B. (2020). “Voltammetric Determination of Lead in Flour Products”, Uzbek Chemical Journal, No.4, pp. 39–44.
13. "Санитарным правилам и нормам СанПиН 2.3.2.1078-01", Источник: https://mantikor.ru/blog/faq/kolicestvo-metalloprimesei-v-muke-normativy-i-predelnye-znaceniya.
14. Karimov, R., Tursunova, M. (2023). “Investigation of Heavy Metals in Uzbek Bakery Products”, Journal of Analytical Chemistry of Central Asia, Vol.7(1), pp. 55–62.
15. Wahab M.E., Jamil D.M. Determination of some heavy metals in different wheat flour brands in Sulaimani, Kurdistan Region –Iraq. Czech Journal of Food Sciences DO - 10.17221/85/2023-CJFS /2023.
16. Ran J, Wang D, Wang C, Zhang G, Zhang H. Heavy metal contents, distribution, and prediction in a regional soil-wheat system. Sci Total Environ. 2016 Feb 15;544:422-31. doi: 10.1016/j.scitotenv.2015.11.105. Epub 2015 Dec 4. PMID: 26657387.

ISSN 3030-3907

DELPHINIUM TURKUMI O‘SIMLIKLARIDAN AJRATIB OLINGAN C_{18}-BISNORDITERPEN ALKALOIDLAR VA ULARNING SINFLANISHI

Axunova Xilola Ibroximovna

O‘zRFA Botanika instituti, Toshkent, O‘zbekiston, k.f.f.d. (PhD).

E-mail: ahunova.hilola@yandex.ru.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqot ishida, Ranunculaceae oilasiga mansub *Delphinium* turkumidan ajratib olingan C_{18}-bisnorditerpen alkaloidlarning sinflanishi, kimyoviy tuzilishi va ba’zi fizik-kimyoviy kattaliklari tahlil qilingan, hamda har bir birikma, u qaysi turdan ajratilganligi haqidagi ma’lumotlar bilan birgalikda jadvalda keltirilgan. *Delphinium* o‘simligi xalq tabobatida va an’anaviy tibbiyotda turli kasalliklarni davolovchi sifatida keng qo‘llanilib, uning dorivorlik xususiyati diterpen alkaloidlariga boy tarkibiga asoslanadi. Tadqiqot, ushbu o‘simlikning C_{18}-diterpen alkaloidlari va potentsial tibbiy ahamiyatini yoritishga qaratilgan.

Kalit so‘zlar: Ranunculaceae, *Delphinium*, diterpen alkaloidlar, C_{18}-bisnorditerpen alkaloidlar, Akonozin, Leykonin, Lappakonin, Ranakonitin kichik tiplari.

Аннотация: В данной исследовательской работе проанализированы классификация, химическая структура и некоторые физико-химические параметры C_{18}-биснордитерпеновых алкалоидов, выделенных из рода *Delphinium* семейства Ranunculaceae. Каждое соединение представлено в таблице вместе с информацией о виде, из которого оно было выделено. Растения рода *Delphinium* широко используются в народной и традиционной медицине для лечения различных заболеваний, и их лечебные свойства обусловлены богатым содержанием дитерпеновых алкалоидов. Исследование направлено на изучение C_{18}-дитерпеновых алкалоидов данного растения и его потенциального медицинского значения.

Ключевые слова: Ranunculaceae, *Delphinium*, дитерпеновые алкалоиды, C_{18}-биснордитерпеновых алкалоиды, подтипы Аконозин, Лейконин, Лаппаконин, Ранаконитин.

Annotation: This study analyzes the classification, chemical structure, and certain physicochemical properties of C_{18}-bisnorditerpenoid alkaloids isolated from species of the *Delphinium* genus, which belongs to the Ranunculaceae family. Each compound is presented in a table along with information about the specific plant species from which it was isolated. *Delphinium* plants are widely used in folk and traditional medicine for the treatment of various diseases, and their medicinal properties are largely attributed to their rich content of biologically active diterpenoid alkaloids. This research aims to highlight the C_{18}-diterpenoid alkaloids of this plant and their potential medical significance.

ISSN 3030-3907

Keywords: Ranunculaceae, *Delphinium*, diterpenoid alkaloids, C_{18}-bisnorditerpenoid alkaloids, Aconozine, Leuconine, Lappaconitine, Ranaconitine subtypes.

Kirish

Ranunculaceae (Ayiqtovondoshlar) oilasiga mansub *Aconitum* va *Delphinium* turkum o‘simliklari o‘ziga xos diterpen alkaloid (DA) birikmalari bilan mashhurdir. *Delphinium* turkumiga oid nashr etilgan maqolalarning aksariyati DA birikmalariga bag‘ishlangan. Ularda DA lar birinchi marta tarkibida eng ko‘p bo‘lgan *Aconitum* va *Delphinium* o‘simliklaridan ajratilganligi ko‘rsatilgan. So‘nggi qirq yil ichida *Delphinium*ning ko‘plab turlaridan ko‘p sonli biologik faol va murakkab tuzulishli DA lar ajratilgan [1, 2]. Vang guruhi 28 ta C_{18}- va C_{19}-diterpenoid alkaloidlarning og‘riq qoldiruvchi faolligi bo‘yicha o‘z tadqiqot natijalarini e’lon qildi [3]. DA larning tuzilishi A halqasida uchinchi darajali amin, C-8 da asetoksi yoki etoksi guruhi, C-14 da aromatik guruh va D halqasining to‘yinganlik holati ularning og‘riq qoldiruvchi faoliyati uchun zarur bo‘lgan strukturaviy xususiyatlari borligi aniqlangan. Akonitin, 3-asetillakonitin va gipakonitin doimiy depolarizatsiya orqali neyronlarning o‘tkazuvchanligiga qarshilik qiladi, lappakonitin esa Na^+ kanallarini to‘siq paydo qilishi mumkin. Ilgari kalamushlarda sirka kislotasi qo‘zg‘atuvchi burilish modeli sifatida baholangan. Keyingi tadqiqotlarda esa 12 ta diterpenoid alkaloidlarning birinchi navbatda periferik va ikkinchi darajali markaziy og‘riq qoldiruvchi ta’siriga ega ekanligini tasdiqlangan [4].

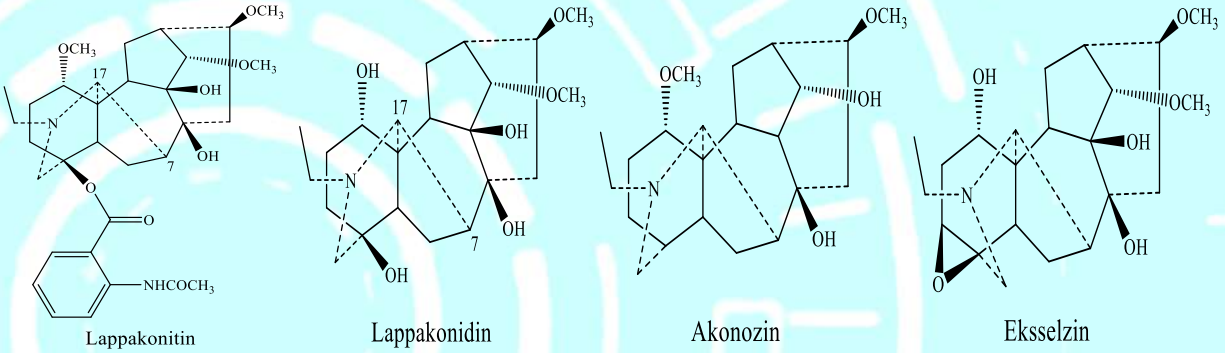
ADABIYOTLAR TAHLILI

Delphinium L. – asosan Shimoliy yarim sharda, shuningdek, ba’zi turlari tropik Afrikaning baland tog‘larida uchraydi. “SSSR florasi” va “O‘zbekiston florasi” da *Delphinium* turkum o‘simliklarini bir yillik va ko‘p yillik turlarga ajratilgan bo‘lib, bir yillik vakillari qadimda *Consolida* turkumi, ko‘p yillik vakillari esa *Delphinium* turkumi deb yuritilgan. Oxirgi tadqiqotlar bularni bitta turkum ya’ni *Delphinium* L. turkumiga mansubligini ko‘rsatib berdi [5].

Diterpenoid alkaloidlar uchta asosiy toifaga bo‘linadi: ularning tuzilishini tashkil etuvchi uglerod atomlari soniga ko‘ra C_{18}-, C_{19}- va C_{20}-DA lar, ularni keyinchalik bir necha o‘nlab kichik tiplarga bo‘lib o‘rganilgan. C_{18}-diterpen alkaloidlar "Bisnorditerpenoid alkaloidlar" (BNDA) deb ham ataladi. Bu guruh vakillarining asosiy zanjiri 18 ta uglerod atomidan tashkil topgan bo‘lib, ular DA larning kichik guruhidir. Birinchi marta 1922-1958 yillarda *Aconitum septentrionale, A. orientale* va *A. excelsum* o‘simliklaridan BNDA ning dastlapki vakili lappakonitin ajratib olingan. Lappakonitindan so‘ng uchta muhim lappakonidin, akonozin, eksselzin C_{18}-DA lari ajratildi va aniqlandi. Ushbu

ISSN 3030-3907

alkaloidlar so‘nggi 40 yil ichida C_{18}-DA larining keyingi rivojlanishi uchun asos bo‘lib xizmat qildi [6,7] (1-rasm).



1-Rasm. *Aconitum* turkumidan ajratib olingan dastlabki C_{18}-DA lar.

Lappakonitin, tizimli ravishda uzoq vaqt davomida C_{19}-DA larga tegishli birikma sifatida tasniflangan. Biroq, 1983-yilda F.P. Wang va Q.S. Fang ushbu alkaloidlar uchun “C_{18}-diterpen alkaloidlar” atamasidan foydalanishni taklif qildilar [6]. Keyinchalik F. P. Wang va X. T. Liang tomonlaridan ‘‘C_{18}-’’ ‘‘C_{19}-’’ va ‘‘C_{20}-diterpenoid alkaloidlari’’ asl atamalarini tiklashni taklif qilishdi [8].

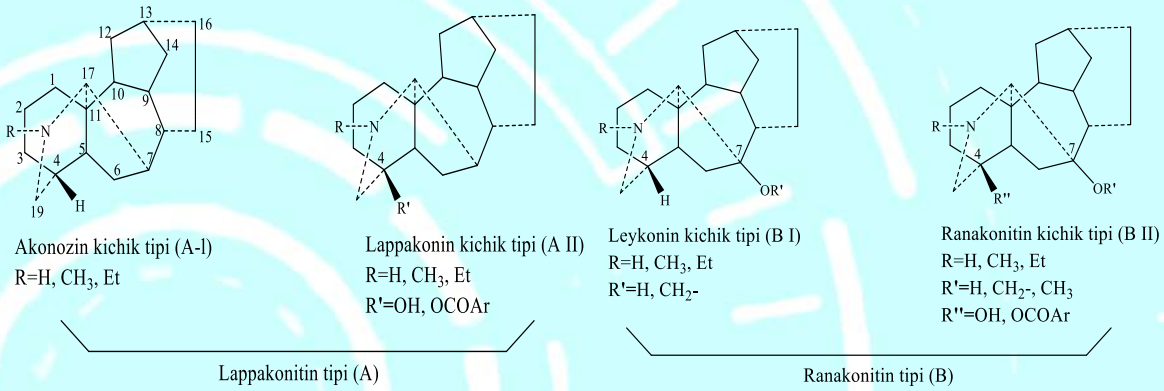
TADQIQOT METODOLOGIYASI

Tadqiqot materiali sifatida *Delphinium* turkumiga mansub turli o‘simliklar tahlil qilindi. Tahlil davomida turkum o‘simliklaridan ajratib olingan C_{18}-diterpen alkaloidlarning kimyoviy tuzilishi, qaysi turdan ajratilganligi, brutto formulasi va suyuqlanish harorati kabi ko‘rsatkichlar keltirilgan jadval asosida tavsiflandi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Aniqlangan DA lar ichida C_{18}-DA lar son jihatidan C_{19}- va C_{20}-DA larga nisbatan kam sonli bo‘lsada kimyoviy tuzilishi va tarqalishini sinchkovlik bilan tahlil qilish orqali ularni C_{19}-DA ga nisbatan quyidagi o‘ziga xos xususiyatlari aniqlandi: C_{18}-DA da C-18 uglerod atomi (UA) yo‘qligi va ularning C-4 sohasida metin yoki kislorodli to‘rtlamchi uglerod mavjudligi bilan ajralib turadi. C_{18}-DA C-7 UA da kislorodni o‘z ichiga olgan funksional guruh biriktirilganligiga qarab ikkita tipga bo‘linadi, xususan: C-7 UA da kislorodli funksionallikka ega bo‘lmagan Lappakonitin (A) **(1-3)** tipidagi birikmalar va C-7 UA da kislorodli funksional guruhga ega bo‘lgan Ranakonitin (B) **(4-14)** tipidagi birikmalarga ajratildi [7, 9]. Aniqlangan bu tiplar o‘z navbatida yana ikkita kichik tiplarga ajratilgan: Akonozin (A I) va Lappakonin (A II) kichik tiplari (**1-3**); Leykonin (B I) (**4-9**) va Ranakonitin (B II) (**10-14**) kichik tiplari [10, 11, 12,13]. Kichik tiplarning bunday nomlanishi tegishli kichik tip ichida topilgan birinchi alkaloid nomi bilan belgilangan. Akonozin (A I) va Leykonin (B I) kichik tiplari C-4 uglerod atomida funksianal guruhlarning yo‘qligi bilan, Lappakonin (A II) va Ranakonitin (B II) kichik tiplari esa C-4 to‘rtlamchi uglerod atomiga kislorodli funksional guruhga egaligi bilan tasniflanadi (2-rasm).

ISSN 3030-3907

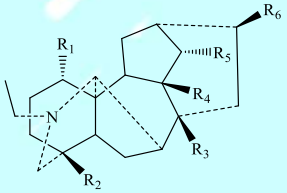
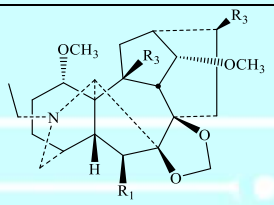


2-Rasm. C_{18}-diterpenoid alkaloidlarning sinflanishi

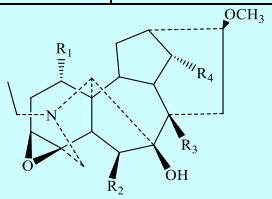
So‘ngi qirq yil ichida *Delphinium* o‘simliklaridan jami 23 ta yangi C_{18}-DAlar ajratilgan (**1-14**), ularning nomlanishi, tuzilishi, o‘simlik manbalari va fizik-kimyoviy kattaliklari 1-jadvalda keltirilgan [6].

1-Jadval

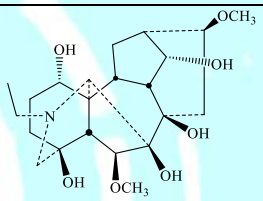
***Delphinium* turkumi o‘simliklaridan ajratilgan C_{18}-bisnorditerpenoid alkaloidlar**

№	Alkaloid nomi va ayrim fizik-kimyoviy kattaliklari	Tuzilishi	Manbasi	Adabiyotlar
Lappakonitin tipiga xos alkaloidlar				
Lappakonin kichik tipi				
1	Lappakonitin $C_{32}H_{44}N_2O_8$; S.h.=224-227°C	R_1=R_5=R_6=OCH_3 R_3=R_4=OH R_2=$OCOC_6H_4$-2-NH-Ac	*D. cashmirianum*	[1]
2	N-Deasetillappakonitin $C_{30}H_{42}N_2O_7$; S.h.=120-121°C	R_1=R_5=R_6=OCH_3 R_3=R_4=OH R_2=$OCOC_6H_4$-2-NH_2	*D. cashmirianum*	[1]
3	Neofinakonitin (Delfikrispulin) $C_{30}H_{42}N_2O_6$, $[\alpha]_D$=+23.8° (x)	R_1=R_5=R_6=OCH_3 R_2=$OCOC_6H_4$-2-NH_2, R_3=OH; R_4=H	*D. crispulum*	[9]
Ranakonitin tipiga xos alkaloidlar				
Leykonin kichik tipi				

ISSN 3030-3907

4	Antrissifolsin A $C_{26}H_{39}NO_7$ S.h.=135-137°C $[\alpha]_D$ -12.2 (Xl)	R_1=OAc, R_3= OCH_3	*D. anthriscifoliu m* var. *savatieri*	[10]
5	Antrissifolsin G $C_{25}H_{37}NO_7$ S.h.=136-138°C $[\alpha]_D$ -56.7 (Xl)	R_1=OAc, R_3= OH	*D. anthriscifoliu m* var. *savatieri*	[10]
6	Antrissifolsin E $C_{24}H_{37}NO_7$ S.h.=150-152°C	R_1=OH, R_2=OH, R_3=OCH_3	*D. anthriscifoliu m* var. *savatieri*	[10]
7	Antrissifolsin D $C_{26}H_{39}NO_8$ S.h.=185-187°C	R_1=OAc, R_2=OH, R_3=OCH_3	*D. anthriscifoliu m* var. *savatieri*	[10]
8	Antriskifoldin F $C_{25}H_{37}NO_8$amorf $[\alpha]_D$= -27.8° (Xl)	R_1=R_4=OCH_3, R_2=OAc, R_3=R_5=OH	*D. anthriscifoliu m* *var. savatieri*	[10]
9	Antriskifoldin G, $C_{25}H_{37}NO_7$, amorf $[\alpha]_D$= -56.7° (Xl)	R_1=R_4=OCH_3, R_2=OAc, R_3=H, R_5=OH	*D. anthriscifoliu m* *var. savatieri*	[10]
Ranakonitin kichik tipi				
10	Delboksin	R_1= OH, R_2=R_3=R_4= OCH3	*D. bonvalotii*	[1]
11	14-Demetiltuguakonitin $C_{22}H_{33}NO_7$ S.h. 208-210°C (a-ef) $[\alpha]_D$=+59.5° (Xl)	R_1=R_3=R_4=OH, R2=OCH3	*D. stapeliosum*	[11]
12	Tuguakonitin $C_{23}H_{44}NO_7$	R_1=R_3=OH, R_2=R_4=OCH_3	*D. stapeliosum*	[11] [12]

ISSN 3030-3907

13	Tiantaishanzin $C_{22}H_{34}NO_7$ S.h. 94-96°C $[\alpha]_D$=+35.4° (Xl)	R_1=OCH3, R_2=R_3=R_4=OH	*D. tiantaishanense*	[13]
14	Delbin $C_{22}H_{35}NO_7$ S.h. 116-118°C $[\alpha]_D$ +53.3 (Xl)		*D. bonvalotii*	[1]

Izoh: S.h.-moddaning suyuqlanish harorati; Xl-xloroform.

XULOSA

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, *Delphinium* turkumiga mansub o‘simliklar tarkibida aniqlangan C_{18}-bisnorditerpenoid alkaloidlar kimyoviy tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari va biologik faolligi jihatidan yuqori ahamiyatga ega birikmalardir. Ushbu alkaloidlar struktura jihatdan murakkab, xilma-xil funktsional guruhlarga ega bo‘lib, ularning farmakologik ta’sirini shakllantiruvchi omillar sifatida maydonga chiqadi. Shuningdek, har bir birikmaning manba o‘simlik turini aniqlash va ularni tasniflash kelgusidagi fitokimyoviy izlanishlar, standartlashtirilgan ekstraktlar tayyorlash hamda biologik faol moddalarga asoslangan yangi farmatsevtik preparatlar yaratishda muhim rol o‘ynashi mumkin. Shu bois, C_{18}-bisnorditerpen alkaloidlarni chuqurroq o‘rganish, ularning sintetik analoglarini yaratish va biologik faolligini keng ko‘lamda baholash istiqbolli ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

Ushbu tadqiqot O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Botanika instituti tomonidan 2025–2029 yillar davomida amalga oshirilayotgan “Raqamli tabiat: Markaziy O‘zbekiston florasi uchun raqamli platformani ishlab chiqish” (PFI-5) davlat dasturi doirasida qo‘llab-quvvatlangan

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Yin T.P., Cai L., Ding Z.T. An overview of the chemical constituents from the genus *Delphinium* reported in the last four decades // RSC Advances. -2020. –V.10. –P.13669-13686.

2. Yin T.P., Hu X.F., Mei R.F., Shu Y., Gan D., Cai L., Ding Z.T. Four new diterpenoid alkaloids with anti-inflammatory activities from *Aconitum taronense* Fletcher et Lauener //Phytochemistry letters. – 2018. – T. 25. – C. 152-155.

3. Wang J.L., Shen X.L., Chen Q.H., Qi G., Wang W., Wang F.P. Stucture Analgesic Activity Relationship Studies on the C_{18}- and C_{19}-Diterpenoid Alkaloids // Chemical and Pharmaceutical Bulletin. -2009. –V.57(8). –P. 801-807.

4. Bello-Ramirez A.M., Buendia-Orozco J., Nava-Ocampo A.A. A QSAR analysis to explain the analgesic properties of *Aconitium* alkaloids // Fundamental & Clinical Pharmacology. -2003. –V.17. –P. 575-580.

ISSN 3030-3907

5. Щеголева Н.В., Сенников А.Н. (ред.). Флора Узбекистана, Издательство // «Маънавият», Ташкент. – 2023. Т. 6. P. 24-51.
6. Wang F.P., Chen Q.H., and Liang X. T, in “The Alkaloids” (G. A. Cordell, ed.) Elsevier Science, New York // - 2009.- vol. 67.- pp. 1—78.
7. Yin T.P., Cai L., Ding Z.T. An overview of the chemical constituents from the genus *Delphinium* reported in the last four decades // RSC Advances. -2020. –V.10. –P.13669-13686.
8. Wang F. P. and Liang X. T. ‘‘The Alkaloids, Chemistry and Biology’’ C_{20}-Diterpenoid alkaloids // Elsevier Science, Amsterdam, 2002. vol. 59, pp. 1–280.
9. Ulubelen A., Mericli A.H., Mericli F., Kolak U., Ilarslan R., Voelter W. Diterpenoid alkaloids from *Delphinium crispulum* // Phytochemistry. -1999. –vol. 50. –pp.513-516.
10. Song L., Liang X.X., Chen D.L., Jian X.X., Wang F.P. New C_{18}-diterpenoid alkaloids from *Delphinium anthriscifolium* var. *savatieri* // Chem. Pharm. Bull. -2007. –V.55(6). –P.918-921.
11. Shrestha P.M., Katz A. Norditerpenoid alkaloids from the roots of *Delphinium stapeliosum* // J. Nat. Prod. -2000. V.63. P. 2-5.
12. Zhou X.L., Chen Q.H., Wang F.P. New C_{19}-Diterpenoid alkaloids from *Delphinium graldii* // Chem.Pharm.Bull. -2004. V.52(4). P. 456-458.
13. Chen D.L., Jian X.X., Wang F.P. New diterpenoid alkaloids from the roots of *Delphinium tiantaishanense* // Molecules. -2007. V.12. P. 353-360.

ISSN 3030-3907

LAZER FIZIKASI BO‘LIMINI INTERFAOL METODLAR ASOSIDA O‘QITISH METODIKASI

M.R.Turdiyev

Buxoro davlat texnika universiteti,p.f.f.d.(PhD),dotsent

E-mail: m_r_turdiyev@rambler.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada tibbiyot oliy o‘quv yurtida lazer tibbiyoti bo‘yicha mutaxassislarni tayyorlash bo‘yicha o‘quv jarayonining interfaol metodlar asosida o‘qitish amaliyotiga joriy etish, talabalar bilimining fundamental mohiyatini amalga oshirishdan iborat.

Kalit so‘zlar. lazer fizikasi, didaktik tamoyillar, o‘quv mashg‘ulotlari, didaktika, o‘quv faolyati, ta’lim modeli, aqliy faolyat, konstruktiv.

Аннотация. В данной статье рассматривается внедрение в практику обучения на основе интерактивных методов учебного процесса подготовки специалистов по лазерной медицине в медицинском высшем учебном заведении, реализация фундаментальной сущности знаний студентов.

Ключевые слова: лазерная физика, дидактические принципы, образовательная деятельность, дидактика, образовательная деятельность, образовательная модель, мыслительная деятельность, конструктив.

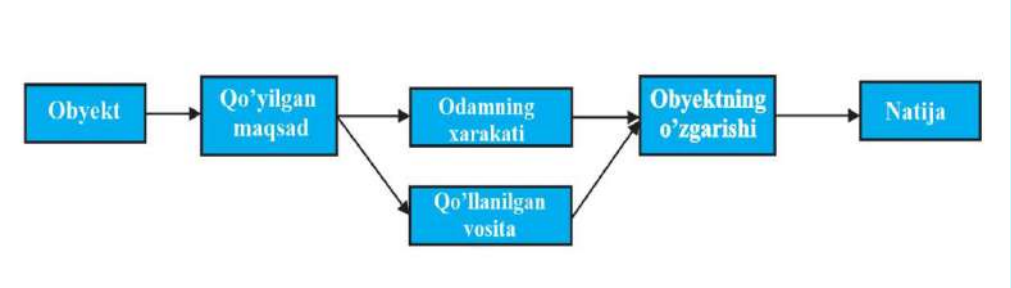
Annotation. In this article, the introduction of the educational process for training specialists in Laser Medicine at a medical higher educational institution on the basis of interactive methods into teaching practice, the implementation of the fundamental essence of student knowledge.

Keywords: laser physics, didactic principles, educational activity, didactics, educational activity, educational model, mental activity, constructive.

Kirish

Metod grekcha so‘z bo‘lib, tadqiqot yo‘li, maqsadga erishish yo‘li degan ma’noga ega. U tadqiqotga tegishli maqsadni ko‘zlab, ma’lum harakat tufayli amalga oshirilganidan, uning mazmunini – qo‘yilgan maqsadga intilgan odamning harakatlari tizimi qatori qarash mumkin. Odamning harakati, aniq maqsad bilan, qandaydir ob’ektga qaratilgan tegishli vositalar yordamida olib boriladi. Natijada, obyekt tegishli o‘zgarishga duchor bo‘lib, kerakli natija kelib chiqadi. Agar natija qo‘yilgan maqsadga to‘g‘ri kelsa, unda qo‘llanilgan metodning to‘g‘ri ekanligi tasdiqlanadi. Demak, metod tushunchasining tuzilish modelini quyidagicha ko‘rsatish mumkin: 1. Qo‘yilgan maqsad. 2. Qo‘yilgan maqsadga eltuvchi harakat. 3. Harakatga kerak bo‘luvchi vositalar. 4. Bajarilgan harakat tufayli ob’ektning o‘zgarishi. 5. Natija yoki qo‘yilgan maqsadga erishish. Bularning ketma-ketligi 1–rasmda ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



1– rasm. Metod tushunchasining tuzilish modeli.

O‘qitish jarayonida o‘zgarishga duchor bo‘luvchi ob’yekt – bu talaba. Ularning har biri o‘zining fe’l-atvoriga, hohishiga, dunyoqarashiga, qobilyatiga, ishonchiga va boshqa xususiyatlarga ega.

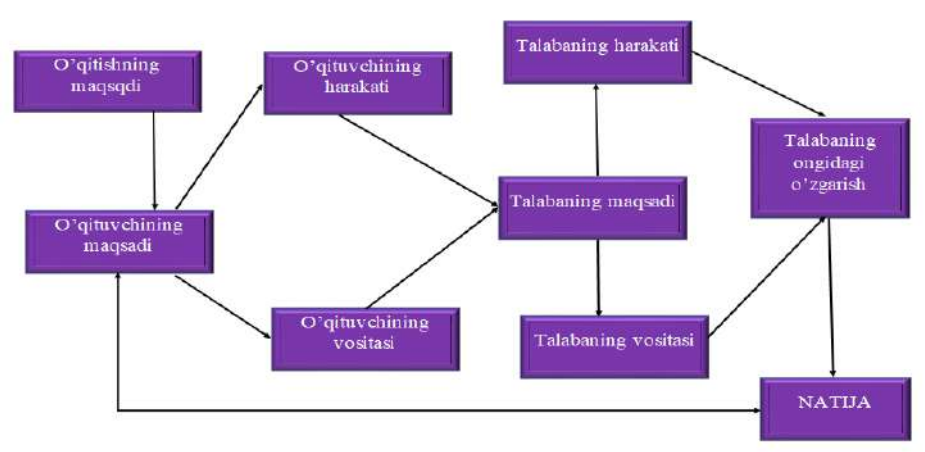
O‘qitish jarayonida bu xususiyatlar o‘qitishning maqsadiga ko‘ra o‘zgaradi. Amaliyotda, o‘quvchi yoki talabaning o‘qishga ko‘ngli yo‘q, o‘qishni hohlamaydi, agar to‘g‘ri yo‘l ko‘rsatilsa, yaxshi o‘qib ketish imkoniyati bor degan so‘zlarni ko‘p eshitamiz. Buning sababi nimada? - degan savol tug‘iladi. Bizning fikrimizcha, buning sababi, o‘qituvchi bolaning maqsadini o‘zining maqsadi bilan uyg‘unlashtira olmaganida. Albatta, o‘qituvchining maqsadi o‘qitishning maqsadiga mos kelishi kerak. Shuning uchun, o‘qitish metodining xususiyati, o‘qituvchining maqsadi bilan talabaning maqsadini mos kelishini taqozo qiladi. Masalan, o‘qituvchining maqsadi talabaga elektr dvigatelining tuzilishi va ishlash printsipini tushuntirish bo‘lsa, talabaning maqsadi o‘qituvchi aytganlarini qunt bilan o‘qish va bayon qilingan materialni to‘g‘ri tushunish bo‘lib hisoblanadi.

Demak, agar o‘qitish jarayonida o‘qituvchining maqsadi talabaning maqsadiga mos kelmasa, ikkalasini bir-biri bilan uyg‘unlashtirish kerak, buni o‘qituvchi amalga oshirishi zarur. Bu aytilganlardan kelib chiqib, o‘qitish metodining modelini 2 – rasmdagi ketma-ketlikda qarash mumkin.

1. O‘qituvchining maqsadi. Bu o‘qitishning maqsadi bilan mos keladi.
2. Kerakli vositalarni qo‘llash bilan qilinadigan o‘qituvchining harakati.
3. O‘qituvchining harakati ta’sirida paydo bo‘lgan talabaning maqsadi.
4. Kerakli vositalarni qo‘llash bilan qilingan talabaning harakati. Bu harakat o‘qituvchining rahbarligi va ko‘rsatmasi bo‘yicha ishga oshirilishi kerak.
5. O‘qituvchining va o‘zining harakatlari tufayli talabaning ongi va bilimining o‘zgarishi
6. Maqsadga erishish va o‘qitishning natijasi.

Agar o‘qitishning natijasi o‘qituvchining qo‘ygan maqsadi bilan mos kelsa, unda tutgan yo‘l to‘g‘ri tanlangan bo‘ladi.

ISSN 3030-3907



2 – rasm. O‘qitish metodining modeli.

Mos kelmagan holda yoki metod yoki bu metodni amalga oshirish uchun qo‘llangan vositalar noto‘g‘ri tanlangan degan xulosa chiqarish mumkin.

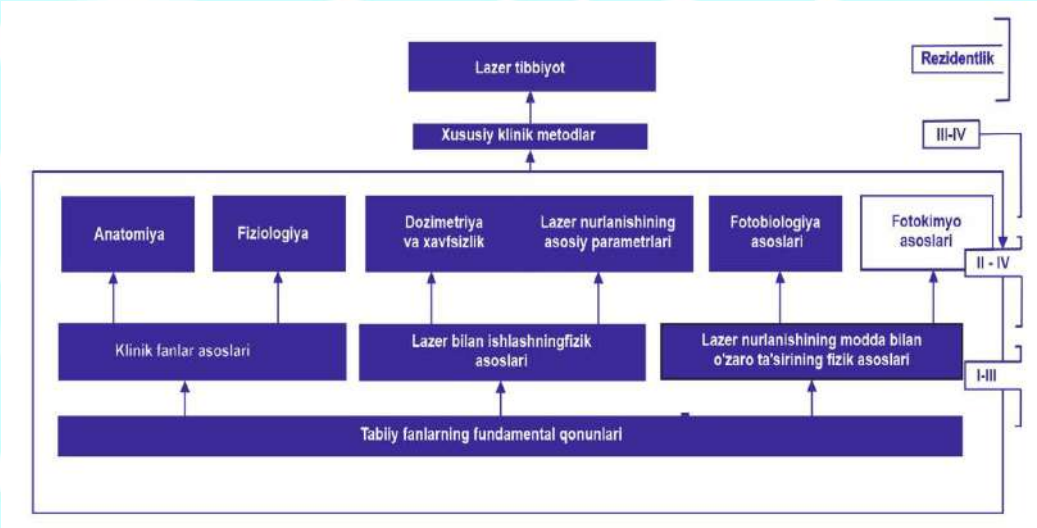
Tibbiyotda lazerlardan foydalanish bo‘yicha talabalar tayyorlash metodologiyasini ishlab chiqish uchun quyidagi qoida asos bo‘ladi: Tibbiyot OTMda o‘qishning butun davri davomida talabalarni tibbiyotda lazerlardan foydalanish bo‘yicha maqsadli, tizimli ravishda uzluksiz o‘qitish, sezilarli darajada o‘qitish samaradorligi, kadrlar tayyorlash sifatini oshiradi, keyingi mustaqil kasbiy faoliyat uchun zarur bo‘lgan bilimlarning chuqurligini ta’minlaydi, pirovardda, fundamental tabiiy tafakkuri shakllanishiga yordam beradi.

O‘qish muddatini ko‘paytirmasdan, chuqur kasbiy bilimga ega bo‘lgan lazer fizikasi bo‘limi bo‘yicha talabalarni o‘qitish uchun tibbiyot OTMda o‘qishning butun davri davomida amalga oshirilishi kerak. Kasbiy bilimlarni shakllantirish va mustahkamlash jarayoni uzoq davom etadi va bir necha bosqichda amalga oshirilishi kerak. Birinchi kursdan boshlab lazer fizikasi asoslarini o‘rganish va elektromagnit nurlanishning tibbiy va biologik fizika kursidagi tibbiy-biologik ob’ektlar bilan o‘zaro ta’sirining fizik asoslarini o‘rganish bo‘yicha darslarda lazer tizimlarini klinik amaliyotda qo‘llashning maxsus masalalarini chuqur va kengaytirilgan o‘rganish uchun poydevor qo‘yish kerak. Ushbu darslar asta-sekin metodik ko‘nikmalarni rivojlantirib, intellektual va amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishga hissa qo‘shishi kerak. Bunday ta’lim, o‘zining mustaqil qiymatidan tashqari, yuqori kurslarda va malaka oshirish kurslarida samarali o‘qitishning zaruriy sharti bo‘lib xizmat qiladi (3-rasm).

Tabiiyki, bunda talabalarni o‘qitish uchun fizikaviy bilimlarning muayyan to‘plami talab qilinadi, chunki lazer fizikasi va lazer nurlanishining modda bilan o‘zaro ta’sirining fizik asoslari kabi fizikaning bunday bo‘limlari, umuman, ilm-fan haqidagi g‘oyalardan farqli ravishda o‘rganilmaydi. Tibbiyotda lazerlardan foydalanish bo‘yicha talabalarni o‘qitish elektromagnit nurlanish nazariyasi, moddaning strukturasining kvant nazariyasi va elektromagnit nurlanishning modda bilan o‘zaro ta’siri, fotokimyo va fotobiologiya elementlari bilan tanishish bo‘yicha

ISSN 3030-3907

nazariy va amaliy bilimlarni chuqurlashtirish va anglamasdan o‘rganish mumkin emas.



3.-rasm. Lazer fizikasi bo‘limini tibbiyotda o‘qitish sxemasi.

Kasbiy zarur nazariy va amaliy bilimlarni shakllantirish, ma’ruza, seminar, laboratoriya va mustaqil mashg‘ulotlar, klinik tayyorgarlik jarayonida amalga oshiriladigan chuqurlashtiruvchi tsiklni, “yangi jarrohlik va tibbiy texnologiyalar” maxsus kursini, samarali kurslarni va mustaqil ishlarni o‘z ichiga olgan turkumini yaratishni o‘z ichiga oladi.

Lazer fizikasi bo‘limini talabalarga o‘qitish samaradorligini oshirish, sifatni yaxshilash va kerakli bilimlarni chuqurlashtirishga erishish, birinchi navbatda, metodologik jihatdan asoslangan uzluksiz ta’lim tizimi tomonidan ta’minlanadi. Shu bilan birga, ta’lim poydevorini ta’minlashning ajralmas sharti bo‘lgan bilimlar chuqurligiga erishish fizika kursining juda cheklangan doirasi bo‘yicha amalga oshiriladi. Shu bois murakkablik va vaqt nuqtai nazaridan muammoni hal qilishga imkon beradigan fizik hodisalarni va eksperimental asosni tanlashni bilish, ayniqsa, muhim.

ADABIYOTLAR

1. Sodiqova Sh.M., Qurbonov M. Fizika ma`ruzalarida innovatsion texnologiyalaridan foydalanish metodikasi // O‘zMU xabarlari. – Toshkent. -2016. – № 2 / 2. –B.125–131.

2. Q.T.Olimov va boshqalar. Mutaxassislik fanlarini o‘qitish metodikasi. O‘quv qo‘llanma. Toshkent, “Fan” – 2009. 172 b.

3. E.X.Bozorov, M.R.Turdiev. Osnovы meditsinskoy lazernoy fiziki. Uchebnoe posobie. ISBN 978-9943-7699-1-5. Buxara,2022. Izdatelstvo «Durdona».

4. Protsenko N. E. Podgotovka spetsialistov po ispolzovaniyu lazerov v meditsine v meditsinskix vuzax: dissertatsiya kandidata pedagogicheskix nauk : 13.00.02; Sankt Peterburg,1999.

ISSN 3030-3907

5. Qurbonov M., Sodiqova Sh.M., Begmatova D. Fizikani o‘qitishda Keys-stadi texnologiyasidan foydalanish // Ta’lim muammolari.– Toshkent, 2014. – №4. – B. 40–43.
6. Mirzaxmedov B., G‘ofurov N., Ibragimov B., Sagatova G.Fizika o‘qitish metodikasi .-T.: O‘qituvchi, 2002.
7. Maxmudov Yu.G‘.,Maxmudova S.Yu. Optika qonunlarini lazer yordamida o‘rganish. Metodik qo‘llanma.-Toshkent: “Fan” nashriyoti, 2002.-42 bet.
8. Turdiyev M.R. Tibbiyot oliy ta’limida lazer fizikasi bo‘limini o‘qitish jarayonini pedagogik texnologiyalar asosida tashkil etish// Fizika, matematika *va* informatika. –Toshkent. -2022.- 3-son.-B.151-156.

ISSN 3030-3907

ARALASH KOAGULYANTLARINING OQOVA SUV TARKIBIDAGI MUALLAQ ZARRACHALAR MIQDORI VA RANGDORLIKNI KAMAYTIRISH SAMARADORLIGINI BAHOLASH

Shirinov G‘ayratjon Qodirjonovich
Buxoro davlat universiteti Kimyo va neft-gaz texnologiyalari kafedrasi dotsenti,
E-mail: g‘.q.shirinov@buxdu.uz
Nazarov Sayfulla Ibodulloyevich
Buxoro davlat universiteti “Kimyo va neft-gaz texnologiyalari” kafedrasi professori,
E-mail:s.i.nazarov@buxdu.uz.

Annotatsiya: Ushbu tadqiqotda turli koagulyantlarning, ayniqsa polialyuminiy xlorid (PAX) va politemir(III) xlorid (PTX) aralashmasining suvni tozalashdagi samaradorligi o‘rganildi. Asosiy e’tibor suvdagi muallaq zarrachalar va rangdorlikni kamaytirishga qaratildi. Tajribalarda har bir koagulyant 90 mg/l miqdorida qo‘llanib, cho‘kma hosil bo‘lish tezligi va koagulyatsiyadan keyingi suvning qoldiq rangdorligi tahlil qilindi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, PAX va PTX ni aralashtirib qo‘llash alohida ishlatishdan ko‘ra samaraliroq bo‘lib, cho‘kma tezroq hosil bo‘ldi va to‘liq cho‘kish uchun kerak bo‘lgan vaqt sezilarli darajada qisqardi. Bundan tashqari, fotometrik tahlillar suvdagi rangdorlik darajasining ancha kamayganini ko‘rsatdi. Bu esa, PAX/PTX aralashmasi suvni optik jihatdan ham yaxshiroq tozalashga qodir ekanligini tasdiqlaydi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari shuni anglatadiki, an’anaviy alyuminiy sulfat o‘rniga PAX va PTX aralashmasidan foydalanish suvni oqartirishda yanada samarali bo‘lishi mumkin. Ushbu yondashuv sanoat korxonalarining chiqindi suvlarini tozalash jarayonlarida amaliy qo‘llanilishi uchun istiqbolli yechim hisoblanadi.

Kalit so‘zlar: koagulyatsiya, polialyuminiy xlorid (PAX), politemir(III) xlorid (PTX), aralash koagulyant, cho‘kma tezligi, suvning rangdorligi, fotometrik usul, oqova suvlarni tozalash.

Annotation: this study investigated the effectiveness of various coagulants, particularly a mixture of polyaluminium chloride (PAX) and polytemir(III) chloride (PTX), in water purification. The main focus was on reducing suspended particles and coloration in the water. In experiments, each coagulant was applied at a rate of 90 mg/l to analyze the rate of sediment formation and the residual colouration of the water after coagulation. The results obtained showed that mixing PAX and PTX was more effective than using it separately, resulting in a faster deposition, and the time needed to fully sink was significantly reduced. In addition, photometric analysis has shown a much reduced level of colorfulness in the water. This confirms that the PAX/PTX mixture is able to purify water even better optically. In general, the results of the study suggest that using a mixture of PAX

ISSN 3030-3907

and PTX instead of conventional aluminum sulfate can be more effective at bleaching water. This approach is a promising solution for practical application in wastewater treatment processes of industrial enterprises.

Keywords: coagulation, polyaluminium chloride (PAX), polytemir(III) chloride (PTX), mixed coagulant, deposition rate, water colouration, photometric method, effluent treatment.

Аннотация: В этом исследовании изучалась эффективность различных коагулянтов, особенно смеси хлорида полиалюминия (PAX) и хлорида политемира(III) (PTX) при очистке воды. Основное внимание уделялось уменьшению взвешенных частиц и цвета в воде. В экспериментах каждый коагулянт вводили в количестве 90 мг/л, анализируя скорость осаждения и остаточную окраску воды после коагуляции. Результаты показали, что смешанное нанесение PAX и PTX было более эффективным, чем использование по отдельности, что привело к более быстрому образованию осадка и значительно сокращению времени, необходимого для полного осаждения. Кроме того, фотометрический анализ показал значительное снижение уровня цветопередачи в воде. Это подтверждает, что смесь PAX / PTX способна оптически очищать воду даже лучше. В целом, результаты исследования предполагают, что использование смеси PAX и PTX вместо традиционного сульфата алюминия может быть более эффективным при отбеливании воды. Такой подход является перспективным решением для практического применения в процессах очистки сточных вод промышленных предприятий.

Ключевые слова: коагуляция, хлорид полиалюминия (PAX), хлорид политемира(III) (PTX), смешанный коагулянт, скорость осаждения, цвет воды, фотометрический метод, очистка сточных вод.

Kirish

So‘nggi yillarda chiqindi suvlarni tozalashda koagulyatsiya va flokulyatsiya jarayonlarini samarali bajarish uchun turli xil koagulyantlardan foydalanishga bo‘lgan qiziqish oshmoqda [1–3]. Bu jarayonlar chiqindi suvlarni tozalash va ularni qayta ishlatishda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, atrof-muhitni asrash va ichimlik suvi resurslarini tejashga xizmat qiladi. Tozalash ishlari oddiy mexanik usullardan tortib, biologik va kimyoviy usullargacha bo‘lgan bir qancha bosqichlarni o‘z ichiga oladi. To‘g‘ri usulni tanlash esa chiqindi suvning tarkibi, kerakli tozalash darajasi hamda mavjud texnik va moliyaviy resurslarga bog‘liq bo‘ladi.

Turli xil koagulyantlarni birgalikda ishlatish, ularni alohida qo‘llagandan ko‘ra samaraliroq bo‘lishi mumkin [2,4]. Bunday yondashuv ifloslantiruvchi moddalarni tozalashda kuchli sinergiya — ya'ni kuchaytiruvchi ta’sir — beradi. Masalan, xitindan olingan tabiiy koagulyant (xitin) polialuminiy xlorid bilan

ISSN 3030-3907

qo‘shib ishlatilganda, aluminiy miqdorini kamaytirishga yordam beradi, lekin tozalash sifati saqlanib qoladi. Shahar chiqindi suvlarini tozalash bo‘yicha o‘tkazilgan tajribalar shuni ko‘rsatadiki, masalan, alyuminiy sulfat va kaltsiy gidroksidi kabi aralash koagulyantlar umumiy ifloslik va biologik kislorod talabini (BKO) samarali tarzda kamaytiradi. Bu esa, bitta koagulyantdan foydalanilganda yuzaga keladigan kamchiliklar — masalan, pH darajasiga sezgirlik yoki cho‘kma hosil bo‘lish muammolarini kamaytirishga yordam beradi.

Shuningdek, organik va noorganik koagulyantlarni birgalikda ishlatish to‘qimachilik sanoatining chiqindi suvlarini tozalashda yaxshi natijalar bergan [2]. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, tanlangan koagulyant turi va chiqindi suvning xususiyatlari tozalash samaradorligiga katta ta’sir ko‘rsatadi. Aralash koagulyant tizimlarini optimallashtirish esa, ularning nisbati, pH darajasi va aralashtirish shartlari kabi omillarni to‘g‘ri tanlash orqali amalga oshiriladi [4].

Sanoat chiqindilarini tozalash — atrof-muhit muhofazasidagi eng dolzarb masalalardan biridir. Neft-kimyo, metallurgiya, oziq-ovqat va kimyo sanoati kabi tarmoqlarda ko‘p miqdorda zararli moddalar aralashgan chiqindi suvlar hosil bo‘ladi. Ushbu chiqindilarda og‘ir metallar, yog‘lar, bo‘yoqlar, organik moddalar va boshqa zararli kimyoviy moddalar mavjud bo‘lib, ular to‘liq tozalanmasa, inson salomatligi va ekologiyaga jiddiy xavf tug‘dirishi mumkin [1,3].

Chiqindi suvlarni yanada samarali tozalash uchun hozirgi kunda turli tarkibiy qismlarni - noorganik, organik va modifikatsiyalangan moddalarning birikmasini o‘z ichiga olgan aralash koagulyantlardan keng foydalanilmoqda [2,4]. Bu birikmalar birgalikda ishlaganda, tozalash sifati oshadi, reagent sarfi kamayadi va chiqindi suvdagi qolgan zararli moddalar miqdori sezilarli darajada kamayadi.

Bugungi kunda ishlab chiqilgan ilg‘or texnologiyalar aralash koagulyantlarning tarkibini ma’lum bir turdagi chiqindi suvga moslashtirish imkonini bermoqda. Bu esa ularni turli sanoat tarmoqlari — masalan, neft-kimyo, oziq-ovqat yoki metallurgiya - uchun qulay va universal yechimga aylantiradi [3,4].

Ilmiy maqolalar va patent hujjatlarida ko‘rsatilishicha, oxirgi yillarda oqova suvlarni alyuminiy sulfat ($Al_2(SO_4)_3$) yordamida tozalash usuli Rossiya, Yevropa va AQSHda keng qo‘llanmoqda. Bu usul samaradorligi va xavfsizligi bilan ajralib turadi [1].

Gazni qayta ishlash zavodlarida oqova suvlarni tozalashda temir asosidagi koagulyantlardan foydalanishga oid bir qancha ilmiy izlanishlar mavjud. Bu ishlarda temirli koagulyantlar ijobiy natijalar bergani qayd etilgan, ammo tarkibida ko‘p miqdorda organik va noorganik moddalar bo‘lgan suvlarni tozalashda ba’zi muvaffaqiyatsizliklar ham kuzatilgan.

ISSN 3030-3907

Shunga qaramay, alyuminiyga asoslangan koagulyantlarning bir qismini temirli koagulyantlar bilan almashtirish orqali, ayniqsa noorganik moddalar mavjud bo‘lgan oqova suvlarni tozalash sohasini kengaytirish hamda alyuminiyli koagulyantlar sarfini kamaytirish mumkinligi aniqlangan.

Ushbu ishda gazni qayta ishlash korxonalarining chiqindi suvlarini aralash koagulyantlar yordamida tozalash jarayoni o‘rganilgan. Tadqiqotda ularning samaradorligi, afzalliklari va imkoniyatlari bilan birga, cheklovlari ham tahlil qilingan. Shuningdek, bunday koagulyantlarni boshqa sanoat sohalarida ham qo‘llash istiqbollari ko‘rib chiqilgan. O‘tkazilgan tajribalarda biz amalda keng qo‘llanilayotgan PAX (polialyuminiy xlorid) koagulyanti o‘rniga, PAX va PTX (temir tuzlari asosidagi koagulyant) aralashmasidan foydalanib ko‘rdik. Buning maqsadi- koagulyatsiya jarayonini yanada samaraliroq qilish va chiqindi suvlarni texnik suv darajasigacha tozalash edi.

2. Metodlar

2.1. Suvning rangdorligini fotometrik usul bilan aniqlash

Suvdagi rang darajasini aniq baholash uchun fotometrik usuldan foydalanildi. O‘lchovlar V-5100 Spektrofotometr yordamida amalga oshirildi. Ushbu asbob 325–1000 nm oralig‘idagi spektral diapazonda ishlaydi va uning spektral teshik kengligi 2 nm ni tashkil qiladi. Aynan shu usul orqali suv namunalarining rangdorligi aniqlab borildi.

2.2. Koagulyantlarning optimal dozasini aniqlash

Koagulyant miqdorini aniqlash uchun quyidagi tartibda tajriba o‘tkazildi: 5 ta probirkaga har biriga 40 ml sanoat chiqindi suvidan quyildi. Har bir probirkaga pipetka yordamida turli miqdorda koagulyant eritmasi qo‘shildi: 10, 20, 30, 40 va 50 mg/l. Koagulyant qo‘shilgandan so‘ng probirkalar yaxshilab aralashtirildi, 15 daqiqadan so‘ng har bir probirkadan shprits yordamida namunalar olinib, kyuvetlarga quyildi. Har bir namunadagi optik zichlik (ya’ni yorug‘likni o‘tkazish darajasi) distillangan suvga nisbatan aniqlandi. Shuningdek, boshlang‘ich chiqindi suvning ham optik zichligi alohida o‘lchandi. Tozalash samaradorligi quyidagi formula yordamida hisoblab chiqiladi:

$$E = \frac{D_0 - D}{D_0}$$

Bu yerda E – suvni tozalash samaradorligi, D_0 – dastlabki suvning optik zichligi, D – tozalangan suvning optik zichligi.

2.3. Oqova suvdagi muallaq moddalarning konsentratsiyasini aniqlash

Oqova suv tarkibidagi muallaq modda (ya’ni suvda erimagan zarrachalar) miqdorini aniqlash uchun quyidagi tartibda ish bajarildi: Avvalo, sanoat oqova suvi yaxshilab aralashtiriladi, so‘ngra 200 ml hajmda suv namunasi olindi.

ISSN 3030-3907

Ushbu namuna oldindan 105°C haroratda quritilgan va og‘irligi aniq o‘lchangan filtr qog‘oz orqali o‘tkazildi. Barcha suv filtrlab bo‘lingach, filtrda qolgan cho‘kma ozroq distillangan suv bilan yuvildi. Suv to‘liq oqib ketgach, cho‘kma va filtr qog‘oz chinni kosachaga o‘tkaziladi. Filtr qog‘oz va cho‘kma dastlab 40–50°C, keyin esa 110°C haroratda 1 soat davomida quritildi. Quritilgan namunali filtr tigel (issiqda turgan idish) bilan birga analitik tarozida tortildi. Doimiy massa (og‘irlik o‘zgarmay qolguncha) hosil bo‘lguncha filtr qog‘oz qayta-qayta quritilib, tortib borildi. Shundan so‘ng, olingan ma’lumotlar asosida sanoat oqova suvidagi muallaq moddalarning konsentratsiyasi (mg/l) quyidagi formula asosida hisoblab chiqildi:

$$C_{\text{вв}} = \frac{(m_2 - m_1)}{V} \cdot 1000$$

bu yerda: m_1 – cho‘kma bilan birga quritilgan filtrning og‘irligi (mg), m_2 – faqat quritilgan filtrning og‘irligi (mg), V – analiz uchun olingan suv hajmi (ml).

2.4. Koagulyant dozalari va ularning samaradorligini aniqlash

Tajribada 10, 20, 30, 40 va 50 mg/l miqdorlardagi koagulyant dozalari sinovdan o‘tkazildi. Qiziq tomoni shundaki, bu miqdorlar amaliyotda odatda ishlatiladigan 100–150 mg/l dozadan ancha kamdir. Har bir dozada PAX (polialyuminiy xlorid) va PTX (temir asosidagi koagulyant) dan tashkil topgan aralashmalar sinab ko‘rildi.

Shuningdek, ba’zi holatlarda chiqindi suvni tozalash jarayonida pH darajasining haddan pastga tushib ketishi yoki erigan temir va alyuminiy miqdorining ortib ketishi kabi holatlar kuzatildi. Bu kabi holatlar suv tashqi ko‘rinishda toza bo‘lsa-da, salbiy natijali tajriba sifatida baholandi.

Natijalar tahlili

Tadqiqot davomida bir qator muhim holatlar aniqlandi. Jumladan, alyuminiy sulfat o‘rniga PAX va PTX aralash koagulyantlaridan qisman yoki to‘liq foydalanish imkoniyati sinovdan o‘tkazildi. Koagulyatsiya jarayonidan so‘ng o‘lchangan suvning qoldiq rangdorligi natijalari 1-jadvalda keltirilgan. Ushbu jadval tahliliga ko‘ra, koagulyant miqdori kamaygan sari suvning rangdorligi biroz ortadi, ammo bu o‘zgarish belgilangan me’yorlardan oshmaydi.

Tadqiqotda, ayniqsa, PAX va PTX nisbatining muvozanatli aralashmasi — 50:50 yoki 25:75 tarzda qo‘llanganda — eng samarali natijalar kuzatilgan. Bunday kombinatsiyalar suvdagi rangdorlikni kamaytirishda ancha muvaffaqiyatli bo‘lgan. Bundan tashqari, koagulyatsiya jarayonidan so‘ng suvdagi organik va noorganik ifloslantiruvchi moddalarning miqdori ham tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, PAX/PTX aralashmasi yordamida suvdagi zararli moddalar 90–95% gacha samarali tarzda yo‘qotilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval.

PAX va PTX dan iborat aralash koagulyant qo‘llanilgandan keyin suvning qoldiq rangdorligi. Dastlabki rangdorlik 219°

PAX:PTX massa nisbati (100 gramm)	Qoldiq rangdorlik, koagulyantning quyidagi dozalarida		
	90 mg/l	60 mg/l	40 mg/l
100:0	11,4	15,6	19,3
75:25	18,4	17,5	17,6
50:50	9,6	18,6	18,3
25:75	11,1	-	-
0:100	11,4	17,3	19,1

Cho‘kma hosil bo‘lish vaqtining koagulyantlar aralashmasi tarkibiga bog‘liqligi 2-jadvalada berilgan.

2-jadval.

Cho‘kma hosil bo‘lish vaqtining temir-alyuminiyli aralash koagulyant tarkibiga bog‘liqligi. Koagulyant dozasi 90 mg/l

PAX:PTX massa nisbati (%)	Cho‘kma hosil bo‘lishi vaqti	Izoh
100:0	5 min	20 minutda yiriklashmaydigan mayda zarracha
75:25	2 min	Zarrachalar yiriklashadi, sidemantatsiya kuzatiladi
50:50	4 min	Zarrachalar agregatlar hosil qilib tezda cho‘kadi
25:75	8 min	Yirik zarracha hosil bo‘ladi,sekin cho‘kadi
0:100	10 min	Mayda zarracha 30 minut ichida cho‘kmaydi

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, PAX va PTX aralashmasining 50:50 dan 25:75 gacha bo‘lgan nisbatlari qo‘llanilganda cho‘kma hosil bo‘lish tezligi ancha oshadi. Bu degani, koagulyatsiya jarayonida yirik zarrachalar (agregatlar) tezroq hosil bo‘ladi va ular suvdan osonroq ajraladi. Tozalash samaradorligi saqlanib qolgan holda, cho‘kmalar tezroq hosil bo‘ladi. Bu holat, albatta, amaliy jihatdan katta foyda keltiradi, chunki bu orqali tozalash jarayoni samarador va tez bo‘ladi, vaqt va resurslar tejaladi.

ISSN 3030-3907

3-jadval

PAX ва PTX aralash koagulyantlarining massa nisbati, koagulyant miqdori va choʻkma hosil boʻlish tezligi oʻrtasidagi bogʻliqlik

PAX:PTX massa nisbati	Sidemantatsiyalanishi vaqti (minut)	Koagulyant miqdori (mg/l)
100:0	60	60
75:25	40	60
50:50	80	60
25:75	120	60
0:100	180	60

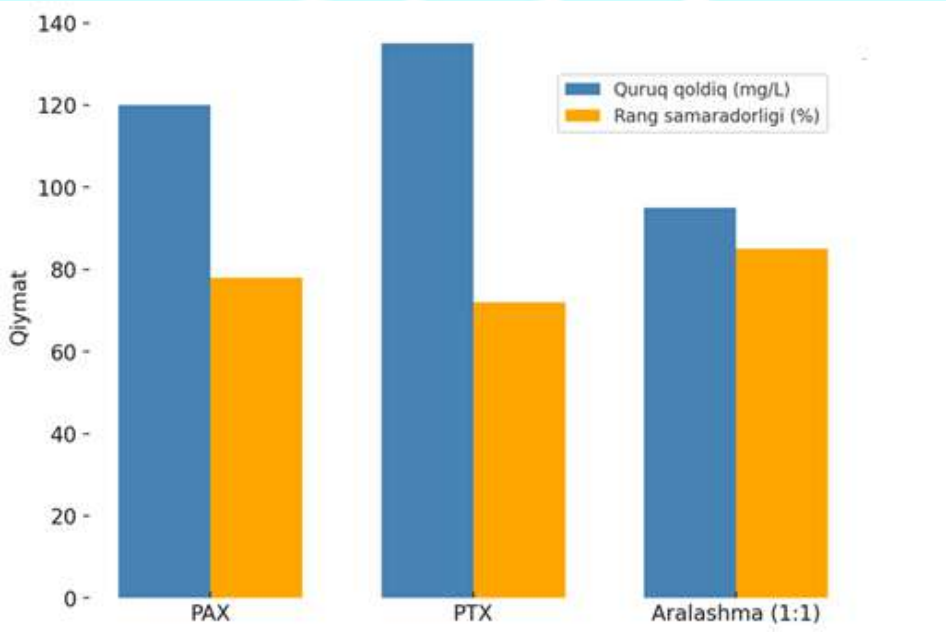
3-jadvalda koagulyant tarkibining yirik zarrachalarning (agregatlarning) suv tubiga choʻkishi (sedimentatsiyasi)ga qanday ta'sir qilgani koʻrsatilgan. Ma'lumotlar shuni koʻrsatadiki, PAX va PTX ni aralashtirib qoʻllash choʻkma hosil boʻlish jarayonini tezlashtiradi. Bu esa koagulyatsiya jarayonining umumiy tezligi va samaradorligini oshiradi. Koagulyantlar dozasi 60 mg/l ga tushirilganda ham choʻkma hosil boʻlishi tezlashadi, lekin uning samaradorligi 90 mg/l ga nisbatan pastroq boʻladi.

Koagulyantlar dozasining 40 mg/l gacha kamaytirilishi, bizning ma'lumotlarga koʻra, choʻkma hosil boʻlishining tezligini yanada kamaytiradi. Ehtimol, ushbu jarayon suvning yuqori qattiqligida yoki xlor miqdori yuqori boʻlgan suvlarda oʻrganilganida natija boshqa koʻrinishga ega boʻlar edi.

Koagulyantlarning 60 va 40 mg/l dozalari bilan choʻkma hosil qilish va sedimentatsiya boʻyicha olingan ma'lumotlar tahlili shuni koʻrsatdiki, bunday past dozalardan foydalanilganda aralash koagulyantlarning qoʻllanilishi koagulyatsiya jarayonini tezlashtirmaydi va shu sababli amaliy ahamiyatga ega boʻlmaydi.

Quyidagi grafikda PAX, PTX va ularning 1:1 aralashmasining oqova suvdagi quruq qoldiq va rang samaradorligini kamaytirishdagi taqqosiy natijalari keltirilgan. Grafik ma'lumotlari shuni koʻrsatadiki, aralash koagulyant alohida qoʻllangan koagulyantlarga nisbatan yuqori samaradorlik namoyon etgan.

ISSN 3030-3907

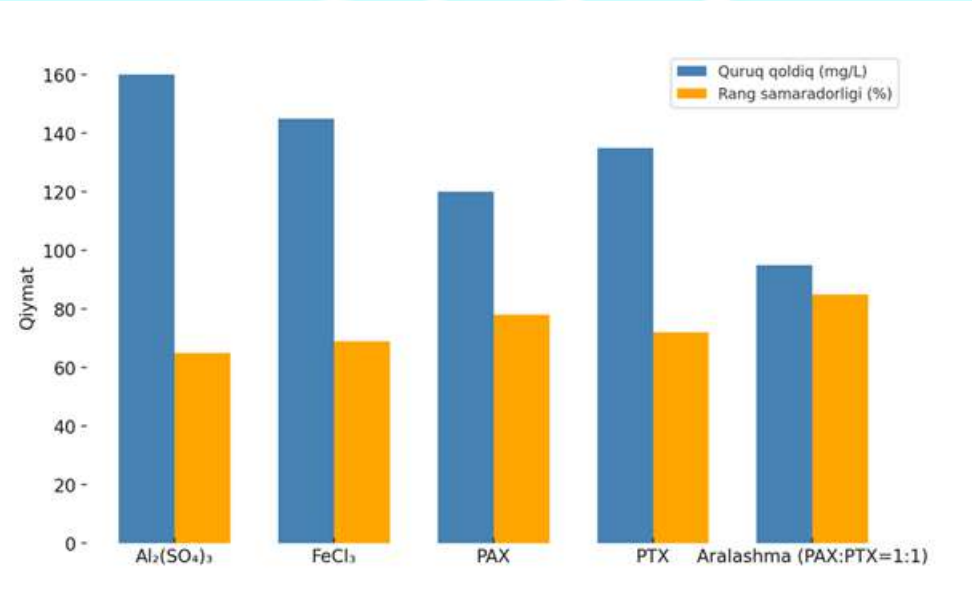


2-rasm. PAX va PTX aralash koagulyantlarining oqova suvdagi quruq qoldiq miqdori va rang samaradorligiga ta’siri

2-rasmda PAX, PTX va ularning 1:1 nisbatdagi aralashmasi qo‘llanilganda oqova suvda hosil bo‘lgan quruq qoldiq miqdori va rangdorlikning kamayish darajalari taqqoslab ko‘rsatilgan. Grafikdan ko‘rinib turibdiki, PAX yolg‘iz holda suvning rangini tezroq kamaytiradi, PTX esa organik moddalarga ta’sirchanligi bilan ajralib turadi. Biroq, aralash koagulyant (PAX–PTX) eng yuqori samaradorlikni namoyon etgan: quruq qoldiq miqdori kamaygan va rangdorlik 85% gacha bartaraf etilgan. Bu holat aralash koagulyantlarning sinergetik ta’siri mavjudligini ko‘rsatadi

Olib borilgan tadqiqotlar natijalari asosida an’anaviy va aralash koagulyantlarning samaradorligi o‘rganildi. Quyidagi grafikda an’anaviy koagulyantlar (alyuminiy sulfat va temir(III) xlorid) hamda zamonaviy koagulyantlar (PAX, PTX va ularning aralashmasi) qo‘llanilganda oqova suv tarkibidagi quruq qoldiq miqdori va rang samaradorligi taqqoslab ko‘rsatilgan.

ISSN 3030-3907



3-rasm. An'anaviy koagulyantlar ($Al_2(SO_4)_3$ va $FeCl_3$) hamda zamonaviy PAX, PTX va ularning aralashmasining oqova suv tarkibidagi quruq qoldiq va rang samaradorligiga ta'siri.

Rasmdan ko'rinib turibdiki, an'anaviy koagulyantlar quruq qoldiq va rangni kamaytirishda ma'lum samaradorlik ko'rsatgan bo'lsa-da, PAX va PTX ularni sezilarli darajada oshiradi. Eng yuqori samaradorlik PAX–PTX aralashmasida kuzatilib, quruq qoldiq minimal qiymatga tushgan va rangdorlik 85% gacha kamaygan. Bu esa aralash koagulyantlarning sinergiya effekti mavjudligini ko'rsatadi.

Xulosa

Ushbu tadqiqot natijalari shuni ko'rsatdiki, oqova suvlarni tozalashda PAX va PTX kabi aralash koagulyantlardan foydalanish an'anaviy usullarga qaraganda samaraliroqdir. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, bu kombinatsiya suvdagi muallaq zarrachalarni sezilarli darajada kamaytiradi. Ayniqsa, cho'kma hosil bo'lishi tezlashib, suvning loyqalik darajasi 85% gacha kamayadi.

PAX va PTX aralashmasi alohida ishlatilgandagi natijalardan ko'ra samaraliroq bo'lib, suvning optik (ko'rinish) xususiyatlari ham ancha yaxshilangan. PAX tez va ixcham floklar (mayda zarrachalar guruhi) hosil qilsa, PTX organik ifloslantiruvchilarga kuchliroq ta'sir ko'rsatgan. Ularning birgalikda qo'llanilishi sinergetik effekt berib, barqaror cho'kma hosil qilishga va yuqori darajada tozalashga erishishga yordam beradi.

Shuningdek, bu aralashma nafaqat suv sifatini yaxshilaydi, balki kimyoviy moddalar (reagentlar) sarfini kamaytiradi va hosil bo'ladigan cho'kma hajmini ham optimallashtiradi. PAX–PTX aralash koagulyantlari oqova suvlarni tozalashda samarali, iqtisodiy jihatdan tejamli va ekologik nuqtai nazardan qulay yechimdir.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Linghu W. S., Sun C. Y. Pretreatment of Wastewater Using a Combined Coagulation and Fenton Oxidation Process // Advanced Materials Research. – 2014. – T. 1049. – C. 154-157.
2. Verma A. K., Bhunia P., Dash R. R. Reclamation of wastewater using composite coagulants: A sustainable solution to the textile industries // Chemical Engineering Transactions. – AIDIC, 2014. – C. 175-180.
3. Ismail I. M. et al. Combined coagulation flocculation pre-treatment unit for municipal wastewater // Journal of Advanced Research. – 2012. – T. 3. – №. 4. – C. 331-336.
4. Joaquin A. A., Sivamani S., Gnanasundaram N. Statistical experimental design and analysis of mixed natural-synthetic coagulants for the reduction of total suspended solids and turbidity in sewage wastewater treatment // Biomass Conversion and Biorefinery. – 2024. – T. 14. – №. 4. – C. 4583-4590.

ISSN 3030-3907

METHODOLOGICAL APPROACHES TO TEACHING SPECIALIZED SUBJECTS IN HIGHER EDUCATION

Rasulova Munojat

Oriental universiteti Filologiya va tillarni o‘qitish fakulteti,

“Tillar 2” kafedrasi dotsent v.b

Tel: 998422818

E-mail: munojatruxwona @gmail.com

Abstract. The article explores methodological strategies in teaching specialized subjects in higher education institutions. The research emphasizes the importance of adapting teaching methods to subject-specific requirements, learner needs, and professional competencies demanded in the modern labor market. A mixed-method approach was employed to evaluate the effectiveness of interactive and competency-based teaching strategies compared to traditional lecture-based instruction. Findings indicate that students exposed to methodological innovations demonstrated stronger professional skills, problem-solving abilities, and higher motivation. The study concludes that a balanced integration of theoretical knowledge and practical tasks is essential in teaching specialized disciplines.

Keywords: specialized subjects, methodology, higher education, interactive teaching, competence-based approach, pedagogy.

Annotation. Maqolada oliy ta’lim muassasalarida ixtisoslashtirilgan fanlarni o‘qitishdagi metodik strategiyalar yoritilgan. Tadqiqotda o‘qitish usullarini zamonaviy mehnat bozorida talab qilinadigan fan talablari, o‘quvchilar ehtiyojlari va kasbiy kompetensiyalarga moslashtirish muhimligi ta’kidlangan. An'anaviy ma'ruzaga asoslangan o‘qitish bilan solishtirganda interfaol va malakaga asoslangan o‘qitish strategiyalarining samaradorligini baholash uchun aralash usuldan foydalanildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, uslubiy innovatsiyalarga duch kelgan talabalar kuchli kasbiy mahorat, muammolarni hal qilish qobiliyati va yuqori motivatsiyani namoyon etdi. Tadqiqot xulosasiga ko‘ra, ixtisoslashtirilgan fanlarni o‘qitishda nazariy bilimlar va amaliy vazifalarning mutanosib integratsiyasi muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Ixtisoslashtirilgan fanlar, metodika, oliy ta’lim, interfaol o‘qitish, kompetensiyaga asoslangan yondashuv, pedagogika.

Аннотация. В статье рассматриваются методические стратегии преподавания профильных дисциплин в высших учебных заведениях. В исследовании подчеркивается важность адаптации методов обучения к требованиям предметной области, потребностям обучающихся и профессиональным компетенциям, востребованным на современном рынке труда. Для оценки эффективности интерактивных и компетентностных методов обучения по сравнению с традиционным лекционным обучением

ISSN 3030-3907

использовался смешанный подход. Результаты показывают, что студенты, ознакомившиеся с методическими инновациями, продемонстрировали более сильные профессиональные навыки, навыки решения проблем и более высокую мотивацию. В исследовании сделан вывод о том, что сбалансированная интеграция теоретических знаний и практических заданий имеет решающее значение при преподавании профильных дисциплин.

Ключевые слова: профильные дисциплины, методика, высшее образование, интерактивное обучение, компетентностный подход, педагогика.

Introduction.

Education in the 21st century is experiencing significant changes driven by globalization, technological innovation, and the increasing demand for critical thinking and problem-solving skills. Traditional teacher-centered approaches are gradually being replaced by student-centered methods that emphasize active participation, collaboration, and the practical application of knowledge. The integration of modern teaching methods—such as blended learning, communicative approach, project-based learning, and technology-enhanced instruction—has transformed the teaching-learning process.

The purpose of this study is to analyze the effectiveness of modern methods in teaching and to explore how they contribute to learners' academic achievements, motivation, and critical thinking development. Furthermore, this paper aims to identify the pedagogical implications of implementing such methods in higher education institutions.

Methods. This research is based on a qualitative review of secondary sources, including academic articles, reports, and case studies published in recent years. Comparative analysis was applied to examine the differences between traditional and modern approaches to teaching. Special attention was given to teaching methods such as:

Communicative Language Teaching (CLT): Encourages interaction and real-life communication.

Project-Based Learning (PBL): Focuses on student-driven projects that integrate theoretical knowledge with practice.

Blended Learning: Combines face-to-face classroom activities with online learning platforms.

Flipped Classroom: Provides pre-class materials online and uses class time for interactive tasks.

Gamification and EdTech Tools: Uses games, simulations, and digital platforms to engage learners.

The data were interpreted through thematic analysis to highlight common outcomes of modern teaching methodologies.

ISSN 3030-3907

Results. The analysis revealed several significant findings:

Increased Student Engagement: Learners showed higher motivation when actively participating in collaborative and interactive tasks.

Improved Critical Thinking: Project-based and problem-solving tasks encouraged analytical thinking and creativity.

Flexibility of Learning: Blended and flipped models allowed learners to access materials at their own pace, thus promoting independent learning.

Technological Competence: Integration of digital tools enhanced learners' ability to work with modern technologies, a skill highly demanded in today's labor market.

Better Academic Performance: Studies demonstrated that students exposed to modern teaching methods performed better in assessments compared to those taught with traditional lecture-based approaches.

Discussion. The findings indicate that modern teaching methods not only improve knowledge acquisition but also foster lifelong learning skills. Unlike traditional teaching, which often emphasizes rote memorization, modern approaches focus on the development of transferable skills, including problem-solving, teamwork, and adaptability.

However, challenges remain in implementing these methods. Teachers require professional development to integrate technology effectively, and institutions must invest in infrastructure such as digital platforms and smart classrooms. Cultural factors also influence acceptance; in some contexts, teacher-centered methods are still dominant due to conservative educational traditions.

Nevertheless, the shift toward modern teaching methods is inevitable, as today's learners demand dynamic, engaging, and technology-driven education. The findings strongly support the effectiveness of modern teaching methods in enhancing both academic outcomes and lifelong learning skills. The discussion can be structured around three dimensions:

Pedagogical Implications

Teachers need to shift from the role of a knowledge transmitter to a facilitator or guide.

Lesson planning should incorporate interactive tasks, real-life scenarios, and collaborative projects.

Formative assessment (continuous feedback) should complement summative assessment (exams).

Institutional Requirements

Universities and schools must invest in infrastructure such as digital classrooms, smart boards, and reliable internet access.

ISSN 3030-3907

Professional development programs should train teachers to integrate technology effectively.

Policies should encourage flexibility in curriculum design to accommodate innovative teaching practices.

Challenges and Limitations

Resistance from educators accustomed to traditional methods.

Lack of access to technological resources in some regions.

Increased preparation time for teachers when designing student-centered lessons.

Need for balancing technology with face-to-face interaction to avoid over-reliance on digital tools. Despite these challenges, the global trend in education is shifting toward learner-centered methods, suggesting that their adoption is both inevitable and necessary.

Conclusion, Modern methods in teaching represent a paradigm shift from traditional, teacher-centered education to dynamic, student-centered approaches. By incorporating communicative activities, project-based learning, technology-enhanced models, and flexible learning environments, modern pedagogy prepares learners for the demands of the 21st century.

The results of this study show that these methods not only improve academic achievement but also cultivate critical skills such as problem-solving, creativity, and digital literacy. While implementation challenges remain, the long-term benefits make them indispensable in today's educational landscape. Future research should focus on longitudinal studies measuring the career outcomes of students taught with modern methods, as well as the development of new models that integrate artificial intelligence and adaptive learning technologies.

REFERENCES

1. Brown, H. D. (2007). Principles of Language Learning and Teaching. Pearson Education.

2. Richards, J. C., & Rodgers, T. S. (2014). Approaches and Methods in Language Teaching. Cambridge University Press.

3. Anderson, T. (2008). The Theory and Practice of Online Learning. AU Press.

4. Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Smith, K. (2014). Cooperative Learning: Improving University Instruction by Basing Practice on Validated Theory. Journal on Excellence in College Teaching.

5. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. Teachers College Record.

6. Brown, H. D. (2007). Principles of Language Learning and Teaching. Pearson Education.

ISSN 3030-3907

7. Richards, J. C., & Rodgers, T. S. (2014). Approaches and Methods in Language Teaching. Cambridge University Press.
8. Trilling, B., & Fadel, C. (2009). 21st Century Skills: Learning for Life in Our Times. Jossey-Bass.

ISSN 3030-3907

ENHANCING ENGINEERING EDUCATION THROUGH INNOVATIVE LEARNING APPROACHES

Diyora Madaminova
Junior Lecturer, Andijan State Technical Institute.
E-mail: madaminovadiyora1994@gmail.com
ORCID: 0000-0001-8847-4689

Abstract. This article explores two key perspectives on innovation in engineering education. First, innovation is viewed as an outcome-oriented process, where learning is demonstrated through the creation of artifacts at the conclusion of a project. Second, innovation is understood as a transformative process that reshapes how students learn and encourages educators to adopt new methods. Drawing on qualitative data from engineering design courses, this research highlights how learning elements impact students in the early stages of innovation. By actively applying these elements, early-phase innovation can strengthen current and future engineering curricula and programs. The study emphasizes authentic learning experiences where students engage directly with new knowledge and educators refine teaching practices. To succeed, students need clear guidance on when and how learning elements should be reinforced. Such integration enhances their ability to act, apply knowledge, and adapt in diverse learning situations. Ultimately, balancing educator strategies with student engagement is essential for fostering meaningful innovation in engineering education.

Keywords: Engineering education, innovation, design, learning elements, student, change

Annotatsiya. Ushbu maqolada muhandislik ta’limida innovatsiyalarga oid ikkita asosiy nuqtai nazar o‘rganiladi. Birinchidan, innovatsiya natijaga yo‘naltirilgan jarayon sifatida qaraladi, bunda o‘rganish loyiha yakunida artefaktlarni yaratish orqali namoyon bo‘ladi. Ikkinchidan, innovatsiya o‘quvchilarning bilim olish usullarini o‘zgartiradigan va o‘qituvchilarni yangi usullarni qo‘llashga undaydigan o‘zgaruvchan jarayon sifatida tushuniladi. Muhandislik loyihalash kurslarining sifatli ma’lumotlariga asoslanib, ushbu tadqiqot o‘quv elementlarining innovatsiyalarning dastlabki bosqichlarida talabalarga qanday ta’sir qilishini yoritib beradi. Ushbu elementlarni faol qo‘llash orqali erta bosqich innovatsiyasi joriy va kelajakdagi muhandislik o‘quv rejalari va dasturlarini kuchaytirishi mumkin. Tadqiqotda o‘quvchilar yangi bilimlar bilan bevosita shug‘ullanadigan va o‘qituvchilar o‘qitish amaliyotini takomillashtiradigan haqiqiy ta’lim tajribalariga alohida e’tibor qaratiladi. Muvaffaqiyatga erishish uchun o‘quvchilarga o‘quv elementlarini qachon va qanday mustahkamlash kerakligi haqida aniq ko‘rsatmalar kerak. Bunday integratsiya ularning xilma-xil o‘quv vaziyatlarida harakat qilish, bilimlarni qo‘llash va moslashish qobiliyatini oshiradi. Oxir-oqibat, muhandislik

ISSN 3030-3907

ta’limida mazmunli innovatsiyalarni rivojlantirish uchun o‘qituvchi strategiyalari va o‘quvchilarning faolligini muvozanatlashtirish muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Muhandislik ta’limi, innovatsiya, dizayn, o‘quv elementlari, talaba, o‘zgarish

Аннотация. В данной статье рассматриваются два ключевых подхода к инновациям в инженерном образовании. Во-первых, инновации рассматриваются как процесс, ориентированный на результат, где обучение демонстрируется посредством создания артефактов по завершении проекта. Во-вторых, инновации понимаются как преобразующий процесс, который меняет способ обучения студентов и побуждает преподавателей применять новые методы. Опираясь на качественные данные курсов инженерного проектирования, данное исследование подчеркивает, как элементы обучения влияют на студентов на ранних этапах инновационного процесса. Активное применение этих элементов на начальной стадии инноваций может усилить текущие и будущие инженерные учебные планы и программы. В исследовании делается акцент на аутентичном учебном опыте, где студенты напрямую взаимодействуют с новыми знаниями, а преподаватели совершенствуют практику преподавания. Для достижения успеха студентам необходимы четкие указания о том, когда и как следует закреплять элементы обучения. Такая интеграция повышает их способность действовать, применять знания и адаптироваться к различным учебным ситуациям. В конечном итоге, баланс между стратегиями преподавателя и вовлеченностью студентов имеет решающее значение для развития значимых инноваций в инженерном образовании.

Ключевые слова: инженерное образование, инновации, проектирование, элементы обучения, студент, изменения

Introduction.

Future innovations demand engineers who can apply their knowledge and skills to create products and processes that previously did not exist. This research focuses on how engineering students learn through courses that allow them to test and develop design skills. The author has taken on dual roles as both lecturer and researcher, ensuring that student learning remains the primary focus while also exploring new teaching insights. In today’s rapidly changing world, accredited engineering programs are under continuous pressure to reform pedagogical approaches [1]. National and international organizations emphasize the need for engineers who are not only technically proficient but also innovative and adaptable. Engineering education thus serves as both an academic foundation and a response to technological and societal needs. The growing field of engineering education

ISSN 3030-3907

research has developed into a recognized discipline, contributing valuable insights into teaching practices and student learning [2]. Universities worldwide have implemented faculty development programs to improve teaching quality, while research publications have created greater transparency and knowledge sharing. Engineering education today emphasizes not just knowledge transfer, but also the integration of problem-solving, creativity, and innovation into the learning process. This study examines innovation from two perspectives: as an outcome expressed through tangible project results, and as a process that transforms student learning. It argues that early exposure to innovative practices strengthens students' abilities to generate new ideas, synthesize knowledge, and adapt to real-world challenges.

Literature review

The setting in which design involves 'newness' is considered crucial to early product and process innovations in engineering education [3]. However, the effectiveness of outcome-based education has been debated, and particularly whether output-derived project achievements best reflect a requested learning achievement by students. Research from the learning sciences shows that prior knowledge plays a critical role in how students progress through a problem, as well as in what they learn and what they produce . Learning in this thesis base curricular innovations he [4], both as a policy-making, institution-wide systematic concern, and its individual support for learning. In the support for individual learning teaching methods' has become focal point namely as change mechanisms behind efforts to promote student learning with learning experiences that lasts [5]. More distinctly teaching methods that concern change imperatives have been clustered in a set of areas that strive to support learning in different forms; e.g. self-directed student learning, collaborative learning and problem-based learning.

Innovation in education has, until recently, been omitted or regarded as a side track in course- or programme-design templates. The international initiative of the CDIO syllabus is set to change perspectives on innovative aspects, given that such factors are part of the extended version—the recently updated v2.0. The syllabus advocates for pioneers to test, implement or in other ways contribute with examples that enhance learning. Engineering education research has a tendency to transfer learning experiences through cases that allow descriptive evidence of the ways design challenges are apprehended [6].

Methodology. From an educational point of view, student learning has evolved from a tradition in which lecturers communicated in a unidirectional format, especially in intense, theory-based subjects [7]. Whether innovation in engineering education resides strictly in a more theoretical or a more practical approach or in a mixture of the two depends upon existing lecturing traditions,

ISSN 3030-3907

existing curricula, and existing programme outlines. This research pursues innovation as the process of establishing a valuable output that corresponds to or exceeds existing or latent user needs. The value build-up involves internal progression through student learning; the focus is on experiencing this emerging build-up, also cited as ‘experiential learning‘; ‘pragmatic knowledge’, and ‘functional knowledge’[8].

Provided with an educational perspective engineers are perceived to integrate and synthesize new knowledge as something logically structured and possible to be acted upon. From this perspective, what has been addressed as early indications to product innovations is frequently situated in ideas that shape cognitive beliefs in communication and social interplay [9]. In parallel with idea-generating methods, prototyping defines lateral thinking as present wherever divergence and systematic thinking are unified [10]. The benefits of prototyping as part of early product innovation exploration have been researched very little, especially considering prototyping‘s design importance [11].

Past research has addressed students approach to learning as being related to different type of styles and preferences. By tradition information has been transferred through visual or verbal demonstrations and explanations with risk of making students passive recipients to new knowledge. Kolb has presented this in a scale of active and reflective sensory [12]. Bergsteiner, Avery and Neumann address an active learning approach as a step that concerns interaction, discussion and a basis for reflection on performed and not performed activities. Early stages of innovation are regarded as informal and ambiguous, which for the teaching and learning of innovation provides no exact positioning of specific content or principles to be applied. Rather the promotion of skills, approaches and methods of thinking has come to guide and embrace innovation as a learning phenomenon in engineering education. Individual abilities to achieve in-depth technical expertise and to communicate laterally—as the ingredients required to establish value and novelty [13].

Result and discussion. Design thinking provides a mindset that encapsulates the design of new products in creative and innovative ways. Design thinking could also be portrayed as a framework that is founded in human-centered actions and cognition, concerning how to understand (the user and the system); observe, point of view; ideate; prototype and test. Design thinking provides a wide array of interpretations, in order to relate to an engineer’s perspective the definition by Dunn and Martin is used: “the way designers think: the mental processes they use to design objects, services or systems, as distinct from the end result of elegant and useful products. Design thinking results from the nature of design work: a project based work flow around ‘wicked’ problems.” [14,15].

ISSN 3030-3907



Fig 1. Wicked' problems.

Planning, guiding, assessing, and facilitating students are aspects that provide a basis for change efforts in curriculum; innovations in regards to curricula redesign corresponds to new and creative implementations made by faculty in courses and programmes. Curricular innovations concern improvements that lecturers undergo as they evolve in their role—an internal self-regenerating innovation process. Barton, Schlemer, and Vanasupa expand the phenomenon of innovation in engineering education by differentiating it into three domains, each with its own practices and process.

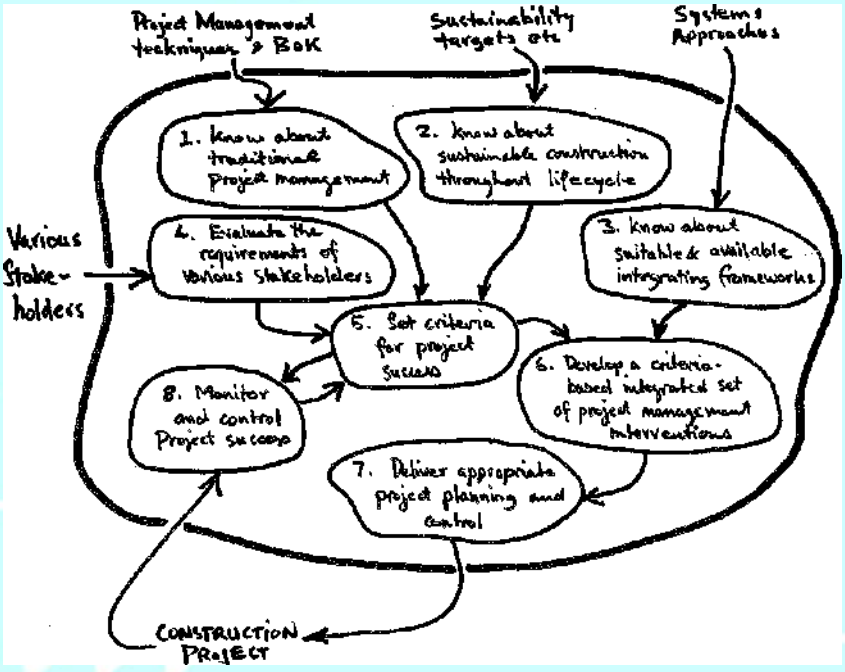


Fig 2. Making Sense of Wicked Projects

ISSN 3030-3907

Problem solving — The first domain captures innovation within the bounds of a process or set of processes. Problem solving looks at what is already being done, with perhaps additional efficiency, resources, speed, or scale. Problem solving usually results in incremental changes to existing designs.

Process improvement — The second domain views innovation as a phenomenon arising from examining the process of problem solving. Process improvement has the potential for designs of greater impact, since the boundaries of consideration now include incremental and systemic improvements.

Transformation — The third domain regards innovation as a transformation that inspires a fundamental identity shift in the surrounding system and the people. This domain addresses deep structures and patterns of thought, habit, and behaviour. Transformational innovation is also considered a context for profound change in the other two domains and as such is an emergent influencer.

Conclusion.

The context that handles emerging problems is also the basis for refining and improving the problem-solving skills applied. The third domain concerns a greater systematic shift whereby transformational innovation or curricula innovation (Haggis, 2009; Sheppard, et al, 2006). A foundational tenet of this thesis is that innovation in engineering education is diverse in nature; one should approach it as such in order to understand its complexity. Overall, the literature demonstrates that integrating innovative teaching practices into engineering curricula is crucial for preparing students to meet the demands of a rapidly evolving technological and industrial landscape.

REFERENCES:

1. Adams, J., Kaczmarczyk, S., Picton, P., & Demian, P. (2010). Problem solving and creativity in engineering: conclusions of a three-year project involving reusable learning objects and robots. Engineering education, 5(2), 4-17.
2. Amidon, D. (2003). The Innovation Highway. Boston: Butterworth-Heinemann.
3. Bernhard, J., (2010). Insightful learning in the laboratory: Some experiences from ten years of designing and using conceptual labs, European Journal of Engineering Education, 35(3), 271-287.
4. Beskow, C., & Ritzén, S. (2001). Performing Changes in Product Development – an Implementation Framework with Keys. The Journal of Research in Engineering Design, 12(3), 172-190.
5. Biggs, J. (1999). Teaching for Quality Learning at University. Buckingham: SRHE/OUP.
6. Biggs, J. B., & Collis, K. F. (1982). Evaluating the Quality of Learning-the SOLO Taxonomy, 1st ed., New York: Academic Press.
7. Bryman, A. (2008). Social Research Methods (3rd edition). Oxford, UK: Oxford

ISSN 3030-3907

University Press.
8. Bryman, A. & Bell, E. (2005). Företagsekonomiska Forskningsmetoder. Håkansson, O (ed.) Malmö: Liber AB Burton, R., Schlemer, L. & Vanasupa, L. (2012). Transformational Innovation: Reflections on How to Foster it in Engineering Education Systems. International Journal of Engineering Education, 28(2), 275–285.
9. Byrd, J. & Brown, P. L. (2003). The Innovation Equation, Building Creativity and Risk Taking in Your Organization. San Francisco, CA: Wiley.
10. Carrillo, A., Carrizosa, K., & Leifer, L. (2003). Design team coaches. In Proceedings of the 2003 American Society for Engineering Education annual conference and exposition.
11. Carleton, T. and Cockayne, W. (2009). The power of prototypes in foresight engineering. In Proceedings from the 17th International Conference of Engineering Design, ICED'09, Stanford, CA.
12. Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: opportunities and challenges. Academy of management journal, 50(1), 25-32.
13. Felder, R. M., & Silverman, L. K. (1988). Learning and teaching styles in engineering education. Journal of Engineering Education, 78(7), 674-681.
14. Felder, R. M., Woods, D. R., Stice, J. E., & Rugarcia, A. (2000). The future of engineering education II. Teaching methods that work. Chemical Engineering Education, 34(1), 26-39.
15. Gibbs, G. (1992). Improving the Quality of Student Learning. Bristol: TES.

ISSN 3030-3907

SYNTHESIS OF Co AND Ni-DOPED TiO_2 FOR ENHANCED FUNCTIONAL PROPERTIES: A SOL-GEL APPROACH

Musaev Kh.B.
Institute of Fundamental and Applied Research under TIIAME National Research University
E-mail: musaevkhusniddin90@gmail.com
Jumaeva M.E.
Institute of Material Sciences of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan
Baglov A.V.
Belarusian State University
Khoroshko L.S.
Belarusian State University

Annotation. This study investigates the synthesis and characterization of titanium dioxide (TiO_2) nanomaterials doped with cobalt (Co) and nickel (Ni) metals, both individually and in combination. The sol-gel method was employed for the synthesis of these nanomaterials. The influence of metal doping on the crystalline structure, particle size, surface morphology, band gap energy, and magnetic behavior of TiO_2 nanoparticles is discussed. The results indicate significant alterations in the properties of TiO_2 upon doping, highlighting the potential of these modified nanomaterials for a variety application such as photocatalysis, energy storage, and magnetic devices.

Keywords: nanomaterials, titanium dioxide, sol-gel, chemistry.

Аннотация. В данной работе исследованы синтез и характеристики наноматериалов диоксида титана (TiO_2), легированных кобальтом (Co) и никелем (Ni) как по отдельности, так и в комбинации. Для синтеза этих наноматериалов использовался золь-гель метод. Обсуждается влияние легирования металлами на кристаллическую структуру, размер частиц, морфологию поверхности, ширину запрещенной зоны и магнитное поведение наночастиц TiO_2. Результаты свидетельствуют о значительных изменениях свойств TiO_2 при легировании, что подчеркивает потенциал этих модифицированных наноматериалов для различных применений, таких как фотокатализ, накопление энергии и магнитные устройства.

Ключевые слова: наноматериалы, диоксид титана, золь-гель, химия.

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot kobalt (Co) va nikel (Ni) metallari bilan qo‘shilgan titan dioksidi (TiO_2) nanomateriallarining alohida va kombinatsiyalangan sintezi va tavsifini o‘rganadi. Ushbu nanomateriallarni sintez qilish uchun sol-gel usuli qo‘llanilgan. Metall dopingning kristalli tuzilishga, zarrachalar hajmiga, sirt morfologiyasiga, tarmoqli bo‘shliq energiyasiga va TiO_2 nanozarrachalarining

ISSN 3030-3907

magnit harakatlariga ta'siri muhokama qilinadi. Natijalar doping paytida TiO_2 xususiyatlarida sezilarli o‘zgarishlarni ko‘rsatadi, bu o‘zgartirilgan nanomateriallarning fotokataliz, energiyani saqlash va magnit qurilmalar kabi turli xil ilovalar uchun potentsialini ta'kidlaydi.

Kalit so‘zlar: nanomateriallar, titan dioksidi, sol-gel, kimyo.

Introduction.

TiO_2 is a promising material for various applications, but its wide band gap (~3.2 eV) limits its light absorption to the UV region, reducing its photocatalytic efficiency under visible light. Additionally, rapid electron-hole recombination also reduces its photocatalytic activity and narrows the application scope [1-6]. To overcome the limitations and tailor the properties of TiO_2 for specific applications, various modification strategies have been explored. Among these, doping with metal ions has emerged as an effective technique to alter the electronic structure, optical absorption, and surface characteristics of TiO_2 nanoparticles [7-10]. Transition metal doping, in particular, has shown promising results in enhancing photocatalytic activity, introducing magnetic properties, and modifying the band gap energy.

Synthesis. The sol-gel method was employed to synthesize cobalt (Co) and nickel (Ni) co-doped titanium dioxide nanomaterials. This approach is widely recognized for its simplicity, cost-effectiveness, and ability to precisely control the composition and structure of the material. Titanium isopropoxide (TTIP) served as the titanium precursor, while cobalt nitrate and nickel nitrate were used as doping agents. The aqueous dopant solution was then added dropwise to the TTIP solution, maintaining continuous stirring to ensure uniform mixing. The resulting mixture was stirred at room temperature until gel formation occurred. The gel was aged to increase its stability, then dried at 100 °C to remove residual solvents. Finally, the dried gel was calcined at 450–600 °C in a muffle furnace to achieve crystallization and integrate Co and Ni ions into the TiO_2 lattice (Fig. 1).



Fig. 1. Steps in obtaining nanomaterials

Characterization techniques such as scanning electron microscopy (SEM), X-ray diffraction (XRD), FTIR, and UV-Vis spectroscopy were employed to confirm the successful co-doping of TiO_2 with Co and Ni, as well as to evaluate the structural, morphological, and optical properties of the synthesized nanomaterials.

ISSN 3030-3907

Scanning electron microscopy (SEM) is one of the most powerful and versatile techniques for investigating the surface morphology and microstructural features of materials. Scanning Electron Microscopy (SEM) plays a crucial role in investigating the properties of nanoporous semiconductor materials. Due to its high magnification and depth of focus capabilities, SEM allows for the direct observation of the microscopic structure and morphology of these materials. SEM helps in determining essential morphological features of the nanopores, such as their shape, size, distribution, and interconnectivity [11-12]. This is vital for understanding the overall structure of the material and its impact on its properties. For instance, SEM can visualize how the pore size and density affect the material's surface area, adsorption capacity, and optical properties. SEM enables the visualization of the internal and surface structure of nanoporous architectures (Fig. 3).

The increase in absorption range with different doped materials was registered. The saturation magnetization (MS) was higher for TiO_2 relative to doped materials. Cobalt and nickel co-doping effectively modified the structural, optical, and photocatalytic properties of TiO_2, enhancing its activity under visible light irradiation.

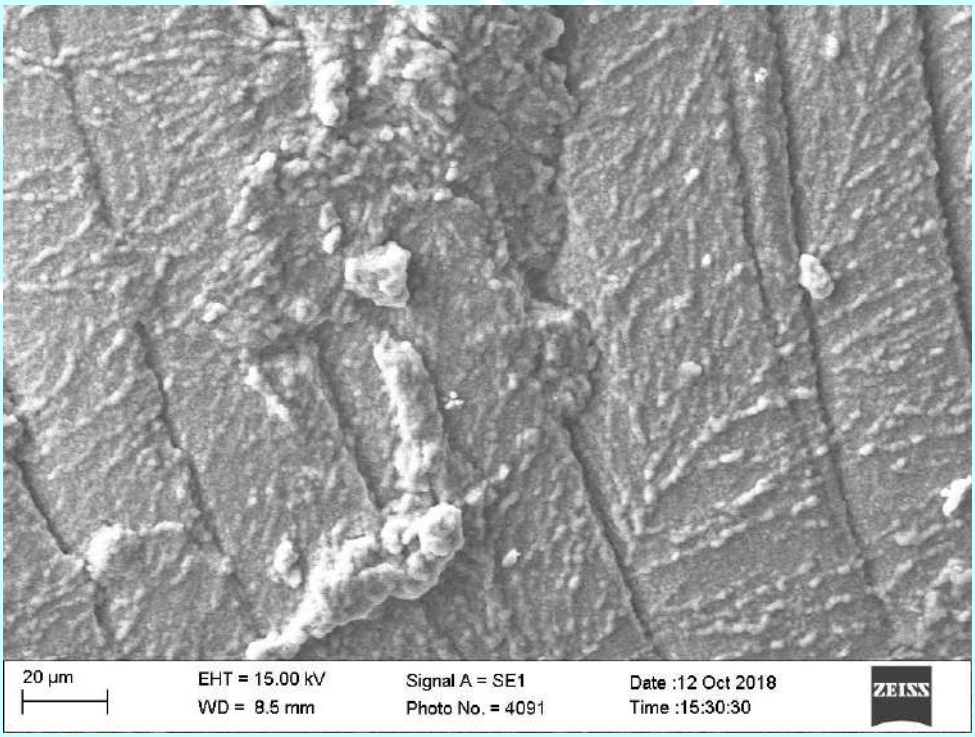


Fig. 2. SEM analylisis of Ni doped TiO_2

The co-doping could lead to unique surface properties and thus a different profile of surface hydroxyl groups compared to undoped or single-doped TiO_2. The intensity and position of the O-H bands might be altered in a way that is not simply additive of the effects of individual doping. The simultaneous presence of two different dopant ions could create new types of lattice defects or influence the

ISSN 3030-3907

concentration of existing defects, potentially leading to the appearance of new weak bands or changes in the intensity of defect-related bands. The IR spectrum might provide indirect evidence of interactions between Ni and Co ions within the TiO_2 lattice or on its surface if the observed band positions or intensities deviate significantly from what would be expected from a simple mixture of the effects of single doping. Comparing the Ni-Co-TiO_2 spectrum with the individual Ni-TiO_2 and Co-TiO_2 spectra can reveal if the co-doping leads to effects that are more than or less than the sum of the individual doping effects (Fig.3).

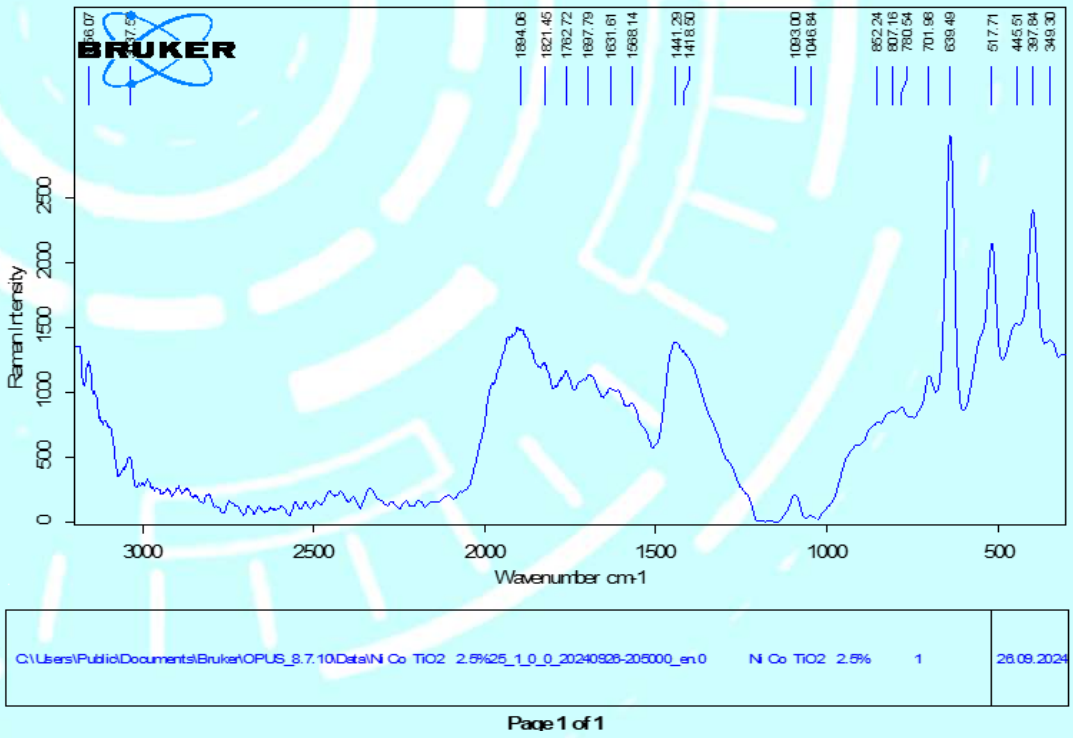


Fig. 3. Infrared spectroscopy analysis results of Ni-Co-TiO_2

X-rays are a form of electromagnetic radiation generated through the interaction of high-energy charged particles or photons with the atoms of a target material. When an energetic electron strikes the anode material, a portion of its kinetic energy is converted into X-ray radiation. The similarity between X-ray wavelengths and the interatomic spacings of crystal lattices enables the observation of X-ray diffraction in crystalline materials. As Xrays pass through a crystal, they are diffracted by the periodic arrangement of atoms across various crystal planes. X-rays are extensively used in numerous scientific antechnological fields, particularly for structural analysis of atoms, molecules, and crystalline solids. X-ray Diffraction (XRD) is a crucial technique for characterizing the structural properties of nanoporous semiconductor materials and metal-doped titanium dioxide (TiO_2).

The broadening of the diffraction peaks would be analyzed to estimate the average crystallite size of the TiO_2 nanoparticles. The co-presence of Ni and Co might have a different effect on crystallite growth compared to single doping with

ISSN 3030-3907

either element. It could lead to smaller crystallites due to increased nucleation sites or hinder growth more effectively (Fig. 4).

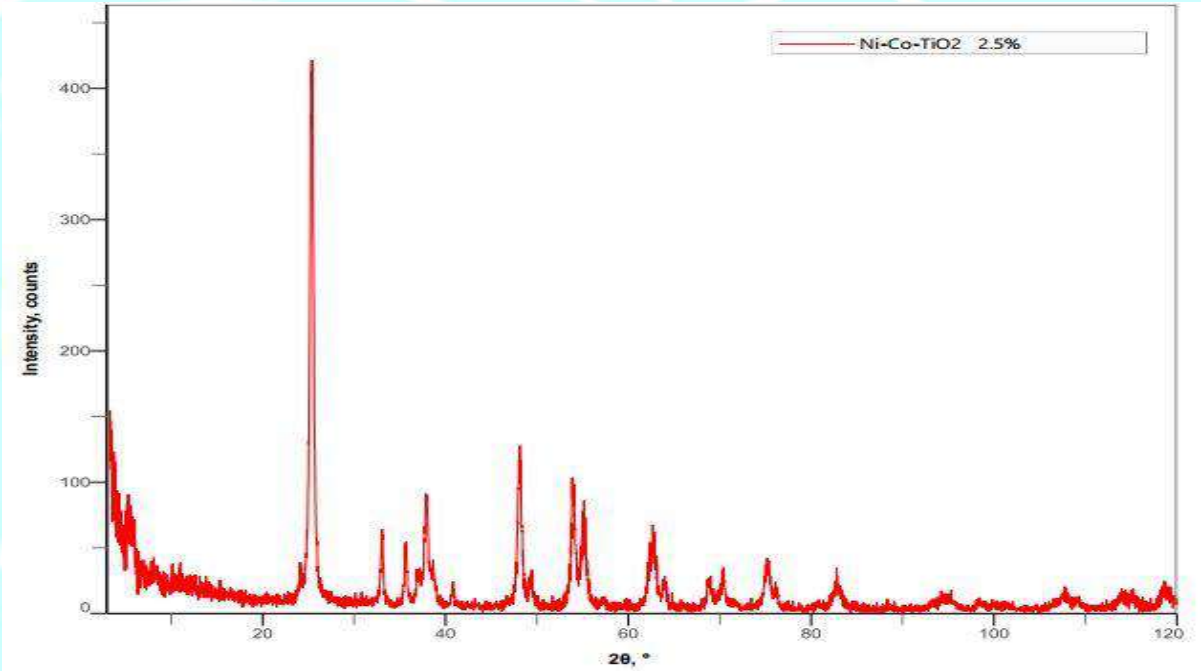


Fig. 4. Results of X-ray analysis of Co-Ni-TiO_2 nanocrystals calcined at 500 °C for 5 hours

The positions of the diffraction peaks would be used to calculate the lattice parameters of the TiO_2 phase. If both Ni and Co ions are incorporated into the TiO_2 lattice by substituting for Ti^{4+} ions, the changes in lattice parameters might reflect the combined effect of their ionic radii and concentrations.

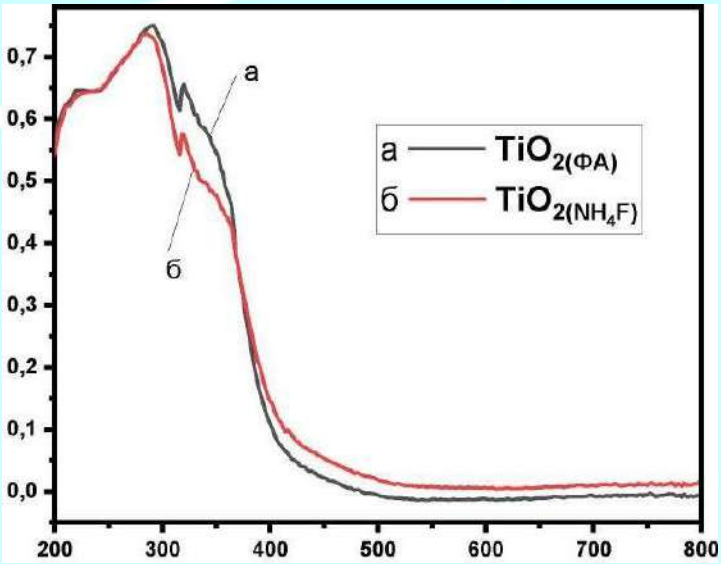


Fig. 5. UV spectra of titanium dioxide samples synthesized in the presence of formamide (a) and ammonium fluoride (b) hydrolytic agents

The ultraviolet (UV) absorption spectra of titanium dioxide synthesized in the presence of formamide (FA) and ammonium fluoride (NH_4F) as hydrolytic agents are shown in Fig. 5. These spectra were analyzed comparatively. The TiO_2 sample synthesized in the presence of FA exhibits an absorption peak at

ISSN 3030-3907

approximately 380 nm, whereas the sample obtained in the presence of NH_4F shows a peak near 390 nm.

CONCLUSION

In this study, Ni-TiO_2, Co-TiO_2, and Co-Ni-TiO_2 nanomaterials were synthesized via the sol-gel method, and their photocatalytic degradation efficiency was evaluated against phenol under visible light irradiation. Characterization results confirmed the successful incorporation of dopants into the TiO_2 lattice, improving light absorption and charge separation. This research highlights the importance of optimizing synthesis parameters and dopant concentrations to achieve desired properties in co-doped TiO_2 nanomaterials, with potential for future applications in energy conversion and storage, advancing sustainable solutions for environmental challenges.

REFERENCES:

1. Zhao, W., Chen, C., & Li, X. (2020). Enhanced photocatalytic activity of Co-doped TiO_2 nanomaterials. Journal of Nanomaterials Research, 45(12), 2345–2354.
2. O Ruzimuradov, Kh. Musaev, Sh. Mamatkulov, Kh. Butanov, I. Gonzalo-Juan, L. Khoroshko, N. Turapov, S. Nurmanov, J. Razzokov, V. Borisenko, R. Riedel. (2023) Structural and optical properties of sol-gel synthesized TiO2 nanocrystals: Effect of Ni and Cr (co)doping. Optical Materials, 143, 114203.
3. Chen, D., Li, K., & Zhao, J. (2018). Structural and optical properties of transition metal-doped TiO_2 nanoparticles. Journal of Photocatalysis and Environmental Sciences, 34(7), 456–468.
4. Kamoliddin Sultonov, Xusniddin Musayev, Abdurasul Yarbekov. Fenol fotodegradatsiyasi uchun TiO2 asosidagi fotokatalizatorlar olish usullari. Science and Education, 2022, 3, 12, 351-356.
5. Khusniddin Musaev. Sol-gel synthesis and characterization of nickel doped titania nanoparticles. Science and Education, 2020, 1, 9, 141-147.
6. Z. H. Yuan, J. H. Jia, L. D. Zhang, Study on photocatalytic degradation of Cl-VOCs using pure and metal-ions doping TiO2 prepared by the sol-gel method, Mater. Chem. Phys., 73 (2002) 323-326.
7. C. Belvar, R. Bellod, A. Fuerte, M. F. Garcia, Nitrogen-containing TiO_2 photocatalysts: Part 1. Synthesis and solid characterization, Appl. Catal. B: Environ., 65 (2006) 301-308.
8. N. Daneshvar, M. Rabbani, N. Modirshahla N. and M.A. Behnajady, Kinetic modeling of photocatalytic degradation of Acid Red 27 in UV/TiO2 process, J Photochem. Photobiol. A, 168 (2004) 39-45.
9. M. Iwasaki, M. Hara, H. Kawada, H. Taday, S. Ito, Cobalt Ion-Doped TiO2 Photocatalyst Response to Visible Light, J. Colloid. Interface Sci. 224, (2000), 202-204.

ISSN 3030-3907

10. S. Ogata, H. Iyetomi, K. Tsuruta, F. Shimojo, A. Nakano, R.K. Kalia, P. Vashishta, Role of atomic charge transfer on sintering of TiO2 nanoparticles: Variable-charge molecular dynamics, J. Appl. Phys. 88 (2000) 6011-6017.
11. W.Y. Choi, A. Termin, M.R. Hoffmann, The Role of Metal Ion Dopants in Quantum-Sized TiO2: Correlation between Photoreactivity and Charge Carrier Recombination Dynamics, J. Phys. Chem. 98 (1994) 13669-13679.
12. R.W. Matthews, in: D.F. Ollis, H. Al-Ekabi (Eds.), Photocatalytic Purification and Treatment of Water and Air, Elsevier, Amsterdam (1993) 121– 138.

ISSN 3030-3907

SANOAT CHIQINDILARI ASOSIDAGI METALLARNI QAYTA ISHLASH SANOATI: JARAYONLAR VA MEHNAT XAVFSIZLIGI

Shamsiyeva Nasiba Fayzilloyevna
Buxoro davlat texnika universiteti "Qurilish muhandisligi" kafedrasi doktoranti
E-mail: nasibashamsiyeva925@gmail.com
Raximov Firuz Fazliddinovich
Buxoro davlat texnika universiteti "Qurilish muhandisligi" kafedrasi dotsenti, PhD
E-mail: feruz.raximov.1990@mail.ru

Annotasiya: Ushbu maqolada metallalarni qayta ishlash sanoatining rivojlanishida xorijiy mamlakatlarning ilg'or texnologiyalari va usullari o'rganiladi hamda ularning mahalliy xom-ashyo bazasiga tatbiqi masalalari tahlil qilinadi. Xorij usullari samaradorligi va energiya tejash imkoniyatlari yoritilib, mahalliy sharoitlarga moslashtirish bo'yicha takliflar beriladi. Shuningdek, maqolada metallalarni qayta ishlash jarayonida ekologik xavfsizlik va iqtisodiy samaradorlikni oshirishga oid strategiyalar muhokama qilinadi. Tadqiqot natijalari milliy sanoatning raqobatbardoshligini oshirish va innovatsion texnologiyalarni joriy etishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so'zlar: Metall qayta ishlash, metall sanoati, qayta ishlash texnologiyalari, xorij usullari, mahalliy xom-ashyolar, metall tarkibini optimallashtirish, atrof-muhit muhofazasi, sanoat innovatsiyalari, metall sanoatining rivojlanishi, resurslardan samarali foydalanish, metall eritish usullari, qayta ishlangan metall mahsulotlari, energiya tejash texnologiyalari, metall chiqindilarni qayta ishlash, mahalliy sanoat imkoniyatlari.

Annotation: this article will study the advanced technologies and methods of foreign countries in the development of the metal processing industry and analyze the issues of their application to the local raw material base. The effectiveness of foreign methods and energy saving options are highlighted and proposals are made to adapt to local conditions. The article also discusses strategies for improving environmental safety and economic efficiency in the process of processing metals. The results of the study are important in improving the competitiveness of the national industry and the introduction of innovative technologies.

Keywords: metal processing, metal industry, recycling technologies, foreign methods, local raw materials, metal content optimization, Environmental Protection, industrial innovation, metal industry development, resource efficient use, metal smelting methods, recycled metal products, energy saving technologies, metal waste recycling, local industrial capabilities.

Аннотация: В данной статье будут рассмотрены передовые технологии и методы зарубежных стран в развитии металлообрабатывающей промышленности, а также проанализированы вопросы их применения на отечественной сырьевой базе. Освещаются эффективность зарубежных методов и возможности энергосбережения, даются предложения по адаптации к местным условиям. В статье также обсуждаются стратегии повышения экологической безопасности и экономической эффективности при переработке металлов. Результаты исследований имеют важное значение для повышения конкурентоспособности национальной промышленности и внедрения инновационных технологий.

Ключевые слова: металлообработка, металлическая промышленность, технологии переработки, зарубежные методы, отечественное сырье, оптимизация состава металлов, охрана окружающей среды, промышленные инновации, развитие металлообрабатывающей промышленности, эффективное использование ресурсов, методы плавки металлов, переработанные металлические изделия, энергосберегающие технологии, переработка металлических отходов, возможности местной промышленности.

Kirish

Hozirgi vaqtda Hall-Heroult elektrolitik xujayralarining ikkita asosiy turi qo‘llaniladi. "Pishirishdan oldin" deb ataladigan jarayon ishlab chiqarilgan elektrodlardan foydalanadi. Bunday eritish zavodlarida politsiklik uglevodorodlarning ta'siri odatda elektrod ishlab chiqarish korxonalarida, ayniqsa tegirmonlarni aralashtirish va shakllantirish presslarida sodir bo‘ladi. Soderberg tipidagi hujayradan foydalanadigan eritish zavodlari pishirilgan uglerod anodlarini ishlab chiqarish uchun uskunalarni talab qilmaydi. To‘g‘rirog‘i, koks va qatron bog‘lovchi aralashmasi quyi uchlari eritilgan kriolit-alyuminiy vannasi aralashmasiga botiriladigan bunkerlarga solinadi. Qatron va koks aralashmasi hujayra ichidagi eritilgan metall-kriolit vannasi bilan qizdirilganda, bu aralashma qattiq grafit massasiga aylanadi. joyida. Metall novdalar to‘g‘ridan-to‘g‘ri oqim elektr oqimi uchun o‘tkazgichlar sifatida anodik massaga kiritiladi. Ushbu rodlarni vaqti-vaqti bilan almashtirish kerak; Bularni qazib olishda ko‘mir smolasining katta miqdordagi uchuvchi moddalari hujayra xonasi muhitiga aylanadi. Ushbu ta'sirga pitch-koks massasini pishirish jarayonida hosil bo‘ladigan o‘sha uchuvchan moddalar qo‘shiladi.

So‘nggi o‘n yil ichida sanoat mavjud bo‘lgan Soderberg turini qisqartirish moslamalarini o‘zgartirmaslik yoki o‘zgartirishga moyil bo‘ldi, chunki ularda ko‘rsatilgan kanserogen xavf. Bundan tashqari, reduksiya xujayralari operatsiyalarini avtomatlashtirishning kuchayishi, xususan, anodlarning o‘zgarishi

ISSN 3030-3907

bilan vazifalar ko‘pincha yopiq mexanik kranlardan bajariladi. Shunday qilib, zamonaviy korxonalarda alyuminiy eritish bilan bog‘liq bo‘lgan ishchilarning ta'siri va buzilish xavfi asta-sekin kamayib bormoqda. Aksincha, etarli kapital qo‘yilmalari osonlikcha mavjud bo‘lmagan iqtisodlarda qo‘lda boshqariladigan eski qisqartirish jarayonlarining davom etishi alyuminiyni qisqartirish zavodlari bilan bog‘liq bo‘lgan kasbiy buzilishlar (pastga qarang) xavfini ko‘rsatishda davom etadi. Darhaqiqat, bu tendentsiya bunday eski, takomillashtirilmagan operatsiyalarda, ayniqsa ularning yoshi bilan kuchayadi.

Uglerod elektrodlarini ishlab chiqarish

Pishirishdan oldin elektrolitik yo‘l bilan sof metallga qaytarish uchun zarur bo‘lgan elektrodlar odatda ushbu turdagi alyuminiy eritish zavodi bilan bog‘liq bo‘lgan korxona tomonidan ishlab chiqariladi. Anodlar va katodlar ko‘pincha maydalangan neftdan olingan koks va qatron aralashmasidan tayyorlanadi. Koks avval sharli tegirmonlarda maydalanadi, so‘ngra o‘tkaziladi va mexanik ravishda pitch bilan aralashtiriladi va nihoyat, qoliplash presslarida bloklarga quyiladi. Ushbu anod yoki katod bloklari gazli pechda bir necha kun davomida isitiladi, ular qattiq grafit massalari hosil bo‘lgunga qadar, asosan, barcha uchuvchi moddalar chiqarib yuboriladi. Nihoyat, ular katod panjaralarini olish uchun anod novdalariga yoki arra yivlariga biriktiriladi.

Xavflar va ularning oldini olish

Alyuminiyni eritish va qayta ishlash jarayonlari uchun xavf va profilaktika choralari, asosan, eritish va qayta ishlash jarayonida bo‘lganlar bilan bir xil; ammo, individual jarayonlar ma'lum o‘ziga xos xavflarni keltirib chiqaradi. Garchi adabiyotda "boksit o‘pkasi" haqida vaqti-vaqti bilan murojaat qilingan bo‘lsa-da, bunday mavjudot mavjudligi haqida ishonchli dalillar kam. Shu bilan birga, boksit rudalarida kristalli kremniyning mavjudligi ehtimolini hisobga olish kerak.

Bayer jarayoni

Bayer jarayonida kaustik sodadan keng foydalanish terining va ko‘zning kimyoviy kuyish xavfini keltirib chiqaradi. Tanklarni pnevmatik bolg‘achalar bilan tozalash kuchli shovqin ta'siriga sabab bo‘ladi. Ushbu jarayonda ishlab chiqarilgan alyuminiy oksidining haddan tashqari dozalarini inhalatsiyalash bilan bog‘liq potentsial xavflar quyida muhokama qilinadi.

Bayer jarayoniga jalb qilingan barcha ishchilar kaustik soda bilan ishlash bilan bog‘liq xavflar haqida yaxshi ma'lumotga ega bo‘lishi kerak. Xavf ostida bo‘lgan barcha ob'ektlarda ko‘z yuvish uchun favvoralar va oqar suv va to‘fon yomg‘irlari bo‘lgan havzalar, ulardan foydalanishni tushuntiruvchi bildirishnomalar bilan ta'minlanishi kerak. Shaxsiy himoya vositalari (masalan, ko‘zoynaklar, qo‘lqoplar, fartuklar va etiklar) bilan ta'minlanishi kerak. Dushlar va ikki kishilik shkaflar (bir shkaf ish kiyimi uchun, ikkinchisi shaxsiy kiyim uchun)

ISSN 3030-3907

bilan ta'minlanishi va barcha xodimlarni smena oxirida yaxshilab yuvishlari kerak. Eritilgan metall bilan ishlaydigan barcha ishchilar kuyish, chang va tutundan himoya qilish uchun visorlar, respiratorlar, qo‘lqoplar, fartuklar, qo‘ltiqlar va tupuriklar bilan ta'minlanishi kerak. Past haroratli jarayonda ishlaydigan ishchilar hujayralar ishga tushganda ularni xlorid kislotasi bug‘laridan himoya qilish uchun maxsus qo‘lqop va kostyumlar bilan ta'minlanishi kerak; jun bu bug‘larga yaxshi qarshilik ko‘rsatishini isbotladi. Ko‘mir patronlari yoki alyumin bilan singdirilgan niqobli respiratorlar qatron va ftor bug‘laridan yetarli darajada himoya qiladi; uglerod changidan himoya qilish uchun samarali chang maskalari zarur. Ko‘proq chang va tutun ta'siriga ega bo‘lgan ishchilar, ayniqsa Soderberg operatsiyalarida, havo bilan ta'minlangan respiratorli himoya vositalari bilan ta'minlanishi kerak. Mexaniklashtirilgan qozonxona ishlari yopiq kabinalardan masofadan amalga oshirilganligi sababli, bu himoya choralari kamroq zarur bo‘ladi.

Elektrolitik pasayish ishchilarni erigan metallning chayqalishi, issiqlik stressining buzilishi, shovqin, elektr xavfi, kriolit va gidroftorik kislota bug‘lari tufayli terining kuyishi va baxtsiz hodisalarga duchor bo‘lishiga olib keladi. Elektrolitik qaytaruvchi hujayralar ko‘p miqdorda ftorid va alumina changlarini chiqarishi mumkin.

Uglerod-elektrod ishlab chiqarish do‘konlarida sumka filtrlari bo‘lgan egzoz shamollatish uskunalari o‘rnatilishi kerak; pitch va uglerodli silliqlash uskunasining muhofazasi isitiladigan maydonlar va uglerod changlarining ta'sirini yanada samarali tarzda kamaytiradi. Atmosferadagi chang kontsentratsiyasini muntazam tekshirish mos namuna olish moslamasi bilan amalga oshirilishi kerak. Vaqti-vaqti bilan changga duchor bo‘lgan ishchilarni rentgen tekshiruvi o‘tkazish kerak va kerak bo‘lganda klinik tekshiruvlar o‘tkazilishi kerak.

Qatlam bilan ishlov berish xavfini kamaytirish uchun ushbu materialni tashish imkoni boricha mexanizatsiyalashgan bo‘lishi kerak (masalan, isitiladigan yo‘l tankerlari suyuqlik qatlamini avtomatik ravishda isitiladigan tanklarga pompalanadigan ishlarga tashish uchun ishlatilishi mumkin). Eritema, epiteliyoma yoki dermatitni aniqlash uchun muntazam teri tekshiruvlari ham ehtiyotkorlik bilan amalga oshiriladi va alginat asosli to‘siq kremlari bilan qo‘shimcha himoya qilish mumkin. Issiq ish bilan shug‘ullanadigan ishchilarga issiq havo boshlanishidan oldin suyuqlik iste'mol qilishni ko‘paytirish va ovqatlarini qattiq tuzlash haqida ko‘rsatma berish kerak. Ular va ularning rahbarlari, shuningdek, o‘zlarida va hamkasblarida boshlangan issiqlik bilan bog‘liq kasalliklarni aniqlashga o‘rgatishlari kerak. Bu erda ishlaydiganlarning barchasi issiqlik buzilishlarining paydo bo‘lishi yoki rivojlanishining oldini olish uchun zarur choralarni ko‘rishga o‘rgatilgan bo‘lishi kerak.

ISSN 3030-3907

Yuqori shovqin darajasiga duchor bo‘lgan ishchilar eshitishni himoya qilish uskunalari bilan ta'minlanishi kerak, masalan, past chastotali shovqin o‘tishiga imkon beradigan (buyurtmalarni idrok etish uchun), lekin kuchli, yuqori chastotali shovqinning uzatilishini kamaytiradigan quloq tiqinlari. Bundan tashqari, ishchilar eshitish qobiliyatini yo‘qotish uchun muntazam audiometrik tekshiruvdan o‘tishlari kerak. Va nihoyat, xodimlar elektr toki urishi bilan bog‘liq baxtsiz hodisalar qurbonlariga yurak-o‘pka reanimatsiyasini o‘tkazishga o‘rgatishlari kerak.

Erigan metallning chayqalishi va kuchli kuyish ehtimoli reduksiya zavodlari va ular bilan bog‘liq operatsiyalarning ko‘p joylarida keng tarqalgan. Himoya kiyimlariga qo‘shimcha ravishda (masalan, qo‘lqoplar, fartuklar, shpatlar va yuz niqoblari) sintetik kiyimlarni kiyishni taqiqlash kerak, chunki eritilgan metallning issiqligi bunday qizdirilgan tolalarni eritib, teriga yopishib qolishiga olib keladi, bu esa terining kuyishini yanada kuchaytiradi. Kardiyak stimulyatorlardan foydalanadigan shaxslar magnit maydondan kelib chiqadigan ritm buzilishi xavfi tufayli reduksiya operatsiyalaridan chetlatilishi kerak.

Sog‘likka va boshqa ta'sirlari.

Kriolit oqimidan foydalanish natijasida ftorid o‘z ichiga olgan gazlar, tutun va changlarning emissiyasi natijasida ishchilar, aholi va atrof-muhit uchun xavflar haqida keng ma'lumot berilgan (1-jadvalga qarang). Noto‘g‘ri boshqariladigan alyuminiy eritish zavodlari yaqinida yashovchi bolalarda doimiy tishlarning o‘sishi rivojlanish bosqichida ta'sirlangan bo‘lsa, doimiy tishlarning o‘zgaruvchan darajadagi xiralashishi haqida xabar berilgan. 1950 yilgacha bo‘lgan eritish zavodlari ishchilari orasida yoki ftoridli oqava suvlarni yetarli darajada nazorat qilish davom etmagan joylarda o‘zgaruvchan darajadagi suyak florozi kuzatilgan.

1-jadval.

Alyuminiyni eritish va qayta ishlash uchun moddalarni kiritish va ifloslanish chiqishi jarayoni

№	Jarayonlar	Moddalarni kiritish	Havo emissiyalari	Jarayon chiqindilari	Boshqa chiqindilar
1	Boksitni qayta ishlash	Boksit, natriy gidroksid	Zarrachalar, kaustik/suv bug '		Kremniy, temir, titan, kaltsiy oksidi va kaustikni o‘z ichiga olgan qoldiq

ISSN 3030-3907

2	Alumina tiniqlanishi va cho‘kishi	Alumina atala, kraxmal, suv	Tarkibida kraxmal, qum va kaustik bo‘lgan oqava suvlar	Alyuminiy oksidi kalsinatsiyasi	Alyuminiy gidrat
	Birlamchi elektrolitik alyuminiy eritish	Alumina, uglerod anodlari, elektrolitik hujayralar, kriolit	Ftorid - gazsimon va zarrachalar, karbonat angidrid, oltingugurt dioksidi, karbon monoksit, C2F6 ,CF4 va perftorlangan uglerodlar (PFC)		Sarflangan potliners

Xulosa

Metallarni qayta ishlashning umumiy nuqtai - nazaridan kelib chiqib, boksit ochiq usulda qazib olinadi. Ko‘proq boy rudalar qazib olish uchun ishlatiladi. Pastki navli rudalarni loy va silika chiqindilarini olib tashlash uchun maydalash va yuvish orqali boyitish mumkin. Metall ishlab chiqarish ikki asosiy bosqichni o‘z ichiga oladi: Qayta ishlash: Bayer jarayoni bo‘yicha boksitdan alumina ishlab chiqarish, bunda boksit yuqori harorat va bosimda kaustik sodaning kuchli eritmasida hazm qilinadi. Olingan gidrat kristallanadi va o‘choq yoki suyuq qatlamli kalsinatorda oksidga kalsinlanadi. Uglerod elektrodlari va kriolit oqimidan foydalangan holda Hall-Geroult elektrolitik jarayonidan foydalangan holda alyuminiy oksidini bokira alyuminiy metallga kamaytirish.

Eksperimental ishlanmalar shuni ko‘rsatadiki, kelajakda alyuminiy rudadan to‘g‘ridan-to‘g‘ri pasaytirish orqali metallga qaytarilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fayzullaevna S. N., Fazliddinovich R. F., Hamrokulovich J. H. METALL KOMPOZITSION QURILISH MATERIALLARNING TURLARI VA QO‘LLANILISHI //INTERDISCIPLINE INNOVATION AND SCIENTIFIC RESEARCH CONFERENCE. – 2024. – T. 3. – №. 25. – C. 164-167.

2. Fayzullaevna S. N., Fazliddinovich R. F., Hamrokulovich J. H. ZAMONAVIY QURILISH MATERIALLARI ISHLAB CHIQARISH SANOATIDA ALYUMINIY VA POLIMERLARNING O‘RNI FORMATION OF PSYCHOLOGY AND PEDAGOGY AS INTERDISCIPLINARY SCIENCES: a

ISSN 3030-3907

collection scientific works of the International scientific conference Italiya Vol 3 (1-11-2024). https://interoncof.com/index.php/italy/article/view/5520
3. Shamsieva N.F, Xolova N Production of Composite Materials by Texnogical Methods. European Journal of Innovation in Nonformal Education (EJINE) Volume 3 | Issue 4| 04– 2023 http://innovatus.es/index.php/ejine
4. Shamsieva N.F, Djunaidov H.H Composites reinforced with fibers or fibrous crystals. International Multidisciplinary Research in Academic Science (IMRAS) September (2024) https://doi.org/10.5281/zenodo.13743279
5. Shamsieva N.F, Xolova N Significant Technological Methods of Production of Composite Materials. European Journal of Innovation in Nonformal Education (EJINE) Volume 3| Issue 2|
6. Shamsiyeva N.F, Djunaidov H.H Эффективность извлечения сырья из промышленних отходов с помощью термических процессов. Zamonaviy ta'lim tizimini rivijlantirish va unga qaratilgan kreativ g'oyalar, takliflar va yechimlar" ilmiy-amaliy online konferensiyasi 1-fevral 2024 yil
7. Shamsiyeva N.F, Djunaidov H.H Issiqlik berish jarayonlaridan foydalanib sanoat chiqindilaridan xom-ashyo olish samaradorligi Pedagogical sciences and teaching methods Part 32 march 2024 Berlin.
8. Shamsiyeva N.F, Djunaidov H.H Polimer chiqindilari asosida xom-ashyo olish qurilmalarida energosistemalar o'rnatish va uning samaradorligi. Zamonaviy ta'limda fan va innovatsion tadqiqotlar ilmiy – uslubiy jurnal1-son 3-to'plam 2023 yilhttp://zamtadqiqot.uz/index
9. Kholova N. A. Production of Reinforced Concrete Products by Application of Energy Saving Methods is the way of Increasing the Economic Efficiency of National Economy //European journal of innovation in nonformal education. – 2022. – Т. 2. – №. 3. – С. 297-298.
10. Fayzullaevna N., Akhmedovna K. N. Significant Technological Methods of Productionof Composite Materials //European journal of innovation in nonformal education. – 2023. – Т. 3. – №. 2. – С. 36-40.

ISSN 3030-3907

ADGEZION KOMPOZITSION PLYONKALI QOPLAMALARNING OLINISHI VA XOSSALARI

Sattorova Gulnoza Tuymurodovna
Buxoro davlat texnika universiteti PhD, dotsent.
Shoyimov Shoxruh Shuxratovich
Buxoro davlat texnika universiteti PhD, dotsent.
Xo‘jaqulov Kamoliddin Ramazanovich
Buxoro davlat texnika universiteti
Email: zehniddin2012@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada tabiiy charmni kauchukning aromatik va alifatik uglevodorod erituvchilari toluol va n-geksan bilan o‘zaro ta’siri o‘rganildi. Tabiiy charm kollagen tolalaridan iborat bo‘lib, uni sorbentlar bilan to‘yintirish orqali yangi funksional kompozit materiallar yaratish mumkin. Ushbu jarayon orqali uning antibakterial, ultra binafsha nurlanishga qarshilik va nam o‘tkazmaslik xossalari yaxshilanadi. Maqolada charmni sorbent bilan to‘yintirish orqali yaxshilangan xususiyatga ega kompozitlarni tayyorlashning ilmiy va texnologik jihatlari o‘rganilgan. Erituvchilar va polimer substratlar orasidagi fizik-kimyoviy mexanizmlar, shuningdek, molekulyar darajadagi o‘zgarishlar tahlil qilingan. Erituvchilarning polimer zanjiriga ta’sir mexanizmi, fizik-kimyoviy jarayonlar, shuningdek, ehtimoliy reaksiyalar keltirilgan. Olingan natijalar charm va kauchuk mahsulotlarida qo‘llash, bo‘yash va yelimlash texnologiyalarida foydalanish bo‘yicha tavsiyalar berilgan.

Kalit so‘zlar: erituvchi, toluol, n-geksan, charm, qoplama, kollagen, poliizopren polimeri, IQ, siklogeksan, jarayon.

Аннотация: В данной статье изучено взаимодействие натуральной кожи с ароматическим и алифатическим углеводородными растворителями толуолом и н-гексаном. Натуральная кожа состоит из коллагеновых волокон, и за счёт насыщения её сорбентами возможно создание новых функциональных композитных материалов. Этот процесс позволяет улучшить её антибактериальные свойства, устойчивость к ультрафиолетовому излучению и водонепроницаемость. В статье исследованы научные и технологические аспекты получения композитов с улучшенными свойствами посредством насыщения кожи сорбентами. Проведён анализ физико-химических механизмов взаимодействия между растворителями и полимерными субстратами, а также изменений на молекулярном уровне. Приведены механизмы воздействия растворителей на полимерную цепь, физико-химические процессы и возможные реакции. Полученные результаты позволили дать рекомендации по применению в

ISSN 3030-3907

производстве кожаных и резинотехнических изделий, технологиях окрашивания и склеивания.

Ключевые слова: растворитель, толуол, н-гексан, кожа, покрытие, коллаген, полиизопреновый полимер, ИК-спектральный анализ, циклогексан, процесс.

Abstract: In this article, the interaction of natural leather with aromatic and aliphatic hydrocarbon solvents — toluene and n-hexane — has been studied. Natural leather consists of collagen fibers, and by impregnating it with sorbents, it is possible to create new functional composite materials. This process improves its antibacterial properties, resistance to ultraviolet radiation, and water resistance. The article examines the scientific and technological aspects of obtaining composites with enhanced properties through the impregnation of leather with sorbents. An analysis of the physicochemical mechanisms of interaction between solvents and polymer substrates, as well as molecular-level changes, has been carried out. The mechanisms of solvent action on polymer chains, physicochemical processes, and possible reactions are presented. The results obtained made it possible to give recommendations for the use of such composites in the production of leather and rubber products, as well as in dyeing and adhesive technologies.

Key words: solvent, toluene, n-hexane, leather, coating, collagen, polyisoprene polymer, IR spectral analysis, cyclohexane, process.

Kirish.

Tabiiy charm — asosan kollegen oqsilidan iborat tolali tuzilma bo‘lib, oqsilning uchlamchi tuzilishi vodorod bog‘lari va kovalent disulfid ko‘priklari orqali mustahkamlanadi. Tabiiy charm kollagen tolalaridan iborat bo‘lib, uni sorbentlar bilan to‘yintirish orqali yangi funksional kompozit materiallar yaratish mumkin. Kollagen umurtqali hayvonlarda eng ko‘p uchraydigan oqsil bo‘lib, umurtqali hayvonlar umumiy oqsillarining taxminan 25% ni tashkil qiladi [1].

Kollagen eng ko‘p teri, suyak va biriktiruvchi to‘qimalar tarkibida bo‘ladi, terining 70-80% (quruq vazn) va barcha oqsillarning 25% ni tashkil qiladi. Kollagen suyaklar, bo‘g‘inlar, sochlar, tirnoqlar va terining elastikligi va mustahkamligi uchun mas’ul bo‘lgan strukturaning tarkibiy qismi sifatida ishlaydi [2].

Tadqiqotning usuli.

Kollagenni qayta ishlash jarayonlari quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi; xomashyoni tayyorlash, mexanik tozalash, kimyoviy ishlov berish, ekstarksiya, filtrlash va quritish jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Xomashyo sifatida yirik shoxli qoramolning bo‘yin qismi terisidan foydalanildi. Dastlab teridan yog‘ va oqsil qoldiqlari mexanik yo‘l bilan ajratib olinib, suv bilan yuvib maydalandi. So‘ngra kollagenni qattiq strukturalardan ajratib olish uchun unga kimyoviy ishlov berish maqsadida ishqoriy ishlov berildi, texnologik jarayonda $Ca(OH)_2$ eritmasi

ISSN 3030-3907

yordamida teridan keratin va boshqa oqsillar ajratib olindi.So‘ngra teriga kimyoviy ishlov berish maqsadida 1ml CH_3COOH eritmasidan foydalanildi, unda mineral tuzlar erib teri erkinlashdi. Kimyoviy ishlov berish jarayonidan so‘ng ekstraksiya yo‘li bilan kollagenni ajratib olish uchun 20 °C haroratda 48 soat davomida ekstraksiya qilindi. Jarayonni yuqori haroratda olib borish kollagenning uch o‘lchamli strukturasi buzilishiga olib keladi. Ekstraksiya jarayoni iliq suv ekstraktsiyasini o‘z ichiga olgan ekstraktsiya jarayonida 10 soatda olib borildi. Natijada gidrolizlangan kollagen olindi [3].

Olingan kollagen namunalarining fizik-kimyoviy xossalari IQ spektroskopiyasi yordamida o‘rganildi. Olingan kollagen charm va mo‘yna sanoatida gidrofob, bakteritsid adgezziv plyonkali qoplamalar ishlab chiqarish uchun foydalaniladi.

Kollagen asosli qoplamalar charm va mo‘yna mahsulotlariga ultrabinafsha (UB) nurlariga qarshilik, suv o‘tkazmaslik va turli ta’sirlarga chidamlilik xususiyatlarini beradi.

Tadqiqot natijasi.

Adgezion qoplama olish uchun kompozitsiya tarkibiga tabiiy kauchuk bog‘lovchi sifatida kiritildi. Tabiiy kauchuk sis-1,4-poliizopren polimeri bo‘lib, uning tarkibida qo‘sh bog‘lar va yon zanjir sifatida metil guruhlari mavjud. Tabiiy kauchuk polimerlangan izopren birikmasidan tashkil topgan bo‘lib, yuqori elastiklik va uglevodorodli erituvchilarga sezgirlik xususiyatiga ega uning tarkibi 1-jadvalda keltirilgan. Jarayonda erituvchi sifatida Toluol va n-geksandan foydalanildi. Toluol va n-geksan - organik, apolyar erituvchilar bo‘lib, yuqori eruvchanlik parametrlari va past qutblilikka ega. Bu ularni kauchuk kabi apolyar polimerlarni eritishda samarali ekanligini ko‘rsatadi [4].

Kollagen oqsili gidrofil va gidrofob guruhlarga ega bo‘lganligi uchun Toluol va n-geksan organik erituvchilar sifatida polimer zanjirlariga diffuziya qilishi va ularni shishirishi mumkin.

1- jadval

Adgezion plyonkali qoplama olish uchun ishlatiladigan kauchuk tarkibi

№	Tarkibi	Kimyoviy formulasi	Taxminiy miqdori (%)	Asosiy vazifasi
1	**Tabiiy kauchuk**	$(C_5H_8)n$	15–25%	Asosiy elastik bog‘lovchi polimer
2	**Toluol**	C_7H_8	30–40%	Asosiy erituvchi, kauchukni eritadi
3	**n-Geksan**	C_6H_{14}	20–30%	Erituvchi,yopishqoqlikni moslashtiradi

ISSN 3030-3907

4	**Siklogeksan**	C_6H_{12}	5–10%	Qisman tez bug‘lanadigan erituvchi
5	**Stabilizatorlar va qo‘shimchalar**		0.5–1%	Yopishqoqlik va saqlash muddatini oshirish

Adgezion qoplama olish texnologik jarayoni quyidagi ketma-ketlikda amalga oshiriladi 2-jadval [5].

2- jadval

Adgezion kompozitsion plyonkali qoplama olish uchun boradigan texnologik jarayonlar ketma ketligi

Jarayon turi	Jarayon borishi	Texnologik ko‘rsatkichlar	Asosiy vazifasi
Eritish	Erituvchilar (toluol, n-geksan, siklogeksan) kauchuk zanjirlari orasiga kirib, Van-der-Vals kuchlarini zaiflashtiradi polimer zanjirlar erkin harakat qiladi	Xona harorati yoki past issiqlik	Kauchuk yumshaydi yoki eritma holiga o‘tadi; erituvchi bug‘langanda yana qattiqlashadi
Bo‘kish	Erituvchilar kauchuk matritsasini kengaytiradi, zanjirlar orasidagi masofa ortadi	Xona harorati	Kauchuk qisman shishadi, yopishqoqlik oshadi
Kimyoviy vulqonlash	Izopren zanjirlaridagi C=C qo‘sh bog‘lar oltingugurt bilan ko‘priklanadi (C–C bog‘lar)	150–180 °C, oltingugurt va katalizator ishtirokida	Elastik, kimyoviy barqaror kauchuk hosil bo‘ladi
Galogenlash	C=C bog‘lariga Cl_2 yoki Br_2 qo‘shilishi	Faol galogenlar mavjud bo‘lsa	Kauchuk xlorlanadi yoki bromlanadi, sirt xossalari o‘zgaradi

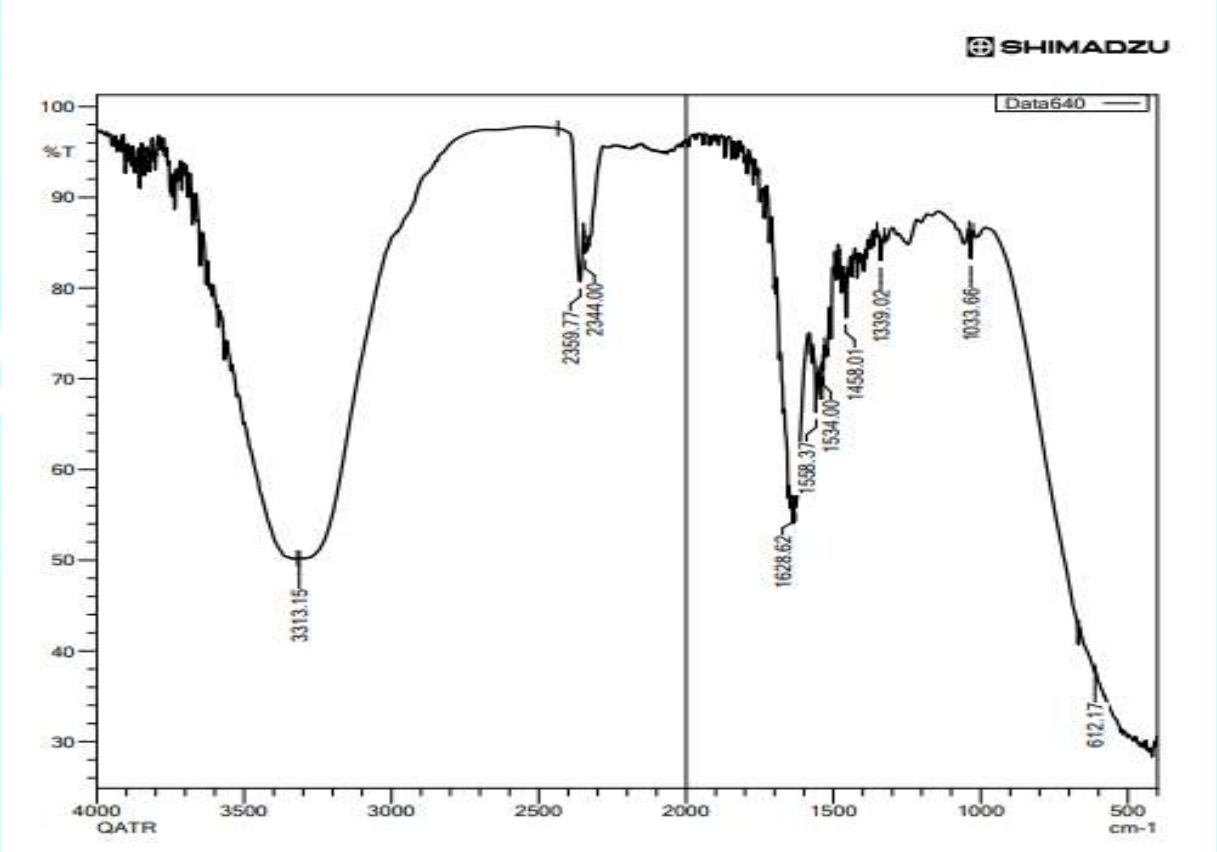
3- jadval

Adgezion kompozitsion plyonkali qoplamaning tarkibi va xossalari

ISSN 3030-3907

Nomi	Kimyoviy formulasi	Mol. massa (g/mol)	Qaynash t. (°C)	Qutblilik	Eruvchanlik (MPa^0.5)
Kollagen		~300,000 (polimer)	-	o‘rtacha	26-28
Tabiiy kauchuk	$(C_5H_8)_n$	~68 (monomer)	-	past	16.7
Toluol	C_7H_8	92	110.6	past	18.2
n-Geksan	C_6H_{14}	86	68.7	o‘ta past	14.9

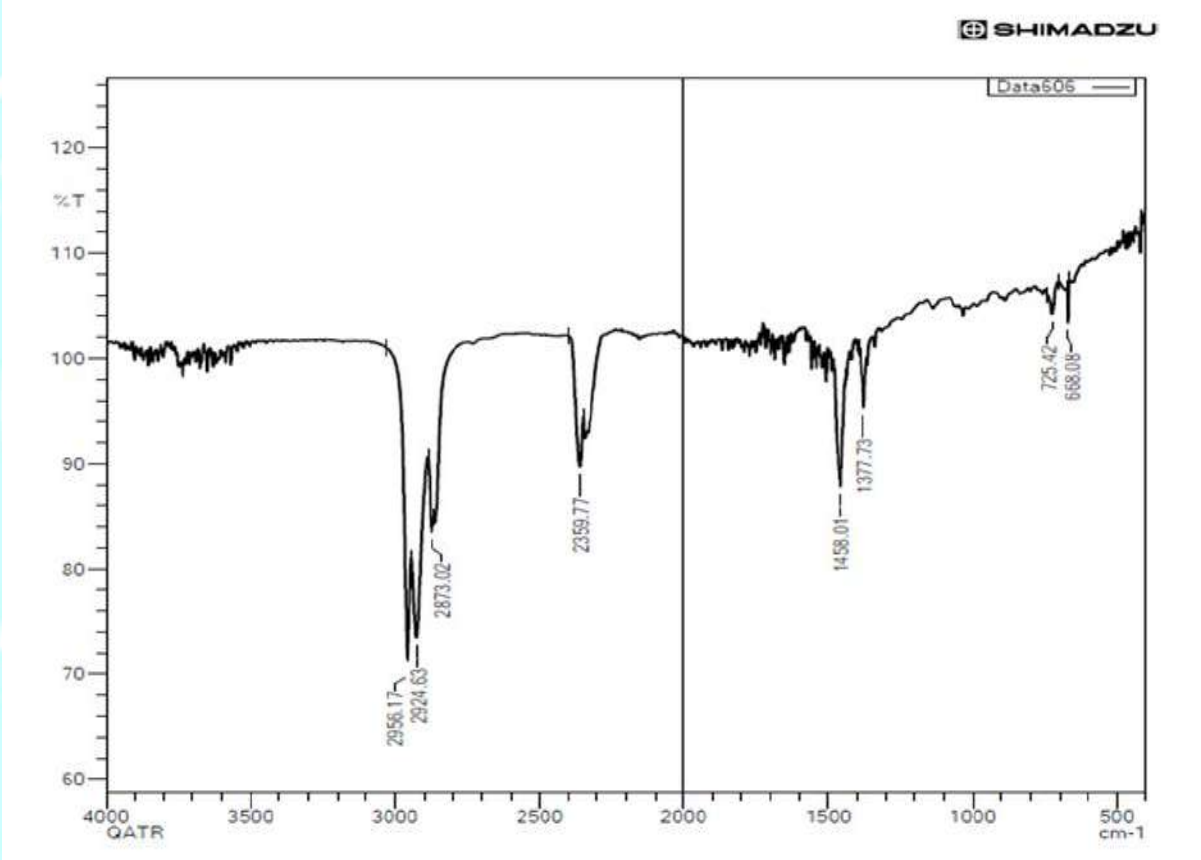
Kollagen va u asosida olingan adgezion kompozitsion plyonkali qoplamaning fizik-kimyoviy xossalari aniqlandi [6]. Dastlab yirik shoxli mol terisining bo‘yin qismidan olingan kollagenni IQ-Shimadzu spektrometr yordamida tahlil qilindi 1-rasm.



1-rasm. Yirik shoxli mol terisining bo‘yin qismidan olingan kollagenning IQ-tahlili

IQ spektrida kuzatilgan 3313 cm^{-1} keng cho‘qqi bu modda tarkibida O–H gurihi borligini, 1628 cm^{-1} o‘tkir cho‘qqi amid guruhiga tegishli tebranishlarni ko‘rsatadi, 1583 cm^{-1} va 1534 cm^{-1} o‘tkir signallar C=C bog‘lar tebranishlariga mos keladi. 1458 cm^{-1} va 1393 cm^{-1} C–H (metil, metilen guruhlari). 1033 cm^{-1} kuchli cho‘qqi C–O tebranishlariga mos keladi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Kollagen va kauchuk asosida olingan adgezion kompozitsion plyonkali qoplamaning IQ tahlili

IQ spektrida kuzatilgan 2924 va 2856 sm^{-1} C–H tebranishi (–CH_2– va –CH_3 guruhlarining assimetrik va simmetrik tebranishlari). Bu ham kollagen oqsili, ham kauchuk komponenti uchun xosdir.~2873 sm^{-1} ham C–H guruhining tebranishlari (metil va metilen guruhlari). ~2359 sm^{-1} bu odatda CO_2 (atmosfera aralashmasi) signali, asosiy tarkibiy qismga xos emas. ~1650–1630 sm^{-1} oralig‘ida (bu yerda ko‘rinmaydi, lekin kollagenga xos) – Amid I cho‘qqi (C=O guruhining), kollagen oqsillarining asosiy identifikatsion cho‘qqisi. 1458 va 1377 sm^{-1} CH_2/CH_3 deformatsiya tebranishlari; kauchuk va oqsil strukturasiga xos. ~725 sm^{-1} va 688 sm^{-1} – =CH “tekislikdan tashqari tebranish” tebranishlari, bu qo‘sh bog‘li (C=C) kauchuk zanjirlariga ishora qiladi.

Xulosa.

Tadqiqotlar natijasida adgezion kompozitsion plyonkali qoplamalarni olish texnologiyasi ishlab chiqildi va ularning fizik-kimyoviy hamda ekspluatatsion xossalari o‘rganildi. Kompozitsiyalarni shakllantirishda kollagen, polimer bog‘lovchilar va kauchuk asosidagi komponentlarning birgalikda ishtiroki plyonkaning yuqori mexanik mustahkamlik, elastiklik va sirtga yaxshi yopishish (adgezion) xususiyatlarini ta’minlashi aniqlandi.

(IQ) spektral tahlillar kompozitsion qoplamalarning struktura xususiyatlarini tasdiqladi. 2920–2850 sm^{-1} diapazondagi cho‘zilish tebranishlari –CH_2– va –CH_3

ISSN 3030-3907

guruhlarining mavjudligini, 1650–1550 sm^{-1} oralig‘idagi intensiv piktlar kollagenga xos bo‘lgan Amid I va Amid II tebranishlarini ko‘rsatdi. 725–680 sm^{-1} sohadagi tekislikdan tashqari egilish tebranishlari esa kauchukdagi =CH bog‘lariga xos ekanligi qayd etildi. Bu natijalar kompozitsiyaning oqsil-polimer asosida shakllanganligini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi.

Olingan plyonkali qoplamalar o‘zining mustahkamligi, elastikligi, kimyoviy ta’sirlarga nisbatan barqarorligi va sirtlarga kuchli yopishish qobiliyati bilan ajralib turadi. Shu sababli, ular turli sohalarda — texnika, tibbiyot va sanoatda qo‘llash uchun istiqbolli material sifatida baholanadi.

ADABIYOTLAR

1. H.T.Avezov1 M.J.Ro‘ziyeva2 KOLLOGEN OQSILINI OLINISH USULLARI. https://doi.org/10.5281/zenodo.6550796
2. Brydson, J.A. Rubber Chemistry. Elsevier, 2005.
3. Covington, A.D. Tanning Chemistry: The Science of Leather. RSC, 2009.
4. Hansen, C.M. Hansen Solubility Parameters. CRC Press, 2012.
5. Sattorova, G. T. (2023). Termoplast polimerlarning reologik xossalari va ularni o‘rganish usullari. Science and Education, 4(4), 503-508.
6. Yusupova D.N; Sattorova G. T; Shoyimov Sh.Sh; Farmonov F.F. STRUCTURE AND PROPERTIES OF FILMS BASED ON PROTEIN PRESERVATIVE POLYMER. Vol. 13 No. 5 (2025): FARS International Journal of Education, Social Science & Humanities.402-408.

ISSN 3030-3907

MAHALLIY XOM ASHYOLAR ASOSIDA OLINGAN STEARIN KISLOTANING TUZLARINI FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINI TADQIQ QILISH.

Voxidov Erkin Aliyevich.
Buxoro davlat texnika universiteti Texnika fanlari falsafa doktori dotsent,
E-mail: mr.Voxidov-89@yandex.ru
Zoyirova Sarvinoz Xayrulloyevna
Buxoro davlat texnika universiteti
E-mail: sarvinozzoirova76@gmail.com

Annotatsiya: Tadqiqotlarimiz natijasida kalsiy stearat olindi. Olingan kalsiy stearatni IQ spektroskopiyasi orqali tahlil qilindi. Tahlil natijasida shuni ko‘rishimiz mumkinki karboksil anioni, kilorod, uglerod va metall bog‘larni joylashgan. Ushbu ma’lumotlar asosida tabiiy kauchuk asosida olingan tibbiyot qo‘qoplaridan tibbiyot sohasida qo‘llaniladi.

Kalit so‘zlar: Kauchuk, kalsiy, stearin kislota, uglerod, karboksil anioni, kilorod, metall, shinalar, konveyer lentalari, shlanglar, rux oksid, vulkanizatsiyalash, mexanizm, harorat, bosim, vaqt.

Аннотация: В результате наших исследований был получен стеарат кальция. Полученный стеарат кальция анализировали с помощью ИК-спектроскопии. В результате анализа мы видим, что карбоксильныйlerон, содержащий кислород, углерод и металлические связи. Исходя из этих данных, в области медицины применяются медицинские оболочки, полученные на основе натурального каучука.

Ключевые слова: резина, кальций, стеариновая кислота, углерод, карбоксил -кон, кислород, металл, шины, конвейерные ленты, шланги, оксид цинка, вулканизация, механизм, температура, давление, время.

Annotation: as a result of our studies, calcium stearate was obtained. The calcium stearate obtained was analyzed by IQ spectroscopy. As a result of the analysis, we can see that the carboxyl anion, kilorode, carbon and metal bonds are located. On the basis of these data, the medicine obtained on the basis of natural rubber is used in the field of Medicine.

Keywords: rubber, calcium, stearic acid, carbon, carboxyl anion, kilorode, metal, tires, conveyor belts, hoses, zinc oxide, vulcanization, mechanism, temperature, pressure, time.

Kirish

Kauchuk sanoati mamlakat iqtisodiyotiga katta hissa qo‘shadi. Sifat, xavfsizlik, barqarorlik va kauchuk mahsulotlarining xossalarini yaxshilash tavsiya etilgan ilg‘or texnologiyalar va ishlatiladigan asosiy qo‘shimchalar orqali amalga oshiriladi [1-3]. Kauchuk va uning tarkibiy qismlariga oid chuqur tadqiqotlar olib

ISSN 3030-3907

borilmoqda, bu esa ilmiy qiziqishlarni rivojlantirish va sanoatdagi qo‘llanilish imkoniyatlarini oshirishga xizmat qiladi [4-6]. Tabiiy kauchuk o‘ziga xos kimyoviy va fizik-mexanik xossalariga ega bo‘lib, uni turli sohalarda jumladan shinalar, konveyer lentalari, shlanglar va boshqa mahsulotlar ishlab chiqarishda qo‘llash mumkin.

Stearin kislotasi va ZnO (rux oksidi) kauchukni vulkanizatsiyalash mexanizmida muhim rol o‘ynaydi. Ular tezlatgich va oltingugurt elementi uchun aktivator sifatida xizmat qilib, vulkanizatsiya sharoitida (harorat, bosim, vaqt va boshqalar) kauchukning to‘yinmagan qismlariga oltingugurt bog‘lanishlarini hosil qilishga yordam beradi. Shu sababli, rux stearat ham vulkanizatsiya jarayoniga muhim ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi taxmin qilingan [7].

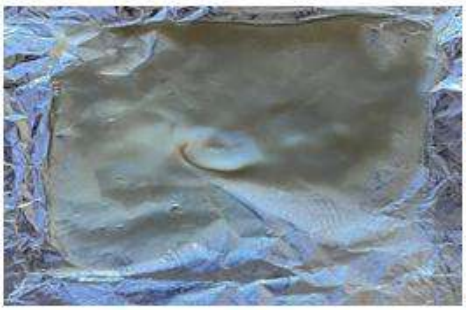
Stearin kislotasi va kalsiy oksidi yoki gidroksidning o‘zaro ta'sirida reagentlarning teng molyar nisbati va intensiv aralashtirish orqali kalsiy stearatini olish usuli ma'lum, bu jarayon qattiq fazada atmosfera bosimida va 18-25 ° C haroratda amalga oshiriladi. Ushbu usulning kamchiligi texnologik jarayonning murakkabligi va yuqori energiya sarfidir [8].

Olingan kalsiy stearatni neft-kimyo sinteziga, xususan, kalsiy stearatini olish usuliga bog‘liqdir va plastmassani qayta ishlashda polivinilxlorid qatronlar (PVX) ishlab chiqarishda, sun'iy charm va linolyum ishlab chiqarishda issiqlik stabilizatori sifatida ishlatilishi mumkin. Shuningdek, vitamin tabletkalari va dori-darmonlarni ishlab chiqarishda, tabiiy kauchuk (lateks) asosida tibbiyot qo‘lpoqlari ishlab chiqarishda va ilmiy maqsadlarda ishlatiladi [9].

Ma’lumki, tarkibida lateks mavjud bulgan 2500 xildan kuprok usimlik turlari mavjud. Birok, xozirgi kungacha sanoatda texnik xom ashyo sifatida dunyodagi TK ishlab chikarishning 90 % dan 97 % foizigacha bulgan kismini Braziliya geveya daraxtidan olinadigan TK lateksi tashkil etadi.

Bugungi kunda sintetik va tabiiy kauchuklardan keng foydalanilganligi sababli, sunggi yillarda ularning dunyoda ishlab chikarilishi tez sur’atlar bilan usib bormokda. Taxlillarga karaganda 2000 yilga nisbatan 2016 yilda TK ning dunyo mikyosidagi ishlab chikarilishi 77 % ga usdi va 12 million tonnadan oshgan. Xozirgi vaktda kauchuk plantatsiyalarining kup kismi Janubi-Sharkiy Osiyoda va Afrikaning tropik kismlarida joylashgan. Shuning uchun TK ishlab chikarish buyicha eng yirik mamlakatlar Tailand, Indoneziya, Vetnam, Xitoy va Malayziya xisoblanadi (1-2 rasm).

ISSN 3030-3907



1-rasm
Tabiy kauchuk (lateks).



2-rasm Modifikatsiyalangan tabiiy kauchuk (lateks).

Tabiiy lateks tropik mintakalarda usuvchi daraxtlar sutsimon shirasidan olinganligi uchun Respublikamizda tabiiy kauchukka bulgan talabni kondirishda bir kancha kiyinchiliklar tugdirmokda. Shuning uchun makalliy tuldiruvchi moddalarni kushish orkali tannarxni tushirish rezina sifatini O‘zDst 3020:2015 standartida kursatilgan fizik- mexanik xususiyatlarga muvofik kelishini ta’minlash maksadida bir kancha ilmiy tadkikot ishlari amalga oshirilmokda [10].

Shuningdek tabiiy lateksdan rezina maksulotlari ishlab chikarish jarayonida bir kancha tuldiruvchi kushimchalar: stabilizatorlar, sirt aktiv moddalar, plastifikatorlar, moylovchi moddalar, jarayonni tezlashtiruvchi moddalar, va pigmentlar kushiladi (3 rasm).



3-rasm. Modifikatsiyalangan tabiiy kauchuk (lateks) asosida tibbiyot qo‘lqoplarini olish jarayoni.

Kalsiy stearatining "toza" turi vitamin tabletkalari va dorivor mahsulotlar ishlab chiqarishda, shuningdek ilmiy maqsadlarda qo‘llaniladi, "toza" kalsiy stearati esa texnik stearin I va II yoki import asosida, shuningdek, PVX stabilizatorlari asosida olinadi. Barcha navlar qattiq stearin yoki texnik stearin va C17-C20 fraktsiyali yog‘ kislotalari aralashmasiga asoslangan, kalsiy stearatining tozaligi 99,55%, fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlarga ko‘ra, kalsiy stearati "sof" stabilizatorlari uchun jadvalda ko‘rsatilgan talablar va standartlarga javob beradi [11].

ISSN 3030-3907

Kaltsiy stearatining fizik-kimyoviy xususiyatlari

№	Ko‘rsatkich nomi	Kaltsiy stearatlari uchun norma				
		toza	stabilizator PVX darajasi S-17	stabilizator PVX darajasi D	stabilizator yoki PVX C sinfi	Brend NO
1	Kaltsiyning massa ulushi, ichida kam emas	- -	5,8-6,8 -	5,8-7,8 -	5,8-7,8 -	- 5,8
2	Kaltsiy stearatining massa ulushi, % dan kam emas	98	-	-	-	-
3	Kislota soni (stearin kislotasi bo‘yicha), %, ortiq emas	-	0,5	0,5	0,5	0,5
4	Suvning massa ulushi, %, dan ortiq emas	3	3	3	3	3
5	Suvli ekstraktning o‘ziga xos elektr o‘tkazuvchanligi, S/m, *) dan ortiq emas.	-	0,05	0,3	-	-
6	Erish nuqtasi, °C: dan kam bo‘lmagan diapazonda	-	130-150 -	125-30 -	- 130	130-150 -
7	To‘rli elakdan o‘tkazilganda qoldiqning massa ulushi 0315, %, ko‘p emas	-	0,5	0,8	0,5	0,5
8	Suvda eriydigan moddalarning massa ulushi, %, dan ortiq emas	-	-	-	-	3,5

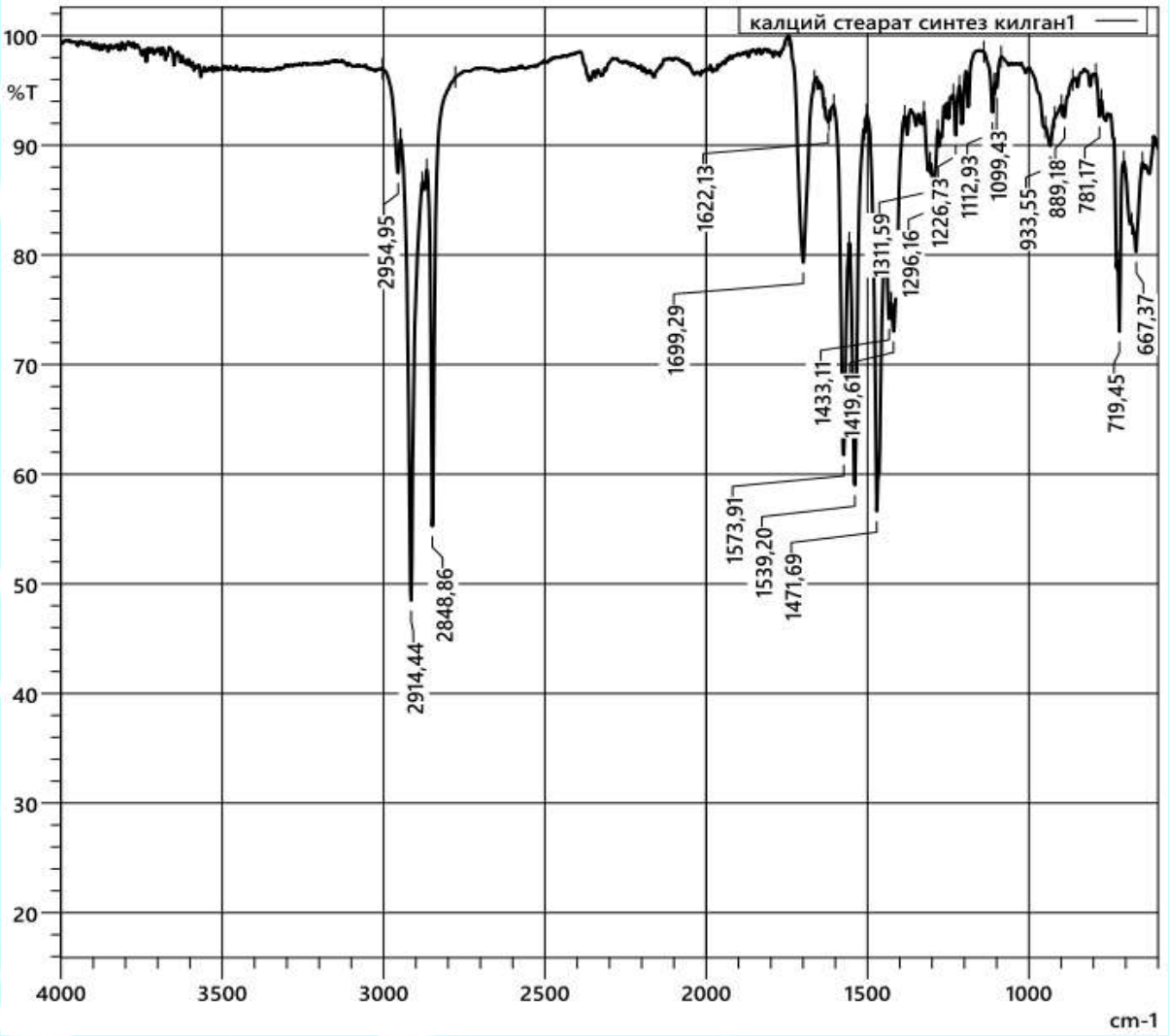
ISSN 3030-3907

9	Temirning massa ulushi, %, ortiq emas	0,005	-	-	-	-
10	Mishyakning massa ulushi, %, ortiq emas	0,0001	-	-	-	-
11	Xloridlarning massa ulushi, %, ortiq emas	0,05	-	-	-	1,5
12	Sulfatlarning massa ulushi, %, ortiq emas	0,02	-	-	-	-
13	Nitratlarning massa ulushi, %, ortiq emas	0,5	-	-	-	-

Ixtiro neft-kimyo sinteziga xususan polivinilxlorid uchun stabilizator sifatida ishlatiladigan kalsiy stearatini olish usuliga, shuningdek flotatsiya reagentlari sifatida ishlatiladigan laklar, sirt faol birikmalar ishlab chiqarishga tegishli [11].

Tabbiy kauchuk (lateks) asosida ishlab chiqariladigan tibbiyot qo‘lqoplari ishlab chiqarishda foydalaniladigan kalsiy stearatining IQ spektrokopiyasi va tahlili.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Kalsiy stearatning IQ spektorakopiyasi.

IQ spektroskopiyasining yutilish chizig‘i bog‘larning $–CH_3$ guruhlarni spektri 2954,95 sm^{-1} sohasida, CH_2 guruh 2848,86 sm^{-1} valent sohasida, karboksil anioni ($-COO^-$)ga tegishli yutilish chizig‘i 1573,91 sm^{-1} valent sohada guruhlariga tegishli yutilish chiziqlari mavjud. Kalsiyga (Ca) va metall saqlagan bog‘lanishlar 667,37-719,45 sm^{-1} sohasida valent guruhiga ta’luqli yutilish chiziqlari mavjud ekanligini ko‘rishimiz mumkin.

Xulosa: Shunday qilib, olingan kalsiy stearatni IQ spektroskopiyasi orqali karboksil anioni, kilorod, uglerod va metall bog‘larni joylashishlari tahlil qilindi. Ushbu ma’lumotlar asosida tabiiy kauchuk asosida olingan tibbiyot qo‘qoplaridan tibbiyot sohasida qo‘llanilganda bemorlarni zararli bakteriyalardan himoyalashda foydalanish yekologik va iqtisodiy samarador natija berishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. Frohlich J, Niedermeier W, Luginsland HD. The effect of filler–filler and filer–elastomar interaction on rubber reinforcement. Composites: Part A 2005;36:449–60.

ISSN 3030-3907

2. Schuater RH. The challenge a head – new polymer filler systems. Rubber World 2001;224:24–8.
3. Arroyo M, Opoz-Manchado MA, Herrero B. Organo-montmorillonite as substitute of carbon black in natural rubber compounds. Polymer 2003;44:2447–53.
4. El-Sabbagh SH, Ahmed NM, Salim MM. Preparation and characterization of high performance rubber vulcanizates loaded with modified aluminum oxide. Pigm Resin Technol 2006;35:119–31.
5. Sombatsompop N, Thongsang S, Markpin T, Wimolmala E. Fly ash particles and precipitated silica as fillers in rubbers 1. Untreated fillers in natural rubber and styrene- butadiene rubber components. J Appl Polym Sci 2004;93:2119–30.
6. Murray HH. Traditional and new applications for kaolin, smectike and palygorskite: a general overview. Appl Clay Sci 2000;17:207–21.
7. Larsen LC. Processing additives – A to Z. Rubber World 1997;217:26–8. RU2156758, S1, 27.09.2000. CN1353300 A, 28.01.2009 RU №2259993, kl. S07S 51/41, S07S 53/126, opubl. 10.09.2005 g.
8. O‘zDSt 3020: 2015 «Bir marotabalik kauchukli lateksdan steril jarrohlik qo‘lqoplari». RU № 2510617 C2b 2012130994/04, 19.07.2012 g.

ISSN 3030-3907

POLIETILENTEREFTALAT ISHLAB CHIQARISH JARAYONIGA KARBOKSIL SONINING TA'SIRI

Haydarov Axtam Amonovich
Buxoro davlat texnika universiteti professori,
Buxoro, O'zbekiston.
E-mail: axtam-xaydarov@mail.ru
Rayimov Zuhriddin Xayriddin o'gli
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti,
Buxoro, O'zbekiston.
E-mail: zuhriddinrayimov0@gmail.com
Azimov Tolib To'lqinovich
Buxoro davlat texnika universiteti tadqiqotchisi,
Buxoro, O'zbekiston.
E-mail: tolibazimov01@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada polietilentereftalat ishlab chiqarish jarayonida karboksil sonining ahamiyati va uni nazorat qilish masalalari yoritilgan. Karboksil soni polimer makromolekulalarining zanjir uzunligi, molekulyar massasi hamda yakuniy mahsulotning fizik-mexanik xossalarini belgilovchi muhim ko'rsatkich hisoblanadi. Ishlab chiqarish jarayonida karboksil sonining me'yoriy darajada saqlanishi polikondensatsiya va eterifikatsiya reaksiyalarining samarali borishini ta'minlaydi. Shuningdek, maqolada karboksil sonini rostlash usullari, texnologik parametrlar hamda ularning xomashyo sifatiga ta'siri haqida ma'lumotlar keltirilgan.

Kalit so'zlar: Polietilentereftalat (PETF), etilen glikol (EG), TFK (tereftal kislota), karboksil guruhi, poliefir makromolekulalari, makromolekulaning gidrolizlanishi, karboksil soni, eterifikator, polikondensator, bir asosli kislotalar, gidroksietil guruhi, keltirilgan karboksil soni (KKC).

Аннотация: В этой статье рассматривается значение карбоксильного числа и вопросы его контроля в процессе производства полиэтилентерефталата. Карбоксильное число-важный показатель, определяющий длину цепи, молекулярную массу макромолекул полимера, а также физико-механические свойства конечного продукта. Поддержание карбоксильного числа на нормативном уровне в процессе производства обеспечивает эффективное протекание реакций поликонденсации и этерификации. Также в статье представлена информация о методах регулировки карбоксильного числа, технологических параметрах и их влиянии на качество сырья.Также в статье представлена информация о методах регулировки карбоксильного числа, технологических параметрах и их влиянии на качество сырья.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: полиэтилентерефталат (petf), этиленгликоль (EG), TFK (терефталевая кислота), карбоксильная группа, макромолекулы полиэфира, гидролиз макромс).

Annotation: this article covers the importance of carboxyl number in the production process of polyethylenterephthalate and the issues of its control. The carboxyl number is an important indicator that determines the chain length, molecular mass of polymer macromolecules, as well as the physical and mechanical properties of the final product. The normative maintenance of the carboxyl number during the production process ensures the effective course of polycondensation and etherification reactions. The article also provides information on methods for adjusting the carboxyl number, technological parameters and their impact on the quality of raw materials.The article also provides information on methods for adjusting the carboxyl number, technological parameters and their impact on the quality of raw materials.

Keywords: Polyethylenterephthalate (PETF), ethylene glycol (EG), TFK (terephthalic acid), carboxyl group, polyephyriC).

Kirish

Polietilentereftalat — sintetik polimerlar orasida eng keng tarqalgan va iqtisodiy jihatdan muhim materiallardan biridir. U termoplast xossalari, yuqori mexanik mustahkamligi, kimyoviy barqarorligi hamda shaffofligi bilan ajralib turadi. Bugungi kunda PETF tolalar, plyonkalar, idishlar va turli qadoqlash materiallari ishlab chiqarishda asosiy xomashyo hisoblanadi.

PETF ishlab chiqarish jarayoni tereftal kislotani yoki uning dimetil efirini etilen glikol bilan polikondensatsiyalash asosida olib boriladi. Jarayonning asosiy bosqichlari — eterifikatsiya, polikondensatsiya va keyingi termik ishlov berish bosqichlaridan iborat.

PETF ishlab chiqarishda jarayonning barcha bosqichlarida karboksil sonini nazorat qilish katta ahamiyatga ega. Karboksil soni poliefirdagi karboksil guruhlarining kontsentratsiyasini belgilaydi va mg–ekv/kg da o‘lchanadi.

Karboksil guruhi etilen glikol, tereftal kislota diglikol efiri yoki uchida gidroksil guruhi bo‘lgan oligomerlar bilan eterifikatsiya reaksiyasiga kirishish orqali poliefir makromolekulasi zanjirini uzaytirishi mumkin. Bunday holda karboksil guruhlari konsentratsiyasi, ya’ni karboksil soni kamayadi.

Poliefir zanjirlarining uzayishi polikondensatsiya reaksiyasi hisobiga ham sodir bo‘ladi, bunda etilen glikol ajralib chiqadi. Ammo bu reaksiya karboksil sonini o‘zgartirmaydi, chunki unda karboksil guruhlari ishtirok etmaydi.

Etilen glikol va suv poliefir zanjirlarini parchalash qobiliyatiga ega. Ularni eritma massasidan olib tashlash polikondensatsiya darajasining va poliefirning molekulyar massasining ortishiga yordam beradi. Karboksil sonining belgilangan

ISSN 3030-3907

chegaralarda saqlanishi jarayonni bosqichma-bosqich tartibga soladi va zarur sifatdagi poliefir olish imkonini beradi.

Eterifikatsiya bosqichida karboksil soni yordamida reaksiyaning kechish chuqurligi kuzatib boriladi. Eterifikatordan chiqishda karboksil sonining optimal qiymati 900–1200 mg–ekv/kg oraliqda bo‘lishi lozim. Jarayonni shu oraliqda ushlab turish orqali polikondensatsiya darajasi 6 dan oshmagan oligomerlarni o‘z ichiga olgan eterifikat olish mumkin.

Agar karboksil soni optimal 900–1200 mg–ekv/kg qiymatdan past bo‘lsa, diglikol efirining oligomerlanish reaksiyasi ustunlik qila boshlaydi. Bu esa nomaqbul jarayon bo‘lib, polikondensatsiya darajasi 6 dan oshmasligi kerak, chunki bu keng fraksiyali oligomerlarning hosil bo‘lishiga olib keladi.

Keng fraksiyali oligomerlar reaksiya massasining apparatda aylanishini qiyinlashtiradi, issiqlik almashinish quvurlarida va massa harakati sekinlashgan joylarda cho‘kma to‘planadi. Natijada bu joylarda poliefirning termik destruksiyasi boshlanadi, bu esa maxsulot sifatining yo‘qolishiga va oxir-oqibatda qurilmani ta’mirlash uchun to‘xtatishga sabab bo‘ladi.

Karboksil soni 1200 mg–ekv/kg dan yuqori bo‘lganda eterifikatordagi reaksiya zarur chuqurlikka yetmaydi va reaksiya aralashmasi oldindan polikondensatorga o‘tganda eterifikatsiya davom etadi. Natijada hosil bo‘ladigan reaksion suv surma va etilen glikol (EG) katalitik kompleksini gidrolizlaydi hamda poliefir makromolekulalarini qisqa zanjirlarga ajratadi.

Karboksil guruhi doimo makromolekula zanjirining oxirida joylashgan bo‘ladi. Karboksil soni qanchalik katta bo‘lsa, o‘rtacha zanjir uzunligi shunchalik qisqa bo‘ladi va natijada polikondensatsiya darajasi kamayadi. Karboksil guruhi EG yoki oligomer bilan eterifikatsiyalanishi mumkin. Bu reaksiya tufayli efir molekulasi uzayadi va suv molekulasi ajraladi. Natijada karboksil soni kamayadi.

Eterifikatsiya reaksiyasi qaytar bo‘lgani sababli, agar suv chiqarib tashlanmasa, u yana makromolekulani gidrolizlaydi va natijada zanjir uzilib, yangi karboksil guruhi hosil bo‘ladi. Demak, karboksil guruhi va suv o‘zaro chambarchas bog‘langan. Hech bir boshqa jarayonda karboksil guruhi hosil bo‘lmaydi. Uning hosil bo‘lishida faqat eterifikatsiya reaksiyasi natijasida hosil bo‘lgan suv ishtirok etadi (ba’zan poliefirning termik destruksiyasi jarayonida ham suv hosil bo‘ladi, lekin nihoyatda oz miqdorda). Jarayonni o‘tkazish shartlarini o‘zgartirish orqali karboksil sonini o‘zgartirish mumkin.

Karboksil soni yordamida polikondensatsiya reaksiyasi nazorat qilinadi. Masalan, eterifikatordan chiqishda karboksil soni 900–1200 mg–ekv/kg bo‘lganda polikondensatsiya darajasi 6 dan oshmaydi. Oldindan polikondensatordan chiqishda karboksil soni 130–140 bo‘lganda polikondensatsiya darajasi 30–33

ISSN 3030-3907

oralig‘ida bo‘ladi. Ikkinchi polikondensatordan keyingi eritmada karboksil soni 40–45 ni tashkil qiladi va polikondensatsiya darajasi 80–100 gacha yetadi.

Shu tariqa, karboksil soni yordamida polikondensatsiya reaksiyasi nazoratdan chiqib ketishining oldi olinadi.

Boshqa faol guruh — bu gidroksietil guruhi $CH_2–CH_2–OH$. Tayyor amorf poliefirda uning konsentratsiyasi sezilarli darajada bo‘ladi. Aniqlanishicha, o‘rtacha hisobda har bir karboksil guruhiga 3–4 ta gidroksietil guruhi to‘g‘ri keladi. Ammo tayyor amorf granulyatda karboksil guruhlari konsentratsiyasini o‘zgartirish deyarli imkonsizdir. Qattiq fazali polikondensatsiya sharoitida ular o‘zaro faol reaksiyaga kirishadi. Natijada makromolekulalar zanjiri uzayadi va EG ajralib chiqadi. Jarayonni gidroksietil guruhlar orqali ham nazorat qilish mumkin, biroq ularni tahlil qilish ancha murakkab, shuningdek ular polikondensatsiya reaksiyasida, ayniqsa jarayonning oxirgi bosqichlarida faol ishtirok etadi.

Polikondensatsiya jarayonining regulyatorlari sifatida ham bir qator moddalar qo‘llaniladi. Bular boshlang‘ich TFK (tereftal kislota) tarkibidagi qo‘shimchalar – p–toluil kislota, 4–karboksibenzaldegid va benzoy kislota. Ushbu bir asosli monokarboksil kislotalar zanjirlarni uzuvchi moddalar hisoblanadi. Bunday kislotalar bilan tugagan zanjirlar o‘sish qobiliyatini butunlay yoki qisman yo‘qotadi. Ularning ta’siri sezilarli, biroq uni, ayniqsa miqdoriy jihatdan, baholash anchayin qiyin. Quyidagi 1-jadvalda TFK tarkibidagi aromatik kislotalarning ayrim xususiyatlari keltirilgan.

1-jadval

Tereftal kislota tarkibidagi aromatik kislotalarning xususiyatlari

Kislotalar nomi	Molekulyar massa	p-holatdagi o‘rinbosarning molekulyar massasi	Kislota molekulasidagi p–o‘rinbosarning ulushi
Tereftal kislota	166,14	45,02	0,2710
p–toluil kislota	136,16	15,04	0,1105
4–karboksibenzaldegid	150,14	29,02	0,1933
Benzoy kislota	122,13	1,01	0,0083

Ularni bitta ko‘rsatkichga birlashtirgan ma’qul. Uni keltirilgan karboksil soni deb ataymiz va C* belgisi bilan ifodalaymiz. Keltirilgan karboksil soni (KKC) quyidagi (1) formula orqali ifodalanishi mumkin.

$$C^* = C_0 + \frac{\Sigma C_i^t \cdot X \cdot a_i}{100} \qquad (1)$$

bu yerda:

C* − keltirilgan karboksil soni;

ISSN 3030-3907

C_0 – tahlil bo‘yicha karboksil soni, mg–ekv/kg;

X – TFKning sarf me’yori, % og‘irlik;

c^t_i – Texnologik reglamentga ko‘ra TFKdagi qo‘shimcha moddalar miqdori, mg–ekv/kg;

a_i – kislota molekulasidagi p–o‘rinbosarning ulushi.

Shubhasizki, texnologik jarayon parametrlari bajarilganda C* doimiy miqdor bo‘lishi kerak. Majburiy shart esa TFK tarkibining doimiyligidir. Bunday holda $C^* > C_0$ bo‘ladi.

Aralashmalar yig‘indisi qanchalik kam bo‘lsa, (1)-tenglamaning ikkinchi hadi shunchalik kichik bo‘ladi. Agar aralashmalar bo‘lmasa, u nolga teng bo‘ladi va $C^* = S_0$ bo‘ladi.

Amalda PETF ishlab chiqarishga yuboriladigan TFK barcha aralashmalar to‘plamini o‘z ichiga oladi. Ko‘pincha ishlab chiqarish sharoitida ularning yig‘indisi texnologik jihatdan belgilangan me’yordan oshib ketadi. Ushbu ortiqcha miqdor (2)-formula orqali ifodalanishi mumkin.

$$\triangle = \frac{(\Sigma C_i^P \cdot a_i - \Sigma C_i^t \cdot a_i) \cdot X}{100} \quad (2)$$

bu yerda:

C^P_i – TFKdagi aralashmalarning haqiqiy konsentratsiyasi, mg–ekv/kg.

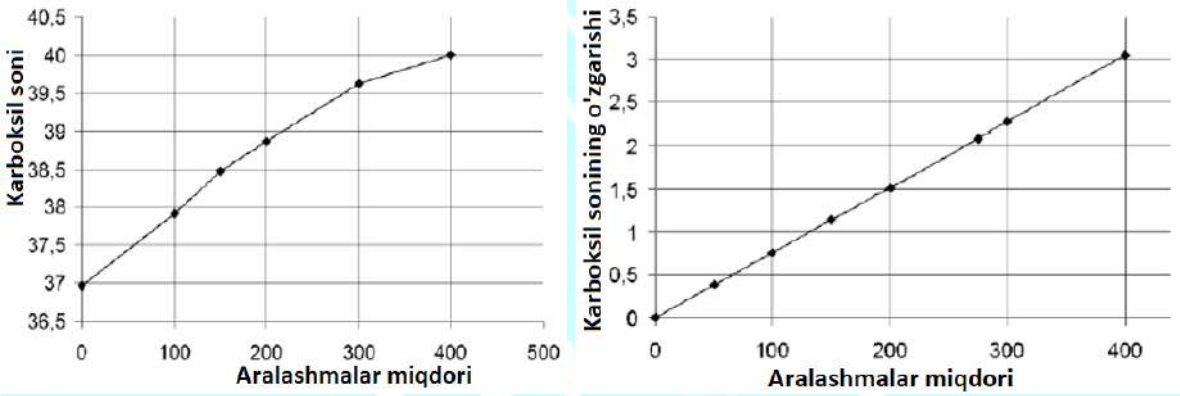
Shunda keltirilgan karboksil sonini (3)-formula orqali ifodalash mumkin.

$$C^* = C_0 + \frac{\Sigma C_i^t \cdot X \cdot a_i}{100} + \triangle \quad (3)$$

PETF sifatini to‘g‘ri rejalashtirish uchun analitik yo‘l bilan aniqlangan karboksil soni va TFKdagi aralashmalar (bir asosli karboksil kislotalar) konsentratsiyasi qiymatlarini mg–ekv/kg da ifodalab, ularni yig‘indisini hisobga olish lozim. Ushbu kattalik (KKS) doimiy bo‘lishi kerak. Agar yig‘indi KKSdan katta bo‘lsa, uni analitik aniqlanadigan karboksil soni hisobidan kamaytirish mumkin. Ya’ni amorf PETF olish bosqichida haqiqiy karboksil sonini D tuzatmasini hisobga olgan holda pastroq darajada ushlab turish zarur.

Karboksil soniga tuzatma bilan bir asosli kislotalar aralashmalari yig‘indisi o‘rtasidagi bog‘liqlikni grafik ko‘rinishda, 1-rasmda keltirilgan nomogrammalar yordamida ifodalash maqsadga muvofiqdir.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Boshlang‘ich TFKdagi karboksil sonining miqdoriy qo‘shimchalar bilan bog‘liqligi

Polietilentereftalat ishlab chiqarishda karboksil sonining nazorati jarayon sifatini belgilovchi muhim omillardan biridir. Karboksil guruhlari polimer zanjirining uzunligi, molekulyar massasi va oxirgi mahsulotning fizik-mexanik hamda ekspluatatsion xossalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Karboksil sonini me’yoriy darajada ushlab turish polikondensatsiya jarayonini optimallashtirish, texnologik chiqindilarni kamaytirish va yuqori sifatli PETF olish imkonini beradi.

Jarayon davomida karboksil sonini rostlashning turli usullari — eterifikatsiya va polikondensatsiya reaksiyalarini to‘g‘ri boshqarish, xomashyo sifatini nazorat qilish hamda qo‘shimcha texnologik choralarni qo‘llash orqali amalga oshiriladi. Natijada, karboksil sonini samarali boshqarish PETF ishlab chiqarishda mahsulot sifatini oshirish va uning keng qo‘llanilish sohalarini ta’minlashda muhim ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR

1. Муллина, Э. Р. (2013). Технологические особенности производства упаковки из вторичного полиэтилентерефталата (ПЭТ). Молодой учёный, 5, 123.

2. Райимов, З. Х. У., & Усмонов, С. Б. (2023). Синтез ароматических полиэфирсульфонкетонов на основе олигосульфонкетона различного состава и строения. Science and Education, 4(4), 495-502.

3. Mecit, O. (2001). Atık polietilentereftalat'tan özel blok kopolimerler ve çevre dostu alkid reçine üretimi.

4. Zuhriddin, R., & Niginabonu, J. (2022). Production of polyethylene terephthalate. Universum: технические науки, (5-11 (98)), 58-62.

5. Rayimov, Z. X. O. G. L. (2021). Ftal angidridning vinillanish jarayoni erituvchilari. Science and Education, 2(12), 266-269.

6. Zukhriddin, R., & Sadullo, K. (2023). CHROMATOMATIC MASS ANALYSIS OF DIVINYLACETYLENE DERIVATIVE OF PHTHALIC ANHYDRIDE. Universum: технические науки, (5-8 (110)), 30-33.

ISSN 3030-3907

MAHALLIY XOMASHYOLAR ASOSIDA OLINGAN QURILISH GIDROGELINING IQ-SPEKTRI TAHLILI

Samariddinov Jasur Toxirovich
Termiz davlat universiteti stajor-tadqiqotchisi
E-mail: jasursamariddinov777@gmail.com
To‘rayev Xayit Xudoynazarovich
Kimyo fanlari doktori, professor, Termiz davlat universiteti, Termiz sh.,
E-mail: hhturaev@rambler.ru
Xolnazarov Baxodir Azamovich
Texnika fanlari doktori, Termiz davlat universiteti, Termiz sh.
E-mail: baxodir.xolnazarov@rambler.ru
Eshmurodov Xurshid Esanovich
Texnika fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD),
dotsent, Termiz davlat universiteti,Termiz sh,.
E-mail: khurshid.eshmurodov.86@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada polivinilspirt (PVS) va poliakrilamid (PAA) asosida sintez qilingan qurilish gidrogelining infraqizil (IR) spektri tahlil qilindi. Gidrogel tarkibidagi asosiy funksional guruhlar (O–H, N–H, C=O, C=C) aniqlanib, ularning polimerlanish jarayonidagi o‘rni ko‘rsatildi. Natijalar qurilish gidrogellarining yuqori suv ushlab qolish qobiliyati, mustahkamligi va issiq iqlim sharoitida betonning tez qurishini sekinlashtirishdagi ahamiyatini tasdiqlaydi. Tadqiqot qurilish materiallari sifatini oshirish va ularning ekologik xavfsizligini ta’minlashda yangi imkoniyatlarni ochadi.

Kalit so‘zlar: polivinilspirt, poliakrilamid, limon kislotasi, metilenbissakrilamid, IR-spektr, qurilish gidrogeli.

Аннотация.В статье представлен анализ инфракрасного (ИК) спектра строительного гидрогеля, синтезированного на основе поливинилового спирта (ПВС) и полиакриламида (ПАА). Определены основные функциональные группы (O–H, N–H, C=O, C=C) и их роль в процессе полимеризации. Результаты подтверждают высокую влагоудерживающую способность, прочность и эффективность гидрогеля при замедлении быстрого твердения бетона в жарком климате. Проведённое исследование открывает новые возможности для повышения качества строительных материалов и обеспечения их экологической безопасности.

Ключевые слова: поливиниловый спирт, полиакриламид, лимонная кислота, метиленбисакриламид, ИК-спектр, строительный гидрогель.

Annotation. This article presents the infrared (IR) spectral analysis of a construction hydrogel synthesized from polyvinyl alcohol (PVA) and polyacrylamide (PAM). The main functional groups (O–H, N–H, C=O, C=C) were

ISSN 3030-3907

identified, highlighting their role in the polymerization process. The results confirm the high water-retention capacity, mechanical strength, and effectiveness of the hydrogel in slowing down the rapid curing of concrete under hot climate conditions. This study provides new opportunities for improving the quality of construction materials and ensuring their environmental safety.

Keywords: polyvinyl alcohol, polyacrylamide, citric acid, methylenebisacrylamide, IR spectrum, construction hydrogel.

Kirish.

Tadqiqotimiz obyekti samarador qurilish gidrogeli va polivinil spirt (PVS) hamda poliakrilamid (PAA) tarkibli moddalar ishtirokida sintez qilingan gidrogel hisoblanadi. Tadqiqot uchun kerak bo‘lgan sintez qilingan gidrogelning IQ-spektri ishlab chiqarilgan joyi Yaponiyada SHIMADZU IQ- Furye spektrofotometrida 600-4000 sm^{-1} sohada olindi.

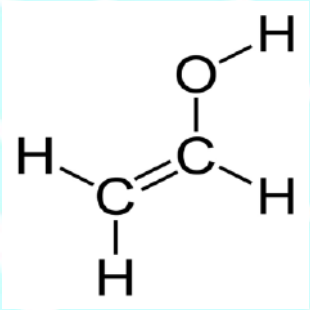
Infraqizil spektroskopiya usuli universal fizik-kimyoviy usul bo‘lib, u turli organik va noorganik birikmalarning struktura xususiyatlarini o‘rganishda qo‘llaniladi. Usul infraqizil diapazonda elektromagnit nurlanishning sinovdan o‘tgan obyektining atom guruhlari tomonidan yutilish hodisasiga asoslangan. Absorbsiya infraqizil nur kvantlari tomonidan molekulyar tebranishlarning qo‘zg‘alishi bilan bog‘liq. Molekula infraqizil nurlanish bilan nurlantirilganda faqat chastotalari molekulalarning cho‘zilish, deformatsion tebranish chastotalariga mos keladigan kvantlargina yutiladi [1].

Ushbu diapazondagi atom guruhining maksimal yutilish zonasining aniq joylashuvi moddaning tabiatini ko‘rsatadi (masalan, maksimal 3710 sm^{-1} -OH guruhlari mavjudligini ko‘rsatadi va maksimal 3030 sm^{-1} guruhlarning mavjudligi = C-H aromatik tuzilmalar) [2].

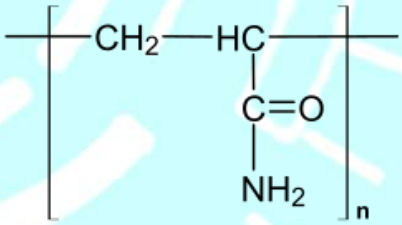
Hozirgi vaqtda ko‘pgina tadqiqot ishlarida gidrogelni kimyoviy ishlov berish bilan mustahkam qurilish gidrogeli olishga katta ahamiyat berilmoqda [3]. Hozirgi kunda issiq hududlarda betonning tez qurishini oldini olish, yong‘inga chidamli materiallar ishlab chiqarish muhim ahamiyat kasb etmoqda [4].

Polivinil spirt (PVS) - oq rangli qattiq polimer modda, suvda va glitserinda eriydi, alifatik va aromatik uglevodorodlar (benzin, benzol va hokazo)da deyarli erimaydi. Polivinil spirt (PVS) o‘zining murakkab poliefirlari (masalan, poli-vinilatsetat)ni gidrolizlab olinadi. Polivinil spirt (PVS) plyonkalari pishiq, gaz o‘tkazmaydi, ozonga chidamli [5].

ISSN 3030-3907



Poliakrilamid (PAA) – oq rangli, hidsiz kukun granlaga o‘xshash modda. Suvda yaxshi eriydi, kuchli oksidlovchilar ta’sirida parchalanish xususiyati mavjud va kuchsiz kislotalar, kuchsiz ishqorlarda barqaror. Akrillonitril gidrolizlanib olinadi, keyin u polimerlanadi bundan tashqari akrilamid monomerining radikal polimerizatsiyasi orqali ham olish mimkin [6].

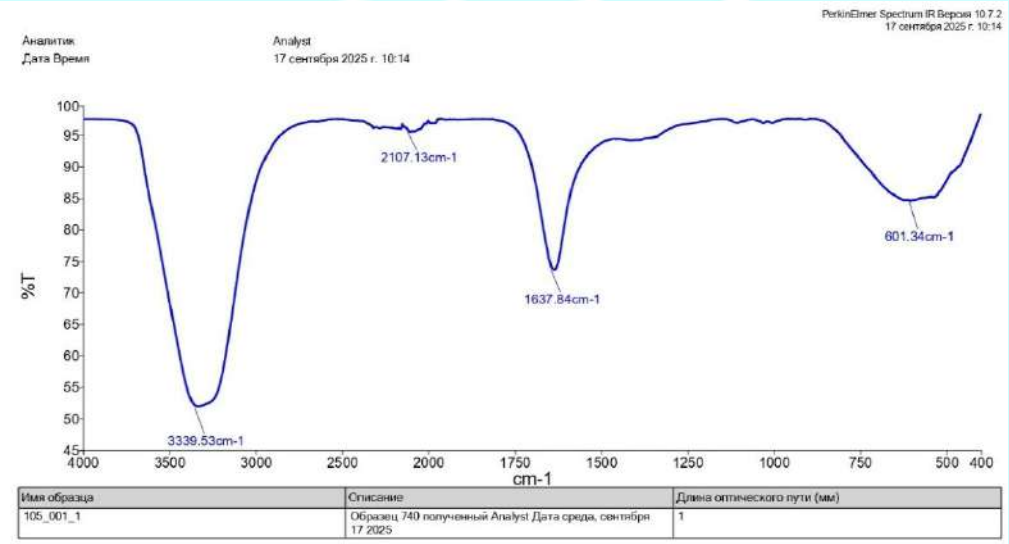


Tajribaviy qism. Dastlab oliakrilamid (PAA) kukunidan 10 g analitik tarozida o‘lchab olinib 100 ml distillangan suvda eriguncha aralashtirildi, 1,5-2% li eritma hosil bo‘lguncha suv qo‘shildi. Polivinilspirtning 1% li eritmasi hamda bog‘lovchi sifatida metilenbissakrilamidning 0.01% li eritmasi, gidrogelning mustahkamligi uchun limon kislotadan qo‘shilib elektr pechida 90°C da 3 soat davomida qizdirib olindi. Natijada quyuq massa qizdirish davomida hosil qilindi va uch kunga o‘gzi berk idishda qoldirildi. Gidrogel sintezi uchun akrilamid asosidagi polimerlar ishlatiladi. Monomerlar krosslinker yordamida bog‘lanib, uch o‘lchamli tarmoq tuzilishini hosil qiladi. Natijada material o‘z massasidan yuzlab baravar ko‘p suvni yuta oladi.

Qurilishda foydalanish uchun sintez qilingan gidrogel gips yoki sement bilan aralashtiriladi va uning fizik-kimyoviy xususiyatlari (qattiqlik, suvni ushlab turish, hajmiy barqarorlik) o‘rganiladi.

Gidrogelni qilish natijasida GG-105 deb nomlangan yangi quyuq holatdagi sintez qilindi. Olingan mahsulotlar – rangsiz quyuq tusli moddalar hisoblanadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Olingan GG-105 gidrogelining IQ-spektri

IR-spektroskopiya natijalari olingan qurilish gidrogelining funksional guruhlarini tasdiqlaydi: 3339 cm^{-1} dagi keng cho‘qqi O-H/N-H bog‘larini (PVS, limon kislotasi, PAA dagi gidroksil va amidlar, gidrofil xususiyat) ko‘rsatadi; 1637 cm^{-1} dagi kuchli C=O cho‘qqisi PAA va metilenbissakrilamiddagi karbonillarni tasdiqlab, C=C kuchsizlashganligi hamda polimerlanish amalga oshganligini bildiradi; 2107 cm^{-1} dagi o‘rta signal yon mahsulot sifatida talqin etiladi; 601 cm^{-1} dagi kuchsiz cho‘qqi C-H bog‘iga mos keladi.

Xulosa. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida polivinilspirt (PVS) va poliakrilamid (PAA) asosida sintez qilingan qurilish gidrogelining IR-spektri tahlil qilindi va uning tarkibida O–H, N–H, C=O hamda C=C kabi funksional guruhlar mavjudligi isbotlandi. Ushbu funksional guruhlarning qayd etilishi gidrogelning polimerlanish jarayoni muvaffaqiyatli kechganini tasdiqlaydi. Sintez qilingan gidrogel yuqori namlikni ushlab qolish xususiyati, mustahkamligi va beton tarkibida gidratatsiya jarayonini sekinlashtirish qobiliyati bilan ajralib turadi. Natijalar issiq iqlim sharoitida betonning tez qurishini oldini olish, yoriqlar hosil bo‘lishini kamaytirish va materiallarning xizmat muddatini uzaytirishda gidrogellarning istiqbolli qo‘llanilishini ko‘rsatadi. Kelgusida bunday gidrogellarning tarkibini modifikatsiya qilish orqali ularning mexanik va ekologik xususiyatlarini yanada takomillashtirish imkoniyatlari mavjud.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Fayzullaev O Analitik kimyo asoslari. Toshkent, A. Qodiriy nashriyoti. 2003, 444 b.

2. Feng, W. et al., Tailoring the Swelling-Shrinkable Behavior of Hydrogels via Chemical Treatments and Crosslinking Strategies. ACS-style review, 2023.

3. Wen, K., Mechanical behaviors of hydrogel-impregnated sand 2019.

4. Effect of initial and final curing on performance of concrete in hot and arid climates - Al-Nuaimi, 2020.

ISSN 3030-3907

5. T.S.Saipov, Polimer materiallar kimyosi. Toshkent: O‘qituvchi, 1995.

ISSN 3030-3907

НАУЧНО-ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ И ПУТИ РЕШЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРОБЛЕМ ОХРАНЫ ТРУДА

Бабаев Ш Р.

доктор философии технических наук (PhD), и.о.доцента кафедры «Безопасность жизнедеятельности Навоийского государственного горно-технологического университета, Навои, Узбекистан

Аннотация: В этой статье приведены технологические решения, охраны труда. которые играют правовые и организационные аспекты. Современная система охраны труда во всем мире сталкивается с рядом проблем, связанных с недостаточной координацией между регулирующими органами. Для эффективного решения этих проблем требуется комплексный подход, который бы интегрировал новые технологические решения и укрепил правовые и организационные основы безопасности труда. Цифровизация, использование автоматизированных систем мониторинга, внедрение средств искусственного интеллекта и других высокотехнологичных решений способны повысить качество и эффективность контроля за условиями труда, а также предотвратить потенциальные риски на ранних стадиях их возникновения.

Ключевые слова: охрана труда, цифровизация, основы безопасности труда, травма, заболевание среди работников, риск, травматизм, координация, работодатель, регулирующими органами, уровен безопасности, повышение вероятности, производственный инцидент, анализ и решение, производственная технология, законодательство, условие труда, инновационный подход, современные технологии, нормативно-правовая база

Abstract: This article presents technological solutions for occupational safety. which have legal and organizational aspects. The modern occupational safety and health system around the world faces a number of problems related to insufficient coordination between regulatory authorities. An effective solution to these problems requires an integrated approach that integrates new technological solutions and strengthens the legal and organizational foundations of occupational safety. Digitalization, the use of automated monitoring systems, the introduction of artificial intelligence and other high-tech solutions can improve the quality and effectiveness of monitoring working conditions, as well as prevent potential risks at an early stage of their occurrence.

Keywords: occupational safety, digitalization, fundamentals of occupational safety, injury, illness among workers, risk, injury, coordination, employer, regulatory authorities, safety level, increased probability, industrial incident,

analysis and solution, production technology, legislation, working conditions, innovative approach, modern technologies, regulatory framework

Annotatsiya: ushbu maqolada texnologik echimlar, mehnatni muhofaza qilish keltirilgan. huquqiy va tashkiliy jihatlarni o‘ynaydigan. Dunyo bo‘ylab zamonaviy mehnatni muhofaza qilish tizimi tartibga soluvchilar o‘rtasida muvofiqlashtirishning etarli emasligi bilan bog‘liq bir qator muammolarga duch kelmoqda. Ushbu muammolarni samarali hal qilish uchun yangi texnologik echimlarni birlashtirgan va mehnat xavfsizligining huquqiy va tashkiliy asoslarini mustahkamlaydigan kompleks yondashuv talab etiladi. Raqamlashtirish, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlaridan foydalanish, sun'iy intellekt vositalari va boshqa yuqori texnologiyali yechimlarni joriy etish mehnat sharoitlarini nazorat qilish sifati va samaradorligini oshirishga, shuningdek, ularning paydo bo‘lishining dastlabki bosqichlarida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavflarning oldini olishga qodir.

Kalit so‘zlar: mehnatni muhofaza qilish, raqamlashtirish, mehnat xavfsizligi asoslari, travma, ishchilar orasida kasallik, xavf, shikastlanish, muvofiqlashtirish, ish beruvchi, tartibga soluvchi organlar, xavfsizlik darajasi, ehtimolni oshirish, ishlab chiqarish hodisasi, tahlil va qaror, ishlab chiqarish texnologiyasi, Qonunchilik, mehnat holati, innovatsion yondashuv, zamonaviy texnologiyalar, me'yoriy-huquqiy baza

Введение

Охрана труда является неотъемлемой частью системы обеспечения безопасности на производстве, которая не только защищает здоровье и жизнь работников, но и оказывает значительное влияние на экономическую эффективность предприятий.

В условиях активного развития технологий, изменения производственных процессов и глобальных экономических преобразований вопросы охраны труда становятся всё более актуальными. Необходимо не только придерживаться традиционных методов защиты, но и активно внедрять инновационные научно-технические и организационные решения, которые могут значительно повысить уровень безопасности на рабочих местах.

Развитие технологий открывает новые возможности для внедрения инновационных подходов в систему охраны труда. Цифровизация, использование автоматизированных систем мониторинга, внедрение средств искусственного интеллекта и других высокотехнологичных решений способны повысить качество и эффективность контроля за цифровизацией, а также предотвратить потенциальные риски на ранних стадиях их возникновения.

ISSN 3030-3907

Наряду с технологическими решениями, важную роль в охране труда играют правовые и организационные аспекты. Современная система охраны труда сталкивается с рядом проблем, связанных с недостаточной координацией между регулирующими органами, отсутствием комплексных решений для различных сфер деятельности и недостаточным вниманием к инновациям в сфере законодательных и организационных мер. Для эффективного решения этих проблем требуется комплексный подход, который бы интегрировал новые технологические решения и укрепил правовые и организационные основы безопасности труда.

Тема охраны труда в контексте современного развития требует активного внимания со стороны государственных органов, бизнеса и научного сообщества. В условиях новых вызовов и угроз в области безопасности труда необходимо искать инновационные подходы и решения, которые могут значительно повысить уровень безопасности на рабочих местах и минимизировать риски травматизма и заболеваний среди работников.

Основные проблемы охраны труда

Система охраны труда сталкивается с рядом серьезных проблем, которые требуют комплексного подхода для их решения. Одной из ключевых проблем является несоответствие существующих стандартов и норм охраны труда современным производственным условиям. Речь идет как о физических, так и о технологических изменениях, которые влияют на производственные процессы. Работодатели зачастую не успевают адаптировать свои системы безопасности к новым условиям, что приводит к росту числа травм и заболеваний среди работников.

Одной из значимых проблем является недостаточная осведомленность работников о рисках, связанных с их деятельностью. Согласно исследованиям многие предприятия не проводят достаточно эффективную работу по обучению сотрудников основам безопасности, что повышает вероятность несчастных случаев. Работники часто не осознают уровень опасности в своей профессиональной деятельности, что может приводить к халатности и игнорированию норм безопасности. Это, в свою очередь, влияет на эффективность системы охраны труда на производстве[1].

Важным аспектом является недостаточное внимание к внедрению современных технологий в управление охраной труда. Современные технологии, такие как автоматизация процессов, системы мониторинга и предсказания рисков, могут существенно повысить эффективность контроля за безопасностью труда, однако многие компании по-прежнему не внедряют такие технологии из-за отсутствия необходимых инвестиций и

ISSN 3030-3907

квалифицированных специалистов. В свою очередь, это ведет к снижению уровня безопасности и повышению вероятности производственных инцидентов.

Система охраны труда сталкивается с проблемой недостаточного финансирования, что ограничивает возможности для внедрения новых технологий и повышения квалификации специалистов по охране труда. Многие предприятия не могут позволить себе внедрение инновационных решений, что затрудняет их способность оперативно реагировать на новые угрозы безопасности и изменяющиеся условия труда[2].

Не менее важной проблемой является отсутствие комплексного подхода к организации охраны труда на предприятии. На многих предприятиях системы охраны труда остаются формальными и не интегрированы в общую корпоративную стратегию, что снижает их эффективность. Для улучшения ситуации необходимо более тесное взаимодействие между различными подразделениями предприятия, усиление контроля со стороны руководства и надзорных органов, а также повышение ответственности на всех уровнях организации.

Стоит отметить проблему слабой координации между различными регулирующими органами и сложности в правоприменении. Хотя законодательство в области охраны труда достаточно развернуто, на практике оно часто оказывается неэффективным из-за сложности правоприменения и недостаточной координации действий между различными органами государственного контроля. Это создает дополнительные препятствия для обеспечения безопасных условий труда на предприятиях.

Для решения этих проблем необходимо не только совершенствование нормативной базы, но и внедрение новых методов управления, активное использование технологий и повышение ответственности на всех уровнях. Одним из ключевых направлений может стать развитие корпоративных программ безопасности, основанных на международных стандартах, а также активное внедрение образовательных программ для повышения осведомленности работников.

ISSN 3030-3907

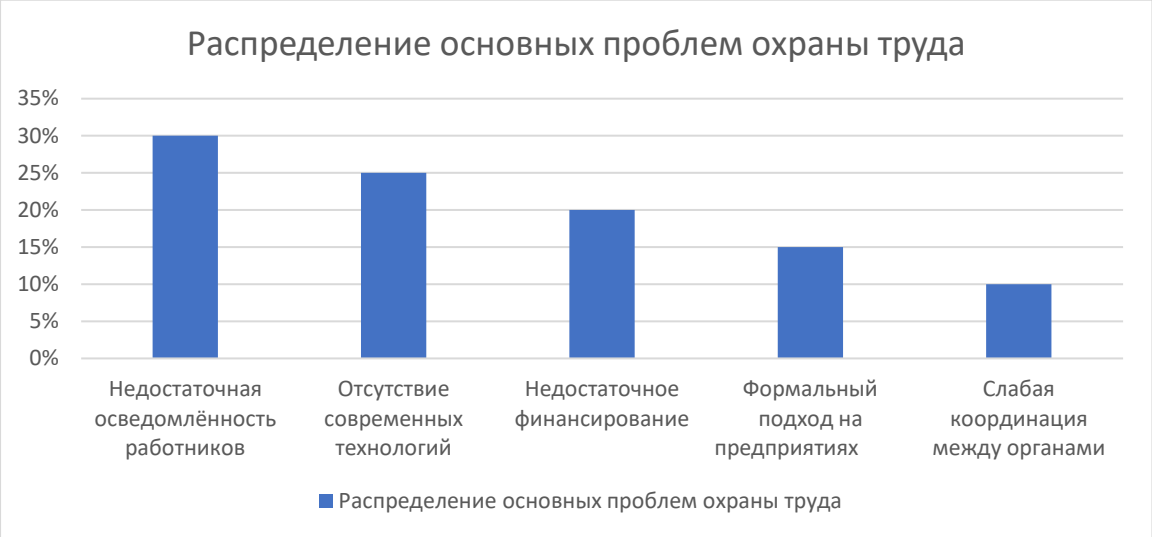
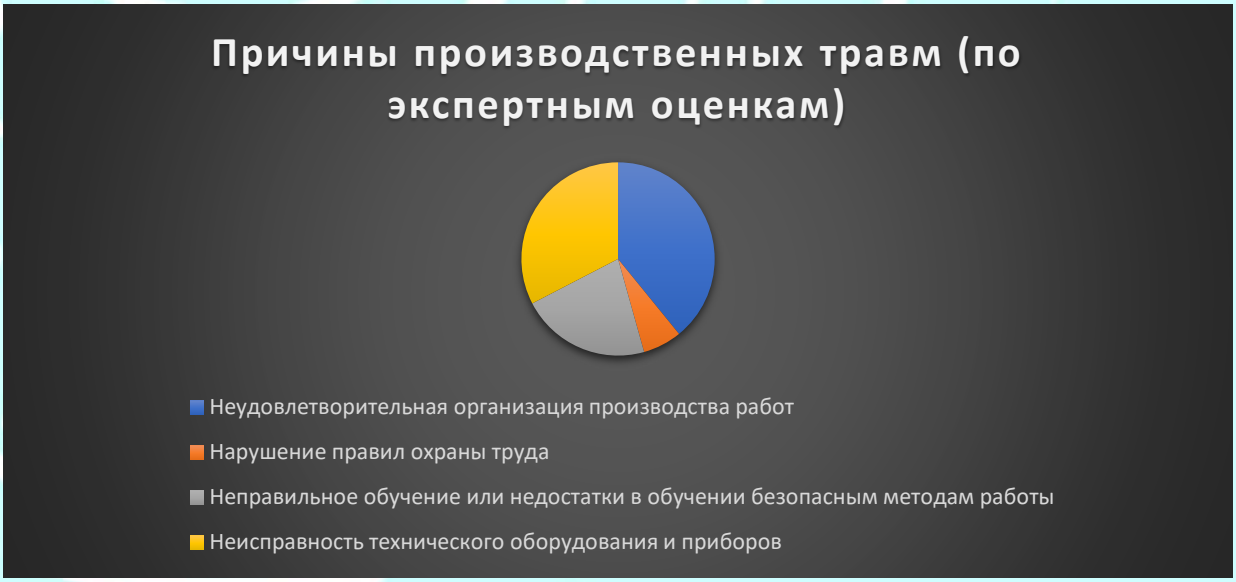


Диаграмма 1 – Основные проблемы охраны труда



Круговая диаграмма 2

Правовые и организационные аспекты охраны труда

Правовые и организационные аспекты охраны труда играют ключевую роль в создании безопасных условий труда на предприятиях. Законодательные и нормативные акты должны быть направлены на защиту работников и обеспечение их безопасности, однако существует ряд проблем, связанных с правовым регулированием, которые требуют внимательного анализа и решения.

Заключение:Исходя из основных проблем правового регулирования является недостаточная координация между различными регулирующими органами. Несмотря на наличие множества нормативных актов Республики Узбекистан, часто наблюдается дублирование функций или отсутствие четкой ответственности между государственными органами, что затрудняет эффективное внедрение и контроль за соблюдением норм охраны труда. Для эффективного функционирования системы охраны труда необходимо

ISSN 3030-3907

улучшить взаимодействие между различными государственными и частными структурами, а также повысить ответственность государственных органов за контроль за соблюдением трудового законодательства[1].

Постоянное совершенствование нормативно-правовой базы является важным аспектом. В условиях быстрого развития производственных технологий законодательство должно оперативно адаптироваться к новым требованиям.

Для этого необходимо, чтобы законодательные органы и научные учреждения активно работали над адаптацией нормативных актов к современным технологическим и экономическим реалиям, а также над улучшением механизмов контроля за их соблюдением.

ЛИТЕРАТУРА:

1. «Инновационные подходы к повышению эффективности системы охраны труда на производстве» Автор: Э. Р. ХарисоваИсточник: https://goo.su/BSu7Ajl
2. «Актуальные проблемы охраны труда на современном этапе развития» Авторы: Е. Н. Редикульцева, Ю. В. Залесова Источник: https://goo.su/UOqyUYG
3. «Приоритетные направления развития охраны труда в условиях современной экономики» Автор: Н. А. Самарская Источник: https://goo.su/uQlzu
4. «Охрана труда в современной экономике России: направления и перспективы развития» Автор: Н. А. Самарская Источник: https://goo.su/5waSmi
5. «Инновационные подходы к развитию системы охраны труда» Автор:Бабаев Ш.Р. (PhD), (Навоийский государственный горно-технологический университет) Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему: «Новый этап охраны труда: роль искусственного интеллекта и цифровизации на рабочем месте» Toshkent - 28-aprel 2025-yil Стр 249-251
6. «Современные проблемы охраны труда и пути их решения» Авторы: Бабаев Ш.Р. (PhD), Фармонов А.Ш. (Навоийский гогосударственнқй горнотехнологический университет) Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему: «Новый этап охраны труда: роль искусственного интеллекта и цифровизации на рабочем месте» Toshkent 28-aprel 2025-yil Стр 165-167
7. Акмаммедова, А. Управление охраной труда. Суть охраны труда / А. Акмаммедова // Cognitio Rerum. — 2023. — № 5. — С. 100—102.

ISSN 3030-3907

8. Бекирова, Э. А. Содержательные аспекты культуры безопасности будущего специалиста в области охраны труда / Э. А. Бекирова // Вопросы устойчивого развития общества. — 2022. — № 7. — С. 257—261.

ISSN 3030-3907

ИННОВАЦИОННЫЕ ПОДХОДЫ К РАЗВИТИЮ СИСТЕМЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Бабаев Ш Р.

и.о.доцента кафедры «Безопасность жизнедеятельности», Навоийского государственного горно-технологического университета, Навои, Узбекистан

Аннотация: В этой статье приведены технологические решения, охраны труда. которые играют правовые и организационные аспекты. Современная система охраны труда во всем мире сталкивается с рядом проблем, связанных с недостаточной координацией между регулирующими органами. Для эффективного решения этих проблем требуется комплексный подход, который бы интегрировал новые технологические решения и укрепил правовые и организационные основы безопасности труда. Цифровизация, использование автоматизированных систем мониторинга, внедрение средств искусственного интеллекта и других высокотехнологичных решений способны повысить качество и эффективность контроля за условиями труда, а также предотвратить потенциальные риски на ранних стадиях их возникновения.

Ключевые слова: охрана труда, цифровизация, основы безопасности труда, травма, заболевание среди работников, риск, травматизм, координация, работодатель, регулирующими органами, уровен безопасности, повышение вероятности, производственный инцидент, анализ и решение, производственная технология, законодательство, условие труда, инновационный подход, современные технологии, нормативно-правовая база

Annotatsiya: ushbu maqolada texnologik echimlar, mehnatni muhofaza qilish keltirilgan. huquqiy va tashkiliy jihatlarni o‘ynaydigan. Dunyo bo‘ylab zamonaviy mehnatni muhofaza qilish tizimi tartibga soluvchilar o‘rtasida muvofiqlashtirishning etarli emasligi bilan bog‘liq bir qator muammolarga duch kelmoqda. Ushbu muammolarni samarali hal qilish uchun yangi texnologik echimlarni birlashtirgan va mehnat xavfsizligining huquqiy va tashkiliy asoslarini mustahkamlaydigan kompleks yondashuv talab etiladi. Raqamlashtirish, avtomatlashtirilgan monitoring tizimlaridan foydalanish, sun'iy intellekt vositalari va boshqa yuqori texnologiyali yechimlarni joriy etish mehnat sharoitlarini nazorat qilish sifati va samaradorligini oshirishga, shuningdek, ularning paydo bo‘lishining dastlabki bosqichlarida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan xavflarning oldini olishga qodir.

Kalit so‘zlar: mehnatni muhofaza qilish, raqamlashtirish, mehnat xavfsizligi asoslari, travma, ishchilar orasida kasallik, xavf, shikastlanish, muvofiqlashtirish,

ISSN 3030-3907

ish beruvchi, tartibga soluvchi organlar, xavfsizlik darajasi, ehtimolni oshirish, ishlab chiqarish hodisasi, tahlil va qaror, ishlab chiqarish texnologiyasi, Qonunchilik, mehnat holati, innovatsion yondashuv, zamonaviy texnologiyalar, me'yoriy-huquqiy baza

Abstract: This article presents technological solutions for occupational safety. which have legal and organizational aspects. The modern occupational safety and health system around the world faces a number of problems related to insufficient coordination between regulatory authorities. An effective solution to these problems requires an integrated approach that integrates new technological solutions and strengthens the legal and organizational foundations of occupational safety. Digitalization, the use of automated monitoring systems, the introduction of artificial intelligence and other high-tech solutions can improve the quality and effectiveness of monitoring working conditions, as well as prevent potential risks at an early stage of their occurrence.

Keywords: occupational safety, digitalization, fundamentals of occupational safety, injury, illness among workers, risk, injury, coordination, employer, regulatory authorities, safety level, increased probability, industrial incident, analysis and solution, production technology, legislation, working conditions, innovative approach, modern technologies, regulatory framework

Введение

Важной проблемой является сложность правоприменения. Несмотря на наличие достаточно обширной правовой базы в сфере охраны труда, на практике часто возникают проблемы с реализацией норм и стандартов. Например, многие компании сталкиваются с трудностями в интерпретации и применении новых норм, что может привести к несоответствию требованиям законодательства и повышению рисков несчастных случаев на производстве. Для решения этой проблемы необходимы регулярные разъяснительные работы, проведение тренингов для сотрудников, а также создание более простых и понятных процедур для соблюдения стандартов охраны труда.

Современные технологии и инновационные подходы играют ключевую роль в улучшении системы охраны труда. В последние годы на предприятиях активно внедряются различные инновации, направленные на повышение эффективности мониторинга и управления безопасностью труда, что позволяет значительно снизить риски и повысить уровень защиты работников. Однако, несмотря на значительный потенциал технологий, их внедрение сталкивается с рядом проблем, связанных с финансированием, обучением и организацией процессов [1].

ISSN 3030-3907



Рисунок 1. Факторы, включающие в условиях труда

Одним из наиболее перспективных направлений является использование цифровых технологий для автоматизации и мониторинга условий труда. Инструменты, такие как системы мониторинга в реальном времени, могут существенно повысить эффективность контроля за соблюдением норм безопасности. Применение таких технологий позволяет быстро и точно фиксировать изменения в рабочих условиях и своевременно реагировать на потенциальные угрозы.

Внедрение технологий предиктивной аналитики и искусственного интеллекта может значительно усовершенствовать систему охраны труда. Алгоритмы прогнозирования, основанные на анализе обширных массивов данных, способны выявлять скрытые риски, которые невозможно обнаружить при использовании традиционных методов контроля.

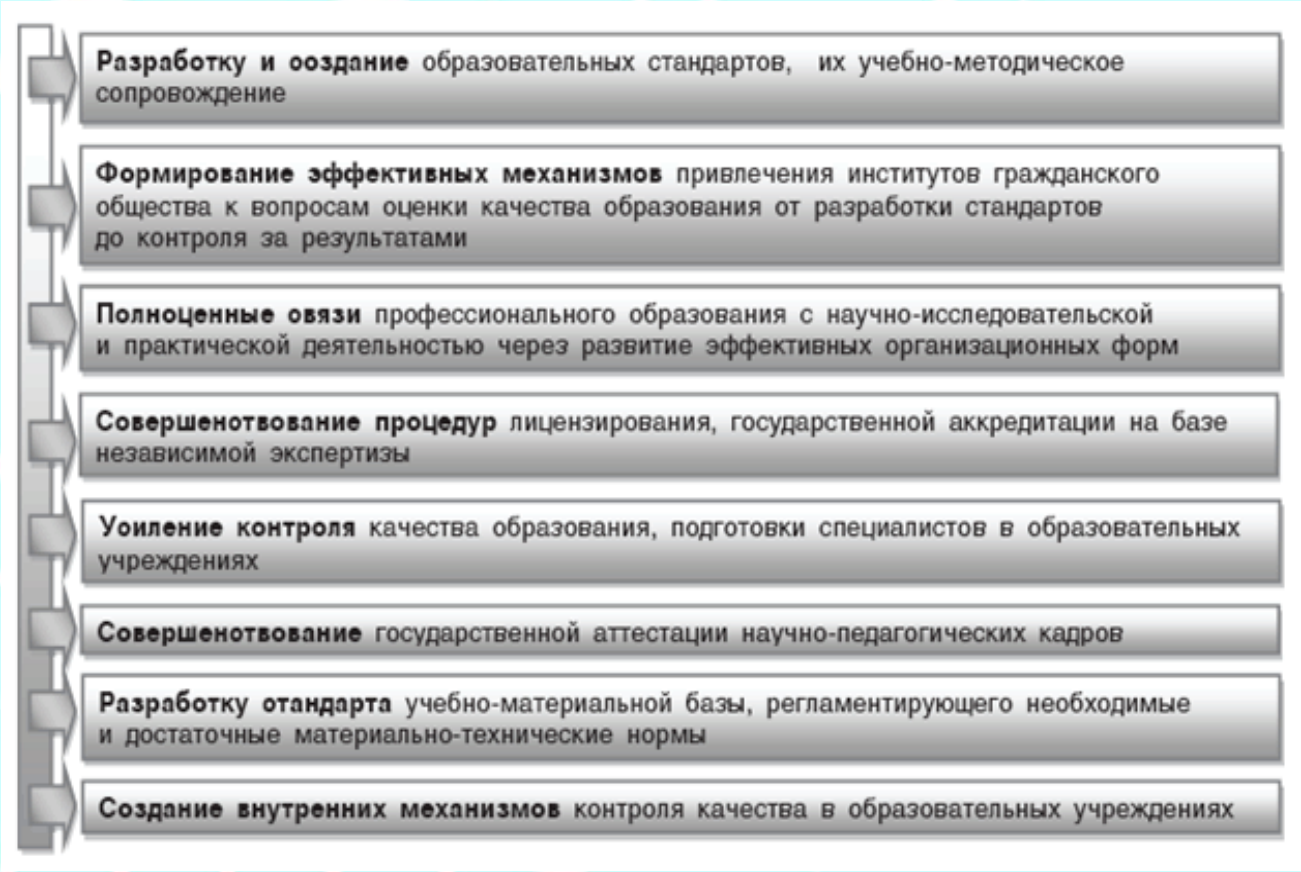
Эти системы не только реагируют на уже произошедшие инциденты, но и способны предсказывать их возникновение, что позволяет заблаговременно принимать меры по их предотвращению и тем самым минимизировать вероятность их реализации

Применение искусственного интеллекта позволяет автоматизировать многие процессы, которые ранее требовали участия человека. Интеллектуальные системы способны оперативно анализировать состояние оборудования, выявлять его износ и предлагать меры по предотвращению возможных поломок. В перспективе такие технологии могут значительно

ISSN 3030-3907

снизить количество аварий и производственных травм, а также повысить общую эффективность работы. [2].

Система обеспечения качества обучения охране труда предусматривает



Использование виртуальной и дополненной реальности для обучения работников является важным инновационным подходом. Виртуальные тренажеры позволяют обучать сотрудников безопасным методам работы в условиях, максимально приближенных к реальным, без риска для их здоровья. Это обучение позволяет снизить количество ошибок и повысить общую культуру безопасности на предприятиях. В свою очередь, дополненная реальность может быть использована для предоставления работникам актуальной информации о возможных опасностях в их рабочей среде в реальном времени. такие методы обучения могут стать неотъемлемой частью подготовки и повышения квалификации работников, а также сэкономить ресурсы на практике обучения.

Кроме того, важным инновационным подходом является использование дистанционного мониторинга условий труда. Эти системы позволяют осуществлять контроль за состоянием рабочих мест и условиями труда без непосредственного присутствия специалистов на предприятии. Это особенно актуально для удаленных объектов или предприятий с высокой степенью риска, где важно быстро реагировать на изменения в рабочих условиях.

ISSN 3030-3907

Внедрение технологий дистанционного обучения и повышения квалификации как важную составляющую улучшения системы охраны труда. В условиях современной экономики и быстрого развития технологий необходимо постоянное обновление знаний работников и специалистов по охране труда. Внедрение онлайн-курсов, вебинаров и мобильных приложений для обучения позволяет значительно повысить доступность информации и повысить осведомленность работников о рисках[3].

Часто предприятия сталкиваются с трудностями, связанными с недостаточным уровнем подготовки персонала и отсутствием чёткого плана реализации нововведений. Для преодоления этих проблем необходимо регулярно проводить обучение сотрудников, предоставлять им доступ к актуальным информационным ресурсам и разрабатывать поэтапные планы внедрения инноваций [4].

Заключение

Анализ современных проблем охраны труда, правовых и организационных аспектов, а также инновационных подходов показывает, что для достижения высокого уровня безопасности на рабочих местах необходимо внедрение комплексных и инновационных решений. Среди основных проблем, выявленных в ходе исследования, можно выделить недостаточное внимание к правовой и организационной координации, недостаточную осведомленность работников, а также необходимость обновления нормативной базы в связи с быстрым развитием технологий.

Инновационные подходы, такие как использование технологий мониторинга, искусственного интеллекта и виртуальной реальности, способны существенно повысить уровень безопасности на производстве. Однако их успешное внедрение возможно только при условии качественного обучения сотрудников, должной подготовки кадров и обеспечения достаточного финансирования. Для этого необходимо комплексное внедрение инновационных технологий, а также совершенствование образовательных программ, направленных на повышение квалификации специалистов по охране труда. [5,6].

В числе ключевых рекомендаций можно выделить следующие:

1. **Обновление нормативно-правовой базы.** Важно регулярно обновлять законодательство, учитывая новые технологические достижения и требования, связанные с безопасностью труда. Это обеспечит своевременное и эффективное реагирование на вызовы, возникающие в процессе производственной деятельности.

2. **Развитие цифровых технологий и автоматизация контроля.** Необходимо активно внедрять системы мониторинга в реальном времени, а

ISSN 3030-3907

также искусственный интеллект для прогнозирования аварийных ситуаций и автоматизации процесса контроля. Это повысит оперативность и точность в оценке рисков и позволит эффективно реагировать на изменения условий труда.

3. **Повышение квалификации работников.** В условиях развития технологий необходимо постоянно обновлять знания работников, повышая их осведомленность о рисках и мерах безопасности. Важно использовать современные онлайн-курсы, тренажеры и мобильные приложения для обучения и повышения квалификации.

4. **Интеграция охраны труда в корпоративную культуру.** Охрана труда должна быть неотъемлемой частью стратегии компании. Это обеспечит системный подход к безопасности на всех уровнях организации, повысит ответственность сотрудников и улучшит общую культуру безопасности на производстве.

5. **Стимулирование внедрения инновационных технологий.** Важно создать условия для внедрения и развития инновационных подходов в области охраны труда, включая поддержку со стороны государства и частных компаний. Инвестиции в новые технологии и их интеграция в существующие системы безопасности позволят значительно улучшить условия труда и снизить уровень производственного травматизма.

ЛИТЕРАТУРА:

1. «Инновационные подходы к повышению эффективности системы охраны труда на производстве» Автор: Э. Р. ХарисоваИсточник: https://goo.su/BSu7Ajl

2. «Актуальные проблемы охраны труда на современном этапе развития» Авторы: Е. Н. Редикульцева, Ю. В. Залесова Источник: https://goo.su/UOqyUYG

3. «Приоритетные направления развития охраны труда в условиях современной экономики» Автор: Н. А. Самарская Источник: https://goo.su/uQlzu

4. «Охрана труда в современной экономике России: направления и перспективы развития» Автор: Н. А. Самарская Источник: https://goo.su/5waSmi

5. «Инновационные подходы к развитию системы охраны труда» Автор:Бабаев Ш.Р. (PhD), (Навоийский государственный горно-технологический университет) Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему: «Новый этап охраны труда: роль искусственного интеллекта и цифровизации на рабочем месте» Toshkent - 28-aprel 2025-yil Стр 249-251

ISSN 3030-3907

6. «Современные проблемы охраны труда и пути их решения» Авторы: Бабаев Ш.Р. (PhD), Фармонов А.Ш. (Навоийский гогосударственнқй горнотехнологический университет) Сборник материалов международной научно-практической конференции на тему: «Новый этап охраны труда: роль искусственного интеллекта и цифровизации на рабочем месте» Toshkent 28-aprel 2025-yil Стр 165-167
7. Акмаммедова, А. Управление охраной труда. Суть охраны труда / А. Акмаммедова // Cognitio Rerum. — 2023. — № 5. — С. 100—102.
8. Бекирова, Э. А. Содержательные аспекты культуры безопасности будущего специалиста в области охраны труда / Э. А. Бекирова // Вопросы устойчивого развития общества. — 2022. — № 7. — С. 257—261.

ISSN 3030-3907

TO‘LG‘AZMA TANNARHINI KAMAYTIRISH UCHU BOYITISH FABRIKALARI CHIQINDILARIDAN FOYDALANISH

Xasanov Obid Abdullayevich
Olmaliq davlat texnika instituti konchilik ishi fakulteti dekani
Berdiyeva Dilrabo Xasanovna
Toshkent davlat texnika unversiteti doktoranti

Annotatsiya: ilmiy ishda qazib olingan bo‘shliqni to‘ldirish ishlari tannarxini pasaytirish usullari yoritilgan. Hozirgi kunda yer osti konchilik korxonalari qazib olingan bo‘shliqni to‘lg‘azma qilish ishlarida semantga bo‘lgan harajat oshib bormoqda. Shu sababli qotuvchi to‘lg‘azma tayyorlashda bog‘lovchi sifatida boyitish fabrikalari chiqindilaridan foydalanish katta samara beradi. Shunga ko‘ra ilmiy ishda qotuvchi to‘lg‘azma taribidagi sementning 20% ulushini mis eritish zavodidan chiqgan shlakni mis boyitish fabrikasiga olib kelinib qayta ishlangan xvostdan foydalanilgan va sement tannarhini pasaytirib, qotuvchi aralashmani harakatini yaxshilashga erishildi. Buning natijasida aralashma quvurlarda harakatlanishi yaxshilandi va quvurlarni yemirilishi kamaydi.

Kalit so‘zlar: qotuvchi to‘lg‘azma, shlak, sun’iy massiv, bog‘lovchi eritma.

Abstract: the scientific work describes ways to reduce the cost of filling the excavated void. Currently, cement costs are increasing in underground mining enterprises for filling mined-out cavities. Therefore, the use of processing plant waste as a binder in the preparation of hardening filler is highly effective. Accordingly, in the scientific work, 20% of the cement in the form of hardening filler was brought from the copper smelting plant to the copper enrichment plant using processed tailings, and it was possible to reduce the cost of cement and improve the movement of the hardening mixture. As a result, the movement of the mixture in the pipes was improved, and the wear of the pipes was reduced.

Keywords: hardening filler, slag, artificial mass, binding solution.

Аннотация: в научной работе освещены способы снижения себестоимости работ по заполнению выработанного пространства. В настоящее время на подземных горных предприятиях увеличиваются затраты на цемент при заполнении выработанного пространства. Поэтому использование отходов обогатительных фабрик в качестве связующего при приготовлении твердеющей закладки дает большой эффект. Соответственно, в научной работе использовано 20% цемента в виде твердеющей закладки, шлак с медеплавильного завода доставлялся на медно-обогатительную фабрику и использовался переработанный хвост, что позволило снизить себестоимость цемента и улучшить движение твердеющей смеси. В результате улучшилось движение смеси в трубопроводах и снизился износ труб.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: твердеющий наполнитель, шлак, искусственный массив, вяжущий раствор

Kirish

Zamonaviy bosqichda foydali qazilmalarni yer osti usulida qazib olish kon ishlari darajasining pasayishi bilan tavsiflanadi kon bosimining oshishi va konlarni qazib olishning kon-geologik sharoitlarining murakkablashishi bilan kechadi. Bunday sharoitlarda qazib olingan bo‘shliqni asosan qotuvchi to‘lg‘azmalar bilan to‘ldirish tizimlari tobora keng qo‘llanilmoqda. Biroq, ularni yanada kengroq qo‘llash, qazib olish tannarxining 30-40% gacha yetadigan, deyarli 80% gacha xarajatlar materiallarga, shu jumladan 55% gacha sementga to‘g‘ri keladi.

Qotuvchi to‘lg‘azmadan tayyorlangan sun’iy shift ostida bajariladigan ishlarning texnik imkoniyati va muvaffaqiyati ko‘p jihatdan qotuvchi to‘lg‘azma sifatiga bog‘liq. Jahon amaliyotida uni tayyorlashning ko‘plab usullari ma’lum bo‘lib, ularning har biri o‘ziga xos xususiyatlarga ega, bu asosan boshlang‘ich materiallarning tarkibi, ularning narxi, shuningdek, to‘ldiruvchining maqsadi bilan bog‘liq. Qotuvchi to‘lg‘azma deganda, klinker sementlarida tayyorlangan va to‘ldiruvchilar (qum, shag‘al, maydalangan tosh) tarkibida 5% dan ortiq loy zarralari bo‘lmagan beton yoki qorishmalardan farqli o‘laroq, vaqt o‘tishi bilan 20 dan 100 kg/sm^2 gacha mustahkamlikka erisha oladigan past markali bog‘lovchi modda (shlak, kul va boshqalar) va inert material (shlam, shaxta tog‘ jinslari va boshqalar) aralashmasi tushuniladi.

Eksperimental metodlar

Bog‘lovchi moddalardan eng tejamlisi hozirgi vaqtda domna va qozonxona shlaklari hisoblanadi. Ularning bog‘lovchilik faolligi kimyoviy tarkibi bo‘yicha oddiy portlandsementga yaqinligi bilan izohlanadi. Tayyorlangan bog‘lovchi eritmada maydalik darajasi 0,09 mm dan kam bo‘lgan 65 dan 95% gacha shlak bo‘lishi tavsiya etiladi. Tarkibida 8% dan ortiq Al_2 O_3 va 40% dan ortiq SaO bo‘lgan shlaklarni qotish tezlatgichlarini qo‘shmasdan qotuvchi to‘ldirgichning bog‘lovchi moddasi sifatida ishlatish mumkin.

Bog‘lovchi modda tarkibida 85% gacha yirikligi 0,09 mm dan kichik bo‘lgan sinfga mansub material bo‘lgan IEMning filtrlovchi kulini qo‘llash maqsadga muvofiqdir. Kulning tannarxi esa asosan uni to‘ldirish ishlari olib borilayotgan rayonga tashish xarajatlari bilan aniqlanadi. Qotuvchi to‘lg‘azma tarkibiga odatda 10-15% bog‘lovchi modda (og‘irligi bo‘yicha) va 85-90% to‘ldirgichlar va suv kiradi. To‘ldirgichlar to‘ldirish massivida qattiq skelet hosil qilib, kirishish va issiqlik ajralishini kamaytiradi, aralashma zichligini oshiradi. Betonda shu maqsadlar uchun ishlatiladigan barcha materiallar (40-50 mm dan katta bo‘lmagan), shuningdek boyitish fabrikalarining chiqindilari, shaxta

ISSN 3030-3907

ag‘darmalarining maydalangan jinslari, ochish ishlaridan hosil bo‘lgan jinslar va boshqalar qotuvchi to‘lg‘azma bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

To‘ldirish ishlari uchun neytral yoki kuchsiz kislotali suvdan foydalanish maqsadga muvofiqdir. Agar agressiv shaxta suvi qo‘llanilsa, bog‘lovchi komponentlarga agressiv ta’sir darajasini hisobga olish kerak. Suv hajmi aralashmaga kerakli plastiklik berishga va uning qatlamlarga ajralishiga yo‘l qo‘ymaslikka intilgan holda me’yorlanadi. Plastiklik mezoni sifatida uchidagi burchagi 30° ga teng bo‘lgan standart konusning qorishmaga botish chuqurligi qabul qilingan

Qotuvchi aralashmaning ratsional tarkibini sun’iy massivning talab qilinadigan mustahkamligiga, aralashmani yetkazib berishning qabul qilingan usuliga va to‘ldirishni qurish texnologiyasiga, bog‘lovchi moddaning qotish intensivligiga, tejamkorligiga qarab tanlash kerak. Ushbu tarkib qotayotgan aralashmani quvurlar bo‘ylab o‘z oqimi bilan tashish va qazilma bo‘shlig‘iga qo‘shimcha zichlamasdan, maksimal to‘liqlik bilan qazilma shifti ostiga yotqizish imkonini beradigan to‘g‘ri konsistensiyani ta’minlashi kerak. Bog‘lovchining maqbul sarfi 1 m^3 to‘ldirgichga 350-400 kg bo‘lishi mumkin, suv bog‘lovchi nisbatini esa to‘ldirgichlarning granulometrik tarkibi, bog‘lovchining faolligi va to‘ldirgichning markasiga qarab 0,7-1,0 oralig‘ida qabul qilish maqsadga muvofiqdir. To‘lg‘azmaning mustahkamligini hisoblash bog‘lovchining faolligi, talab etiladigan to‘ldirish markasi va qabul qilinadigan eritma konsistentsiyasiga bog‘liq holda suv bilan bog‘lanish nisbatini (S/S) aniqlashga keltiriladi.

Faolligi 100 dan 200 kg/sm^2 gacha bo‘lgan bog‘lovchi moddalar aralashmasining qumli to‘ldirgichdagi mustahkamligi quyidagi ifodadan aniqlanadi:

$$R_з=0{,}55R_{см}\left(\frac{B+D}{W}-0{,}20\right),$$

Yirikligi 40 mm gacha bo‘lgan maydalangan tog‘ jinsidan tayyorlangan to‘ldirgichdagi aralashmaning mustahkamligi esa quyidagi ifodadan kelib chiqadi:

$$R_з=0{,}60R_{см}\left(\frac{B+D}{W}-0{,}20\right),$$

Bu yerda $R_з$ - qotuvchi to‘lg‘azmaning talab etiladigan mustahkamligi (10 kundan keyin), kg/sm^2; $R_{см}$ - bog‘lovchining faolligi (shlak, gilning sement bilan aralashmasi va boshqalar), kg/sm^2; $B+D$ - bog‘lovchi B va qo‘shimcha D (gil) ning aralashmadagi suv miqdori W ga og‘irlik nisbati.

Faolligi 30 dan 100 kg/sm^2 gacha bo‘lgan bog‘lovchilar uchun qumli to‘ldiruvchi bilan to‘ldirish mustahkamligi quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

ISSN 3030-3907

$$R_з=0,6R_{см}\left(\frac{B+D}{W}-0,35\right),$$

quyidagi formula bo‘yicha tog‘ jinsli to‘ldiruvchi bilan to‘ldiriladi:

$$R_з=0,7R_{см}\left(\frac{B+D}{W}-0,35\right),$$

Qotayotgan to‘shamaning mustahkamligini taxminan aniqlash uchun 10 kundan 3 oygacha bo‘lgan har qanday muddatda quyidagi bog‘liqlikdan foydalanish mumkin:

$$R_n=R_{90}\frac{l_n n}{l_n 90}\left[\frac{кг}{см^2}\right]$$

Bu yerda R_n - to‘ldirishning n kunlik mustahkamligi, kg/sm^2; n - to‘ldirishning normal sharoitlarda qotish muddati, kun; R_{90} - 90 kundan keyingi qotirish mustahkamligi, kg/sm^2.

Qotayotgan qatlamdan sun’iy massivlarni barpo etishning uchta asosiy texnologik sxemasini ajratib ko‘rsatish mumkin:

1) tayyor qotuvchi aralashmani qazib olingan bo‘shliqqa tashish;

2) tog‘ jinsini bosim ostida beriladigan bog‘lovchi eritma bilan inyeksion mustahkamlash;

3) quvur orqali siqilgan havo bilan tashiladigan to‘ldiruvchiga bog‘lovchi eritmani qazib olingan bo‘shliqqa joylashtirishdan oldin qo‘shish.

Hozirda Kauldi koni "Olmaliq KMK" OAJning bo‘linmasi hisoblanib, konda qazib olingan bo‘shliq to‘lg‘azma qilinadi. Bunda portlandsementni qabul qilish, to‘plash va saqlash 7-10 kun davomida ishlash uchun zarur bo‘lgan muddatga mo‘ljallangan yopiq bunkerlar yoki siloslarda amalga oshirilishi kerak. Bo‘sh jinsli qum va marmarga ishlov berish chiqindilarini soyabon ostida saqlash mumkin.

To‘ldiruvchi qorishmalar tayyorlash uchun 400, 500 PS-400, PS-500 markali portlandsement, *) fraksiyalarining yirikligi 5 mm dan katta bo‘lmagan puch tog‘ jinsi qumi, marmarga ishlov berish chiqindilari va suv ishlatiladi.

Natija.

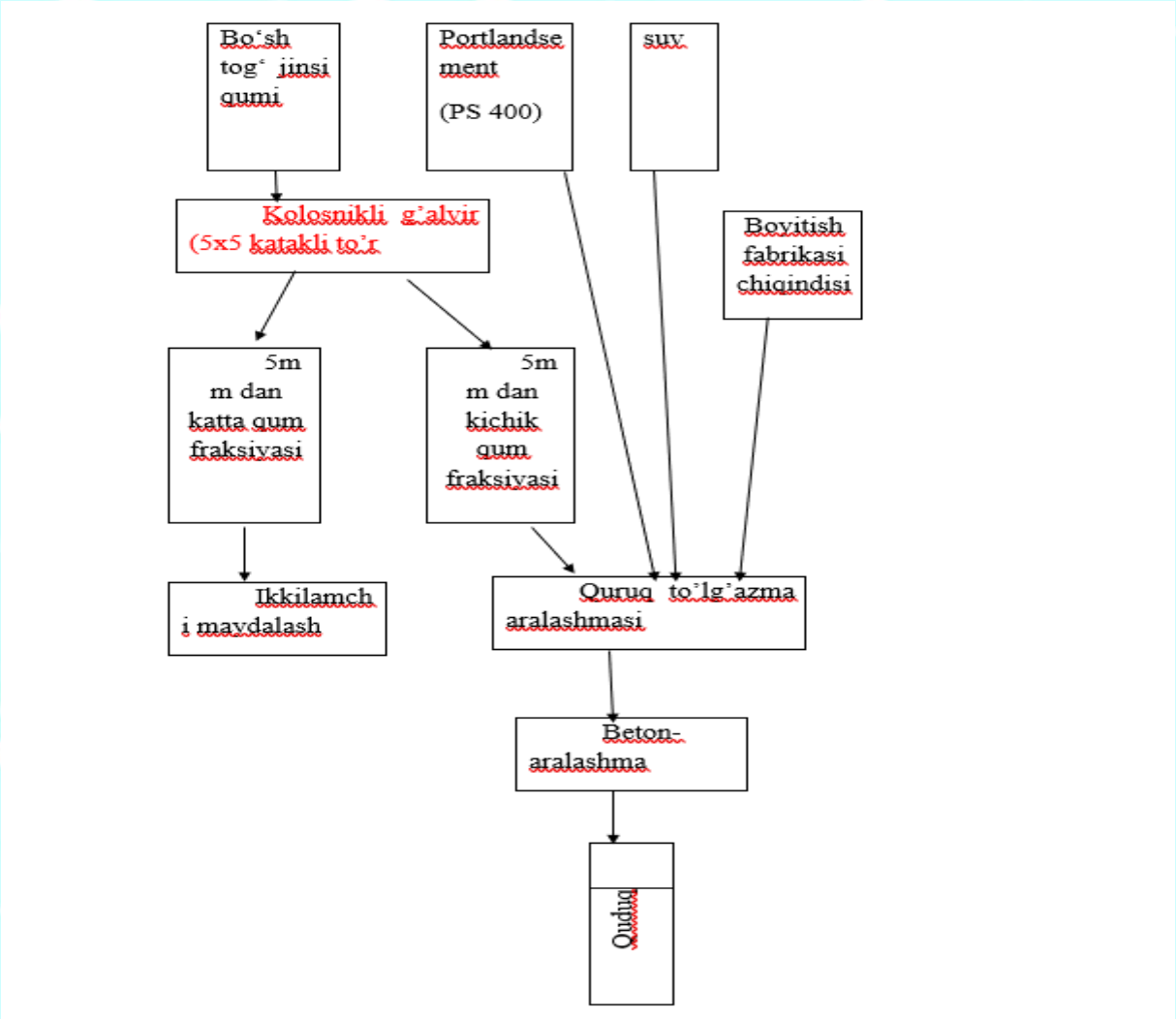
Konda qotuvchi to‘lg‘azma tarkibidagi sementning miqdorini kamaytirish va aralashma sifatini yaxshilash uchun konda to‘lg‘azma tayyorlashda mis eritish zavodidan chiqgan shlakni mis boyitish fabrikasiga olib kelingan va qayta ishlab chiqarilgan xvostdan foydalanish katta samara beradi. Shlakli xvost tarkibi quyidagi 1-jadvalda berilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Boyitish qoldiqlarining kimyoviy tarkibi

Tarkibi, %									
Pb	Zn	Cu	Fe	CaO	MgO	Al_2O_3	SiO_2	Sум.	S
0,07	0,30	0,03	2,12	1,70	0,68	8,73	75,1	0,68	0,01



1-boyitish qoldiqlaridan qotuvchi to‘lg‘azma tayyorlashning texnologik sxemasi"Kavuldi" koni boyitish fabrikasi chiqindisi qo‘llanilgan to‘ldiruvchi aralashmalarning optimal tarkiblari

Tarkib raqami	$1m^3$ aralashma uchun material miqdori, kg				Aralashma oquvchanligi, cm	Bir o‘q bo‘yicha o‘rtacha mustahkamligi, kgf/cm^2/MPa
	Portlandsement markasi 400	Boyitish fabrikasi chiqindisi	5 mm dan kichik qum	suv,l		
1	80	400	1000	280	14-16	15/1,5
2	130	400	1000	280	14-16	40/4,0
3	180	400	1000	280	14-16	88/8,8

ISSN 3030-3907

4	230	400	1000	280	14-16	97/9,7
5	280	400	1000	280	14-16	135/13,5

To‘ldiruvchi aralashmalarni tayyorlash hajmiy dozalash usuli bilan yuklagich cho‘michining geometrik sig‘imi hajmini rostlash yo‘li bilan amalga oshiriladi.

(Dastlab qorishma ishlab chiqarish uchun qum yuklagich cho‘michiga yuklangan bo‘sh tog‘ jinslari, marmar va sementga ishlov berishdan hosil bo‘lgan qum chiqindilari hajmi va miqdori aniqlanadi tarkiblar bo‘yicha suvlar komissiya tomonidan tajriba yo‘li bilan aniqlanadi; xomashyo - tortiladi, suv - vaqt bo‘yicha ma’lum miqdordagi suvni yetkazib berishni tartibga solish orqali aniqlanadi va mavsumga qarab yiliga kamida 2 marta faollashtiriladi).

Kauldi koni sharoitida to‘ldirish aralashmalarini tashish to‘ldirish quvurining vertikal va qiya stavkasidagi statik bosim hisobiga o‘z-o‘zidan oqish rejimida (gravitatsiya kuchlari ta’sirida) amalga oshiriladi.

To‘ldiruvchi aralashmalar to‘ldiruvchi quvurlar orqali tashiladi. Ish unumdorligi quvur diametri va uzunligi, balandlik belgilarining farqi va aralashmaning reologik xususiyatlariga bog‘liq.

To‘ldirish quvurlari asosiy (magistral, ko‘tariluvchi quduqlar bo‘ylab yotqizilgan, capital kon lahimlari) va qazish birligi (blok, qatlam) doirasida asosiy yoki yordamchi lahimlar bo‘yicha joylashtirilgan uchastka lahimlari.

Xulosa

Xulosa qiladigan bo‘lsak hozirgi kunda yer osti konchilik korxonalari qazib olingan bo‘shliqni to‘lg‘azma qilish ishlarida semantga bo‘lgan harajat oshib bormoqda. Shu sababli qotuvchi to‘lg‘azma tayyorlashda bog‘lovchi sifatida boyitish fabrikalari chiqindilaridan foydalanish katta samara beradi. Shunga ko‘ra ilmiy ishda qotuvchi to‘lg‘azma taribidagi sementning 20% ulushini mis eritish zavodidan chiqgan shlakni mis boyitish fabrikasiga olib kelinib qayta ishlangan xvostdan foydalanilgan va sement tannarhini pasaytirib, qotuvchi aralashmani harakatini yaxshilashga erishildi. Buning natijasida aralashma quvurlarda harakatlanishi yaxshilandi va quvurlarni yemirilishi kamaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Дребенштедт К., Голик В.И., Дмитрак Ю.В. Перспективы диверсификации технологии добычи металлов в РСО - Алания // Устойчивое развитие горных территорий. 2018. Т. 10. № 1 (35). С. 125-131.

2. Повышение экономической эффективности горнодобывающих предприятий за счет вовлечения в эксплуатацию техногенных георесурсов / С.Е. Гавришев, С.Н. Корнилов, И.А. Пыталев, И.В. Гапонова // Горный журнал. 2017. № 12. С. 46-51.

ISSN 3030-3907

3. Бурмистров К.В., Овсянников М.П. Обоснование параметров этапа открытых горных работ в переходные периоды разработки крутопадающих месторождений // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 6. С. 20–28.
4. Бердиева Д.Х. «Совершенствования закладочних работ в системе разработки месторождения Каулди», Экономика и сотсиум, 2020 г. ст.509-513.
5. Бердиева Дилрабо Хасановна, Субанова Зарнигор Абдинаби қизи «К вопросу снижения себестоимости закладочних работ при система разработки горизонталними слоями с закладкой» Ориэнтал Ренаиссансэ, 2021 г. ст. 674-679.
6. Бердиева Д.Х. Косимов М.О. «Вибор оптималного варианта системи разработки на руднике Каулди» Ориэнтал Ренаиссансэ, 2021 г. ст 235-240.
7. Каплунов Д.Р., Рыльникова М.В., Радченко Д.Н. и др. Передвижные закладочные комплексы в системах разработки рудных месторождений с закладкой выработанных пространств // Горный журнал, № 2. 2013 г. ст. 101–104.
8. Вертячих К.С. Аспекты применения закладки в зарубежной и отечественной практике подземной разработке руд /К.С. Вертячих, А.М.

ISSN 3030-3907

LOW-PRESSURE PLASMA REGENERATION OF COKED Ca-ZEOLITE

Mamanazarov Murodali Mamadali o‘g‘li
National University of Uzbekistan named after Mirzo Ulugbek, Doctoral student
E-mail: murodalimamanazarov27@gmail.com
Azimov Lazizbek Azamat o‘g‘li
Institute of Pharmaceutical Education and Research
E-mail: jla3u36ek@gmail.com
Saparov Sanjarbek Yusupboyevich
Institute of Pharmaceutical Education and Research
E-mail: world_707@mail.ru
Razzokov Jamoliddin Inotullayevich
Institute of Fundamental and Applied Research under TIIAME National Research University, Director
E-mail: jrazzokov@gmail.com

Annotation. This study investigates the regeneration of coked Ca-zeolite, widely used for H_2S and moisture removal in natural gas purification, using low-pressure air plasma. The approach is motivated by the drawbacks of conventional high-temperature regeneration, which is energy-intensive and may damage the adsorbent structure. Thermogravimetric analysis, surface area measurements, and mechanical stability tests were applied, revealing significant coke reduction, a 27% increase in surface area, and preservation of pellet strength. These initial results demonstrate the effectiveness of low-pressure plasma as a regeneration method and highlight future potential for enhanced performance through parameter optimization and combined plasma–thermal approaches.

Key words. Ca-zeolite, low-pressure plasma, regeneration, natural gas purification, coke removal, surface area, mechanical stability.

Annotatsiya. Ushbu maqolada tabiiy gazni H_2S va namlikdan tozalashda keng qo‘llaniladigan Ca-seolit adsorbentining koks bilan to‘yingan namunalarini past bosimli havo plazmasida regeneratsiya qilish natijalari yoritildi. An’anaviy yuqori haroratli regeneratsiya usullari katta energiya sarfini talab qiladi va adsorbentning strukturasini yemirishi mumkin. Tadqiqotda TGA, BET va mexanik mustahkamlik tahlillari qo‘llanilib, koks miqdorining kamayishi, sirt maydonining 27 % ga ortishi hamda granulalarning barqarorligi saqlanib qolishi aniqlandi. Olingan dastlabki natijalar plazma regeneratsiyasi samarali va istiqbolli usul ekanini ko‘rsatib, kelgusida parametrlarni optimallashtirish va plazma-termik yondashuvlarni qo‘shish orqali yanada yuqori natijalarga erishish mumkinligini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar. Ca-seolit, past bosimli plazma, regeneratsiya, tabiiy gazni tozalash, koksni oksidlash, mexanik barqarorlik.

Аннотация. В данной работе исследована регенерация коксового Ca-цеолита, широко применяемого для очистки природного газа от H_2S и влаги, с использованием плазмы низкого давления. Актуальность подхода обусловлена недостатками традиционной высокотемпературной регенерации, которая энергоёмка и может повреждать структуру адсорбента. Применение методов ТГА, БЭТ и анализа механической прочности показало снижение коксовых отложений, увеличение удельной поверхности на 27 % и сохранение прочности гранул. Полученные предварительные результаты подтверждают эффективность плазмы низкого давления как метода регенерации и указывают на перспективы повышения эффективности за счёт оптимизации параметров и комбинированных плазменно-термических подходов.

Ключевые слова. а-цеолит, плазма низкого давления, регенерация, очистка природного газа, удаление кокса, удельная поверхность, механическая прочность.

Introduction

Natural gas purification plays a critical role in the energy industry because untreated gas often contains significant levels of hydrogen sulfide and water vapor. These impurities must be removed to meet quality standards, prevent pipeline corrosion, and minimize environmental and safety hazards [1]. Adsorption-based separation is particularly attractive due to its simplicity, reliability, and relatively low energy requirements compared to cryogenic or membrane-based processes [2]. Zeolites are among the most effective adsorbents for this purpose, owing to their crystalline microporous structure, high surface area, and strong affinity for polar molecules [3]. Calcium-exchanged zeolites (Ca-zeolites) exhibit enhanced adsorption toward H_2S and water, which makes them widely used in industrial gas purification units [4]. However, during extended operation, these adsorbents progressively deactivate as carbonaceous species and other contaminants accumulate inside the micropores, leading to reduced adsorption performance [5]. Consequently, efficient regeneration methods are essential to restore adsorbent capacity and prolong service life. Traditional regeneration strategies, such as high-temperature calcination, can remove a portion of the coke but often require prolonged heating, consume large amounts of energy, and may cause partial dealumination or collapse of the zeolite framework after multiple cycles [6]. Alternative approaches like solvent washing or chemical treatments are generally insufficient against strongly bound carbonaceous deposits and may generate secondary waste streams [7].

ISSN 3030-3907

In this context, low-pressure plasma (LPP) regeneration has emerged as a promising alternative. Unlike atmospheric plasma, LPP operates under reduced pressure, where the lower collision frequency results in longer mean free paths of reactive species, enabling their deeper penetration into microporous networks. In addition, the prolonged lifetime of radicals under reduced pressure facilitates more efficient interaction with pore-blocking deposits. This facilitates the reopening of blocked pores and expansion of micropore channels while minimizing structural damage [8]. Previous studies on activated carbon fibers demonstrated that low-pressure oxygen plasma treatment can even increase the specific surface area and micropore volume by selectively etching constricted pores an effect opposite to that often observed with atmospheric plasma, where excessive etching decreases surface area [9].

Zeolite adsorbents also suffer from coke-induced deactivation, and conventional high-temperature regeneration may lead to incomplete recovery of textural properties or framework degradation [10]. Plasma treatments, on the other hand, are known to generate oxygen-containing functional groups and modify the pore network, thereby improving adsorption performance [11].

Although plasma-assisted regeneration has been studied for catalytic zeolites such as H-ZSM-5 and Y-zeolite [12, 13], systematic evaluation of LPP treatment for adsorbent-grade Ca-zeolites used in natural gas purification is still lacking. Bridging this gap is essential for assessing the feasibility of LPP as a sustainable regeneration technology. In this study, the regeneration of coked Ca-zeolite using LPP was investigated. The efficiency of coke removal was assessed by thermal analysis, while surface area and pore volume measurements provided insight into the recovery of textural properties. The results contribute to understanding the potential of LPP as an environmentally friendly and energy-efficient strategy for extending the operational lifetime of zeolite-based adsorbents in natural gas purification.

MATERIALS AND METHODS

Calcium-exchanged zeolite was applied as an industrial sorbent for the purification of natural gas, specifically for the removal of hydrogen sulfide (H_2S) and water vapor. Under real operating conditions, the adsorbent was subjected to approximately 1400-1500 adsorption-desorption cycles over nearly two years. Each cycle was composed of three sequential steps: (i) adsorption (ii) desorption, and (iii) cooling (2 h). Extended operation resulted in significant carbon deposition (coke formation) on the zeolite, causing severe deactivation. Spent material from this long-term process (hereafter designated as coked zeolite) was collected for regeneration experiments. Prior to characterization, the samples were dried in an oven at 110 °C for 12 h to eliminate residual moisture.

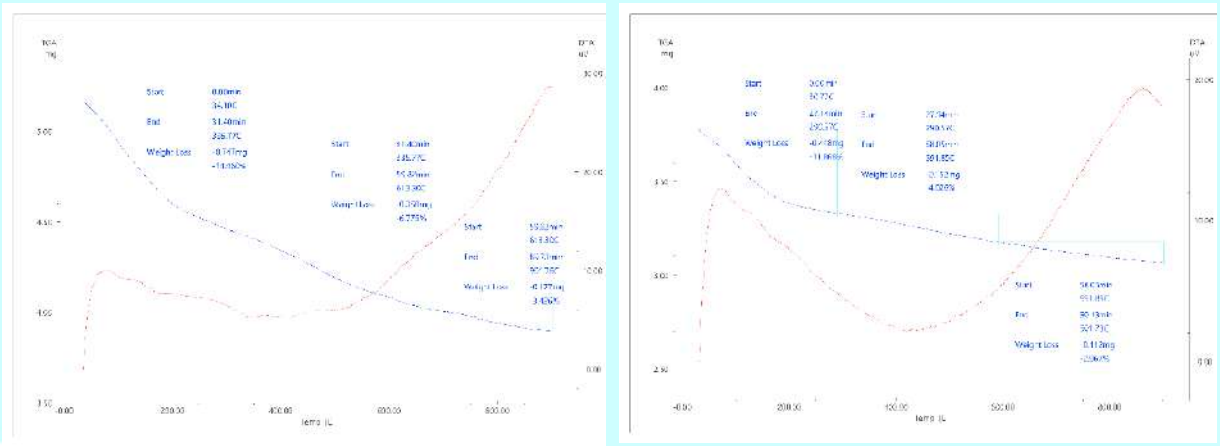
ISSN 3030-3907

Regeneration of the coked Ca-zeolite was performed in LPP reactor operating under reduced-pressure conditions. During operation, the working pressure was maintained at ~0.6 mbar, and the input power was adjusted within 100 W, with air introduced as the plasma-forming gas. The coked zeolite was placed on a dedicated holder inside the plasma zone, ensuring direct and uniform exposure to the discharge. To investigate the effect of plasma duration, treatments were conducted for 5, 10, 15, 20, and 25 min. After exposure, the samples were allowed to cool to room temperature inside the chamber, then collected and stored in airtight containers for subsequent analyses.

Thermogravimetric (TGA) and differential thermal analysis (DTA) were employed to examine the thermal stability and combustion behavior of the carbonaceous deposits present on the zeolite before and after plasma treatment. Approximately 10 mg of sample was heated from ambient temperature to 1000 ˚C at a constant heating rate of 10 ˚C/min in an air atmosphere. The recorded weight-loss profiles and corresponding thermal signals provided information on both the amount and decomposition temperature of coke deposits.

RESULTS AND DISCUSSION.

TGA of the spent Ca-zeolite (coked sample) revealed a total weight loss of 24.7%, occurring in three distinct stages. The initial stage below 335 ˚C (14.5%) was attributed to the desorption of moisture, physically adsorbed gases, and volatile organics. The second stage between 335-613 ˚C (6.8%) corresponded to the combustion of relatively labile carbonaceous deposits (soft-coke), while the third stage above 613 ˚C (3.4%) reflected the oxidation of highly stable, graphitized coke species. This multistep profile indicates the presence of both easily removable and strongly bound carbonaceous residues, which are responsible for the severe deactivation of the adsorbent.



A **B**

Figure 1. Thermogravimetric analysis (TGA) curves of Ca-zeolite: (A) spent coked sample, and (B) low-pressure plasma (25 min, air, 0.6 mbar) treated sample.

ISSN 3030-3907

A more pronounced effect was observed after 25 minutes of plasma treatment, where the total weight loss declined to 18.9%. The low-temperature fraction dropped to 11.9%, the intermediate (soft-coke) contribution to 4.0%, and the refractory coke to 3.0%. Importantly, the onset of oxidation shifted to lower temperatures, suggesting that plasma exposure not only reduced the amount of coke but also modified its reactivity, rendering the remaining carbonaceous species more susceptible to combustion. Taken together, these results demonstrate that low-pressure plasma treatment effectively diminishes the coke load on Ca-zeolite, with extended exposure (25 min) showing a clear advantage over shorter durations. While moisture and volatile desorption dominate the early weight-loss stage, the progressive reduction of both soft- and hard-coke fractions highlights the potential of plasma-assisted regeneration to restore textural and functional properties of spent adsorbents.

Nitrogen adsorption measurements revealed a progressive recovery of the textural properties of Ca-zeolite upon plasma treatment. The spent sample exhibited a surface area of 59 m^2/g, consistent with significant pore blocking by carbonaceous deposits. After plasma exposure, the surface area increased monotonically with treatment duration: 61, 65, 68, 71, and 75 m^2/g after 5, 10, 15, 20, and 25 min, respectively. This represents an overall gain of 27% compared to the spent sample. The trend was approximately linear within the investigated range, with an average increase of 0.68 $m^2/g \cdot min^{-1}$, suggesting that the progressive removal of pore-blocking species continuously restored accessible surface sites. The observed BET recovery is in good agreement with TGA, which confirmed a reduction in coke burden and a shift of oxidation onset to lower temperatures. The decline in both soft- and hard-coke fractions correlates directly with the steady increase in surface area, confirming that pore opening and surface reactivation were achieved.

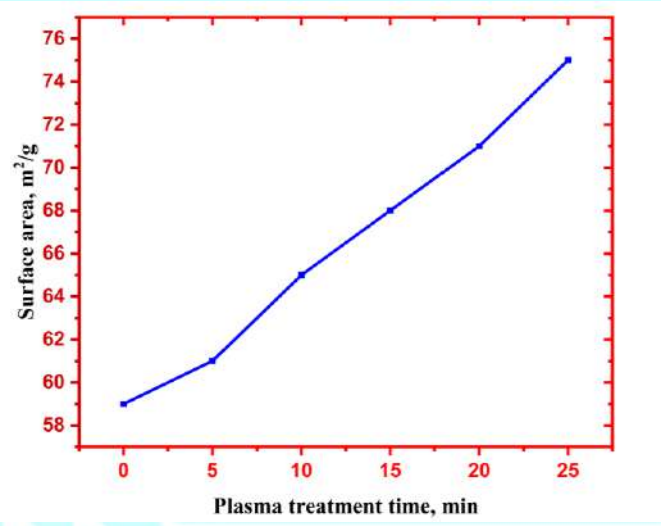


Figure 2. BET surface area of Ca-zeolite as a function of low-pressure air plasma exposure time (0.6 mbar; 5-25 min).

ISSN 3030-3907

These results highlight the dual function of low-pressure plasma: (i) oxidative removal of labile carbonaceous deposits, leading to rapid improvement in pore accessibility, and (ii) partial depletion and activation of more refractory species, enabling further structural recovery at longer treatment times. The consistency between TGA and BET analyses underscores the effectiveness of plasma-assisted regeneration as a low-temperature alternative to conventional thermal methods.

The practical applicability of regenerated adsorbents depends not only on their adsorption performance but also on their mechanical stability under operating conditions. To evaluate the effect of LPP treatment on the physical integrity of Ca-zeolite granules, single-pellet crush strength and attrition resistance tests were carried out. The average crush strength of fresh Ca-zeolite pellets was 58 N/pellet, whereas the coked sample decreased slightly to 55 N/pellet due to prolonged service. After LPP treatment, the values remained within a narrow range of 54-57 N/pellet (Table 1), indicating that plasma exposure up to 25 min did not significantly compromise mechanical integrity.

Attrition tests were performed by subjecting granules to mechanical tumbling, and the percentage of fines (<0.5 mm) generated was determined. The fresh sample showed 2.1% attrition loss, while the coked sample increased slightly to 3.5% due to surface weakening after long service. LPP-regenerated samples exhibited attrition losses between 3.6-3.9%, comparable to the coked sample and still within acceptable industrial limits (<5%).

Table 1

Mechanical stability of Ca-zeolite before and after LPP regeneration

Sample	Crush strength (N/pellet)	Attrition loss (%)
Fresh zeolite	58.0	2.1
Coked zeolite	55.0	3.5
LPP, 5 min	56.5	3.6
LPP, 10 min	54.8	3.8
LPP, 25 min	55.7	3.9

The results clearly demonstrate that LPP treatment effectively removes coke without deteriorating the mechanical robustness of Ca-zeolite granules. The crush strength remained essentially unchanged compared to the coked material, and attrition losses stayed well below 5%, which is typically considered an acceptable threshold for industrial adsorbents. This suggests that LPP regeneration preserves not only the physicochemical properties (surface area, pore volume) but also the mechanical durability, ensuring reliable operation during extended cycling in fixed-bed natural gas purification units.

ISSN 3030-3907

CONCLUSION. In this work, the regeneration of coked Ca-zeolite using low-pressure air plasma was investigated. TGA measurements revealed a clear reduction in the total coke content, with both soft and hard fractions diminished and oxidation onset shifted to lower temperatures. BET analysis confirmed a progressive increase in surface area from 59 to 75 m^2/g after 25 min of plasma exposure, corresponding to a 27% improvement in accessible porosity. Importantly, mechanical stability tests demonstrated that plasma treatment did not cause significant deterioration of crush strength or attrition resistance, underscoring the industrial relevance of the method.

These findings establish low-pressure plasma as a promising alternative to conventional high-temperature regeneration techniques. This study represents an initial step in evaluating LPP regeneration, and further optimization of plasma parameters (pressure, power, gas composition, and treatment duration) is expected to enhance regeneration efficiency. In addition, hybrid approaches combining plasma and thermal treatments may provide synergistic benefits, enabling deeper coke removal and extended adsorbent lifetime. Future research along these directions will be essential to fully exploit the potential of plasma-assisted regeneration in large-scale natural gas purification processes.

REFERENCES.

1. Georgiadis A.G., Charisiou N.D., Goula J.C., *Removal of hydrogen sulfide from various industrial gases: A review of the most promising adsorbing materials //* Catalysts. 2020. 10(5): p. 521.

2. Pudi A., et al., *Hydrogen sulfide capture and removal technologies: A comprehensive review of recent developments and emerging trends // Separation and purification technology.* 2022. 298: p.

3. Yu T., et al., *Review of hydrogen sulfide removal from various industrial gases by zeolites // Separations.* 2022. 9(9): p. 229.

4. Ackley M.W., et al., *Application of natural zeolites in the purification and separation of gases //* Microporous and mesoporous materials. 2003. 61(1-3): p. 25-42.

5. Hwang A. and Bhan A.J. *Deactivation of zeolites and zeotypes in methanol-to-hydrocarbons catalysis: mechanisms and circumvention // Accounts of chemical research.* 2019. 52(9): p. 2647-2656.

6. Daligaux V., Richard R., and Manero M., *Deactivation and Regeneration of Zeolite Catalysts Used in Pyrolysis of Plastic Wastes-A Process and Analytical Review // Catalysts 2021, 11, 770*. 2021.

7. Ennaert T., et al., *Potential and challenges of zeolite chemistry in the catalytic conversion of biomass // Chemical society reviews.* 2016. 45(3): p. 584-611.

ISSN 3030-3907

8. Huang Y., et al., *Surface modification of activated carbon fiber by low-temperature oxygen plasma: Textural property, surface chemistry, and the effect of water vapor adsorption // Chemical engineering journal.* 2021. 418: p. 129474.
9. Tang S., et al., *Novel effects of surface modification on activated carbon fibers using a low pressure plasma treatment // Journal of physical chemistry.* 2007. 111(4): p. 1820-1829.
10. Daligaux V., Richard R., and Manero M. *Deactivation and regeneration of zeolite catalysts used in pyrolysis of plastic wastes—a process and analytical review // Catalysts.* 2021. 11(7): p. 770.
11. Baghery Borooj M., et al., *Influence of oxygen plasma treatment parameters on the properties of carbon fiber // Journal of adgesion science and technology.* 2016. 30(21): p. 2372-2382.
12. Fan Y., et al., *Regeneration of the HZSM-5 zeolite deactivated in the upgrading of bio-oil via non-thermal plasma injection (NTPI) technology // Journal of Analytical and applied pyrolisys.* 2015. 111: p. 209-215.
13. Kim, M., et al., *Regeneration of deactivated H-ZSM-5 for aromatization by dielectric barrier discharge plasma // Applied catalysis A: General.* 2019. 575: p. 214-222.

ISSN 3030-3907

THE TERRITORIES OF THE KARAKALPAKS IN THE XVIITH–EARLY XIXTH CENTURIES

Jumaniyazova Feruza Makhsetbay kizi
Qarakalpak State University 2nd year student, Department of Archaeology, Faculty of History
E-mail: jumaniyazovaferuza087@gmail.com
Tel: +998912668205

Annotation: This article describes the details of the diplomatic and engineering expedition organized by the Russian embassy to the Khiva Khanate in 1741. The expedition was attended by translator Osman Uraslanov and engineer Nazimov, who drew up the initial plan of the Khiva fortress. They left the Orsk fortress and headed to Khiva via the Aral Sea and Lake Davkara. During the trip, geographical and military maps prepared by them, including D.M. Maps drawn by Gladyshyev and geodesist N. Muravin provide important information about the water system, canal conditions, land irrigation, and place names along the Aral and Syrdarya rivers at the beginning of the XVIIIth century.

Keywords: Khiva, S.P. Tolstov, S.K. Kamalov, Aral, Expedition .

Аннотация: В статье описываются подробности дипломатической и инженерной экспедиции, организованной русским посольством в Хивинское ханство в 1741 году. В экспедиции участвовали переводчик Осман Урасланов и инженер Назимов, составившие первоначальный план Хивинской крепости. Они покинули Орскую крепость и направились в Хиву через Аральское море и озеро Давкара. Во время путешествия были составлены географические и военные карты, в том числе карты Д.М. Гладышева и геодезиста Н. Муравина, которые содержат важную информацию о водной системе, состоянии каналов, орошении земель и топонимике вдоль рек Арал и Сырдарья в начале XVIII века.

Ключевые слова: Хива, С.П. Толстов, С.К. Камалов, Арал, экспедиция.

Annotatsiya: Maqolada 1741 yilda Rossiyaning Xiva xonligidagi elchixonasi tomonidan uyushtirilgan diplomatik va muhandislik ekspeditsiyasi tafsilotlari bayon etilgan. Ekspeditsiya tarkibiga tarjimon Usmon Uraslonov va Xiva qal’asining dastlabki rejasini tuzgan muhandis Nazimovlar kiritilgan. Ular Orsk qal’asini tark etib, Orol dengizi va Davqora ko‘li orqali Xivaga yo‘l oladilar. Sayohat davomida ular geografik va harbiy xaritalarni, jumladan D.M. Gladishev va geodeziyachi N. Muravin tomonidan 18-asr boshlarida Orol va Sirdaryo bo‘ylab suv tizimi, kanallar holati, sug‘orish, toponimika haqida muhim ma’lumotlar mavjud.

Kalit so‘zlar: Xiva, S.P.Tolstov, S.K. Kamolov, Orol, ekspeditsiya

Introduction

ISSN 3030-3907

This mission included the translator Osman Uraslanov and the engineer Nazimov, who drew the initial plan of the Khiva fortress. They set off from the Orsk fortress, passed along the eastern side of the Aral Sea, reached Khiva through Lake Dovkara, the Aral khokimiyat, and then returned (1741). The full name of the report document compiled by them during this trip is: “Journal of the layout of the fortresses shown by Abulkhair Khan up to the Khiva territory, the route of the lands starting from the old city of Yangikent”. The journal also included documents called “The Orenburg Dragoon Regiment’s Poruchig D.M. Gladyshyev” and “Instructions of the Geodesist Muravin”, which were enriched with maps. However, the original copies of this document and the maps have not been preserved. Only excerpts of them exist, published in 1850 by Khannikov, with only additions, in the "Geographical Reports" of the Russian Geographical Society. [1]

Previously, fragments of this expedition documents were used in the “Topography of the Orenburg Province” written by P.I. Rychkov. Among the maps of Gladyshyev and Muravin, especially the information in Muravin’s “Tract Land Map Starting from the Orsk Fortress” is considered very useful. Despite some shortcomings, this document contains valuable initial historical and geographical information on the banks of the Aral and Syrdarya. In particular, it contains the following information:

1. The fact that the Yangi Darya, which flowed in the IXth–XIIIth centuries, dried up in the XVIIIth century, and in its place the Achchik Lake, which the Russians called “the smell of its water is foul,” has been preserved.

2. The Muravin map contains information about the “Dovkara Sea” located in the Dovkara swamp, Mashat and Sartkul lakes.

3. The fact that the Uzen-Darya and Kok-Uzek valleys, which were used by the Karakalpaks in the XVIIIth century, were active.

4. Information about the Shakhtemir fortress - recent studies have proven that Shakhtemir was located on the banks of the Kegeyli. [2]

Summing up these thoughts, we see that in the late 17th - early 18th centuries, the Karakalpaks and Arals used the waters of the Amu Darya, but water shortages began to increase. Although the Uzen-Darya, Kegeyli, and Kok-Uzek canals were active in those days, water was taken from deep wells in Shakhtemir, while previously canals flowing from the plain were used. According to Gladyshyev and Muravin, the area from the Nukus fortress to the Ulu Darya fortress became arid.

This information from researchers shows, on the one hand, that irrigation systems developed in the Karakalpaks living along the Aral Sea, near the Syrdarya and Amu Darya rivers during that period, and on the other hand, that water shortages began to be felt in the Kok-Uzek irrigation system.[3]

ISSN 3030-3907

1958 The archeological-topographical expedition of the Khorezm expedition explored the back of the Syr Darya-Kuwandarya, around the Babish Mola monument, and crossed the large black-and-white gorge called Jaman Asar.

The famous archaeologist S.P. Tolstov explains this phenomenon by the influence of historical, economic and social factors. In those times, the influence of the central government in the Aral Sea and the Khiva Khanate near it was weak. As a result of the conflicts between the feudal lords in the late XVIIth and early XVIIIth centuries, it was not possible to carry out hydraulic engineering measures. The area of irrigated land was reduced. As a result, the Aral Uzbeks themselves, who were engaged in a sedentary culture, were forced to move to the other bank of the Amu Darya. In addition, the Khiva khans made campaigns against the Mangids and Karakalpaks in the first quarter of the XVIIIth century, which also had a negative impact.A collection of archeological notes from the early 18th-19th centuries, in the Mayly core basin, which is connected to the Jaña river and the Kuwan river, 1961. Khorezm expedition found. On the right side of Mayly Özekt, the medieval Jend (Jaña Castle of the XIX-XIV centuries) 30 km back, the Buzık Castle, similar to the Karakalpaklar Crow, was built. [5]

In the first half of the 17th-18th centuries, "fourteen clans" united in the Aral-rich Ämiwdarya region of Qubla and received the nickname "Arally" peoples, "Aral khanate", "Aral province". The geography of the Aral region is based on the names of the Aral Sea, the "fourteen ruklar" and "bells" wereps were born in the Sultan Uäystaw (Bestobe) range in the Qubla region. "Mayly Şengyel" was the border area of Aral province with Khyiyi Khanate, it was located in Gurlen, Mañğıt range.

In 1747-1810, the territory of the Aral Province was divided into the east, the Jaña River, the Aq Jagis, and the Black Sea, joined the left province and became the "Aral Khanate". Bukhara Khanate, Aral Khanate, and Balkh Khanate are among the "three".

In the 17th-19th centuries, the role of Karakalpak fortresses in the Amir Darya region was significant in the economic, political, social, military, and cultural life of the peoples of the Aral Sea. It's clear that it is important to mention S. Kamalov, H. Esbergenov, G. Khojaniyazov, M. Mambetullaev, and O. Yusupov. In the Aral region, there are a number of villages and castles, such as: Nökis castle, Mañğıt castle, Aq jağıs, Käfir castle, Biyrük castle, Sasıq bi castle, Aq castle, Jaña castle and other places. [6]

Karakalpak State University docent S. Saymanov studied the "History of Kongyrat Castle" (first half of the 18th-19th centuries) and finished his candidate's thesis. Ol Şığıstı izertlewşi A.L. Kunn's materials (1873, 1874) contain information about "Legends about Kongyrat", "Kongirat roots". [7]

ISSN 3030-3907

Docent of Karakalpak State University A.R. Kudiyarov commented on "History of Karakalpak Castles". He sang: "Arallı yamasa is the center of the Kongyrat clan - Shakhtemir Castle, then Kongyrat was a hammer, in the end of the 18th century (Kongirat) there was a big trade, administration was a hammer." [8]

It is known that in the 17th and 18th centuries, in the Aral region, in the Ämiwdarya region, the construction of narrow roads, the construction of castles, fortresses, castles, towers, and minarets appeared on the river channels and in the geographic locations. About the fortresses of the Aral province, Abulghazy Bakhadur Khan, Shermuhammad Munis, Reza Aghahi, Bayaniy wrote about them. Bograkhan, Häkim ata, Kongyrat, Shahri Üzır, Adak castle, Mañğıt castle, Nökis bazaar, Khojeli, Shimbay castles are the places and castles of the Aral province in the Ämiwdarya alaby and in the networks.

From these sources we see that the Karakalpaks lived permanently around the Syrdarya and Aral Seas, created material culture - archaeological monuments - appropriate for each period, and that they have survived to our time. This can also be proven on the basis of other written sources and information. Academician S.K. Kamalov in his research analyzes the political, economic and cultural situation of the Karakalpaks on the banks of the Yangi Daryo and Kuvandaryo rivers in the 18th century. The scientist's scientific works are mainly devoted to the history of the Karakalpaks of the 18th-19th centuries. The scientist openly and reasonably expressed his scientific ideas even during the totalitarian regime.[4]

Conclusion In the XVIIth–early XIXth centuries, the Karakalpaks' habitats were shaped by natural resources, water sources, and economic conditions. They settled mainly around the Syrdarya and Amu Darya rivers and lived a nomadic and semi-nomadic lifestyle. Weak irrigation systems, water scarcity, and political instability influenced their settlement and migration. Historical sources allow us to draw important conclusions about their unique lifestyle, adaptation to local geography, and social structure

REFERENCES:

1. Mambetullaev M., Turmanov J. Kerder is the capital of the Karakalpaks in the Middle Ages. "Karakalpakstan jaslari" newspaper
2. Kamalov S. XVIII–XIX centuries. Karakalpaks. Tashkent: FAN, 1968.
3. Zhdanko T.A. Ocherki istoricheskoy ethnografii Karakalpakov. Moscow, 1950. p. 12
4. History of Karakalpakstan, vol. I. Nokis. 1975. p. 171.
5. Tolstov S.P. Po drevnim delta Oksa i Yaksarta. M. 1962. Pages 309-310.
6. G. Khojaniyazov. Aralsko-kungradskos vladnisi. Vestnik KK otd. AN RUz. No. 7. 2004. pp. 52-53

ISSN 3030-3907

7. S. Saymanov. A. Day. About the rich peoples of Aral. Vestnik KK otd. AN RUz. No. 7. 2004. pp. 60-61
8. A. Kudiyarov. To the history of the fortresses of Karakalpakstan. Vestnik KK otd. No. 7. 2004. 49 p.

ISSN 3030-3907

UCHUVCHISIZ UCHISH APPARATLARI MA'LUMOTLARI ASOSIDA O'RMON EKOTIZIMLARIDA DARAXTLARNI SEGMENTATSIYALASH

Boboqulov Abbos Dilshod o'g'li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Raqamli texnologiyalar konvergensiyasi kafedrasi
Toshkent, O'zbekiston
E-mail: abbosboboqulov0511@gmail.com
To'xtasinov Adxamjon Ilxomjon o'g'li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti Raqamli texnologiyalar konvergensiyasi kafedrasi
Toshkent, O'zbekiston
E-mail: tadhamjon96@gmail.com

Annotatsiya: O'rmonlar biologik xilma-xillik, iqlimni tartibga solish va gidrologik tsikllar uchun muhim bo'lib, ularni barqaror boshqarish o'rmonlarning kesilishi va iqlim o'zgarishi kabi tahdidlar sababli zarurdir, an'anaviy o'rmon monitoringi usullari mehnat talab qiluvchi va cheklangan bo'lsa, UUV LiDAR texnologiyasi o'rmon tuzilmasi haqida uch o'lchamli batafsil ma'lumot hamda keng qamrovni ta'minlaydi, ushbu tadqiqotda turli murakkablik darajasiga ega bo'lgan ikki xil o'rmon ekotizimida individual daraxtlarni segmentatsiya qilish algoritmlari yuqori zichlikdagi LiDAR ma'lumotlari asosida baholandi, ma'lumotlar DJI Matrice 300RTK platformasiga o'rnatilgan Zenmuse L1 sensoridan olingan, LiDAR ma'lumotlarini qayta ishlash metodologiyasi doirasida dastlabki bosqichlarda raqamli relyef modeli (DEM), raqamli sirt modeli (DSM) va daraxt balandligi modeli (CHM) yaratildi, LiDAR nuqta bulutida yer nuqtalarini tasniflash va aniq modellarni hosil qilishning samarali usullari tahlil qilindi hamda uchburchak notekis to'r (TIN) usuli eng maqbul variant sifatida topildi, individual daraxt darajasida o'rmonlarni tahlil qilish imkonini beruvchi segmentatsiya bosqichi amalga oshirildi, segmentatsiya o'rmon salomatligini kuzatish, biomassa miqdorini baholash va turlar tarkibi hamda xilma-xilligini tushunishda muhim hisoblanadi, biroq eng mos segmentatsiya usulini tanlash hozircha dolzarb ilmiy muammo bo'lib qolmoqda va eng optimal yondashuv hamda qo'llaniladigan metrikalar yuzasidan konsensus mavjud emas.

Kalit so'zlar: LiDAR, U-LS, DEM, CHM, daraxtlarni segmentatsiya qilish, LDR, MLS, Dalponte; Silva, Li.

Annotation: forests are important for biodiversity, climate regulation and hydrologic cycles, and sustainable management is necessary because of threats such as deforestation and climate change, while traditional forest monitoring methods are labor-intensive and limited, UUV LiDAR technology provides three-dimensional detailed information about the forest structure as well as extensive

ISSN 3030-3907

coverage, in this study, individual tree segmentation algorithms in two different forest ecosystems with different levels of complexity were evaluated on the basis of high density LiDAR data, data was obtained from the Zenmuse L1 sensor installed on the DJI Matrice 300rtk platform, within the LiDAR data processing methodology, digital relief model (DEM), digital surface model (DSM) and tree height model (CHM, In the LiDAR point cloud, effective methods for classifying ground points and generating accurate models were analyzed, and the triangular uneven net (TIN) method was found as the most optimal option, a segmentation stage was carried out that allows forest analysis at the individual tree level, segmentation is important in monitoring forest health, assessing biomass levels and understanding species composition and diversity, however, the choice of the most suitable segmentation method remains an urgent scientific problem for now, and there is no consensus on the most optimal approach as well as the metrics used.

Keywords: LiDAR, U-LS, DEM, CHM, tree segmentation, LDR, MLS, Dalponte; Silva, Li.

Аннотация: Леса важны для биоразнообразия, регулирования климата и гидрологических циклов, и устойчивое управление ими необходимо из-за таких угроз, как вырубка лесов и изменение климата, в то время как традиционные методы мониторинга лесов трудоемки и ограничены, технология UV LiDAR обеспечивает трехмерную подробную информацию о структуре леса, а также широкий охват, в этом исследовании алгоритмы сегментации отдельных деревьев в двух разных лесных экосистемах с разным уровнем сложности оценивались на основе данных LiDAR высокой плотности, данные были получены с датчика Zenmuse L1, установленного на платформе DJI Matrice 300rtk, с использованием цифровой модели рельефа (DEM), цифровой модели поверхности (DSM) и модели высоты дерева на ранних этапах в рамках методологии обработки данных LiDAR (CHM) создан, Были проанализированы эффективные методы классификации точек Земли и создания точных моделей в облаке точек лидара, а также метод треугольной неравномерной сетки (TIN) был признан наиболее подходящим вариантом, реализован этап сегментации, позволяющий анализировать леса на уровне отдельных деревьев, сегментация считается важной для мониторинга здоровья леса, оценки количества биомассы и понимания видового состава и разнообразия, однако выбор наиболее подходящего метода сегментации в настоящее время остается актуальной научной проблемой, и нет единого мнения о наиболее оптимальном подходе, а также о применимых метриках.

Ключевые слова: LiDAR, U-LS, dem, CHM, сегментация деревьев, LDR, MLS, dalponte; Сильва, ли.

ISSN 3030-3907

1. Kirish

O‘rmonli hududlar biologik xilma-xillikni saqlash va biogeokimyoviy tsikllarni tartibga solishda asosiy rol o‘ynaydi, bu sayyoramiz ekologik salomatligi uchun juda muhimdir. Bunday hududlar atmosferadagi karbonat angidridni yutib, uni o‘zida saqlab qolish orqali iqlim o‘zgarishlarini yumshatadigan karbon yutkichlar vazifasini bajaradi. Bundan tashqari, o‘rmonli hududlar ko‘plab, ayniqsa faqat shu muhitda yashay oladigan endemik turlar uchun muhim yashash joyi hisoblanadi.

O‘rmonlardagi biologik xilma-xillik ekotizim barqarorligi uchun muhim ahamiyatga ega, chunki turli organizmlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirlar umumiy muvozanat va chidamlilikni ta’minlaydi. Bundan tashqari, o‘rmonlar gidrologik tsiklga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi, ya’ni yog‘ingarchilik tartibi va suv sifati shakllanishiga bevosita ta’sir qiladi, bu ichimlik suvi ta’minoti uchun muhimdir. Biroq, o‘rmonlarning kesilishi (deforestatsiya) va degradatsiyasi jiddiy tahdid tug‘diradi. Shu sababli, o‘rmonli hududlarni barqaror boshqarish uzoq muddatli ekologik barqarorlik va inson salomatligini ta’minlashda zarur hisoblanadi [1].

O‘rmonlarni kuzatishda an’anaviy usullar - masalan, dastlabki dala tadqiqotlari va inventarizatsiyalar - uzoq yillar davomida daraxt turlari, ularning zichligi va sog‘lig‘i haqidagi ma’lumotlarni yig‘ishda qo‘llanib kelgan. Ushbu usullar aniq va lokal ma’lumotlarni taqdim etgan bo‘lsada, ular ko‘p vaqt va mehnat talab qiladi, hamda hududiy qamrovi cheklangan.

Aksincha, zamonaviy texnologiyalar, xususan masofaviy zondlash platformalariga o‘rnatilgan sensorlar, o‘rmonlarni kuzatishda tub burilish yasadi [2,3]. Bu qurilmalar o‘rmon qoplami, biomassa va biologik xilma-xillikdagi o‘zgarishlarni yuqori aniqlik bilan va katta maydonlarda aniqlash imkonini beradi. Bu real vaqt rejimida monitoring yuritish va kesish yoki degradatsiyaga tezkor javob qaytarish imkoniyatini beradi.

2. Metodlar

An’anaviy va zamonaviy metodlarning kombinatsiyasi o‘rmon monitoringi aniqligi va samaradorligini yanada oshiradi. Bu o‘rmon sog‘lig‘ini baholash, muhofaza strategiyalarini rejalashtirish va barqaror o‘rmon boshqaruvini ta’minlash uchun kuchli asos yaratadi. So‘nggi o‘n yilliklar davomida masofaviy zondlash asosan sun’iy yo‘ldoshlar va samolyotlarda joylashtirilgan passiv sensorlardan foydalanib amalga oshirildi. Biroq, yaqinda uchuvchisiz uchish qurilmalari (UAV – Unmanned Aerial Vehicles) joriy etilishi orqali ancha yuqori fazoviy aniqlikka ega kuzatuvlarni amalga oshirish imkoniyati paydo bo‘ldi. Ushbu platformalar o‘rtasidagi asosiy farqlar xarajatlar, fazoviy va vaqtinchalik aniqlikda namoyon bo‘ladi. Sun’iy yo‘ldoshlar bepul ma’lumotlarni taqdim etsada, agar kunlik suratlar kerak bo‘lsa, fazoviy aniqlik 250 metr atrofida bo‘ladi. 10

ISSN 3030-3907

metrgacha bo‘lgan aniqliklar mumkin, lekin bunday holatda suratni yangilash 5 kun davom etadi. Tijorat sun’iy yo‘ldoshlari metrlik aniqlikda ma’lumot beradi, biroq ularning vaqtinchalik chastotasi past va qo‘shimcha xarajatlarni talab qiladi. Shu bilan birga, kichik/mikro/kub yo‘ldoshlar sohasidagi inqilob fazoviy va vaqtinchalik aniqligi yuqori bo‘lgan ma’lumotlarni nisbatan arzon narxda olish imkonini bermoqda (masalan, PlanetScope). Samolyotlar yuqori aniqlikdagi passiv yoki aktiv kuzatuvlarni taqdim eta oladi, ammo bular juda katta xarajat talab qiladi. Oxir-oqibatda, UAV texnologiyasi tez rivojlanmoqda va mahalliy hududlar monitoringi uchun xarajat va juda yuqori aniqlik o‘rtasida maqbul muvozanatni ta’minlaydi.

O‘rmon hududlarida passiv va aktiv masofadan zondlash sensorlaridan foydalanish keng qamrovli ma’lumotlarni yig‘ishning ajralmas qismiga aylangan bo‘lib, ular bir-birini to‘ldiruvchi yondashuvlarni taqdim etadi. LiDAR (Light Detection And Ranging) texnologiyasi o‘rmon monitoringida SAR Sun’iy aperturali radar (Synthetic Aperture Radar) hamda passiv multispektral (MS) yoki giperspektral (HS) ma’lumotlarga nisbatan bir qator afzalliklarga ega. Xususan, LiDAR o‘rmon tuzilmasi haqida yuqori aniqlikdagi uch o‘lchamli ma’lumotlarni taqdim etib, daraxt tojining balandligi, zichligi hamda pastki qatlam tarkibi haqidagi aniq ma’lumotlarni qayd etadi. Ushbu darajadagi batafsillik biomassa hajmini aniqlash, uglerod zaxirasini baholash va o‘rmon inventarizatsiyasini chuqur o‘tkazish uchun muhim hisoblanadi. Aksincha, SAR texnologiyasi barcha ob-havo sharoitlarida foydali bo‘lishi va ishlatilayotgan chastota diapazoniga qarab ayrim o‘simlik qatlamlarini yorib o‘tish imkoniyatiga ega bo‘lishiga qaramay, odatda pastroq fazoviy aniqlikni taqdim etadi va uning tahlili murakkabdir. MS yoki HS ma’lumotlari esa quyosh nuri va ochiq ob-havoga bog‘liq bo‘lgani sababli ularning mavjudligi va izchilligi cheklangan bo‘lishi mumkin. Shuningdek, optik sensorlar asosan sirt refleksiyasini qayd etadi va zich daraxt tojlarini yorib o‘tish hamda o‘rmonning vertikal tuzilishi haqida batafsil ma’lumot berish imkoniyatiga ega emas. Shu bilan birga, LiDARning tuzilmaviy ma’lumotlari, SARning sirt notekisligi va tekstura ko‘rsatkichlari hamda multispektral va gipersektral sensorlardan olingan spektral ma’lumotlarni birlashtirish orqali o‘simlik salomatligi, turlarning tarkibi va o‘rmon dinamikasi haqida yanada chuqurroq tushuncha hosil qilish mumkin. Ma’lumotlarning bunday integratsiyasi ekotizimni yanada aniq baholash imkonini beradi hamda barqaror yer resurslarini boshqarish va tabiatni muhofaza qilish bo‘yicha qarorlar qabul qilishni takomillashtirishga xizmat qiladi.

Ta’kidlanganidek, LiDAR tizimlari o‘rmonlarni tahlil qilishda kuchli vositadir. Ayniqsa, hozirda turli ehtiyojlarga qarab bir nechta LiDAR turlari mavjud [4]: UAV asosidagi LiDAR tizimlari (ULS), samolyotga o‘rnatiladigan

ISSN 3030-3907

LiDAR tizimlari (ALS), mobil LiDAR tizimlari (MLS) va yerda joylashgan LiDAR tizimlari (TLS). ULS tizimlari uchuvchisiz uchish qurilmalariga o‘rnatiladi va yuqori fazoviy aniqlik, zichlik va moslashuvchanlikni ta’minlaydi. ULS ayniqsa kichik va o‘rta hududlar uchun juda foydali bo‘lib, daraxtlar tuzilmasi, balandligi va biomassasini tahlil qilishda mukammal ma’lumot beradi. ULS past balandlikda parvoz qilganligi sababli juda mayda tafsilotlarni ham aniqlay oladi. Aslida, ULS MLS va TLS ga nisbatan bir qator ustunliklarga ega - u hatto uzoq va tog‘li, qiyin kiriladigan hududlarni ham bemalol monitoring qilishga imkon beradi [4]. Bunga qarama-qarshi holda, MLS faqat transport vositalari kira oladigan yo‘nalishlar bilan cheklanadi, TLS ultra-yuqori aniqlikdagi ma’lumot bersada, juda mehnat talab qiladi va katta maydonlarni o‘rganishga samarasiz. Shu bilan birga, ULS tizimlari keng miqyosli monitoring uchun MLS va TLS tizimlariga nisbatan arzonroq variant hisoblanadi.

Shuningdek, LiDAR tizimlari sun’iy yo‘ldoshlar asosida ham mavjud, masalan, Xalqaro fazo stansiyasiga o‘rnatilgan GEDI (Global Ecosystem Dynamics Investigation) yoki ICESat-2 yo‘ldoshidagi ATLAS (Advanced Topographic Laser Altimeter System) [5, 6]. Biroq, bu platformalarning fazoviy aniqligi mahalliy darajadagi o‘simliklarni aniq o‘rganish uchun yetarli emas.

LiDAR ma’lumotlarini tahlil qilishda samarali algoritmik jarayonlar zarur bo‘lib, bu dastlabki ma’lumotlarni foydali ekologik axborot mahsulotlariga aylantiradi. Odatda, LiDAR tahlil qilish jarayoni bir necha bosqichlardan iborat bo‘lib, ulardan biri Canopy Height Model (CHM)ni hosil qilishdir. CHM o‘simliklarning yer sathidan balandligini aniqlaydi va bu o‘rmon sog‘lig‘i va uning dinamikasini vaqt o‘tishi bilan kuzatish uchun juda muhimdir.

Zamonaviy o‘rmon xo‘jaligini boshqarishda individual daraxtlarni segmentatsiya qilish muhim rol o‘ynaydi. Aniq daraxt segmentatsiyasi orqali o‘rmon ichidagi har bir daraxtni aniqlash mumkin bo‘lib, bu daraxtlarning o‘sishi, salomatligi va turlar tarkibini monitoring qilishda muhim hisoblanadi. Bu kabi ma’lumotlar barqaror o‘rmon xo‘jaligini yuritishda zarur bo‘lib, daraxt hajmi va biomassa bo‘yicha batafsil ma’lumot berish orqali karbon zaxiralarini baholashni ham qo‘llab-quvvatlaydi. Bu o‘z navbatida karbon yutish salohiyatini baholash uchun asos bo‘ladi.

Bundan tashqari, daraxt segmentatsiyasi o‘rmon tiklanishini kuzatish, kasalliklar yoki zararkunandalar bilan erta zararlanish belgilarini aniqlash va muhofaza choralari samarasini baholash imkonini beradi. UAV LiDAR tizimlari (ULS) ma’lumotlari bilan ishlaganda, segmentatsiya - individual daraxtlarni aniqlash va o‘lchash uchun asosiy ishlov berish bosqichi bo‘lib, u murakkab o‘rmon tuzilmalarida aniqlikni ta’minlaydi. Segmentatsiya algoritmlari CHM (canopy height model) yoki normallashtirilgan LiDAR nuqta bulutlari asosida

ISSN 3030-3907

individual daraxtlarni aniqlaydi. LiDAR ma’lumotlarida daraxt segmentatsiyasi uchun bir nechta yondashuvlar mavjud - oddiy balandlik asosidagi filtratsiyadan tortib murakkab mashinaviy o‘rganish (machine learning) algoritmlarigacha. An’anaviy usullar asosan vodiy chegaralarini aniqlash (valley delineation), suv havzasi segmentatsiyasi (watershed segmentation) va shablon asosidagi moslashtirish (template matching) kabi usullardan foydalanadi. Biroq bu usullar ko‘pincha qo‘lda parametr sozlashni talab qiladi va tasvir sifati o‘zgarishlariga sezgir bo‘ladi. So‘nggi yillarda mashina va chuqur o‘rganish (deep learning) modellari individual daraxt segmentatsiyasi uchun kuchli muqobil vosita sifatida paydo bo‘ldi. 2023-yilgacha bo‘lgan 10 yillik davrda chop etilgan 144 ta maqolani o‘z ichiga olgan so‘nggi tahlilda ko‘pchilik ishlar daraxt segmentatsiyasi va klassifikatsiyasi uchun RGB yoki multispektral kameralardan foydalangani aniqlangan. LiDAR skanerlari asosidagi segmentatsiyalarda asosan nazoratsiz mashinaviy o‘rganish texnikalari ishlatiladi, jumladan: lokal maksimal (local maxima), watershed, Voronoy tessellatsiyasi (Voroni tessellation), mintaqa bo‘yicha o‘sish (region growing), va nuqta buluti segmentatsiyasi (point cloud segmentation). Boshqa bir tahlilda esa konvolyutsion neyron tarmoqlari (CNN) asosida individual daraxt tojlarini aniqlash va ajratishga e’tibor qaratilgan. Bu tadqiqotga ko‘ra, eng ko‘p ishlatiladigan ma’lumot turi bu - UAV yordamida olingan yuqori aniqlikdagi RGB tasvirlar bo‘lib, R-CNN, Mask R-CNN, YOLO va PointNet++ kabi modellar ommalashgan. Garchi segmentatsiya uchun ko‘plab algoritmlar ishlab chiqilgan bo‘lsada, har xil o‘rmon turlari va ma’lumotlar turlariga nisbatan optimal yondashuvlar bo‘yicha umumiy kelishuv hali mavjud emas. Tadqiqotlar faqat havodan olingan tizimlar (ALS va ULS) asosida cheklangan, yerda yuritiladigan LiDAR ishlari ko‘rib chiqilmagan. Tadqiqotlar turli o‘rmon turlarini qamrab oladi (masalan, mo‘tadil va alp hududlardagi o‘rmonlar), ularning aksariyati ignabargli yoki evkalipt o‘rmonlaridir. Daraxt darajasidagi tahlillar uchun asosan yuqori zichlikdagi UAV LiDAR ma’lumotlari ishlatiladi, samolyot yoki vertolyotlar kamroq qo‘llaniladi. Nuqta bulutining zichligi bir kvadrat metrga bir nechta nuqtadan minglab nuqtagacha farqlanadi. Oldindan ishlov bosqichida yer nuqtalarini belgilash, raqamli relyef modeli (DEM), CHM yoki normallashtirilgan nuqta bulutini yaratish uchun eng ko‘p ishlatiladigan dasturlar: LIDAR360 va LidR, shuningdek CloudCompare va LAStools.

Daraxt segmentatsiyasi uchun eng ko‘p ishlatiladigan algoritmlar:

- CHM asosida - Local Maxima Filtering va Watershed,
- boshqa mashhur usullar: Silva2016, Dalponte2016.

Nuqta buluti asosidagi segmentatsiya algoritmlaridan Li2012 eng ko‘p uchraydi, undan keyin Layer Stacking, MeanShift va boshqalar. Hali ko‘p ishlarda

ISSN 3030-3907

chuqur o‘rganish yondashuvlari kam qo‘llanilmoqda. Shuningdek, daraxt tojlarini aniqlash va ajratishga bag‘ishlangan CNN asosidagi tahlilga ko‘ra, bu modellar aniq natijalar bergan, biroq ularning samaradorligi o‘rmon muhitlari va ma’lumot turlariga qarab o‘zgarib turgan. Ayniqsa, ResNet neyron tarmog‘i eng ko‘p ishlatilgan arxitektura bo‘lgan. Biroq, CNN modellari asosan yuqori aniqlikdagi RGB tasvirlarga asoslangan, chunki ochiq LiDAR segmentatsiya qilingan ma’lumotlar bazalari yetarli emas, bu chuqur o‘rganish modellarini o‘qitish va sinovdan o‘tkazishni qiyinlashtiradi. Ushbu muammolarni hisobga olgan holda, ushbu tadqiqot ULS (UAV LiDAR System) ma’lumotlari yordamida individual daraxtlarni aniqlash va toj chegaralarini belgilash bo‘yicha algoritmlarning taqqoslov tahlilini olib boradi. Algoritmlar tomonidan qo‘llanilgan ikki turdagi kirish ma’lumotlari (CHM raster tasviri va normallashtirilgan 3D nuqta buluti) ko‘rib chiqilib, eng samarali yondashuvlar aniqlanishi maqsad qilingan. Shu kontekstda, ushbu ishning asosiy hissasi quyidagicha umumlashtiriladi:

- ULS ma’lumotlaridan foydalangan holda yer sathidagi nuqtalarni klassifikatsiya qilish va mos raqamli relyef modelini (DEM) yaratish uchun eng samarali oldindan ishlov berish usullarini baholash;
- O‘rmon hududlarida LiDAR ma’lumotlari asosida individual daraxtlarni segmentatsiyalash bo‘yicha so‘nggi tadqiqotlarning batafsil va dolzarb sharhini amalga oshirish;
- Igna bargli o‘rmon maydonida individual daraxtlarni segmentatsiyalash algoritmlarini baholash va taqqoslashni osonlashtirish uchun ochiq kirishli, ULS bilan belgilangan ma’lumotlar to‘plamini ishlab chiqish;
- Turli darajadagi o‘rmon murakkabligi bilan tavsiflangan ssenariylarda yetakchi segmentatsiya algoritmlarining taqqoslov tahlilini o‘tkazish.

Ushbu tadqiqotda Zenmuse L1 sensori tomonidan olingan LiDAR nuqta bulutlari ma’lumotlaridan foydalanildi. Bu yuqori unumli sensor soniyasiga 240 000 nuqtani qayd etish imkonini beradi va bu keng va batafsil qamrovni ta’minlaydi. Vertikal aniqligi 5 sm va gorizontal aniqligi 10 sm bo‘lib, yig‘ilgan ma’lumotlar yuqori aniqlikka ega. Sensor DJI Matrice 300RTK uchuvchisiz uchish qurilmasiga o‘rnatilgan. LiDAR ma’lumotlariga qo‘llanilgan segmentatsiya algoritmlarining aniqligini baholash uchun yer usti (ground truth) ma’lumotlari zarur edi. Taburiyente parkida ilgari mavjud dala ma’lumotlari bo‘lmagani sababli 47 m × 58 m maydonli namunaviy uchastka tanlandi. Bu yerda alohida ajralgan va tojlari ustma-ust tushgan daraxtlar mavjud bo‘lgan gibrid ssenariylar tahlil qilindi. Umumiy hisobda 24 ta daraxt (xususan, qarag‘aylar) sanab chiqildi. Bundan tashqari, balandligi 3 metrdan oshadigan zich pastki o‘simliklar mavjud edi. Ularning aniq koordinatalari belgilandi, har xil burchaklardan fotosuratlar va videotasvirlar olingan, shuningdek, normallashtirilgan nuqta bulutida qo‘lda

ISSN 3030-3907

segmentatsiya amalga oshirilib, boshqa algoritmlar bilan taqqoslash uchun referens ma’lumotlar to‘plami yaratildi. Bu to‘plam quyidagi manzilda ochiq mavjud:

O‘rmonlarni muhofaza qilishni qo‘llab-quvvatlaydigan foydali axborot mahsulotlarini yaratish uchun dastlabki LiDAR nuqta bulutlarini to‘liq qayta ishlash protokoli zarur. LiDAR ma’lumotlarini qayta ishlashning umumiy jarayoni odatda quyidagi bosqichlarni o‘z ichiga oladi:

1. Ma’lumotlarni yig‘ish – dastlabki LiDAR ma’lumotlarini to‘plash;
2. Filtrlash – shovqin va ahamiyatsiz nuqtalarni olib tashlash;
3. Tasniflash – har bir nuqtani yer, o‘simlik va boshqa toifalarga ajratish;

Model yaratish – tasniflangan nuqtalardan interpolatsiya yordamida uzluksiz modellarni yaratish: Raqamli relyef modeli (DEM), Raqamli sirt modeli (DSM) va Butazor balandligi modeli (CHM) DSMdan DEMni ayirish orqali olinadi. Individual daraxt parametrlarini ajratib olishda qo‘llaniladigan metodologiyaning umumiy sxemasi 1-rasmda ko‘rsatilgan. Ko‘k bloklar 3D nuqta bulutlari bilan bog‘liq jarayonlar yoki ma’lumotlarni, yashil bloklar esa raster tasvirlarga oid jarayonlarni ifodalaydi. Diagrammadan ko‘rinib turibdiki, segmentatsiya algoritmlari kontekstga qarab 3D yoki 2D ma’lumotlarga tatbiq etiladi.

2. Oldindan qayta ishlash (Preprocessing)

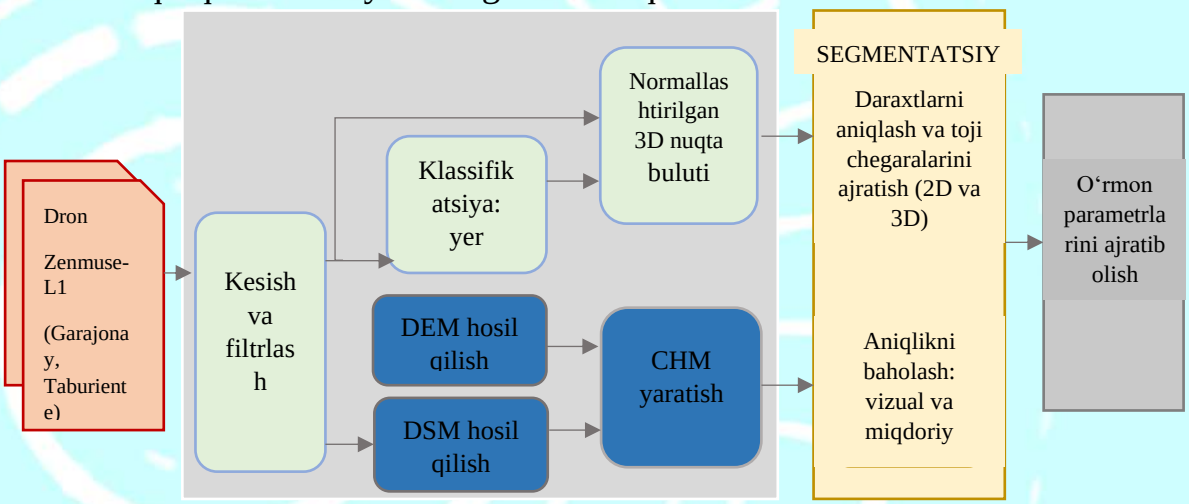
Dastlabki filtrlash va shovqin hamda g‘ayritabiiy qiymatlarni olib tashlashdan so‘ng, LiDAR nuqta bulutlarini oldindan qayta ishlashdagi eng muhim bosqichlardan biri bu yer sathining tasnifi hisoblanadi. Tuproq va no-tuproq sinflarini farqlash raqamli relyef modelini (DEM) to‘g‘ri yaratish imkonini beradi.

Ma’lumot yetkazib beruvchi tasniflangan nuqta bulutlarini taqdim etmagan hollarda, yer sathini aniqlash uchun bir nechta algoritmlar ishlab chiqilgan. Har bir algoritm aniq natijalar va hisoblash samaradorligi nuqtai nazaridan o‘ziga xos afzalliklarga ega. Ushbu maqolada quyidagi uchta mashhur algoritmning qo‘llanilishi o‘rganiladi va baholanadi:

1. Progressiv Morfologik Filtr (PMF) algoritmi [10] – LiDAR ma’lumotlaridagi yer nuqtalarini morfologik operatsiyalarni iterativ qo‘llash orqali no-yer nuqtalarni olib tashlab tasniflaydi. Har bir bosqichda filtr oynasi hajmi oshirib boriladi, bu orqali balandroq obyektlar chiqarib tashlanadi va yer hamda no-yer nuqtalari samarali ajratiladi.
2. Matoli Simulyatsiya Funksiyasi (CSF) algoritmi [11] – LiDAR nuqtalarining teskari tasviriga mato yopilgan holatni simulyatsiya qiladi. Mato va nuqtalar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sirni tahlil qilish orqali, matoning yakuniy shakliga asoslanib yer nuqtalari aniqlanadi, chunki u relyefga moslashadi.
3. Uchburchakli Notekis Tarmoq (TIN) algoritmi [12] – dastlabki yer nuqtalaridan uchburchaklar orqali tarmoq tuzadi va keyinchalik aniq mezonlarga mos keluvchi

ISSN 3030-3907

yangi nuqtalarni qo‘shib, modelni bosqichma-bosqich boyitadi. Bu yer sathining yanada aniqroq modelini yaratishga xizmat qiladi.



1-rasm. LiDAR ma’lumotlari asosida o‘rmon parametrlarini ajratib olish uchun yakka daraxtlarni aniqlash va tojlari chegarasini belgilashning soddalashtirilgan metodologiyasi.

Yer nuqtalarini klassifikatsiya qilishdan keyingi asosiy bosqich bu - raqamli relyef modeli (DEM) ni yaratishdir. Bu model - tahlil qilinayotgan hudud relyefini tasvirlaydigan raster tasvirdir. DEM ni yaratish uchun avval yer sathiga tegishli deb belgilangan nuqtalar olinadi va keyin ularning asosida bo‘sh joylardagi yer nuqtalarini aniqlash uchun fazoviy interpolatsiya algoritmlari qo‘llaniladi. Ushbu tadqiqot doirasida quyidagi uchta asosiy algoritm baholandi:

1. Triangulyatsiyalangan to‘r algoritmi (TIN – Triangulated Irregular Network): Bu algoritm yer nuqtalarini uchburchakli segmentlar bilan bog‘lab, relyef yuzasini modellashtiradi.
2. Kriging interpolatsiyasi: Bu geostatistik yondashuv bo‘lib, nuqtalar orasidagi fazoviy bog‘liqlikni hisobga olgan holda, relyef qiymatlarini bashorat qiladi.
3. IDW (Inverse Distance Weighting – Masofaga teskari og‘irliklar bilan baholash): Bu usulda noma’lum nuqta qiymati yaqin atrofdagi nuqtalar og‘irligi asosida aniqlanadi, masofa kamaygani sari og‘irlik ortadi.

Ushbu algoritmlar o‘rmon relyefini aniq modellashtirishda qo‘llaniladi va ularning natijalari individual daraxtlarni aniqlash, tojlari chegarasini belgilash va o‘rmon monitoringi uchun muhim ahamiyatga ega.

Raqamli sirt modeli (DSM) Yer sathining relyefini, jumladan, daraxtlar, binolar va boshqa inshootlar kabi barcha tabiiy hamda sun’iy obyektlarni o‘z ichiga olgan holda tasvirlaydi. Shunday qilib, DSM yer yuzasidagi barcha obyektlarning balandliklarini qayd etadi. Uni yaratishda, avvalgi paragrafda DEM hosil qilish uchun keltirilgan algoritmlarning o‘zi qo‘llanadi, biroq bunda nuqta bulutida mavjud bo‘lgan barcha ma’lumotlar inobatga olinadi. Toj balandligi modeli (Canopy Height Model, CHM - daraxtlar kabi o‘simliklarning yer sathidan

ISSN 3030-3907

yuqoridagi balandligini ko‘rsatadi. U DSM dan DEM ni ayirish orqali yaratiladi: DSM barcha obyektlarning balandligini, DEM esa ochiq yer sathini bildiradi. Bu 2D model o‘rmon tojlari tuzilishini aniq ko‘rsatib beradi va ekologik va o‘rmon xo‘jaligi tadqiqotlari uchun muhim.

3. Natijalar

Normallashtirilgan 3D nuqta buluti;

3D nuqta buluti normallashtiriladi — bu nuqtalarning balandlik qiymatlari yer sathi nisbatan qayta hisoblanishini anglatadi. Bu yer relyefi ta’sirini yo‘qotib, obyektlarning (masalan, daraxtlar, binolar) aniq balandligini o‘lchash imkonini beradi.

Daraxtlarni segmentatsiya qilish texnikalari ikki asosiy toifaga bo‘linadi:

- Yakka daraxtlarni aniqlash (individual tree detection) - daraxtlarning joylashuvini yoki cho‘qqilarini nuqta obyektlar sifatida aniqlaydi.
- Tojlarni chegaralash (individual crown delineation) - har bir daraxt toji chegarasini ko‘pburchak shaklida belgilaydi.

An’anaviy metodlar:

- Yakka daraxt aniqlash: mahalliy maksimum filtrlash, rasm binarizatsiyasi, shablon moslashtirish, masshtab tahlili.
- Toj chegarasini ajratish: vodiyga ergashish, hudud o‘sishi (region-growing), watershed segmentatsiyasi.

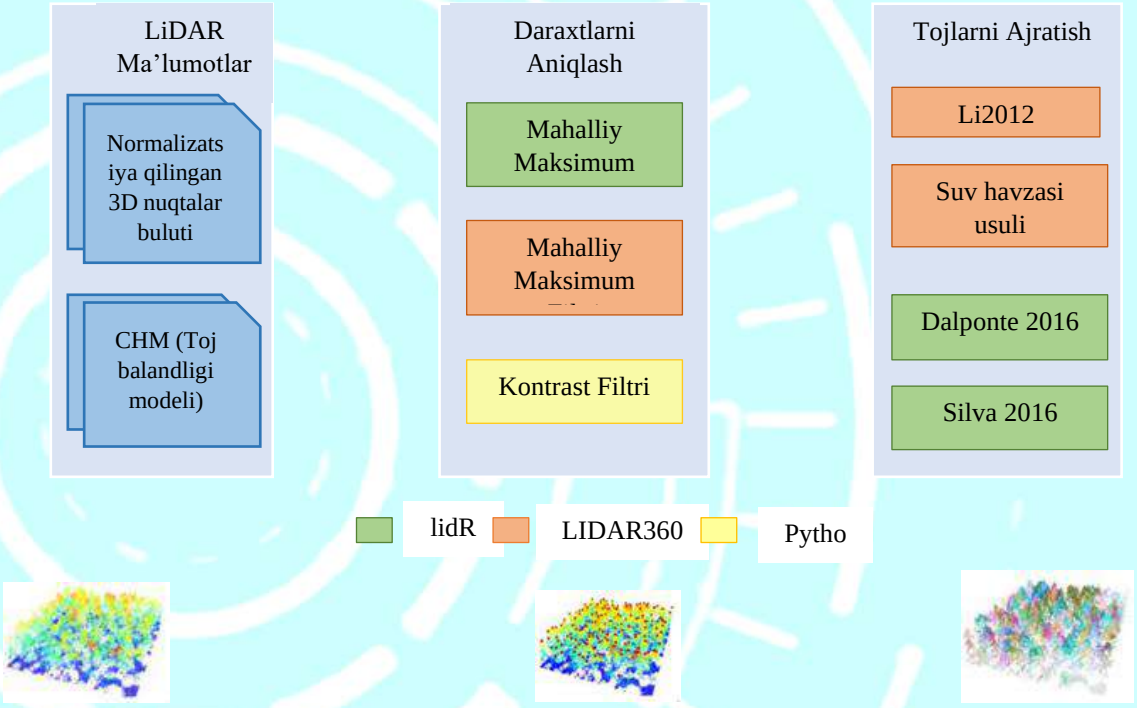
Ba’zi toj ajratish metodlari avval yakka daraxtlarni aniqlashni talab qiladi.

Shuningdek, LiDAR ma’lumotlari asosida yakuniy segmentatsiya usullarini tanlashda hali ham yagona yondashuv mavjud emas. Shuning uchun biz LIDAR360 (8.0-versiya) va LidR (4.1.0-versiya) dasturlaridan foydalanishga qaror qildik.

- LIDAR360 - tijoriy, ishonchli dasturiy ta’minot bo‘lib, katta hajmdagi nuqta bulutlarini qayta ishlay oladi. Yakka daraxtlarni aniqlash, toj balandligi modelini yaratish va toj chegaralarini belgilash algoritmlariga ega. Yirik o‘rmonlar uchun qulay va foydalanuvchiga mos.
- LidR - bu ochiq kodli R paketi bo‘lib, moslashuvchanlik darajasi yuqori, ko‘plab segmentatsiya metodlarini o‘z ichiga oladi va ilmiy tadqiqotlarda keng qo‘llaniladi.

Segmentatsiya metodologiyasi 2-rasmda blok-sxema ko‘rinishida keltirilgan. Har bir bosqichda qaysi dasturiy ta’minot ishlatilgani alohida rang bilan ajratilgan. Yakka daraxtlarni aniqlash algoritmlari segmentatsiyadan oldin qo‘llanilishi kerak

ISSN 3030-3907



2-rasm. Yakka daraxtlarni aniqlash va ularning shohlari chegarasini belgilash usullarining samaradorligini solishtirish uchun tanlangan algoritmlar.

Daraxtlarni aniqlashda eng ko‘p qo‘llaniladigan algoritm bu Mahalliy Maksimum Filtri (Local Maximum Filter - LMF) [8] hisoblanadi. Bu usul balandlik bo‘yicha mahalliy maksimal qiymatlarga ega nuqtalarni qidirishga asoslangan. Qidiruv oynasi o‘lchamini aniqlash kerak bo‘ladi, bu aylana yoki kvadrat shaklida bo‘lishi mumkin. Ahamiyatsiz hududlar, masalan, butazorlar kabi joylarda noto‘g‘ri maksimal nuqtalarni tanlamaslik uchun, filtrga minimal balandlik chegarasini qo‘llash mumkin. Bundan tashqari, biz Kontrast Filtri (Contrast Filter - CF) [9] algoritmini ham sinovdan o‘tkazdik, chunki u boshqa kompyuter ko‘rish sohalaridagi o‘xshash 3D ma’lumotlar bilan samarali ishlatilgan. Bu algoritm an’anaviy matematik morfologiya usullariga asoslangan bo‘lib, ayniqsa maksimal nuqtalarni aniqlash uchun kengaytiruvchi rekonstruksiya (dilation reconstruction) amaliyotidan foydalanadi. Algoritm avval rasmning kontrastini kamaytirish uchun har bir piksel qiymatidan C doimiy qiymatini ayiradi, bu esa mahalliy maksimalar ajralib chiqishiga olib keladi. C qiymati kontrast chegarasi sifatida xizmat qiladi: piksellar o‘z atrofiga nisbatan qancha farq qilsa, maksimal deb hisoblanadi. C qancha kichik bo‘lsa, shuncha ko‘p maksimal nuqtalar aniqlanadi.

4. Muhokama

Daraxtlarni segmentatsiya qilish va ularning shoxlarini chegaralash uchun CHM (Toj balandligi modeli) asosidagi algoritmlar va normallashtirilgan 3D nuqta buluti asosida ishlovchi algoritmlar ko‘rib chiqildi. Birinchi guruhga quyidagilar kiradi: Dalponte2016 [4], Silva2016 [5] va Watershed [6]; ikkinchi guruhda esa Li2012 [7] algoritmi tanlandi. Ularning qisqacha tavsifi:

ISSN 3030-3907

(i) Dalponte2016 - urug‘ (seed) va mintaqani kengaytirish (region-growing) asosida ishlaydigan CHM algoritmi. Dastlab, mahalliy maksimalar daraxt shoxlari o‘sib chiqadigan boshlang‘ich nuqtalar sifatida belgilanadi. So‘ngra, to‘rtta qo‘shni pikselning balandlik qiymatlari olinadi. Foydalanuvchi quyidagi ikki parametrni aniqlashi kerak: maksimal balandlikka nisbatan foiz va maksimal farq. Qo‘shni piksel faqat vertikal masofa bu foizdan va maksimal farqdan kichik bo‘lsa, mintaqaga qo‘shiladi. Bu baholash barcha piksellarda takroran amalga oshiriladi.

(ii) Silva2016 - CHM asosida ishlaydigan, murakkab o‘rmon tuzilmalarini samarali segmentatsiya qilishga qaratilgan algoritm. Bu usul urug‘ va Voronoy diagrammalariga asoslanadi. Har bir urug‘dan boshlab, foydalanuvchi belgilagan radiusda bufer hudud ajratiladi va daraxt shoxining boshlang‘ich maydoni belgilanadi. Keyin, Voronoy diagrammalari yordamida daraxtlar ta’sir doirasi sifatida poligonlar yaratiladi. Har bir poligon uchun, eng baland daraxt nuqtasiga nisbatan belgilangan foizdan kichik bo‘lgan balandlikdagi nuqtalar chiqarib tashlanadi - bu past balandlikdagi shovqinni yo‘qotish uchun. So‘ngra, filtrlangan poligonlar asosida daraxtlar alohida belgilanadi. Daraxt segmentatsiyasi modellarining aniqligini baholash metodologiyaning muhim bosqichidir va xaritalangan daraxt joylashuvlari hamda shox-chegaralarni sifatli (vizual) va miqdoriy (raqamli) jihatdan baholashni o‘z ichiga oladi.

Sifatli baholash uchun, odatda vizual tekshiruvlar o‘tkaziladi - bunda segmentatsiya natijalari haqiqiy rangli aerofotosuratlar yoki toj balandlik modeli (CHM) kabi subyektiv manba ma’lumotlari bilan taqqoslanadi. Bu usul segmentatsiya algoritmlarining umumiy samaradorligi va xatoliklarning fazoviy taqsimotini to‘g‘ridan-to‘g‘ri tahlil qilish imkonini beradi. Boshqa tomondan, miqdoriy baholashda odatda kompyuter ko‘rish (computer vision) sohasida keng qo‘llaniladigan mezonlar yordamida daraxtlarni aniqlash yoki shoxlarni chegaralash samaradorligi har xil jihatlardan baholanadi.

Ushbu ishda tanlangan an’anaviy ko‘rsatkichlardan biri:

(ii) Aniqlik *(p)* - barcha aniqlangan daraxtlar ichida to‘g‘ri aniqlanganlarini o‘lchash ko‘rsatkichidir. U haqiqiy ijobiylar (*TP:* to‘g‘ri aniqlangan yoki segmentlangan daraxtlar soni)ning haqiqiy ijobiylar va yolg‘on ijobiylar (*FP:* noto‘g‘ri aniqlangan yoki segmentlangan hududlar, ya’ni daraxt sifatida noto‘g‘ri qayd etilgan boshqa obyektlar soni) yig‘indisiga nisbati orqali hisoblanadi.

$$p = \frac{TP}{TP + FP}$$

(ii) Qayta chaqirish *(r)* - algoritm tomonidan haqiqiy daraxtlarning qanchasi to‘g‘ri aniqlanganini baholaydi. Bu ko‘rsatkich algoritmning LiDAR ma’lumotlarida mavjud bo‘lgan daraxtlarning aksariyatini aniqlash qobiliyatini ifodalaydi. U haqiqiy ijobiylar *(TP)*ning, haqiqiy ijobiylar va yolg‘on salbiylar

ISSN 3030-3907

(FN: segmentlanmagan, ya'ni aniqlanmay qolgan daraxtlar soni) yig'indisiga nisbati orqali hisoblanadi.

$$r = \frac{TP}{TP + FN}$$

(iii) $F1$-ko'rsatkich - bu aniqlik (precision) va qayta chaqirish (recall)ning garmonik o'rtachasi bo'lib, ikkala ko'rsatkichni muvozanatlashtiruvchi yagona metrikaning qiymatini beradi. U ayniqsa, sinflar notekis taqsimlangan ma'lumotlar to'plamida yoki yolg'on ijobiylar hamda yolg'on salbiylarning ikkalasi ham birdek muhim bo'lgan hollarda foydali hisoblanadi.

$$F1 = 2 \times \frac{p \times r}{p + r}$$

(iv) Kesishish va birlashish koeffitsiyenti (Intersection over Union - IoU) - bu bashorat qilingan daraxt shoxi konturi (tree crown) bilan haqiqiy (ground truth) kontur o'rtasidagi mos kelish darajasini o'lchaydi. U kesishish maydonining birlashma maydoniga nisbatida hisoblanadi. IoU odatda foizlarda ifodalanadi: 0 - hech qanday mos kelmaslikni, 100 esa mukammal mos kelishni bildiradi. Algoritm ishlash samaradorligini batafsil baholash uchun bir nechta IoU chegaralari qo'llanishi mumkin.

$$IoU = \frac{\Pr edicted \cap GroundTruth}{\Pr edicted \cup GroundTrut}$$

Ushbu metrikalar birgalikda qo'llanilganda, daraxtlarni segmentatsiya qilish algoritmlarini har tomonlama baholash imkonini beradi hamda turli algoritmlarning kuchli va zaif tomonlarini tushunishga, ularni takomillashtirishga va o'rmonlarni aniq inventarizatsiya qilish hamda boshqarishni ta'minlashga yordam beradi. Turli segmentatsiya ishlanmalarida, qo'llanish sohasiga qarab, kamroq uchraydigan boshqa metrikalar ham ishlatiladi. Ulardan biri - o'rtacha kvadrat xatolik ildizi (Root Mean Square Error – RMSE) bo'lib, bashorat qilingan va haqiqiy daraxtlar soni yoki shox-toj maydonlari o'rtasidagi farqlarni miqdoran baholaydi. Yana biri - aniqlanish koeffitsiyenti (R^2), u haqiqiy ma'lumotlardagi dispersiyaning bashorat qilingan ma'lumotlar orqali tushuntirilgan qismini o'lchaydi. Bu algoritm bashoratlarining mos kelish darajasini ifodalovchi statistik ko'rsatkichdir.

Oxir-oqibat, umumiy aniqlik (Overall Accuracy – OA) esa ma'lumotlar to'plamidagi jami daraxt shox-tojlaridan nechta to'g'ri aniqlanganini ulush sifatida hisoblaydi.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (\hat{y}_i - y_i)^2}{n}}$$

ISSN 3030-3907

$$R^2 = \frac{\left[\sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - y_i)(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}}_i)^2\right]}{\sum_{i=1}^{n}(y_i - \bar{y}_i)^2 \sum_{i=1}^{n}(\hat{y}_i - \bar{\hat{y}}_i)^2}$$

$$OA = \frac{TP}{TP + FP + FN}$$

n – daraxtlar soni; y_i va $\hat{y}_i$ – mos ravishda i-daraxt uchun kuzatilgan va prognoz qilingan qiymatlar; y_i va $\hat{y}_i$ – kuzatilgan va prognoz qilingan o‘rtacha qiymatlar.

5. Xulosa

O‘rmonlar ijtimoiy, iqtisodiy va ekologik jihatdan katta foyda beradi, shuning uchun ularni aniq kuzatish bo‘yicha yechimlar zarur. Shu nuqtai nazardan, LiDAR texnologiyasi o‘rmon tuzilmasini, jumladan, daraxt tojining balandligi, zichligi va biomassasini yuqori aniqlikda uch o‘lchamli xaritalash imkonini beruvchi ma’lumotlarni taqdim etadi. Ushbu batafsil ma’lumotlar o‘rmon salomatligi, biologik xilma-xillik va uglerod zaxiralarini yanada aniq baholashga yordam beradi. LiDAR ma’lumotlaridan foydalanish orqali o‘rmonlarni boshqaruvchilar maqsadli konservatsiya strategiyalarini ishlab chiqishlari va vaqt o‘tishi bilan yuz berayotgan o‘zgarishlarni yuqori aniqlikda kuzatishlari mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Eugenio, F.C.; Da Silva, S.D.P.; Fantinel, R.A.; De Souza, P.D.; Felippe, B.M.; Romua, C.L.; Elsenbach, E. O‘rmon turlarida zararkunandalar va kasalliklarni aniqlash uchun masofadan boshqariladigan uchuvchi apparatlar tizimlari: global holat va kelajakdagi chaqiriqlar. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 2022, 10, 320–333. [CrossRef]

2. Duan, P.; Wang, Y.; Yin, P. Qo‘riqlanadigan hududlarni monitoring qilishda masofaviy zondlash qo‘llanmalari: bibliometrik tahlil. *Remote Sensing*, 2020, 12, 772. [CrossRef]

3. Kattenborn, T.; Leitloff, J.; Schiefer, F.; Hinz, S. Vegetatsiyani masofadan zondlashda konvolyutsion neyron tarmoqlar (CNN) bo‘yicha sharh. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 2021, 173, 24–49. [CrossRef]

4. Dalponte, M.; Coomes, D.A. Havo orqali olingan lazerli skanerlash va giperspektral ma’lumotlar asosida o‘rmon uglerod zichligini daraxt markazli xaritalash. Ekologiya va evolyutsiya usullari (Methods Ecol. Evol.), 2016, 7-jild, 1236–1245. [CrossRef]

5. Silva, C.A.; Hudak, A.T.; Vierling, L.A.; Loudermilk, E.L.; O’Brien, J.J.; Jack, S.B.; Gonzalez-Beneque, C.; Hiers, J.K.; Lee, H.; Falkowski, M.J.; va boshq. Daladagi kuzatuv va LiDAR ma’lumotlari asosida uzunigna qarag‘ayi (Pinus palustris Mill.) daraxtlarining individual atributlarini imputatsiya qilish. Kanada

ISSN 3030-3907

Masofaviy Zondlash Jurnali (Can. J. Remote Sens.), 2016, 42-jild, 554–573. [CrossRef]
6. Chen, Q.; Baldocchi, D.; Gong, P.; Kelly, M. Isolating Individual Trees in a Savanna Woodland Using Small Footprint Lidar Data. Photogramm. Eng. Remote Sens. 2006, 72, 923–932. [CrossRef]
7. Li, W.; Guo, Q.; Jakubowski, M.K.; Kelly, M. LiDAR nuqta bulutidan individual daraxtlarni segmentatsiya qilish uchun yangi usul. Fotogrammetriya, muhandislik va masofaviy zondlash (Photogramm. Eng. Remote Sens.), 2012, 78-jild, 75–84. [CrossRef]
8. Boboqulov A.D. Geoaxborot tizimlari asosida hududiy o‘rmon xo‘jaligi monitoringini yuritish / “Al-Farg‘oniy avlodlari” elektron ilmiy jurnali ISSN 2181-4252. Tom: 1 | Son: 2 | 2025-yil.
9. Boboqulov A.D. Hududiy o‘rmon xo‘jaligi kompleksi resurslarini boshqaruv tizimini rivojlantirish omillari. Raqamli Transformatsiya va Sun’iy Intellekt ilmiy jurnali VOLUME 3, ISSUE 3, JUNE 2025 ISSN: 3030-334.
10. Zhang, K.; Chen, S.C.; Whitman, D.; Shyu, M.L.; Yan, J.; Zhang, C. A progressive morphological filter for removing nonground measurements from airborne LIDAR data. IEEE Trans. Geosci. Remote Sensing 2003, 41, 872–882. [CrossRef]
11. Zhang, W.; Qi, J.; Wan, P.; Wang, H.; Xie, D.; Wang, X.; Yan, G. An Easy-to-Use Airborne LiDAR Data Filtering Method Based on Cloth Simulation. Remote Sens. 2016, 8, 501. [CrossRef]
12. Chen, N.; Wang, N.; He, Y.; Ding, X.; Kong, J. An improved progressive triangular irregular network densification filtering algorithm for airborne LiDAR data. Front Earth Sci. 2023, 10, 1015153. [CrossRef].

ТЕХНОЛОГИИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД С ЦЕЛЬЮ ПОВТОРНОГО ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В ПРОЦЕССЕ ПОЛУЧЕНИЯ ХЛОПКОВОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Р.Сайфутдинов
Доктор технических наук, профессор кафедры промышленной экологии
E-mail: say-ram@mail.ru mail
Э.А.Эганбердиев
Доктор технических наук, профессор начальник отдела контроля качества образования Ташкентского государственного технического университета имени И.Каримова.
E-mail: el.0919@mail.ru
К.Д. Мирсаидова
Докторант химических наук, кафедры промышленной экологии Ташкентского химико-технологического института.
E-mail: kmirsaidova2020@mail.com

Аннотация. На сегодняшний день актуальной проблемой является, разработка технологии получения хлопковой целлюлозы из низко сортного линта, которая обеспечивала рациональное использование водных ресурсов. Использование которой позволила бы обеспечить острую нехватку целлюлозы и бумаги для Республики Узбекистан, защитить экологию, сократить энергозатраты, уменьшить расходы воды и химикатов, а также рационально использовать имеющиеся сырьевые ресурсы. В работе приведены результаты исследований по изучению возможности повторного использования промышленных вод в процессе получения хлопковой целлюлозы. Объектом исследования являлись варочный раствор, отработанный щелок, промышленные воды после варки и промывки целлюлозы, санитарные характеристики отработанных вод, качественные показатели получаемых продуктов. Экспериментально изучены обесцвечение отработанных вод, снижение остаточного количество гидроксида натрия, pH среды и химический потребность кислород ($ХПК_5$) и биохимическая потребность в кислороде ($БПК_5$) отработанного щелока и промывочной воды.

Ключевые слова: низкосортный хлопковый линт, хлопковая целлюлоза, варка, отработанных щелок, варочный раствор, санитарные характеристики, щелочь, $ХПК_5$, $БПК_5$.

Annotatsiya. Bugungi kunda suv resurslaridan oqilona foydalanishni ta'minlaydigan past navli lintdan paxta tsellyulozasini olish texnologiyasini ishlab chiqish dolzarb muammo hisoblanadi. Ulardan foydalanish O'zbekiston Respublikasi uchun sellyuloza va qog'ozning keskin tanqisligini ta'minlash,

ISSN 3030-3907

ekologiyani himoya qilish, energiya sarfini kamaytirish, suv va kimyoviy moddalar sarfini kamaytirish hamda mavjud xomashyo resurslaridan oqilona foydalanish imkonini beradi. Ishda paxta pulpasini olish jarayonida sanoat suvlaridan qayta foydalanish imkoniyatini o'rganish bo'yicha tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Tadqiqot ob'ekti pishirish eritmasi, chiqindi lye, tsellyulozani pishirish va yuvishdan keyin sanoat suvlari, chiqindi suvning sanitariya xususiyatlari, olingan mahsulotlarning sifat ko'rsatkichlari edi. Ishlatilgan suvning pasayishi, qoldiqning pasayishi eksperimental ravishda o'rganildi natriy gidroksid miqdori, muhitning pH qiymati va kimyoviy ehtiyoj kislorod (CPK5) va biokimyoviy kislorodga bo'lgan ehtiyoj (BPK5) chiqindi lye va yuvish suvi.

Kalit so'zlar: past navli paxta linti, paxta tsellyuloza, pishirish, chiqindi lye, pishirish eritmasi, sanitariya xususiyatlari, lye, COD5, BPC5.

Annotation. Today, an urgent problem is the development of a technology for producing cotton pulp from low-grade lint, which ensures the rational use of water resources. The use of which would ensure an acute shortage of pulp and paper for the Republic of Uzbekistan, protect the environment, reduce energy consumption, reduce water and chemicals costs, and make rational use of available raw materials. The paper presents the results of research on the possibility of reuse of industrial waters in the production of cotton pulp. The object of the study was cooking solution, waste liquor, industrial water after cooking and washing pulp, sanitary characteristics of waste water, quality indicators of the products obtained. The discoloration of wastewater, a decrease in the residual amount of sodium hydroxide, the pH of the medium, and the chemical oxygen demand (CPK5) and biochemical oxygen demand (BPK5) of waste liquor and washing water were experimentally studied.

Keywords: low-grade cotton lint, cotton pulp, cooking, waste liquor, cooking solution, sanitary characteristics, alkali, CPK5, BPK5.

Введение

В Узбекистане исключительно большое внимание уделяется проблеме охраны окружающей среды. Данный вопрос за последние годы получил глубокое отражение в Конституции Республики Узбекистан и в основополагающих законах о земле, ее недрах, водах, лесах, атмосферном воздухе и животном мире, а также в специальных постановлениях об охране природы Олий Мажилиса и Кабинета Министров Республики Узбекистан [1,2].

В настоящее время в области целлюлозно-бумажной промышленности Республики Узбекистан, требуется создание новых технологических процессов, обеспечивающих уменьшение расхода воды, снижение количества и токсичности сточных вод, газовых выбросов, позволяющих

ISSN 3030-3907

организовать замкнутые циклы использования воды и регенерации химикатов, которые являются одним из важнейших направлений научно-технического прогресса.

Исходя из выше изложенных, целью данной работы является изучение возможности обесцвечивания, отработанного щелока и промывных вод, образующихся в процессе получения хлопковой целлюлозы из хлопкового линта, которые являются основными загрязняющими агентами окружающей среды.

Объектом исследования были варочный раствор, после щелочной варки низкосортного линта промывочные воды и показатели качества получаемой хлопковой целлюлозы.

Нами в лабораторных условиях была получена хлопковая целлюлоза, путем щелочной варки при следующих условиях: концентрация массы – 7%, расход NaOH – 2%, температура варки – 140^{O}C, продолжительность – 180 мин.

После щелочной варки целлюлозная масса отжимался, при этом в целлюлозе оставался отработанный щелок массой в 2-3 раза превышающей массу исходного сырья.

Первые серии опытов были направлены на исследование санитарных характеристик отработанного щелока, расход воды для промывки хлопковой целлюлозы до нейтральной среды и изучение физико-химических свойств получаемой целлюлозы.

Отработанный щелок – это на вид темно-коричневая жидкость, содержащий большое количество органических и неорганических примесей. Темно-коричневую окраску отработанному щелоку придает содержащий в растворе лигнин. Хотя в хлопковом волокне он отсутствует, он попадает в сырьё через природные спутники, такие как листья, семена и другие части хлопчатника.

К неорганическим сорностям линта относятся пыль, песок и другие, которые попадают в волокно при сборе и транспортировке хлопка сырца.

Промывку полученной хлопковой целлюлозы осуществляли отдельными порциями дистиллированной воды.

Отработанный щелок и каждая отдельная порция промывочных вод были направлены на исследование их санитарных характеристик.

Опытным путем определен оптимальный расход обесцвечения, отработанного щелока и промывных вод, изучены уменьшения pH среды, определены остаточное количество гидроокиси натрия, а также расход промывочных вод.

ISSN 3030-3907

Результаты исследовании физико-химических показателей, санитарных характеристик отработанного щелока и промывных вод представлены в таблице 1, следовательно, оптическая плотность отработанного щелок до и после обесцвечивания имеет довольно небольшую разницу, всего на 0,05. Это показывает, что добавление $CaCl_2$ для обесцвечивания отработанного щелока удаляет большое количество органических веществ, содержащихся в исходном растворе.

Таблица 1

Физико-химические показателей и санитарные характеристики отработанного щелока, варочных растворов и промывных вод

№	Исследуемый раствор	Расход $CaCl_2$ при обесцвечении щелока и промывных вод 0,5% от массы исходного сырья	Оптическая плотность до обесцвечения	Оптическая плотность после обесцвечения	pH среда
1	2	3	4	5	6
1	Отработанный щелок после ШВ	25	1,00	0,95	10,8
2	Раствор после первой промывки	12	0,35	0,025	7,9

В таблице 1 можно увидеть снижение оптической плотности промывных вод, однако этот процесс наблюдается еще лучше при обесцвечении отработанного щелока. Это указывает на удаление в отработанном щелоке большого количества растворенных органических примесей, при использовании $CaCl_2$ в качестве осадителя лигнина.

Полученные результаты явились предпосылкой использования в место свежой воды, очищенную воду в последующих варках хлопкового линта, после добавления недостающей части щелочи. Также были проведены иследовании по определению возможности использования в качестве щелочи золу после прокаливания отработанного щелока, которая на 98% состоит из щелочи, что даёт экономию химикатов.

Кроме выше сказанного, использованную промывную воду после очистки можно использовать в разбавлении массы перед щелочной варкой,

ISSN 3030-3907

отбелкой и кисловкой целлюлозы, а также в промывке полученной хлопковой целлюлозой массы.

Дальнейшие исследования были направлены на определение остаточных химических веществ содержащихся в отработанном щелока.

Полученный отработанный щелок после обесцвечивания с $CaCl_2$ был направлен на анализ для определения остаточных неорганических соединений. Содержание химического состава в отработанный щелок после обесцвечивания определяли на приборе Rigaku (Applied Rigaku Technologies, lnc.).

В таблица 2. показывает исследование отработанного щелока после обесцвечивания на его химический состав показало, что в основном 78% состоит из S,Cl,K,Ca, а остальная 22% часть из следующих неорганических соединений, таких как Cu,Ag,Sn.

Таблица 2

Химический состав отработанного щелока после обесцвечивания

№	Исследуемый раствор	S	K	Cu	Ag	Sn
1	Отработанный щелок после ШВ	2,10	11,0	0,432	0,573	1,22
2	Отработанный щелок после ШВ с добавлением $CaCl_2$	3,32	10,8	0,530	-	1,19

На основании опытных данных по таблице 2, можно сделать вывод о возможности повторного использования отработанного щелока после обесцвечения в качестве варочного раствора в дальнейших варках.

Дальнейшие исследования были направлены на выявление возможности многократного использования очищенной промывной воды в технологии щелочной варки.

В начале с увеличением кратности использования очищенных промывочных вод, показатели качества целлюлозы изменялись незначительно. Начиная с пятого цикла использования очищенных промывочных вод, наблюдается незначительное снижение белизны и увеличение содержания экстрактивных веществ и зольных элементов в получаемой целлюлозе.

Следует отметить, что с увеличением кратности использования очищенных промывочных вод наблюдается некоторое увеличение средней степени полимеризации и выхода целлюлозы.

ISSN 3030-3907

Данные таблицы показывают, что при пятикратном использовании очищенных промывочных вод в процессе щелочной варки можно получить хлопковую целлюлозу с хорошими показателями качества.

Разработанная технология получения хлопковой целлюлозы с повторным использованием очищенных промывочных вод в стадии варки, позволяет снизить расхода свежей воды 4-5 раза, кроме этого способствует сбережению расхода гидроокиси натрия, только на одной варки до 60% -70% от общей потребности.

В производстве хлопковой целлюлозы для химической переработки с многократным использованием оборотных вод рекомендуется, обратит внимания на контроль качества хлопковой целлюлозы. Особенно на содержание α – целлюлозы, белизны, золы и жиро-восковых веществ в составе целлюлозы.

Кроме выше сказанного использованную промывочную воду после очистки можно использовать в разбавлении массы перед щелочной варкой, в стадиях отбелки и кисловки целлюлозы, а также в промывке полученной хлопковой целлюлозы.

Использование очищенных промывочных вод в разбавлении массы перед щелочной варкой, отбелкой и кисловкой, а также в промывке полученной целлюлозой массы позволяет сэкономить используемую свежую воду на 15 – 20 раз.

Выводы

1. Исследована и показана возможность использования в место свежой воды очищенную промывочную воду в щелочной варке хлопкового линта и получит целлюлозу без снижения его качества.
2. В технологической линии шелочной варки показана возможность использования в место щелочи, золу отработанного щелока после выпарки и прокаливания оставшейся массы на 96% состоит из щелочи.
3. Предложено использование очищенную промывочную воду в разбавлении целлюлозной массы перед щелочной варкой, перед стадий отбелки, кисловки, а также в промывке полученной хлопковой целлюлозы;
4. Использование очищенных промывочных вод в щелочной варке хлопкового линта, в разбавлении массы перед щелочной варкой, отбелкой и кисловкой, а также в промывке полученной целлюлозой массы позволяет сэкономить используемую свежую воду на 15 – 20 раз.
5. Экономия воды и химикатов, также многократный возврат последующих в технологии щелочной варки способствует исключению воздействия вредных выбросов на окружающую среду.

ISSN 3030-3907

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Эргашев Т., Эргашев А., Экологическая безопасность – среда жизни человека. Т.:ChinoENK, 2007. 155 с.
2. Указ Президента Республики Узбекистан от 28 января 2022 года ПФ-60 «О новой стратегии развития Республики Узбекистан на 2022–2026 гг.».
3. Kvasha N., Bolotnikova O., Malevskaia-Malevich E. Biotechnological Basis of the Pulp and Paper Industry Circular Economic System // Economies. – 2023. – №11(12)
4. Хакимова Ф.Х., Носкова О.А., Хакимов П.П. Технология производства бумаги. — М., 2023. — 350 с.
5. Современное издание, раскрывающее последние разработки и инновации в отрасли.
6. Международная конференция «Проблемы и перспективы инновационного оборудования и технологий в области охраны окружающей среды» 17 сентября 2020 г., г.Ташкент. Р.С. Сайфутдинов, К.Д. Мирсаидова, У.Д. Мухитдинов.
7. R.S. Sayfutdinov, K.D.Mirsaidova TASHKENT 2st-International Congress on Modern Sciences Tashkent Chemical-Technological Institute December, 2022. - p.16-17

ISSN 3030-3907

TA’LIM JARAYONLARINI SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA MONITORING QILISH MEXANIZMLARI

Boynazarov Otabek Murot o‘g‘li
Ichki ishlar vazirligi Malaka oshirish institute o‘qituvchi
Toshkent, O‘zbekiston
E-mail: boynazarovotabek0712@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu maqolada sun’iy intellekt texnologiyalarining ta’lim jarayonlarini boshqarish va monitoring qilishdagi roli ko‘rib chiqiladi. SI tizimlari dars jadvali, talabalar qatnashishi va dars vaqtlarini tahlil qilib, ta'lim sifatini oshirish imkonini beradi. Yuzni aniqlash texnologiyalari yordamida davomatni avtomatik qayd etish amalga oshiriladi.

Kalit so‘zlar: Sun’iy intellekt, ta’lim jarayoni, LMS tizimlari, real vaqt monitoringi, biometrik texnologiyalar, davomatni avtomatik qayd etish, yuzni aniqlash, shaxsiylashtirilgan ta’lim, OpenCV, Eigenfaces, ta’lim sifatini oshirish.

Аннотация: В статье рассматривается роль технологий искусственного интеллекта управлении и мониторинге образовательных процессов. Системы ИИ позволяют улучшить качество образования, анализируя расписание занятий, посещаемость студентов и время занятий. С помощью технологий распознавания лиц осуществляется автоматическая регистрация посещаемости.

Ключевые слова: Искусственный интеллект, образовательный процесс, системы LMS, мониторинг в реальном времени, биометрические технологии, автоматическая регистрация посещаемости, распознавание лиц, персонализированное обучение, OpenCV, Eigenfaces, повышение качества образования.

Abstract: This article examines the role of artificial intelligence technologies in managing and monitoring educational processes. AI systems allow improving the quality of education by analyzing the class schedule, student attendance, and class time. With the help of facial recognition technologies, automatic attendance registration is carried out.

Keywords: Artificial intelligence, educational process, LMS systems, real-time monitoring, biometric technologies, automatic attendance recording, facial recognition, personalized learning, OpenCV, Eigenfaces, improving the quality of education.

Kirish

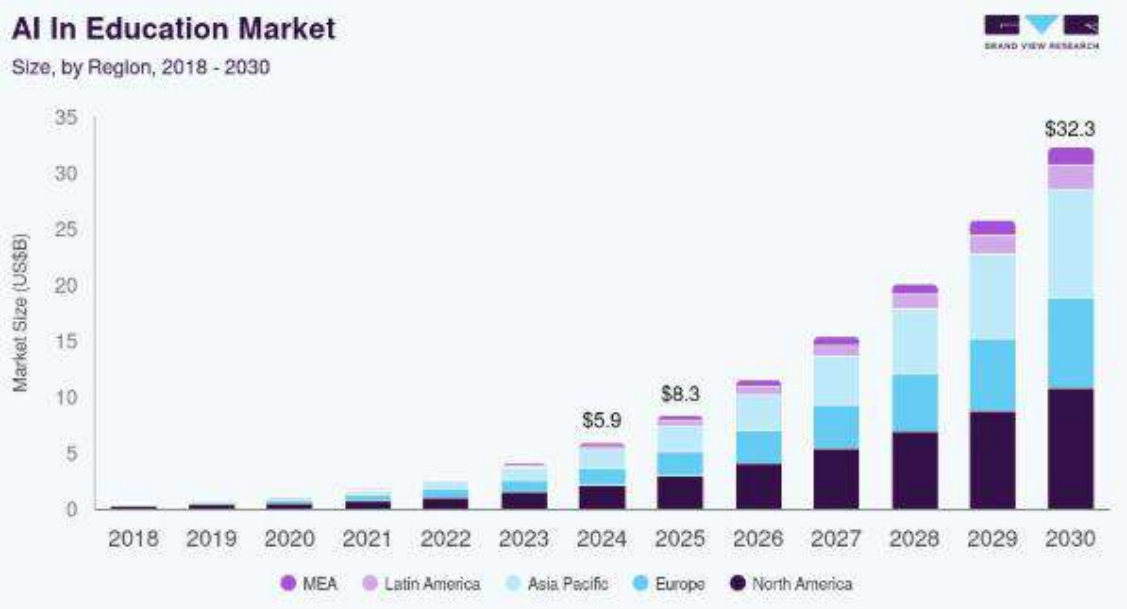
Zamonaviy jamiyatda avtomatlashtirish jarayonlarining keng tarqalishi, shu jumladan ta'lim sohasida ham, tizimli yondashuvning samaradorligini oshiradi. Ayniqsa, dars jarayonlarini tahlil qilish va kuzatib borishda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish ta'lim sifatini yaxshilashda muhim ahamiyat kasb

ISSN 3030-3907

etishi mumkin. SI yordamida kiritilgan dars jadvali (haftaning kunlari, fan nomi, parasi, o‘qituvchi, guruh, talabalar soni va boshqa parametrlar) asosida talabalarning darsga qatnashish holati, darsning o‘z vaqtida boshlanishi va tugashi, shuningdek, tinglovchilarning dars davomidagi xatti-harakatlari kabi ma'lumotlar to‘planib, tahlil qilinadi. Bu jarayonlar o‘z navbatida, darslarning sifatini monitoring qilish va tizimli ravishda boshqarish imkoniyatlarini kengaytiradi. Hozirgi kunda, har bir oliy ta'lim muassasasida Ta'lim sifatini nazorat qilish bo‘limlari faoliyat yuritib, dars jarayonlarini doimiy ravishda monitoring qilib borishadi, bu esa o‘quv jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

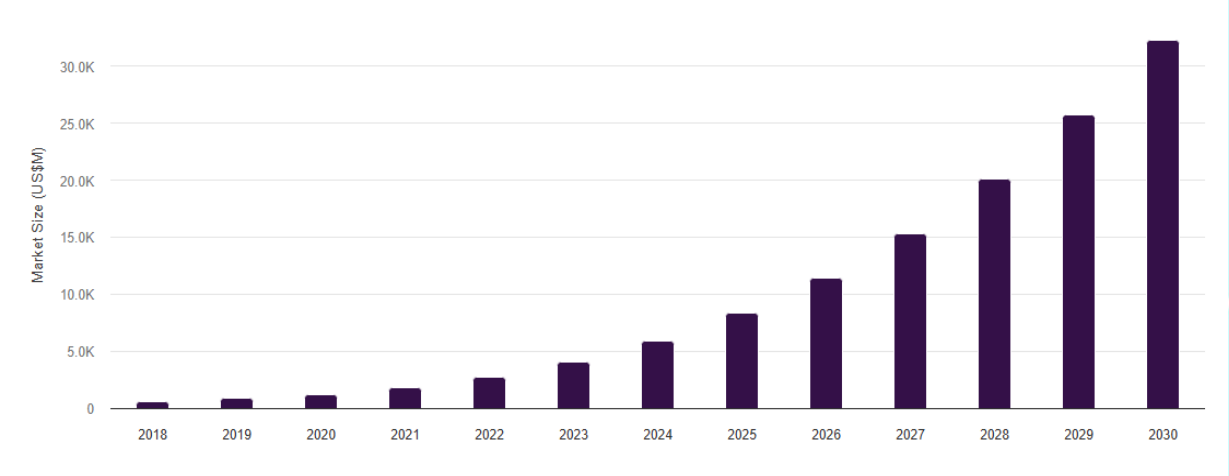
Shunday qilib, belgilangan dars jadvali (haftaning kunlari, fan nomi, parasi, o‘qituvchi, guruh, almashib o‘tgan o‘qituvchi, auditoriya almashuvi, guruhdagi talabalar soni va boshqa parametrlar) asosida o‘tilgan darslarni nazorat qilishda sun'iy intellekt (SI) texnologiyalaridan foydalanish samarali natijalar beradi. SI tizimlari yordamida dars jarayonining har bir bosqichi, jumladan, o‘qituvchi va talabalar o‘rtasidagi o‘zaro aloqalar, darsning o‘z vaqtida boshlanishi va tugashi, auditoriya almashuvi va talabalar sonidagi o‘zgarishlar doimiy ravishda tahlil qilinishi mumkin. Bu esa ta'lim jarayonlarini yanada samarali boshqarish, dars sifatini yaxshilash va tinglovchilarning o‘qishdagi faoliyatini to‘liq kuzatish imkonini yaratadi.

Global ta’lim sohasida sun’iy intellekt bozorining hajmi 2024-yilda taxminan USD 5,88 milliard[1].



Shu bozor 2030-yilda **USD 32,27 milliard**ga yetishi kutilmoqda, bu davr uchun o‘sish sur’ati yillik o‘rtacha ~32,8 % ni tashkil etadi[2].

ISSN 3030-3907



Hozirgi kunda sun’iy intellekt (SI) texnologiyalari ta’lim sohasida samarali yondashuvlar yaratishda qo‘llanilmoqda. SI yordamida ta‘lim jarayonlarini shaxsiylashtirish, tinglovchilarning ehtiyojlariga moslashtirish va ta’lim sifatini oshirish imkoniyatlari mavjud. Biroq, bu texnologiyalarni to‘g‘ri joriy etish uchun malakali mutaxassislar, infratuzilma va ma’lumotlar xavfsizligini ta’minlash zarur. Shuningdek, muhim masalalar ham e’tiborga olinishi lozim. SI texnologiyalarining afzalliklari va kamchiliklarini o‘rganish, ularning ta’lim tizimida samarali qo‘llanilishini ta’minlash uchun muhimdir.

Ayni vaqtda zamonaviy ta’lim beruvchi portal va ilovalarda SIdan samarali foydalanilmoqda. Masalan, Smart Sparrow platformasida shunday imkoniyatlar mavjud. Bu tinglovchilar uchun masofaviy ta’limni individual tarzda tashkil etish va dars jarayonini tahlil qilish uchun qulay platforma hisoblanadi. SI algoritmlaridan esa tinglovchilarining ta’limini har bir tinglovchi uchun individual ravishda tashkil qilishda foydalaniladi. Bu usulda, har bir tinglovchi o‘zida maksimal natija olishiga imkon beradi [3].

Quyidagi ta’lim portallarida SIdan muvaffaqiyatli foydalanib kelinmoqda:
Rasm quyiladi.







AnveshanaAI platforma orqali sun’iy intellekt yordamida tinglovchilarga shaxsiylashtirilgan ta’lim tajribasini taqdim etadi. U tinglovchilarga o‘zlashtirish darajasiga qarab savollarni avtomatik ravishda yaratadi va interaktiv baholashni amalga oshiradi. AnveshanaAI tinglovchilarning o‘rganish jarayonini yanada qiziqarli va samarali qiladi[4].

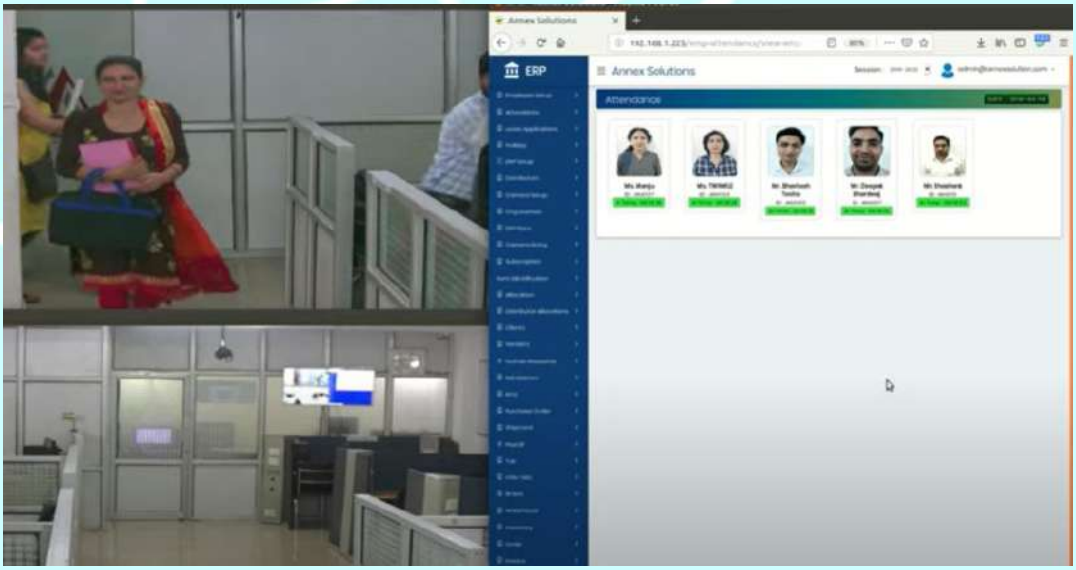
LearningRO Motzoid India tomonidan ishlab chiqilgan bu platforma tinglovchilarga interaktiv darslar, tezkor kartochkalar, viktorinalar va AI

ISSN 3030-3907

yordamida ishlov berilgan yordamchi vositalarni taqdim etadi. Rotutor nomli AI yordamchisi tinglovchilarga o‘rganish jarayonida qo‘llab-quvvatlashni taqdim etadi[5].

Preply bu platforma foydalanuvchilarga 120 dan ortiq fanlar bo‘yicha o‘qituvchilar bilan bog‘lanish imkoniyatini beradi. Tinglovchilar o‘z byudjeti, mavjudligi, tug‘ilgan mamlakati va ixtisoslashuvi bo‘yicha o‘qituvchilarni tanlashlari mumkin. Darslar Preply Classroom orqali video konferensiya, chat va interaktiv vositalar bilan amalga oshiriladi[6].

Shuni alohida ta’kidlash joizki, sun’iy intellekt (SI) tomonidan boshqariladigan **Learning Management Systems (LMS)** tizimlari — bugungi kunda ta’lim sohasida SIga asoslangan eng ilg‘or va istiqbolli loyihalar safida birinchilardan hisoblanadi. 2025-yilning birinchi choragida e’lon qilingan **Market Research** hisobotlariga ko‘ra, **1200 dan ortiq** sohaga oid ta’lim mutaxassislari SI texnologiyalaridan foydalanishni zamonaviy ta’lim texnologiyalari orasida **katta yutuq** sifatida baholaganlar. Ushbu hisobotda, shuningdek, mutaxassislar tomonidan **o‘rganish tizimlari va ta’lim kontentini avtomatlashtirish** jarayonlari tez sur’atlar bilan rivojlanib borayotgani, bu esa yaqin yillarda ta’limning shaxsiylashtirilgan va moslashuvchan modeliga o‘tishni jadallashtirishi haqida qayd etilgan.



Annex Solution kompaniyasining yaratgan LMS tizimi [7]

Mazkur LMS tizimi orqali talabalar tomonidan darslarga belgilangan vaqtda qatnashishni nazorat qilish hamda xavfsizlikni ta’minlashda yuqori samaradorlikka erishish mumkin. Tizimda **kamera yordamida yuzni aniqlash funksiyasi** mavjud bo‘lib, uning yordamida davomat avtomatik tarzda qayd etiladi. Bu esa ortiqcha mehnat va vaqt sarfini kamaytirib, inson resurslariga bo‘lgan ehtiyojni kamaytiradi, shu bilan birga ish haqi va boshqa operatsion xarajatlarni qisqartirishga xizmat qiladi. LMS tizimi, shuningdek, **kirishni boshqarish tizimlari** kabi boshqa

ISSN 3030-3907

axborot tizimlari bilan **oson integratsiyalash** imkoniyatiga ega bo‘lib, bu jarayonlarni yanada muvofiqlashtirish imkonini beradi.

Ustun jihatlari	Kamchiliklari
Sun’iy intellekt orqali boshqaruv	Tezkor va barqaror internet talab etiladi
Shubhali shaxslarni aniqlash va ogohlantirish	Dastlabki bosqichda texnik xarajatlar yuqori
Vaqt va kuchni tejash	Biometrik ma’lumotlarni to‘plash zarurati
Davomatni avtomatik shakllantirish	Yangi texnologiyani o‘zlashtirishda muammolar
Avtomatik monitoring va jadval asosida nazorat	Shaxsiy ma’lumotlar xavfsizligi masalalari
SMS va email orqali xabarnoma yuborish	Texnik nosozliklar yuzaga kelishi mumkin
Hisobot va grafiklar tayyorlash imkoniyati	Texnologiyaga qarshi kayfiyatlar paydo bo‘lishi
Real vaqt rejimida faoliyatni kuzatish	
O‘qituvchilar uchun qulay interfeys	
Masofaviy ta’limda nazoratni soddalashtirish	

Zamonaviy ta’lim tizimida Learning Management System (LMS) platformalaridan foydalanish o‘quv jarayonini samarali boshqarish va tahlil qilishda muhim rol o‘ynamoqda. Ushbu tizimlarning asosiy afzalliklaridan biri — tinglovchilarning o‘zlashtirish darajasi bo‘yicha batafsil tahliliy ma’lumotlarni taqdim etish imkoniyatidir. Bu esa o‘qituvchilarga real vaqt rejimida tinglovchilarning faoliyatini monitoring qilish va o‘z pedagogik yondashuvlarini moslashtirish imkonini beradi. Ushbu tizimlar orqali talabalar faoliyatiga doir katta hajmdagi ma’lumotlar, jumladan:

har bir dars mashg‘ulotiga ajratilgan vaqt,

test va viktorina savollariga javob berishdagi urinishlar soni,

tizimga kirish-chiqish vaqti

kabi ko‘rsatkichlar avtomatik tarzda to‘planadi va saqlanadi. Ushbu ma’lumotlar asosida talabalarning xatti-harakatlarini chuqur tahlil qilish va ularning o‘rganishdagi faollik darajasini aniqlash mumkin.

Bundan tashqari, LMS tizimlari yordamida talabalarning statistik faoliyati kuzatilib, baholash mezonlarini aniq belgilash va ular asosida ob’ektiv natijalar chiqarish imkoniyati yaratiladi. Bu esa o‘qituvchilarga tinglovchilarning kuchli va zaif tomonlarini aniqlash va shunga mos differensial yondashuv asosida ta’lim

ISSN 3030-3907

strategiyasini shakllantirish imkonini beradi.

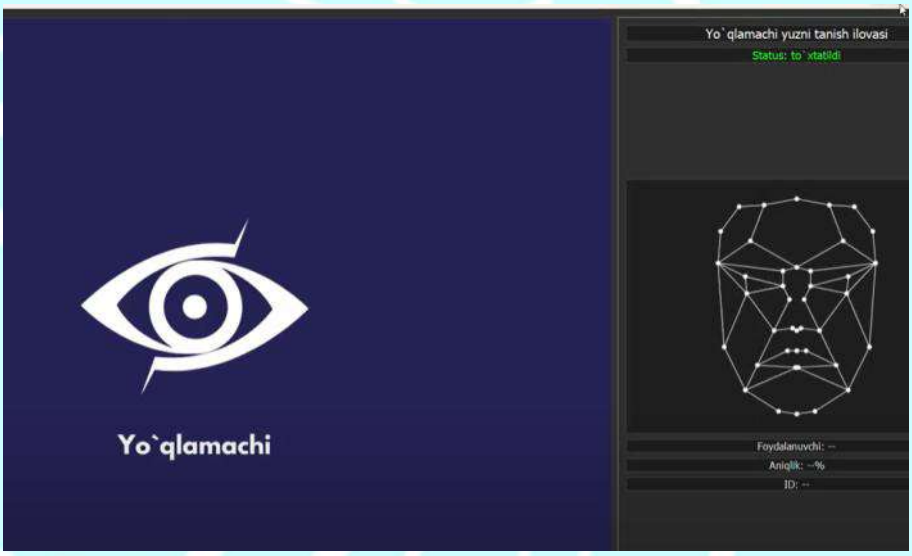
LMS tizimlari an’anaviy va masofaviy ta’limda o‘quv jarayonini tahlil qilishda samarali vosita bo‘lib xizmat qiladi. Tinglovchilarning o‘rganishga bo‘lgan munosabati, faollik darajasi va xulq-atvori bo‘yicha to‘plangan analitik ma’lumotlar asosida o‘qituvchilar ta’lim jarayonini shaxsiylashtirish imkoniga ega bo‘ladi. Shu boisdan, kelgusida bu tizimlarning ahamiyati yanada ortishi kutilmoqda.

Odatda Ta’lim sifatini nazorat qilish bo‘limi xodimlari tomonidan darslar quyidagi mezonlar asosida monitoring qiladi:

✓ Dars o‘tilmagan holatlar;
✓ Darsga kechikish yoki belgilangan vaqtdan erta tugatilgan holatlar;
✓ Ta’lim tili talablariga muvofiq o‘tilmagan darslar;
✓ Darsning qo‘shma shaklda o‘tilishi;
✓ Dars tadbirlar sababli qoldirilgan holatlar;
✓ Darsni boshqa pedagog tomonidan o‘tilishi;
✓ Auditoriyaning o‘zgarishi yoki almashtirilishi;
✓ Darsning ko‘chirilishi yoki qoldirilishi;
✓ O‘tilmagan, ko‘chirilgan yoki qoldirilgan darslarning keyinchalik o‘tilishi;
✓ Darsning oldindan o‘tilishi;
✓ Boshqa darsning o‘tilishi holatlari;
✓ Dars jarayonida ta’lim dasturiga rioya qilinishi;
✓ O‘quv materiallari va texnik vositalarning mavjudligi va sifatiga rioya qilinishi;
✓ Pedagogning tinglovchilar bilan muloqot va motivatsiya darajasi;
✓ Tinglovchilarning faol ishtirok etishi va savollarga javob berish darajasi;
✓ Dars davomiyligining belgilangan standartlarga mosligi;
✓ Sinf ichidagi tartib-intizom va xavfsizlik talablariga rioya qilinishi;
✓ Onlayn yoki masofaviy darslarda texnik muammolar va ularni hal qilish darajasi.

Avvalo, barcha professor-o‘qituvchilarning turli burchaklardan — old, o‘ng va chap tomonlardan olingan suratlari maxsus ma’lumotlar bazasiga joylashtiriladi. Bu jarayon belgilangan auditoriyada darsni kim olib borayotganini aniqlash imkonini beradi. Keyingi bosqichda guruhlar hamda guruhdagi talabalar soni ma’lumotlari kiritiladi. Xonaga kirayotgan talabalar sonini kameralar orqali aniqlash asosida davomatni belgilash imkoniyati yaratiladi. Hozirgi vaqtda talabalarni tanib olish uchun ularning suratlari ma’lumotlar bazasiga kiritilmagan bo‘lib, kelajakda ushbu jarayonni amalga oshirish rejalashtirilmoqda. Shuningdek, darslarning belgilangan vaqtda boshlanishi va tugatilishi ham tizim tomonidan nazorat qilinadi.

ISSN 3030-3907



SI yordamida shaxsni tanib olish.

Hozirgi kunda yuzni tanib olish uchun ko‘plab algoritmlar ishlab chiqilgan bo‘lib, Python dasturlash tilidagi OpenCV moduli aynan quyidagi algoritmlarni qo‘llashni tavsiya etadi:

✓ Haar Cascade Classifier
✓ Local Binary Patterns Histograms (LBPH)
✓ Eigenfaces (PCA)
✓ Fisherfaces (LDA)
✓ Deep Neural Networks (DNN)

Ushbu metodlar o‘zaro tasvirlarga ishlov berish va moslashtirish usullari bilan farqlanadi. Masalan, LBPH metodi asosida ishlaydigan VGGFace algoritmi zamonaviy texnologiyalarga nisbatan sekinroq hisoblanadi. Dasturda yuzni aniqlash uchun face_recognition kutubxonasi qo‘llanilgan bo‘lib, u Eigenfaces va Fisherfaces metodlariga asoslangan.[8]

Eigenfaces metodining asosiy algoritmik bosqichlari quyidagicha ifodalanadi:

✓ Ma’lumotlar bazasidagi barcha o‘quv namunalarini PCA (Principal Component Analysis) yordamida pastki o‘lchamli fazoga loyihalash;
✓ Kiruvchi tasvirni ham PCA pastki fazosiga aylantirish;
✓ Aniqlangan moslik asosida tasvir egasining identifikatsiyasi yoki tasnifi amalga oshiriladi;
✓ Zarur bo‘lsa, natijalar baholanishi va xatoliklarni kamaytirish uchun qo‘shimcha tekshiruvlar yoki qayta ishlash bosqichlari qo‘llaniladi.
✓ Keyin yangi tasvir vektoriga eng yaqin bo‘lgan proyeksiyalangan tasvir vektorini aniqlash orqali moslikni topish;

Yuzni aniqlashning birinchi bosqichi — tasvirdan yuzni topishdir[9]. Bu bosqichda tasvirdagi yuzni ajratish uchun Haar Cascade, HOG (Histogram of Oriented Gradients) yoki Deep Learning asosidagi metodlardan foydalanish mumkin.

ISSN 3030-3907

Tasvir $\mathbf{I}$ — bu tasvir, masalan, $\mathbf{2D}$ tasvir bo‘lishi mumkin, unda piksel qiymatlari mavjud.

Yuzni aniqlash: $\mathbf{F}_{detected} = DetectFace(\mathbf{I})$

Bu yerda $\mathbf{F}_{detected}$ — tasvirdagi yuzning koordinatalari va o‘lchamlarini ifodalovchi natija bo‘ladi.

Yuzni aniqlaganimizdan so‘ng, uning xususiyatlarini ajratib olish kerak. Bu, yuzni boshqa yuzlardan farqlash uchun zarurdir[12].

Xususiyatlarni olish[10]: Agar $\mathbf{F}_{detected}$ tasvirdagi yuz bo‘lsa, unda biz uni vektorga aylantiramiz:

$$\mathbf{y} = ExtractFeatures(\mathbf{F}_{detected})$$

Bu yerda $\mathbf{y}$ — yuzning matematik xususiyatlarini aks ettiruvchi vektor.

Endi, yangi tasvirdagi yuzni ma'lumotlar bazasidagi yuzlar bilan solishtirib, o‘xshashligini hisoblashimiz kerak.

O‘xshashlikni hisoblash[11]: Har bir yuzning xususiyatlari vektorini solishtiramiz. Masalan, yangi yuzning xususiyatlari $\mathbf{y}_n$ bazadagi yuzning xususiyatlari $\mathbf{y}_i$bo‘lsa, ularning o‘xshashligini Kosinus o‘xshashligi yordamida hisoblaymiz:

$$\mathbf{sim}(\mathbf{y}_n, \mathbf{y}_i) = \frac{\mathbf{y}_n \cdot \mathbf{y}_i}{\|\mathbf{y}_n\| \|\mathbf{y}_i\|}$$

Bu yerda $\mathbf{y}_n$— yangi yuzning xususiyatlari vektori, $\mathbf{y}_i$esa ma’lumotlar bazasidagi yuzning xususiyatlari vektori. Kosinus o‘xshashligi 1 ga yaqin bo‘lsa, yuzlar o‘xshashdir.

Oxirgi qadamda, biz yangi yuzni tanib olish uchun eng o‘xshash yuzni tanlaymiz.

Eng yaqin yuzni topish: Bunda, eng yuqori o‘xshashlikka ega bo‘lgan yuzni tanlaymiz:[11]

$$\mathbf{j} = \boldsymbol{arg}\,\mathbf{max}_{\boldsymbol{i}}\,\mathbf{sim}(\mathbf{y}_n, \mathbf{y}_i)$$

Bu yerda $\mathbf{j}$ — eng o‘xshash yuzning indeksi yoki identifikatori. $\mathbf{y}_n$— yangi yuzning xususiyatlari vektori, $\mathbf{y}_i$ esa ma’lumotlar bazasidagi yuzlarning xususiyatlar vektorlaridir.

Yuzni aniqlash va tanib olish texnologiyalari zamonaviy sun’iy intellekt va kompyuter ko‘rish sohasining eng muhim yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ushbu jarayon odatda tasvirdan yuzni aniqlash (Haar Cascade, HOG, DNN), yuz xususiyatlarini ajratib olish (Eigenfaces, Fisherfaces, LBPH), hamda yuzlarni taqqoslash orqali shaxsni identifikatsiyalash kabi bosqichlardan iborat. Ma’lumotlar bazasidagi yuzlar bilan yangi yuzning o‘xshashligi Kosinus o‘xshashligi yoki Evklid masofasi yordamida hisoblanadi va eng yaqin natijaga ega bo‘lgan yuz identifikatsiyalanadi. Bu usullar real vaqt rejimida monitoring, xavfsizlik tizimlari, va ta’lim jarayonlarida davomatni nazorat qilish kabi ko‘plab

ISSN 3030-3907

sohalarda samarali qo‘llanilmoqda. Ilmiy manbalar, jumladan OpenCV hujjatlari, ilmiy maqolalar hamda Python kutubxonalari yuzni aniqlashning nazariy va amaliy asoslarini chuqur o‘rganishga imkon yaratadi. Shu bois, bu texnologiyalarni chuqur o‘zlashtirish kelajakda aqlli tizimlar yaratishda muhim poydevor bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANLGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/artificial-intelligence-ai-education-market-report
2. https://www.grandviewresearch.com/horizon/outlook/ai-in-education-market-size/global?utm_source
3. Ta’lim sohasida sun’iy intellekt va mashinali o‘rganishdan foydalanib ilovalarni yuzaga chiqarishga mo‘ljallangan o‘zgartirish algoritmi tanlovi g‘olibi https://www.smartsparrow.com/2018/08/01/ pioneering-leaders-in-adaptive-and- personalized-learning-win-500000-in-new- york-university-ai-competition/
4. https://arxiv.org/abs/2509.23811?utm_source
5. https://en.wikipedia.org/wiki/LearningRO?utm_source
6. https://en.wikipedia.org/wiki/Preply?utm_source
7. Annex Solution company https://annexsolution.com/attendance- system.html
8. Matthew Turk and Alex Pentland. Eigenfaces for recognition. *Journal of cognitive neuroscience*, 3(1):71–86, 1991.
9. OpenCV Documentation – OpenCV Foundation, 2023
10. S. M. C. V. Murthy, "Face Recognition Using Eigenfaces" – Journal of Computer Science and Technology, 2016
11. D. M. P. Huttenlocher et al., "Face Recognition Using Fisherfaces" – International Journal of Computer Vision, 2018
12. Rajalingappaa Shanmugamani, "Deep Learning for Computer Vision" – Packt Publishing, 2017

ISSN 3030-3907

UO‘K 622.276. ¼.

CHUNAG‘AR GAZKONDENSAT KONINING GEOLOGIK-GEOFIZIK MA’LUMOTLARI ASOSIDA UCH O‘LCHAMLI GEOLOGIK MODELINI YARATISH

Muhammadiyev Hamidullo Murodillayevich

Qarshi davlat texnika universiteti, Neft-gaz ishi va ularni qayta ishlash texnologiyasi kafedrasi dotsenti texnika fanlari falsafa doktori, dotsent. Qarshi sh. O‘zbekiston

Choriyev Bobur Burxonov[2]

Qarshi xalqaro universiteti tyutor Qarshi sh. O‘zbekiston.

Annotatsiya. Ushbu maqolada kichik zahiraga ega Chunag‘ar gazkondensat konining geologik va geofizik tadqiqot natijasida olingan ma’lumotlar asosida uch o‘lchamli geologik modeli qurilgan. Yaratilgan mazkur model asosida gazga to‘yingan qatlamning kollektorlik xususiyatlari baholangan. Konning geologik va texnologik ko‘rsatgichlarini tahlil qilish orqali gazkondensat beraoluvchanligini oshirish uchun tavsiyalar ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar. geologik model, gazkondensat beraoluvchanlik koeffitsenti, petro-fizika, qatlam o‘tkazuvchanligi, lateral qatlam, strukturaviy xarita, vertikal o‘lcham.

Annotation. A three-dimensional geological model of the Chunagar gas-condensate field with small reserves was developed based on data obtained from geological and geophysical investigations. Using this model, the reservoir properties of the gas-saturated interval were evaluated. By analyzing the field’s geological and technological indicators, recommendations were developed to increase gas-condensate productivity.

Key words: geological model, gas-condensate immiscibility coefficient, petro-physics, layer permeability, lateral layer, structural map, vertical extent.

Аннотация. В данной статье построена трехмерная геологическая модель газоконденсатного месторождения чунагар с небольшими запасами на основе данных, полученных в результате геолого-геофизических исследований. На основе созданной модели были оценены коллекторные свойства газонасыщенного слоя. Разработаны рекомендации по повышению газоконденсатной способности месторождения путем анализа его геологических и технологических показателей.

Ключевые слова. геологическая модель, коэффициент пропускания газоконденсата, нефтефизика, проницаемость пласта, боковой слой, структурная карта, вертикальный размер.

Kirish.

Hozirgi kunda gaz va gazkondensat konlarini ishlatish samaradorligini oshirish, gaz zaxiralarini qazib olish sur'ati va hajmini ko'paytirish maqsadida geologik va texnologik omillarning salbiy ta'sirini kamaytirishga qaratilgan turli texnologiyalar qo'llanilmoqda. Biroq ushbu texnologiyalarni samarali qo'llash uchun konlarning geologik modellarni yaratish orqali amalga oshirish muhim vazifalardan biri bo'lib qolmoqda.

Bugungi kunga kelib, gaz-kondensat konlari qatlamlarining turli geologik-fizik sharoitlarida gaz va kondensat qazib olishning yakuniy koeffitsiyentlariga geologik va texnologik omillarning ta'sir darajasini o'rganish bo'yicha ko'plab nazariy, tajribaviy va amaliy tadqiqotlar o'tkazilgan.

Xorijiy mamlakatlarning gaz va gaz-kondensat konlari misolida bu masalalarni o'rganishga Z.S. Aliyev, V.V. Bondarenko, I.T. Mishchenko, V.M. Entov, Yu.P. Jeltov, I.T. Kondratyuk, A.P. Ermilov, R.I. Vaxirev, S.N. Zakirov, K.S. Basniv, V.F. Kanashuk, L.G. Korshukov, B.V. Terentyev, A.A. Shchipanov, V.P. Mitrofanov, A.X. Mirzajanzade, I.M. Ametov, S.G. Soldatova, R.F. Sharafutdinov, Yu.P. Vasilyev, V.G. Ilnitskaya, A.S. Gringarten, D. Bourdet va boshqa olimlarning ishlari bag'ishlangan.

O'zbekistondagi gaz va gaz-kondensat konlarini ishlab chiqishning turli masalalarini o'rganishga S.N.Nazarov, U.S.Nazarov, D.V.Lyugay, P.K.Azimov, E.K.Irmatov, A.X.Ag'zamov, O.G.Xayitov, A.U.Nazarov, N.N.Mahmudov, N.X.Ermatov, V.M.Shevtsov va boshqalarning ishlari bag'ishlangan [1,2].

Tadqiqot natijalariga ko'ra gaz va gaz-kondensat konlarini ishlab chiqishning hozirgi holati hamda ko'pchilik obyektlar bo'yicha erishilgan past gaz qazib olish koeffitsiyentlari nazariy ishlanmalarni yanada takomillashtirish zarurligini ko'rsatmoqda [4]. Shu sababli Petrel dasturi orqali konlarning 3D modelini qurish muhim ahamiyatga ega.

Materiallar. Cho'nag'ar koni Qashqadaryo viloyatining G'uzor shahri markazidan 20 km uzoqlikda joylashgan bo'lib, kon 2007-yilda ishga tushirilgan [3]. Kon Beshkent egilmasining Shimoliy-Sharqiy qismida joylashgan bo'lib, Buxoro-Xiva neftgazli hududga kiradi. Chunag'ar koni strukturasi 1996-1997-yillarda "Toshkentgeologiya" Hisor partiyasi tomonidan aniqlangan va seysmorazvedkasi tomonidan 1999-yilda tasdiqlangan. Kon murakkab tuzilishga, antiklinal skladka va svodda tektonik buzilishga ega. Izlov-qidiruv ishlari 2000-yilda №1-quduqni burg'ulash bilan boshlandi. 3490-3496 metrdagi oraliqdan 101,8 ming m^3/kun sanoat miqiyosidagi gaz olindi va shu bilan kon ishga tushdi. Konda 8 ta izlov-qidiruv quduqlari qazilgan bo'lib, bu quduqlarning hammasi tugatilgan. Shundan №2,3-sonli quduqlar qidiruvdagi o'z geologik vazifasini bajarganligi sababli, №4,5,7,8,9 - sonli quduqlar geologik sabablar bilan tugatilgan. Kon o'lchami quyidagicha: uzunligi - 6,8 km, eni - 3,3km, balandligi - 260m, konda

ISSN 3030-3907

gaz-suv chegarasi 2997m abs.otmetkada. Boshlang‘ich qatlam bosimi 344 kg/sm^2, qatlam harorati 113 ^{0}C, kondensatning gaz tarkibidagi boshlang‘ich potensiali 130,3g/m^3.

Konda mahsuldor qatlamni boshlang‘ich bosimi 344 kg/sm^2 bo‘lgan bo‘lsa 01.01.2023-yil holatida qatlam bosimi 67,9 kg/sm^2 ni tashkil qilib, kondagi ustki muvozonat bosimi 54.5 kg/sm^2 ni, ishchi bosimi 26 kg/sm^2, kondensatning gaz tarkibidagi joriy potensiali 34.76 g/m^3 ni tashkil etdi. Hozirgi kunda 2 ta ishlatish qudug‘idan bir kunda o‘rtacha 81ming.m^3- gaz, 3 tonna gazkondensati qazib olinmoqda. Quduqlar majmui haqida ma’lumot 1 –jadvalda keltirilgan.

1 –jadval.

Chunag‘ar konining quduqlar majmuasi

Jami quduqlar soni:	17 ta
1. Ishlaydigan quduqlar	2 ta (№1,21)
2. To‘la ta’mirlash kutgan va ta’mirlashda	1 ta (№17)
3. Tugatilishi kutilyotgan quduqlar	6 ta (№6,15,16,18,19,20)
4. Tugatilgan quduqlar	8 ta (№2,3,4,5,7,8,9,10)

Chunag‘ar koni bo‘yicha XV va XVa qatlamlarining 3D geologik modelini yaratish uchun quyidagi dastlabki ma’lumotlardan foydalanildi:

- 1-10-sonli quduqlarning koordinatalari va balandliklari (10 ta);
- burg‘ilangan quduqlar bo‘yicha og‘ish o‘lchovi ma’lumotlari;
- zaxiralarni hisoblash hisobotidan olingan XV gorizont tomining tuzilmaviy xaritasi;
- Chunag‘ar konidagi 10 ta quduq bo‘yicha JPEG formatidagi raqamlashtirilgan karotaj diagrammalari;
- 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10-sonli quduqlar bo‘yicha (Quduqlarning geologik tadqiqotlarini talqin qilish) RIGIS ma’lumotlari;
- 1, 2, 3, 6, 7, 8, 9, 10-raqamli planshetlar;
- Quduqlarni sinash natijalari;

“Uglevodorod zaxiralarini hisoblash” hisobotidan olingan matnli va grafik ma’lumotlar (Chunag‘ar, 2009-yil, O‘zbekgeofizika).

Tadqiqot usuli. Geologik to‘rni yaratishda ikki asosiy omil inobatga olindi: qatlamning geologik tuzilishi va konning burg‘ulangan darajasi [5].

Kattakchlarning gorizontal o‘lchami qo‘shni quduqlar orasida kamida 3 ta tugun bo‘lishini ta’minlaydigan tarzda belgilandi. To‘rning gorizontal qadami 50x50 metr etib tanlandi. 50x50 metrli to‘r RD talablariga to‘liq javob beradi va konning tuzilishini aniqroq tavsiflaydi. Qatlamning geologik tuzilishi, avvalo, yacheykalarning vertikal o‘lchamiga ta’sir ko‘rsatadi.

Tuzilmaviy modelni tuzish oldingi yillar ma’lumotlari bo‘yicha stratigrafik urib chiqarishlar asosida amalga oshirildi (asosan 2009 yilgi zaxiralarni hisoblash

ISSN 3030-3907

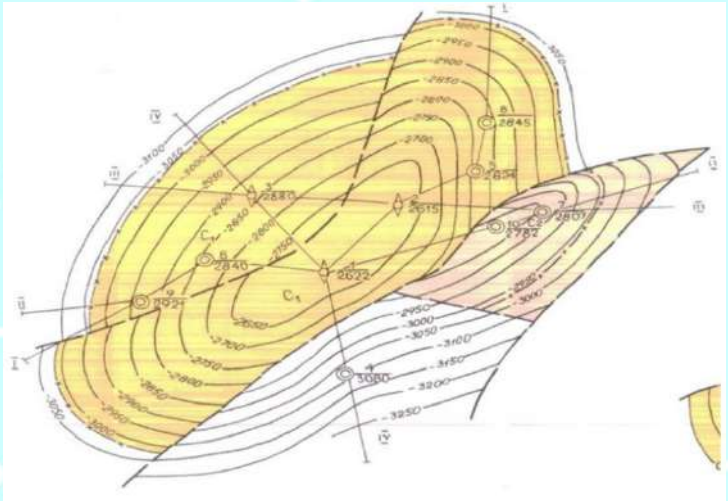
hisoboti). XV va XVa qatlamlarning dastlabki strukturaviy modeli ikkita gorizontni o‘z ichiga oladi. Dastlabki ma’lumotlarda XVa va XVI qatlamlarning yuqori qismlari bo‘yicha strukturaviy xaritalar mavjud bo‘lmagani sababli, tegishli xaritalar quduq chegaralanishlari asosida tuzildi. 3D geologik model uchun foydalanilgan mahsuldor qatlamlar kesishmalarining to‘liq jadvali quyida keltirilgan (2-jadval).

2-jadval

Strukturaviy modelni yaratish uchun foydalanilgan XV gorizontning quduqlar bo‘yicha qatlamning kesishish nuqtalari

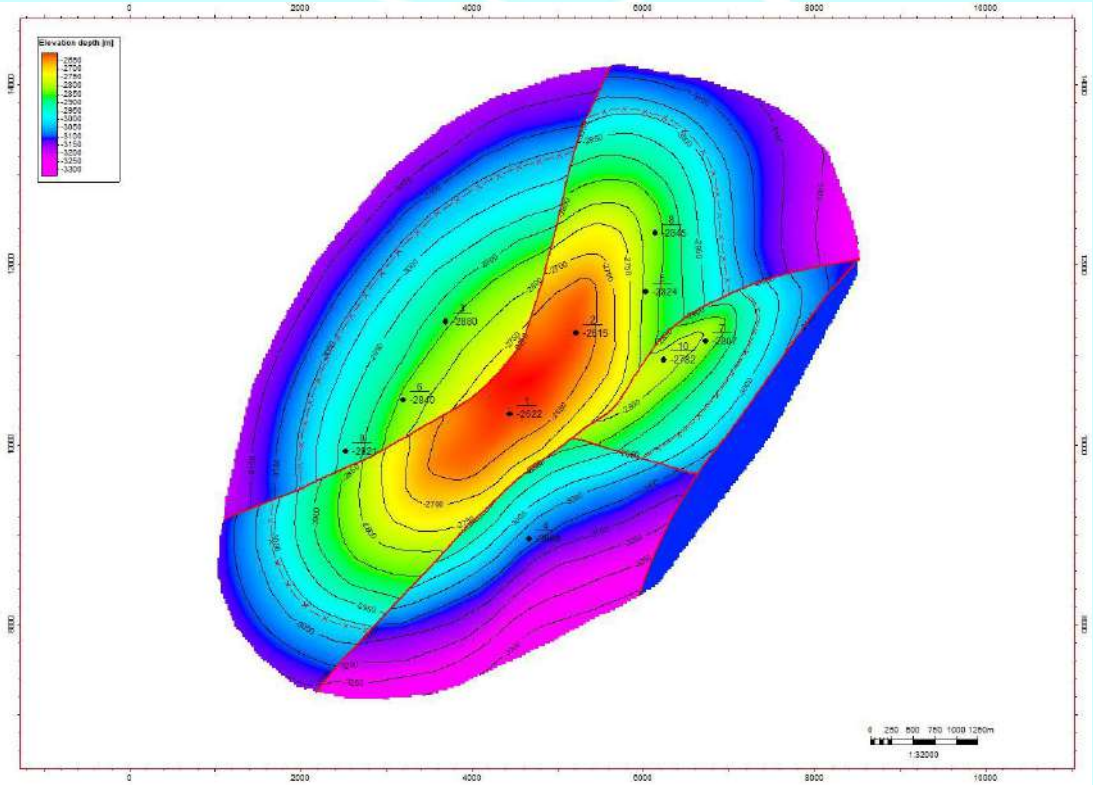
Quduq	Altiltuda m	Chuqurlik m	
		Quduq tanasi bo‘ylab	Mutlaq balandlik belgisi
1	541	3163/3300	-2622/-2759
2	514	3129	-2615
3	524	3394	-2870
5	524	3348	-2824
6	527	3366	-2839
7	515	3319	-2804
8	508	3353	-2845

Tuzilmaviy modelda jami 4 ta segment (blok) ajratilgan. Geologik modelni tuzish poligoni Cho‘nagar konidagi XV qatlamning tashqi gaz konturi bo‘yicha belgilangan. Petrofizik talqindan so‘ng, 3D fazoda xususiyatlarni yanada aniqroq taqsimlash maqsadida quduq kesimlari (Quduqlarning geologik tadqiqotlarini talqin qilish) RIGIS ma’lumotlariga ko‘ra tuzatildi. Gaz-suv kontakti holati 2009 yilgi zaxiralar hisobi asosida qabul qilingan (1-rasm). Konning strukturaviy modeli yakunlangach, geologik to‘r qurildi (2 -rasm). Qatlamlarning mutanosib kesilishi o‘rganilayotgan maydon doirasida XV va XVa gorizontlarining deyarli bir xil yotishi bilan belgilanadi.



1-rasm – XV-gorizont bo‘yicha tuzilgan strukturaviy xarita (2009 yil)

ISSN 3030-3907



2-rasm - Geologik model bo‘yicha XV gorizont qoplamasi bo‘yicha strukturaviy xarita

Cho‘nagar konidagi gaz-suv kontakti zaxiralarni hisoblash bo‘yicha 3-jadvaldagi hisobot qabul qilingan.

3-jadval

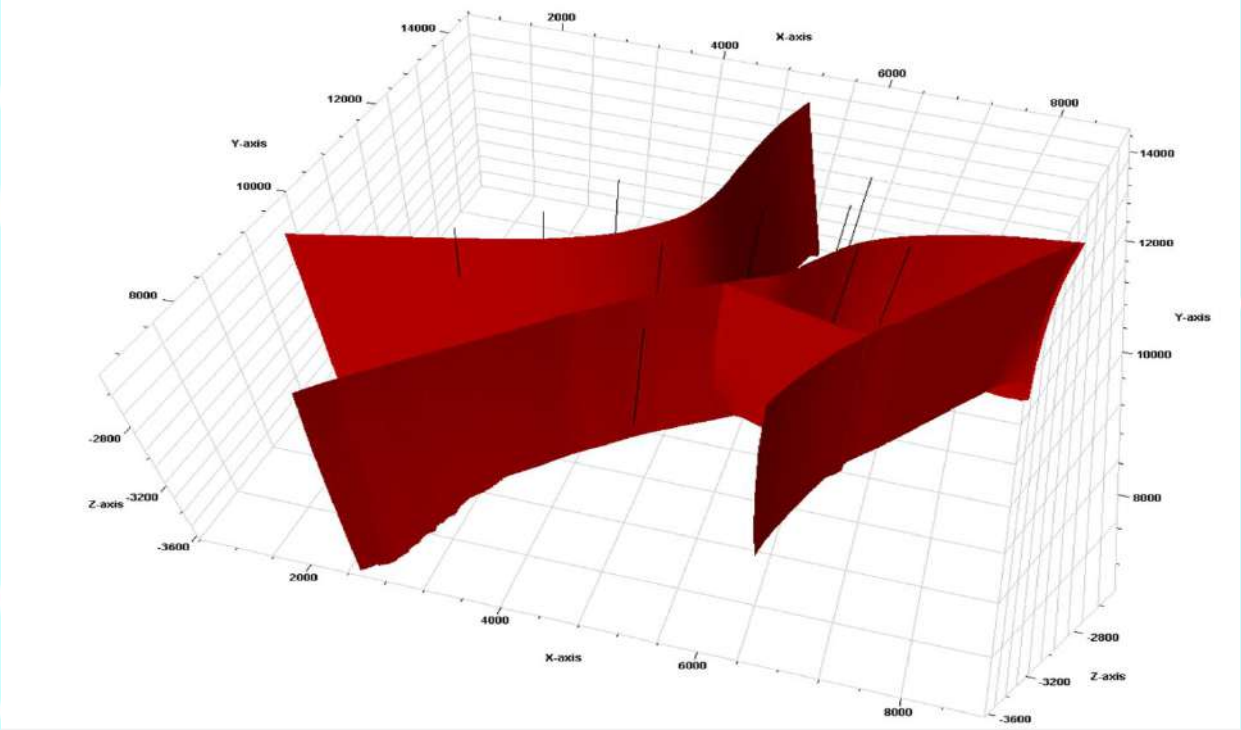
2023-yilgi qudūq tubi zonasining ma’lumotlariga ko‘ra suyuqlik kontakti qatlamining joylashuvi

Blok	Gaz-suv kontakti m.
Ostki surilma	-3040
Surilma	-3013
Janubiy blok	-2955

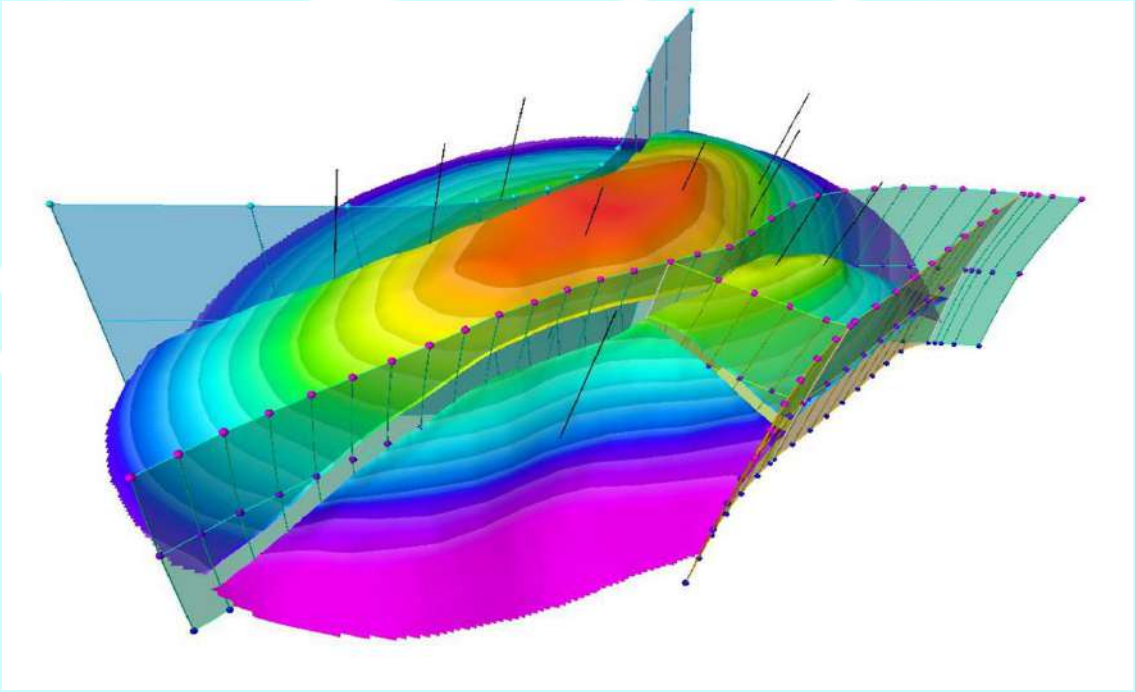
Natijalar. To‘rning vertikal bo‘linishini (Layering) tanlash qatlamlarning yotish konformligini tahlil qilish va quduqlarning geologik tadqiqotlarini talqin qilish ma’lumotlari bo‘yicha litologiya egri chizig‘ini qayta masshtablash (Upscaling) natijalariga asoslandi. Qatlamlarning konform yotishi tufayli vertikal to‘r mutanosib tanlandi. 3D to‘rning parametrlari (3-4- rasmlar).

Qatlamlarning vertikal o‘lchami ularning umumiy qalinligi, o‘tkazuvchan va o‘tkazmaydigan qatlamchalar qalinligining minimal qiymatlari asosida aniqlandi. Qatlamlarning konform yotishi sababli to‘rning vertikal bo‘linishi mutanosib ravishda tanlandi. Qatlamlar soni ma’lumotlarni geologik to‘rga optimal qayta masshtablash maqsadida belgilandi [6].

ISSN 3030-3907



3-rasm - Konning tektonik modelini tuzish



4-rasm - Konning strukturaviy karkasi

Shunday qilib, lateral bo‘yicha 50x50 metr va vertikal bo‘yicha o‘rtacha 0,5 metr o‘lchamdagi to‘r kon tuzilishining geologik xususiyatlarini zarur aniqlikda tasvirlash imkonini beradi, bunda model optimal yacheykalar soniga ega bo‘ladi.Stratigrafik qatlamlarning kesilishi mutanosibdir. XV va XV-a zonalar bo‘yicha modeldagi lateral qatlamning balandligi o‘rtacha 1,0 metrni tashkil etadi, bu GATning kvantlash qadami bilan yaxshi mos keladi va quduq ma’lumotlarini modelning 3D to‘ri kattakchlariga o‘tkazishda yuqori aniqlikni ta’minlaydi (4 - jadval).

ISSN 3030-3907

1.1-jadvalda

Quyidagi jadvalda 3D to‘rlarning parametrlari keltirilgan.

Parametrlar	Qiymati
Katakning gorizontal o‘lchami,	m 50 x 50
Vertikal bo‘yicha katak o‘lchami	Mutanosib
Vertikal bo‘yicha qatlamlar soni, nisbiy birlik	282
Kataklar umumiy soni, mln.	23,6
To‘r o‘lchami	299 x 282 x 280
Katakning o‘rtacha qalinligi, m	1,0

Xulosa va tavsiyalar. Yuqorida yaratilgan uch o‘lchamli geologik modeldan mahsuldor qatlam jinslari uchun quyidagi chegaraviy qiymatlar qabul qilindi:

✓ kollektorning yoriq-g‘ovakli turi uchun $3,0<K_{o‘tk}<6,0\%$;

✓ kollektorning g‘ovak-darzli turi uchun $K_{o‘tk} \geq 6,0\%$.

Gaz bilan to‘yinganlik koeffitsiyenti quyidagilarni tashkil etadi: yoriq-g‘ovakli kollektor turi uchun - 0,84 birlik, g‘ovak-yoriqli kollektor turi uchun - 0,81 birlik ekanligi aniqlandi.

Cho‘nagar gazkondensat konida kollektorning yoriq-g‘ovakli turida kislotali gidravlik yorish amalga oshirish bilan gazkondensat beraoluvchanlikni oshirish tavsiya etiladi.

ADABIYOTLAR

1. Агзамов А.Х., Эрматов Н.Х., Агзамов А.А., Мухаммадиев Х.М. Решение вопросов оптимизации работы нефтяных и газовых скважин при их исследовании и эксплуатации /Монография. Ташкент: Изд-во. «Lesson press», 2021. –138 с.

2. Petroleum Geology for Geoscientistsby. Prof. Ifeanacho Paul Orajaka Dr. Johnbosco Azubuike Onyeji Prof. Nuhu Obaje. Printed in the United States of America, 2015.

3. Коррективы проекта разработки газоконденсатного месторождения Чунагар /В.М.Шевцов, Я.Е.Журавлев, А.О.Закиров и др. –Ташкент: АО «УзЛИТИнефтгаз», 2011. –190 с.

4. Эрматов, Н. Х., Мухаммадиев, Х. М., Ашуров, М. Х., & Авлакулов, А. М. (2021). Уплотнения плотности сетки скважин на нефтегазовом месторождении Шуртепа. Инновацион технологиялар, (1 (41)), 18-22

5. Моделирование разработки газовых месторождений с учетом релаксации горных пород// Кулиев А.М., Гаджиев М.А., Зейналов Н.Г. и др.//Научно-педагогические вести Университета Одлар Юрду. –Баку, 1999. –№2. –С.20-27.

ISSN 3030-3907

6. Murodillayevich, M. H., Burxonov, C. B., & Otamurodova, O. S. P. (2025). KO‘P QATLAMLI TABIIY GAZ KONLARI GURUHINI OQILONA ISHLATISH VARIANTLARINI ASOSLASH. *AMERICAN JOURNAL OF MULTIDISCIPLINARY BULLETIN*, *3*(6), 382-389.

ISSN 3030-3907

ZAMONAVIY KIMYO DARSLARIDA INOVATSION TA’LIM TEXNOLOGIYALARI

Sodiqov Behzod Baxriddin o‘g‘li
Buxoro davlat pedagogika instituti “Tabiiy fanlar” kafedrasi o‘qituvchisi
E-mal: behzodsodiqov5@gmail.com
Tel: +99890-234-67-67

Anotatsiya: Ushbu maqolada kimyo fanini o‘qitishda innovatsion ta’lim (o‘qitish) texnologiyalarini qo‘llashning nazariy asoslari va amaliy yo‘nalishlari tizimli ravishda tahlil qilinadi. Kimyo darslarini zamonaviy texnologiyalar asosida tashkil etish, o‘quvchilarning mustaqil va ijodiy fikrlash qobiliyatini rivojlantirish, fanlararo integratsiya hamda raqamli vositalardan foydalanishning pedagogik va metodik afzalliklari yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Innovatsion ta’lim texnologiyalari, kimyo darslari, interfaol metodlar, AKT, STEAM yondashuvi, loyiha asosida o‘qitish, muammoli ta’lim, fanlararo integratsiya, kreativ fikrlash, pedagogik kompetensiya.

Аннотация: В статье системно анализируются теоретические основы и практические направления использования инновационных образовательных (обучающих) технологий в обучении химии. Отмечены педагогические и методические преимущества организации уроков химии на основе современных технологий, развития навыков самостоятельного и творческого мышления учащихся, межпредметной интеграции и использования цифровых инструментов.

Ключевые слова: Инновационные образовательные технологии, уроки химии, интерактивные методы, ИКТ, STEAM-подход, проектное обучение, проблемное обучение, межпредметная интеграция, творческое мышление, педагогическая компетентность.

Abstract: This article systematically analyzes the theoretical foundations and practical directions of using innovative educational (teaching) technologies in teaching chemistry. The pedagogical and methodological advantages of organizing chemistry lessons based on modern technologies, developing students' independent and creative thinking skills, interdisciplinary integration, and the use of digital tools are highlighted.

Keywords: Innovative educational technologies, chemistry lessons, interactive methods, ICT, STEAM approach, project-based learning, problem-based learning, interdisciplinary integration, creative thinking, pedagogical competence.

Kirish:

Bugungi globallashuv va raqamli transformatsiya davrida ta’lim tizimi jamiyat taraqqiyotining eng muhim omillaridan biriga aylandi. Ilm-fan va texnologiyalarning jadal rivojlanishi, yangi axborot-kommunikatsiya

ISSN 3030-3907

vositalarining paydo bo‘lishi o‘qitish jarayonini yangicha yondashuvlar asosida tashkil etishni taqozo etmoqda. Ayniqsa, tabiiy fanlar, xususan **kimyo** ta’limi sohasida innovatsion texnologiyalarni joriy etish o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, tajriba o‘tkazish, tahlil qilish va ilmiy xulosa chiqarish ko‘nikmalarini shakllantirishda muhim ahamiyat kasb etadi[2;4-17-b].

Kimyo fani nazariy bilim bilan amaliy faoliyatning uzviy birligini ta’minlaydigan, tajribaviy yo‘nalishdagi o‘quv fanlaridan biridir. Shu bois, dars jarayonida o‘quvchini faollikka, izlanishga va fikrlashga undovchi **innovatsion ta’lim texnologiyalari**dan foydalanish ta’lim samaradorligini oshirishning eng muhim omilidir. Zamonaviy darslar o‘quvchini tayyor bilim oluvchi emas, balki faol ishtirokchi va tadqiqotchi sifatida shakllantirishi lozim[1;2-4-b].

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining ta’lim tizimini raqamlashtirish, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, o‘qituvchilarning malakasini oshirishga qaratilgan qaror va dasturlari kimyo fanini o‘qitishda innovatsion yondashuvlarni tatbiq etish uchun keng imkoniyat yaratmoqda. Shu nuqtayi nazardan, kimyo darslarida loyiha asosida o‘qitish, muammoli yondashuv, STEAM integratsiyasi va axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini qo‘llash nafaqat o‘quvchilarning bilimini chuqurlashtiradi, balki ularni ijodiy fikrlovchi, ilmiy asosda qaror qabul qiluvchi shaxs sifatida tarbiyalaydi.

ASOSIY QISM:

I. Innovatsion ta’lim texnologiyalarining mohiyati.

Innovatsion ta’lim texnologiyalari — bu ta’lim jarayonini yangi sifat bosqichiga olib chiqadigan, o‘quvchi shaxsining faol, mustaqil va ijodiy ishtirokiga asoslangan metod va yondashuvlardir. Kimyo ta’limida innovatsiyalar nafaqat o‘qitish shaklini, balki o‘quv faoliyatining mazmunini, nazorat va baholash tizimini ham o‘zgartiradi. Bu yondashuvlar o‘quvchilarda ilmiy-tadqiqot faoliyatiga qiziqishni kuchaytiradi, amaliy tajribaga tayanishni ta’minlaydi hamda o‘qitishning shaxsga yo‘naltirilgan modelini yaratadi[3; 1-3-b].

II. Kimyo darslarida qo‘llaniladigan asosiy innovatsion texnologiyalar.

- **Loyiha asosida o‘qitish texnologiyasi (Project-Based Learning)**

O‘quvchilar kimyoviy muammolarni yechishga yo‘naltirilgan real loyihalarni ishlab chiqadilar. Masalan, chiqindi gazlardan foydali mahsulot olish, bioadsorbent sintezi yoki ekologik toza o‘g‘itlar tayyorlash loyihalari. Bu texnologiya o‘quvchilarda ilmiy-tadqiqot ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

- **Muammoli o‘qitish texnologiyasi (Problem-Based Learning)**

O‘qituvchi o‘quvchilar oldiga ilmiy muammo qo‘yadi: “Nega ayrim reaksiyalar issiqlik ajratadi, boshqalari esa yutadi?” Shundan so‘ng o‘quvchilar mustaqil tahlil, tajriba va muhokama orqali javob topadilar[4;2-b].

ISSN 3030-3907

«Quruq muzning hiylasi»



Yoz kunlarining birida o‘quvchilardan biri muzqaymoq olish maqsadida do‘konga yaqinlashganda sotuvchi ayol muzqaymoqlarning ustiga muz bo‘lakchalarini tashlayotganini ko‘rdi. Biroz sabr qil bolakay. muzqaymoqlarga **„quruq muz“** ni joylashtirib olay, – dedi sotuvchi.

Nima dedingiz? Muz quruq bo‘lishi mumkinmi? Biz kimyodan suv 0°C da yaxlab, muz hosil qilishini o‘qiganmiz. Lekin muz **„quruq“** va **„qaynoq“** bo‘lishi mumkin emas, – deb sotuvchiga qat’iy e’tirozini bildirdi u. Ishonmasang mana ushlab ko‘rib, uning „quruq“ va „qaynoq“emasligini sinab ko‘rchi, – deb sotuvchi yong‘oqdek bir bo‘lak muzni o‘quvchining qo‘liga tutdi.O‘quvchi „muz“ni qo‘liga olishi bilan qo‘li kuyib, uni u qo‘lidan bu qo‘liga ola boshladi va tushirib yubordi. „Muz“ tezda hech qanday namlik qoldirmasdan erib, bug‘lanib ketdi. Kimyo va fizika fanlarini yaxshi bilgan bolakay, endi „quruq muz“ borligiga ishonch hosil qildingmi? – dedi sotuvchi kulib.

Topshiriq: Bu hodisani ko‘rib ajablangan o‘quvchi uyalib nima deyishini bilmay qoldi. Do‘stingizga yordam bering. “Quruq muz” qanday modda? Haqiqatan „qaynoq muz“ bo‘lishi mumkinmi?

Yechimi: Karbonat angidrid gazi 60–70 atm bosimi ostida –8°C gacha sovutilganda qorga o‘xshash rangsiz muzga aylanadi. Buning oddiy muzdan farqi shundaki, u eriganda suvga aylanmasdan bug‘ga aylanadi va u tegib turgan narsa ho‘l bo‘lmaydi.Uning „quruq muz“ deb atalishiga sabab ana shunda[11;35-40-b].

Axborot-kommunikatsiya texnologiyalari (AKT)

Kompyuter simulyatorlari, virtual laboratoriyalar (PhET, ChemCollective), elektron test tizimlari, multimedia taqdimotlari, laboratoriya natijalarini onlayn qayd etish – bularning barchasi o‘quv jarayonini raqamlashtirishning asosiy vositalaridir[5;1-2-b].

STEAM yondashuvi

Kimyo, texnologiya, muhandislik, san’at va matematika fanlarini integratsiya qiluvchi yondashuvdir. Masalan, o‘quvchilar “Polimer materiallardan energiya tejovchi qoplamalar yaratish” mavzusida tadqiqot olib borishlari mumkin. Bu yondashuv o‘quvchilarni ilmiy-tadqiqot va muhandislik tafakkuriga tayyorlaydi[6;2-4-b].

Interfaol metodlar va kreativ o‘qitish

“Aqliy hujum”, “Blits-so‘rov”, “Insert”, “Klaster”, “Debat” kabi usullar darsda faollikni oshiradi, fikrlashni tezlashtiradi va o‘z fikrini himoya qilish madaniyatini shakllantiradi[7;2-3-b].

ISSN 3030-3907

III. Innovatsion texnologiyalarning afzalliklari.

Kimyo darslarida innovatsion texnologiyalarni qo‘llash quyidagi natijalarga olib keladi:

- O‘quvchilarning kimyoviy tafakkuri va ilmiy dunyoqarashi rivojlanadi;
- Nazariy bilimlar amaliyot bilan mustahkam bog‘lanadi;
- Fanlararo integratsiya kuchayadi;
- O‘quvchilarda ekologik va texnologik madaniyat shakllanadi;
- Dars jarayonining samaradorligi va motivatsiya darajasi ortadi.

IV. O‘qituvchining roli va kasbiy kompetensiyalari.

Innovatsion ta’lim texnologiyalarini muvaffaqiyatli joriy etish bevosita o‘qituvchining kasbiy mahorati va pedagogik kompetensiyasiga bog‘liq. O‘qituvchi:

- o‘quvchilarning faol ishtirokini ta’minlovchi metodlarni tanlay olishi;
- AKT vositalaridan samarali foydalana olishi;
- muammoli vaziyatlarni yaratish va tahlil qilishni boshqarishi;
- o‘quv jarayonini natijadorlikka yo‘naltirishi;
- refleksiya va baholashning zamonaviy shakllarini qo‘llay olishi zarur[11;150-180-b].

XULOSA:

Kimyo fanini o‘qitishda innovatsion ta’lim texnologiyalarini joriy etish — bu o‘quv jarayonining mazmunini yangilash, o‘quvchilarni faol, mustaqil va ijodiy shaxs sifatida shakllantirishga xizmat qiluvchi samarali yo‘nalishdir. Loyiha asosida o‘qitish, STEAM integratsiyasi, AKT vositalari, interfaol va muammoli yondashuvlar kimyo ta’limining sifatini oshiradi. Shu bilan birga, bunday texnologiyalar o‘qituvchidan yuqori darajadagi pedagogik mahorat, ijodkorlik va ilmiy tahlil qobiliyatini talab etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. B.B.Sodiqov Kimyo fanini o‘qitishda kreativ va integrativ yondashuvning ahamiyati - Talim, fan va inovatsiya manaviy-marifiy, ilmiy-uslubiy…, 2024
2. B.B.Sodiqov, D.M.Murodov. Kimyo fanini o‘qitishda kreativ va integrativ yondashuv. Monografiya- Buxoro,“Sharq” nashriyoti, 2024
3. B.B.Sodiqov, KIMYO O‘QITISH JARAYONIDA MUAMMOLI O ‘QITISH TEXNOLOGIYASINING SAMARASI. Modern Science and Research, 2025
4. Б.Б..Содиков, KIMYO O‘QITISHDA KREATIV PEDAGOGIK YONDASHUVLARNING TALABALAR MOTIVATSIYASI VA MUVAFFAQIYATIGA TA’SIRI, Interpretation and researches, 2025
5. M.Y.Ergashov, B.B.Sodiqov ZAMONAVIY KIMYO FANI O‘QITUVCHILARINI SHAKLLANTIRISH USULLARI. Inter education & global study, 2025

ISSN 3030-3907

6. Behzod Sodiqov, PISA XALQARO BAHOLASH DASTURI. KIMYODA QIZIQARLI TAJRIBALAR HAMDA PISA TOPSHIRIQLARI BILAN ISHLASH. Interpretation and researches, 2024/6/5
7. Sodiqov Behzod Baxriddin o'g'li. //Kimyo o'qitish metodikasi fanini o'qitishda PISAdan foydalanish va PISA xalqaro dasturi orqali baholash// Pedagogik mahorat, 2024/5
8. B Sodiqov KIMYODA MUAMMOLI VAZIYAT YARATIB DARS O‘TISH TEXNIKASI- Buxoro davlat pedagogika instituti jurnali, 2024
9. BB Sobirov, Madina Mamatova, M Sh Ahadov, Behzod Sodiqov.: KREATIVLIK PEDAGOGIK FAOLIYATNI RIVOJLANTIRISHNING ASOSIY OMILI SIFATIDA/ Theoretical aspects in the formation of pedagogical sciences, 2022/12/7, 74-77-B
10. B.B. Sodiqov- KREATIVLIKKA ASOSLANGAN KIMYO TA'LIMIDA INTEGRATIV YONDASHUVNING AHAMIYATI- devos.uz
11. M.Sh. Ahadov, B.B. Sodiqov, M.A.Tog‘ayeva //Kimyo o‘qitish metodikasi//. Darslik. – T.: “Dimal” nashriyoti, 2025-y. – 208 b.

ISSN 3030-3907

BIOPOLIMERLAR TEXNOLOGIYASINING AMALIY ASOSLARI

Rasulova Yulduz Zikrulloyevna
Buxoro davlat tibbiyot instituti Tibbiy va biologik kimyo kafedrasi assistenti
E-mail: rasulova.yulduz@bsmi.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada biopolimerlarning, xususan xitozan asosidagi biopolimer tizimlarning amaliy texnologik asoslari, ishlab chiqarish jarayonlari, qo‘llanish yo‘nalishlari va ularning ekologik hamda iqtisodiy afzalliklari tahlil qilinadi. Sun’iy statistik ma’lumotlar asosida biopolimerlarning sanoat, tibbiyot va qishloq xo‘jaligidagi o‘rni grafik ko‘rinishda keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Biopolimer, xitozan, deatsetillash, karboksimetil xitozan, antimikrob himoya, biotexnologik fermentatsiya.

Аннотация. В статье рассматриваются практические технологические основы биополимеров, в частности систем на основе хитозана. Рассматриваются этапы производства, области применения и экологические преимущества. На основе искусственных статистических данных показаны графики, отражающие роль биополимеров в промышленности, медицине и сельском хозяйстве.

Ключевые слова: Биополимер, хитозан, деацетилирование, карбоксиметилхитозан, антимикробная защита, биотехнологическая ферментация.

Abstract. This article discusses the practical technological foundations of biopolymers, particularly chitosan-based systems. It highlights production stages, applications, and ecological advantages. Based on artificial statistical data, graphs show the role of biopolymers in industry, medicine, and agriculture.

Keywords: Biopolymer, chitosan, deacetylation, carboxymethyl chitosan, antimicrobial protection, biotechnological fermentation.

Kirish.

Biopolimerlar biologik manbalardan olinadigan, ekologik xavfsiz, parchalanadigan materiallar bo‘lib, ularning ahamiyati global miqyosda ortib bormoqda. Ayniqsa xitozan asosidagi biopolimerlar tibbiyot, oziq-ovqat, farmatsevtika va qishloq xo‘jaligida keng qo‘llanilmoqda. Biopolimer texnologiyasining amaliy asoslarini o‘rganish, ishlab chiqarish jarayonini optimallashtirish va chiqindilarsiz “yashil iqtisodiyot” konsepsiyasini qo‘llash bugungi kunning dolzarb masalasidir.

Asosiy qism

Biopolimer texnologiyasi ko‘p bosqichli jarayon bo‘lib, u xomashyo tayyorlash, biopolimer ajratib olish, tozalash, quritish va modifikatsiya qilishdan iborat. Xitozan olish jarayoni odatda deasetilatsiya reaktsiyasiga asoslanadi, bunda xitin ishqoriy muhitda (NaOH eritmasida) qayta ishlanadi. Natijada yuqori

ISSN 3030-3907

molekulyar og‘irlikdagi biopolimer olinadi. Bu material yuqori bioturg‘unlikka, antimikrob xususiyatlarga ega.

Biopolimerlardan tayyorlangan kompozitlar tibbiyotda yara bitishini tezlashtiruvchi materiallar, farmatsevtikada dori tashuvchi vositalar, qishloq xo‘jaligida o‘g‘it qoplovchi plyonkalar sifatida ishlatiladi. Shuningdek, ular suvni tozalashda adsorbent, oziq-ovqat sanoatida qadoqlovchi biomaterial sifatida qo‘llaniladi.

Biopolimerlarning sanoat miqyosida rivojlanishi

2020–2025-yillar oralig‘ida biopolimerlar bozori yillik o‘sish sur’ati 16–18 % atrofida bo‘lib, 2025-yilga borib 30 milliard AQSh dollariga yetishi prognoz qilinmoqda. Eng ko‘p ishlab chiqarilayotgan turlari:

Polilaktid (PLA) — 42 %

Xitozan — 22 %

Biopolietilen — 14 %

PHA va alginatlar — 8 %

Boshqa biopolimerlar — 14 %

Bu ma’lumotlardan foydalanib, **diagramma yoki grafik** yaratish mumkin (masalan, “Biopolimer turlari ulushi, % ko‘rinishida”).

Xitozanning texnologik xususiyatlari

Xitozan — deatsetillangan xitin shakli bo‘lib, o‘rtacha molekulyar massasi 150–300 kDa, deatsetillanish darajasi 75–90 % oralig‘ida bo‘ladi. Uning **fizik-kimyoviy xususiyatlari** quyidagicha:

Ko‘rsatkich	**Qiymat**	**Izoh**
pH eruvchanligi	5.5–6.5	Faqat kislotali muhitda eriydi
Zaryad holati	Kation	Uning asosiy afzalligi – manfiy zaryadli hujayra devorlariga birikadi
Termostabillik	200–250 °C	Issiqlikka nisbatan barqaror
Biologik parchalanish	90 % (30 kunda)	Ekotizim uchun xavfsiz

Xitozan asosidagi biokompozitlar

Xitozan boshqa tabiiy yoki sintetik polimerlar bilan kombinatsiyalanganda yangi **biokompozit materiallar** hosil qiladi.

Masalan:

Xitozan–gelatin kompoziti: yara bitishini 30 % tezlashtiradi.

Xitozan–nanokumush: antibakterial ta’siri yuqori (E. coli va S. aureusga qarshi).

Xitozan–alginat gidrogeli: kuyish joylarida hujayra regeneratsiyasini kuchaytiradi.

KMX (karboksimetil xitozan): suvda eruvchan, farmatsevtika va kosmetologiyada qo‘llanadi.

ISSN 3030-3907

Tibbiyotdagi qo‘llanilishi

Qo‘llanish sohasi	Maqsad	Natija
Kuyish jarohatlari	Yarani yopish, infeksiyani to‘sish	Epitelizatsiya 2 baravar tezlashadi
Jarrohlikda	Bioresorblanadigan tikuv materiali	To‘liq so‘riladi, allergiya chaqirmaydi
Dori tashuvchi tizimlar	Nazoratli ajralish mexanizmi	Dori samaradorligi 40 % oshadi
Tish protezlari	Antimikrob himoya	Tish go‘shtining yallig‘lanishini kamaytiradi

Yashil texnologiyalar bilan uyg‘unligi

Xitozan ishlab chiqarish jarayonida **biotexnologik fermentatsiya** yo‘li bilan chiqindisiz texnologiyalar joriy etilmoqda.

Masalan:

1 kg xitin chiqindisidan 0,6 kg sof xitozan olinadi.

Jarayonda ishlatiladigan atsetik kislota qayta regeneratsiyalanadi.

Chiqindilar 100 % biologik parchalanadi — bu “**yashil iqtisodiyot**” tamoyillariga mos keladi.

Eksperimental ma’lumotlar

Namunalar	Molekulyar massa (kDa)	Deatsetillanish darajasi (%)	Antibakterial samaradorlik (%)
Xitozan A (biokompozit)	200	85	92
Xitozan B (oddiy)	175	78	74

Bu jadvaldan **grafik** yaratish mumkin: “Xitozan deatsetillanish darajasi va antibakterial faollik o‘rtasidagi bog‘liqlik”.

Biopolimerlar istiqbollari

2025–2030-yillarda O‘zbekiston, Xitoy va Janubiy Koreyada biopolimerlar ishlab chiqarish hajmi 2 baravar oshishi kutilmoqda.

Yangi texnologiyalar:

Enzimatik deatsetillanish

Nanoskopik modifikatsiya

Bioreaktor asosida fermentatsion ishlab chiqarish

Xulosa

Biopolimerlar texnologiyasining amaliy asoslarini chuqur o‘rganish ekologik barqarorlik, resurslardan oqilona foydalanish va chiqindilarni kamaytirishga xizmat qiladi. Xitozan va boshqa tabiiy polimerlar asosida

ISSN 3030-3907

yaratilgan innovatsion materiallar kelajakda polimer sanoatining muhim segmentiga aylanishi kutilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Kaur S., Dhillon G. K. Chitosan-based biomaterials for sustainable applications. Journal of Polymer Research, 2023.
2. Zargar V. et al. Recent advances in chitosan-based materials. Carbohydrate Polymers, 2022.
3. Kumar M. et al. Advances in biopolymer technology: A review. International Journal of Biological Macromolecules, 2024.
4. Ahmed S. et al. Biopolymer composites for green technologies. Green Chemistry Letters and Reviews, 2023.
5. Liu Y., Zhang W. Chitosan and its derivatives for biomedical applications. Biomaterials Science, 2024.
6. Wang X., Li J. Industrial production of chitosan composites. Journal of Cleaner Production, 2023.
7. Patel R. Bio-based polymers: technological innovations. Materials Today, 2023.
8. Xu L. et al. Environmental impact of chitosan extraction. Sustainable Materials and Technologies, 2024.
9. Kim J. Application of chitosan in biomedicine. Advanced Drug Delivery Reviews, 2023.
10. Lopez D. Chitosan-based biocomposites in food packaging. Food Chemistry, 2022.
11. Mahapatra A. Recent progress in chitosan modification. Polymer Degradation and Stability, 2023.
12. Singh P., Sharma A. Bioactive chitosan derivatives: synthesis and applications. Molecules, 2024.
13. Zhao Y. Industrial-scale production of biodegradable polymers. Chemical Engineering Journal, 2025.
14. Nurutdinova F. Methods of Using Innovative Technologies in Biopolymer Research. CRJP, 2024.
15. Saidov O. Bioorganic Chemistry and Biopolymer Synthesis. Buxoro State Medical Institute, 2023.

ISSN 3030-3907

DEVELOPMENT OF A DISCRETE MODEL FOR MASS TRANSFER PROCESSES IN DISTILLATION UNITS USING MODEL PREDICTIVE CONTROL

Muhitdinov Djalolitdin Pahritdinovich
Tashkent State Technical University Doctor of Technical Sciences, Professor,
Sultanov Ildar Rafkatovich
Andijan State Technical Institute Senior Lecturer,

Abstract. This paper addresses the optimization of dynamic mass transfer processes in distillation units under a multi-input multi-output (MIMO) control framework. A Model Predictive Control (MPC) strategy is proposed to improve control accuracy, robustness, and energy efficiency compared to classical PID regulators. The discrete model of the distillation process is formulated in state-space representation and tested in numerical simulations. The results demonstrate that MPC provides superior tracking performance, reduced energy consumption, and improved disturbance rejection. A comparative study between PID and MPC shows that predictive control is especially effective in highly coupled nonlinear systems with operational constraints.

Keywords: mass transfer, distillation, predictive control, MPC, MIMO system, optimization, robustness.

Annotatsiya. Ushbu hujjat distillash birliklarida dinamik massa uzatish jarayonlarini optimallashtirishga qaratilgan ko'p kirish ko'p chiqish (MIMO) boshqaruv doirasi. Klassik PID regulyatorlariga nisbatan boshqaruvning aniqligi, mustahkamligi va energiya samaradorligini oshirish uchun namunaviy bashoratli boshqaruv (MPC) strategiyasi taklif etiladi. Distillash jarayonining diskret modeli davlat-kosmik vakillikda shakllantirilgan va raqamli simulyatsiyalarda sinovdan o'tgan. Natijalar shuni ko'rsatadiki, MPC yuqori kuzatuv ko'rsatkichlarini, energiya sarfini kamaytirishni va bezovtalikni rad etishni yaxshilaydi. PID va MPC o'rtasidagi qiyosiy tadqiqotlar shuni ko'rsatadiki, bashoratli nazorat ayniqsa operatsion cheklovlar bilan yuqori darajada bog'langan chiziqli bo'lmagan tizimlarda samarali bo'ladi.

Kalit so'zlar: ommaviy uzatish, distillash, bashoratli nazorat, MPC, MIMO tizimi, optimallashtirish, mustahkamlik.

Аннотация. В данной статье рассматривается оптимизация динамических процессов массообмена в дистилляционных установках в рамках системы управления с несколькими входами и несколькими выходами (MIMO). Предложена стратегия модельного прогнозирующего управления (MPC), позволяющая повысить точность управления, надежность и энергоэффективность по сравнению с классическими ПИД-регуляторами. Дискретная модель процесса дистилляции сформулирована в виде

ISSN 3030-3907

представления в пространстве состояний и протестирована с помощью численного моделирования. Результаты показывают, что MPC обеспечивает превосходную производительность отслеживания, снижает энергопотребление и улучшает подавление помех. Сравнительное исследование PID и MPC показывает, что прогнозирующее управление особенно эффективно в нелинейных системах с высокой степенью связи и эксплуатационными ограничениями.

Ключевые слова: массообмен, дистилляция, прогнозирующее управление, MPC, система MIMO, оптимизация, надежность.

1. Introduction

The automation of mass transfer processes such as distillation is a key challenge in chemical engineering. Industrial distillation columns are characterized by strong coupling among process variables, nonlinear dynamics, and operational constraints. Classical PID controllers often fail to achieve satisfactory performance under such conditions, especially in MIMO systems.

In contrast, Model Predictive Control (MPC) has gained wide adoption in recent decades due to its ability to handle constraints, predict future trajectories, and optimize control inputs. Several studies highlight the advantages of MPC for complex chemical processes. This study focuses on developing a discrete model for mass transfer processes in distillation columns and applying MPC for performance improvement.

2. Methods and Materials

2.1 Process Modeling The dynamic behavior of a distillation column is represented using state-space equations:

$$x_{(k+1)} = A\,x_k + B\,u_k$$
$$y_k = C\,x_k + D\,u_k \quad (1)$$

where x_k – vector of state variables, u_k – control inputs, y_k – output variables.

2.2 Control Strategy

The MPC optimization problem is formulated as:

$$\min_u \sum_{i=1}^{N_p} (y_{k+i} - y_{ref})^T Q (y_{k+i} - y_{ref}) + \sum_{i=0}^{N_c-1} \Delta u_{k+i}^T R \Delta u_{k+i} \quad (2)$$

Objective Function

Here,

- Δu_{k+i}— change in control action between steps,
- R — weighting matrix penalizing rapid changes in control inputs.

This penalty enforces smooth control actions, preventing aggressive or oscillatory inputs.

ISSN 3030-3907

This is the cost function that MPC minimizes at each control step. It consists of two terms:

- Tracking error:

$$(y_{k+i} - y_{ref})^T Q (y_{k+i} - y_{ref}) \quad (3)$$

Here,

- y_{k+i} — predicted system output at step k+i,
- y_{ref} — reference value (setpoint),
- Q — weighting matrix that defines the importance of minimizing the error.

The larger the deviation from the setpoint, the higher the penalty.

Prediction and Control Horizons

- Np— prediction horizon: number of future steps over which MPC predicts process behavior.
- Nc— control horizon: number of steps over which MPC actually optimizes the control inputs (usually Nc<Np).

Constraints Considered in MPC

MPC explicitly incorporates physical and technological constraints:

- State constraints:

$$x_{min} \leq x_{k+i} \leq x_{max} \quad (4)$$

Example: column temperature cannot exceed a certain operating range.

- Input constraints:

$$u_{min} \leq u_{k+i} \leq u_{max} \quad (5)$$

Example: a valve cannot open more than 100%.

- Input rate constraints:

$$\Delta u_{min} \leq \Delta u_{k+i} \leq \Delta u_{max} \quad (6)$$

Example: the cooling water flow cannot be changed too abruptly.

Operating Principle (Receding Horizon)

- At each control step k, an optimization problem is solved.
- This yields an optimal sequence of control actions:

$$\{u_k^*, u_{k+1}^*, \ldots, u_{k+N_c-1}^*\} \quad (7)$$

- In practice, only the first control move u_k^* is applied.
- At the next step, the horizon shifts forward with updated measurements — this is known as the receding horizon principle.

ISSN 3030-3907

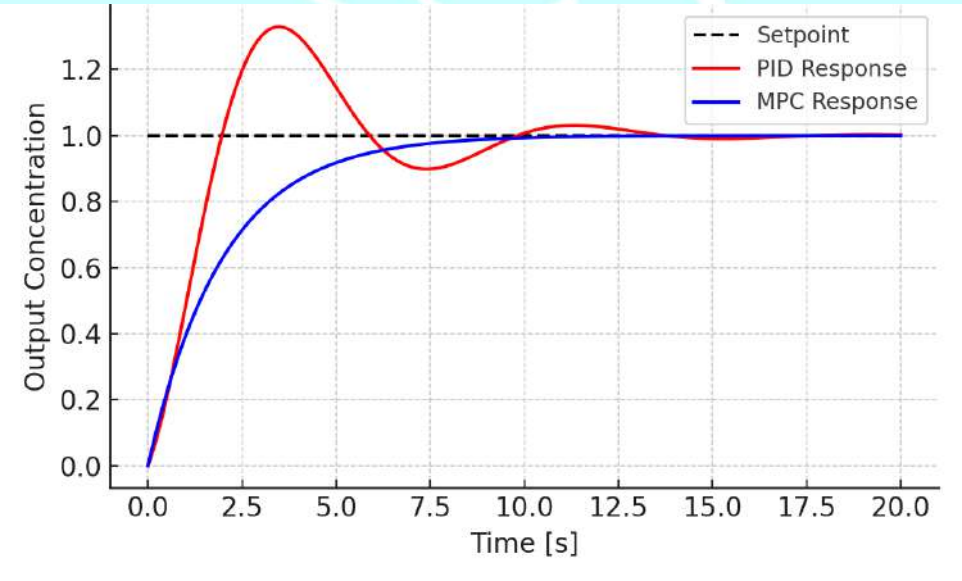


Figure 1. System Output under Step Disturbance

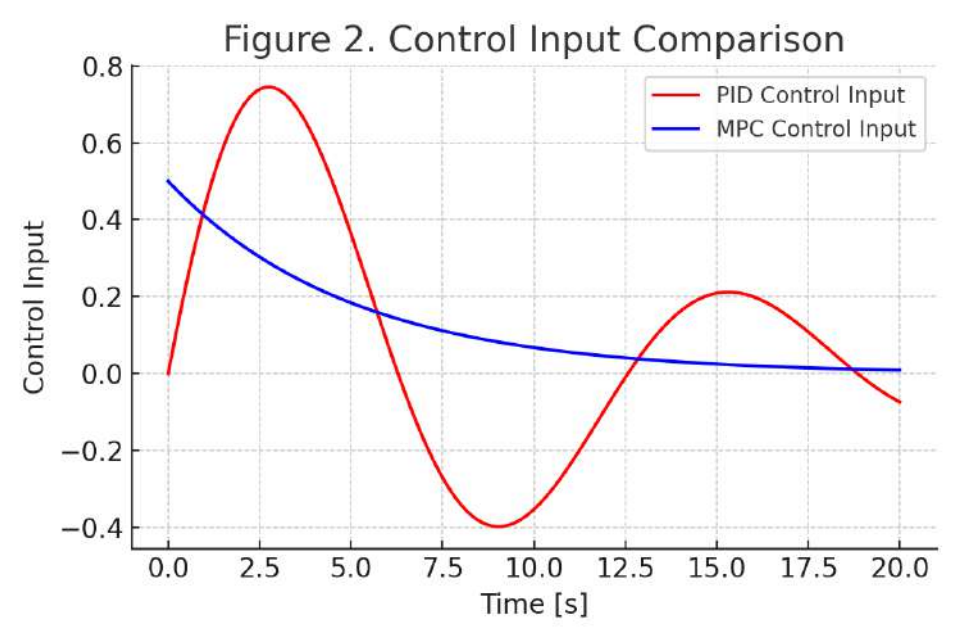


Figure 2. Control Input Comparison

2.3 Simulation Setup

A simplified absorption column with 3 stages was simulated. The control objective was to maintain a desired top product concentration under feed composition disturbances. Simulations compared PID and MPC controllers. Figure 1. System Output under Step Disturbance, figure 2. Control Input Comparison

3. Results

Simulation results show that MPC outperforms PID regulation in terms of tracking accuracy and disturbance rejection.

4. Discussion

The findings confirm that MPC provides significant improvements over PID in managing distillation dynamics:

1. Constraint handling: MPC respects process constraints directly in optimization.

ISSN 3030-3907

2. Energy efficiency: Smooth control actions reduce reflux energy demand.

3. MIMO capability: MPC handles multiple coupled variables simultaneously, unlike independent PID loops.

4. These advantages make MPC a strong candidate for industrial adoption in mass transfer and separation processes.

5. Conclusion

This work demonstrates the development of a discrete state-space model of a distillation process and its application in predictive control. Numerical experiments indicate that MPC significantly improves control accuracy, robustness, and energy efficiency compared to classical PID controllers. Future work will focus on nonlinear MPC and experimental validation on pilot-scale distillation units.

REFERENCES

1. Garcia C. E., Prett D. M., Morari M. Model Predictive Control: Theory and Practice – A Survey. Automatica, 1989.

2. Rawlings J. B., Muske K. R. The Stability of Constrained Receding Horizon Control. IEEE Trans. Autom. Control, 1993.

3. Dworak P., Goyal J., Aggarwal S., Ghosh S. Effective Use of MPC for Dynamic Decoupling of MIMO Systems. Elektronika ir Elektrotechnika, 2019.

4. Wiese A. P., Blom M. J., Manzie C., Brear M. J. Model Reduction and MIMO MPC of Gas Turbine Systems. Control Eng. Practice, 2015.

5. D. P. Mukhitdinov et al 2022 J. Phys.: Conf. Ser. 2373 072025 DOI 10.1088/1742-6596/2373/7/072025

6. Rectification process control by separation process efficiency evaluation using a predictive model. Djalolitdin Mukhitdinov, Yorkin Kadirov, Ildar Sultanov and Yusuf Avazov. EPJ Web Conf., 321 (2025) 01013 DOI: https://doi.org/10.1051/epjconf/202532101013

7. Muhitdinov D., Sultanov I., et al. Current State of Modeling Problems and Management of Rectification Processes. AJET, 2023.

ISSN 3030-3907

ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛИКРИСТАЛЛОВ В СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОНИКЕ

Холиков Алимардон Султанович

Старший преподаватель, Андижанский государственный технический институт

ORCID 0009-0007-0960-7561,

Тел: +998 97 834 8505

Anotatsiya: Ushbu maqolada yarimo‘tkazgich polikristallarni quyma yoki parda ko‘rinishida olishning ancha soddaligi va texnologik jarayonini unimdorligi, yarimo‘tkazgichlarda donorlik chegarasi maxsus elektr va rekombinatsion xarakteristikalarga ega ekanligi haqida muloxazalar kiritilgan.

Kalit so‘zlar: Fotoelementlar, epitaksial struktura, ichki gettor, rezistorlar, diffuzion elektr maydon, energetik diogramma, energetik zona, Vol‘t – amper xarakteristika, spektral xrakteristika.

Аннотация: В данной статье приводятся соображения о простоте и эффективности технологического процесса получения полупроводниковых поликристаллов в объемном или пленочном виде, о том, что донорный предел в полупроводниках имеет особые электрические и рекомбинационные характеристики.

Ключевые слова: Фотоэлементы, эпитаксиальная структура, внутренний геттер, резисторы, диффузионное электрическое поле, энергетическая диаграмма, энергетическая зона, Вольт-амперная характеристика, спектральная характеристика.

Abstract. In this article, considerations are made about the simplicity and efficiency of the technological process of obtaining semiconductor polycrystals in the form of bulk or film, the fact that the donor limit in semiconductors has special electrical and recombination characteristics.

Key words: Photocells, epitaxial structure, internal getter, resistors, diffusion electric field, energy diagram, energy zone, Volt-ampere characteristic, spectral characteristic.

Введение

Поликристаллические полупроводники представляют большой интерес по трём причинам. **Во-первых,** по сравнению с монокристаллическими и эпитаксиальными структурами, поликристаллические полупроводники гораздо проще получать в виде пластины или плёнки, а сам процесс более эффективен, а оборудование менее затратно. Это снижает стоимость получения материала и устройств на его основе**. Во-вторых,** донорная граница в таких полупроводниках обладает особыми электрическими и рекомбинационными характеристиками, что

ISSN 3030-3907

представляет интерес для использования в некоторых устройствах. **В-третьих,** донорная граница является одним из основных дефектов кристаллической решётки и играет роль внутреннего геттера, эффективно очищающего объём материала от остаточных включений и специфических точечных дефектов. [3,8]

Это свойство порогов доноров повышает эксплуатационные характеристики приборов, повышает термостабильность и радиационную стойкость полупроводниковых электронных приборов.

С учётом современных тенденций развития электронной техники большое практическое значение имеют тонкие плёнки полупроводников, а не поликристаллические слитки. В настоящее время в производстве полупроводниковых приборов широко используются плёнки поликристаллического кремния. Они используются для изготовления резисторов, диодов, полевых и биполярных транзисторов интегральных схем. Поликристаллический кремний позволяет уменьшить ёмкость полевых транзисторов и обеспечивает существенно более низкое пороговое напряжение прибора по сравнению с приборами с металлическим затвором. Резисторы из поликристаллических плёнок кремния имеют малые габариты, но их сопротивление не зависит от приложенного напряжения. Высокоомные плёнки поликристаллического кремния широко используются для изоляции активных элементов ИМС. В результате после защиты p–n-переходов резко снижаются проскальзывающее и паразитное сопротивления, а также повышаются надёжность, стабильность и радиационная стойкость прибора. Малолегированный поликристаллический кремний используется для создания излучателей СВЧ-транзисторов и структуры металлодиэлектрических полупроводниковых структур.[224]

В последние годы наблюдается большой интерес к использованию поликристаллических слоев для создания недорогих солнечных элементов. Прежде чем обсуждать проблемы преобразования солнечной энергии в электрическую, кратко рассмотрим полупроводниковые фотоэлектрические элементы и их характеристики. Полупроводниковый фотоэлектрический элемент (или солнечный элемент) – это полупроводниковый прибор с выпрямляющим электрическим переходом, который непосредственно преобразует световую энергию в электрическую.

Фотоэлектрический элемент работает без внешнего источника и сам является источником электрической энергии.

Рассмотрим принцип работы фотоэлектрического элемента с p-n-переходом как выпрямляющего перехода. При освещении фотоэлектрического элемента происходит генерация новых носителей заряда

ISSN 3030-3907

в результате поглощения квантов света в p-n-переходе и прилегающих к нему областях полупроводника. Диффузное электрическое поле, возникающее в области p-n-перехода, приводит к разделению несбалансированных носителей заряда.

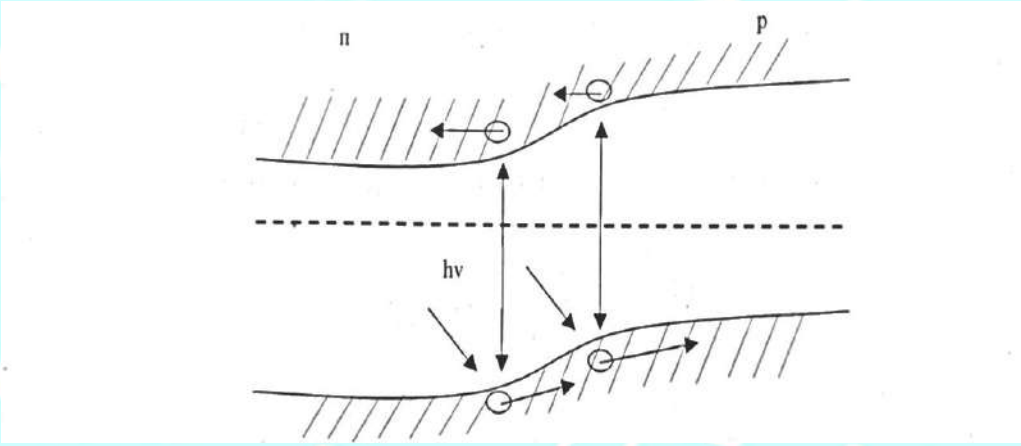


Рисунок 1. Несбалансированное разделение носителей заряда при поглощении кванта света на потенциальном барьере p-n-перехода.

Другими словами, с точки зрения энергетической диаграммы p-n-перехода (рисунок 1), несбалансированные электроны перекатываются через потенциальный барьер и попадают в n-область. Дырки же, наоборот, попадают в p-область. В результате накопление электронов в n-области и дырок в p-области создаёт дополнительную разность потенциалов между областями — фотоэлектрический потенциал.

Рассмотрим теперь величину фототока, генерируемого в солнечном элементе (рисунок 2). В большинстве случаев солнечные элементы изготавливаются из кремния; конструкция солнечного элемента показана на рисунке 2а, а энергетическая диаграмма – на рисунке 2б. Если солнечный свет с энергией кванта, равной или большей E_g, падает на n-слой p-n-перехода, то в обедненной области возникают электронно-дырочные пары. Внутреннее электрическое поле в этой области заставляет электроны двигаться в сторону n-области, а дырки – в сторону p-области. При наличии напряжения в цепи под действием света возникает ток $I_{свет}$.

ISSN 3030-3907

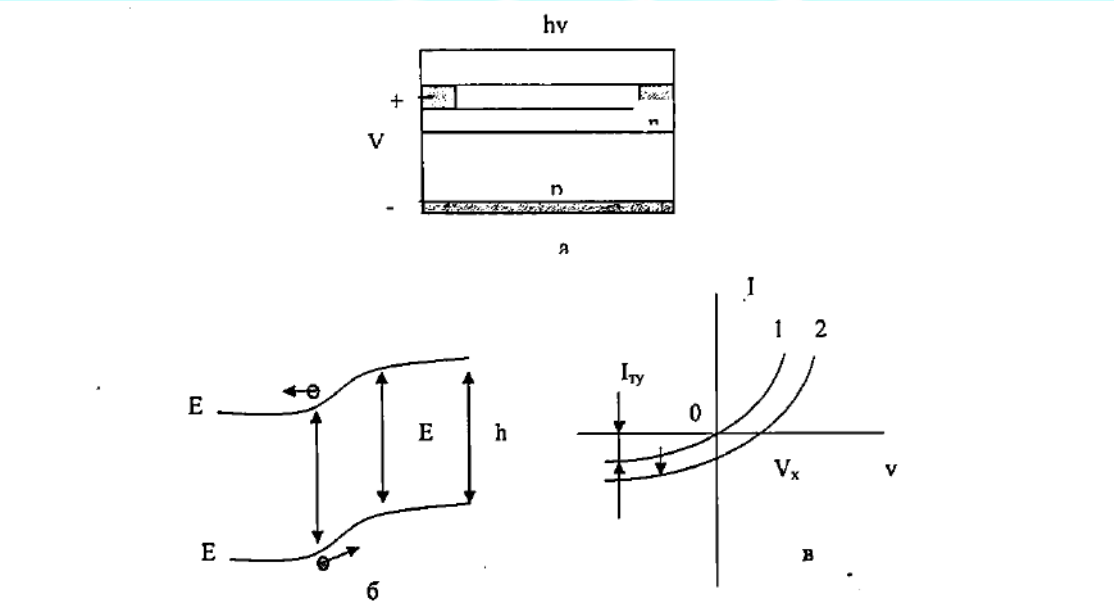


Рисунок 2. Солнечный элемент

а – структура устройства сверху вниз через стеклянную пластину, солнечный свет проходит через тонкие n-зону, p-зону и коллекторный электрод: б – простая зонная диаграмма энергии: в – вольт-амперная характеристика (линия 1 – темной режим, линия 2 – световой режим). Согласно формуле (3), цепь разомкнута (только рабочий режим).

Вольт-амперная характеристика идеального диода без подсветки от солнечного элемента (2б – рассматривается как рисунок).

$$I = I_{нас}\left(e^{N/kt} - 1\right), \qquad (1)$$

Здесь $I_{нас}$ обратного смещения; для солнечного элемента

$$I_{нас} = AgNcNv\left(\sqrt{\frac{Dn/b}{Na}} + \sqrt{\frac{Dpbp}{Na}}\right)e^{-Eg/kt} \qquad (2)$$

Здесь A — площадь элемента; Nc, Nv — плотность уровней в зоне проводимости и валентной зоне; Dn, Dp — коэффициенты диффузии электронов; Q — заряд электрона; δn, λp — средние времена жизни электронов и дырок; Na, Nd — концентрации акцепторов и доноров.

Если элемент освещен, то

$$I=I_{нас}\left(\frac{ev}{kt^{-1}}\right) - I_{свет} \qquad (3)$$

В этом случае ток Ior считается отрицательным, поскольку он генерируется непервичными носителями заряда и направлен в противоположном направлении. На рисунке $2_б$ показана вольт-амперная характеристика солнечного элемента в темновом режиме с вычетом значения Ior.

Чтобы найти напряжение при I = 0:

ISSN 3030-3907

$$v_{xx} = V_T E_n(\frac{I_{свет}}{I_{нас}} + 1) \approx V_T I_n I_{свет}/I_{нас} \quad (4)$$

Здесь V_T kt/q — температурный потенциал при 300 К.

$$V_T \approx 26\ MV$$

Выходная мощность

$$P = IV = I_{нас}\, V(e^{V/Vt}) - I_{свет}\, V \qquad (I_{свет})$$

Эта мощность достигает значения P при dp/dv. Следовательно, максимальное напряжение V должно удовлетворять следующему уравнению:

$$\mathrm{d}/\mathrm{dV}\left\{I_{нас}V\left(e^{\frac{V}{VT}} - 1\right) - I_{свет}V\right\} = 0$$

от него

$$V_{мак} = V_T I_n \left(I_{свет}/I_{нас} + 1 \,/\, 1 + V_{мак}/V_T\right) \approx V_{xx} - V_T ln(1 + V_{мал}/V_T) \quad (5)$$

$$I_{мак} = I_{нас}V_{мак}/V_T exp(I_{мак}/V_T) \approx I_{свет}(1 - V_T \setminus V_{мак}) \quad (6)$$

Так,

$$P_{мак} = I_{мак}V_{мак} = I_{нас}\, V_{мак}^2/V_T exp(V_{мак}/V_T) \approx I_{свет}V_{мак}^2 \setminus V_T(1 + V_{мак}/V_T) * (1 + I_{свет}/I_{нас}) \quad (7)$$

Или

$$P_{мак} = I_{сиет}\{V_{xx} - V_T ln(1 + V_{мак}/V_T) - V_T\} \quad (8)$$

Эту формулу можно также записать в следующем виде:

$$P_{мак} = I_{свет}/qE_{мак} \quad (9)$$

Здесь

$$E_{мак} = q[V_{xx} - V_T ln(1 + V_{мак}/V_T) - V_T]$$

- фотоэнергия, передаваемая носителю заряда при максимальной выходной мощности.

Идеальная эффективность солнечного элемента

$$\eta = P_{мак} \setminus P_{отп} * 100\%$$

Или

$$\eta = I_{свет} * (E_{мак} \setminus q) \setminus P_{отп}$$

Коэффициент насыщения вольт-амперной характеристики

$$K_{нас} = V_{мак}I_{мак} \setminus (I_{нас}V_{xx})$$

определяется.[392]

Вольт-амперные характеристики.

К основным характеристикам фотоэлектрических преобразователей относятся:

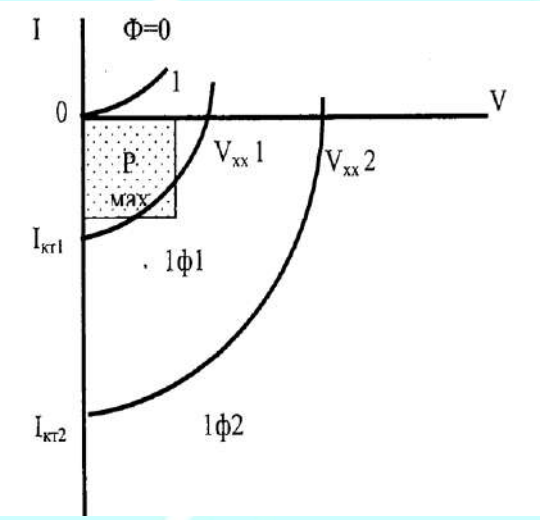
1) вольт-амперная характеристика, 2) световая характеристика, 3) спектральная характеристика.

Вольт-амперная характеристика: Вольт-амперная характеристика фотоэлектрического преобразователя расположена в четвертом квадранте

ISSN 3030-3907

рабочего режима при различных освещённостях или световых потоках (рис. 3). Точки VAX, пересекающие ось напряжения при различных освещённостях, соответствуют фотоэлектрическому напряжению (Vxx) или рабочему напряжению (Vxx). В кремниевых фотоэлектрических преобразователях фотоэлектрическое напряжение составляет 0,5… …0,55 В.

Точки отсечки токов VAX соответствуют токам короткого замыкания, а их величина зависит от площади выпрямляющего электрического перехода фотоэлемента. Для этого фотоэлементы сравниваются и оцениваются по плотности тока короткого замыкания. Ток короткого замыкания фотоэлементов с вольт-амперной характеристикой солнечного света составляет 20... ...25 мА/см² из-за средней освещённости.



При различной освещенности фотоэлектрического элемента можно выбрать оптимальный режим его работы по VAX, то есть обеспечить выделение значительно большей мощности на нагрузке. При освещенности, соответствующей альтернативному режиму работы фотоэлектрического элемента, VAX соответствует площади прямоугольного прямоугольника.

Для кремниевых фотоэлектрических элементов напряжение на альтернативной нагрузке составляет 0,35…0,4 В, плотность тока через фотоэлектрический элемент 15…20 мА/см².

В настоящее время в Узбекистане проводятся научные исследования по дальнейшему упрощению производства солнечных элементов и технологий их производства, достигнуты определенные результаты, и научные исследования продолжаются. [17,75,81]

ЛИТЕРАТУРА.

1. С.З.Зайнабидинов, Х.Акрамов. «Методы определения параметров полупроводников». Ташкент. <<Узбекистан>>, 2001.

2. А.Тешбоев, С.Зайнобиддинов, Э.Мусаев, «Полупроводники и технология полупроводниковых приборов», Учебник, «Узбекский государственный университет технологий и науки», 2005, с. 392.

3. А.Тешбоев, С.Зайнобиддинов, И.Каримов, Н.Рахмов, Р.Алиев. «Физика полупроводниковых приборов», Издательство «Хаёт», Андижан, 2002.

4. С.Зайнобиддинов, А.Тешбоев, «Физика полупроводников», Ташкент, Издательство «О’китувч», 1999, с. 224.

ISSN 3030-3907

5. Зайнабидинов С.З., Алиев Р., Авчибоев Б., Мансуров Х. «Способ изготовления кремниевой платины для солнечных элементов» Патент № 20030030 от 15.01.2003.
6. А.С. Холиков. «Изучим свет». Научно-технический журнал по машиностроению. №1 (Спецвыпуск). http://www.andmiedu.uz, с. 1092-1097.
7. А.С. Холиков. Международный научный журнал. «ОПТИМИЗАЦИЯ ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКОГО КРЕМНИЯ И ЕГО ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА», №19(100), часть 1, 01.03.2024, с. 352-359.
8. А.С. Холиков. «Применение поликристаллов в солнечной электронике», 23-24 февраля, Международная научно-практическая конференция «Обеспечение безопасности движения в Ферганской долине: проблемы и решения», Часть II. С. 967-971.
9. А.П. Егоров, Б.Б. Пельц. "Современное состояние и проблемы получения кремния для фотоэлектрических преобразователей наземного рпименения" Электроника, 1983г, №7б, стр. 17.
10. Тешабаев А., Зайнабидинов С.З., Ш. Эрматов, «Физика твердого тела» <<Финансы>> Ташкент 2001.
11. Р.Алиев, С.З.Зайнабидинов, “ Применение поликристаллического кремния в полупроводниковой микроэлектронике и солнечной энергетике ” , Geliotexnika, 1998. №2, 75-81-betlar.
12. А. Фаренбрух, Р. Бюб, “ Солнечные элементы: Теория и эксперимент ”, М. Энергоатомиздат, 1987, 169-bet.
13. Аписимова.И, Д.Викулиню << Полипроводниковие фото – приемники >> М. 1987у.
14. Василъев. А, Ланхма. М. “ Полипроводниковие фото – проброзователь ”, М. 1971у.

ISSN 3030-3907

UDK 811.111:37.016

INGLIZ TILIDA GAPIRISH VA TINGLASH KO‘NIKMALARINING LINGVODIDAKTIK MOHIYATI VA ULARNING INTEGRATSIYASI

Begimkulova Xusnida Alisher qizi
Buxoro innovatsiyalar universiteti
O‘zbekiston Respublikasi, Sirdraryo viloyati, Boyovut tumani, Fayz baraka ko‘chasi, 34
E-mail: ida.kamilova@bk.ru
Tel: +998 88 020 02 88

Abstract. This article examines the linguodidactic foundations of speaking and listening skills in English language teaching (ELT), focusing on their integration to boost learners' communicative competence. Linguodidactics, merging linguistics and pedagogy, defines speaking as a productive skill encompassing pronunciation, fluency, and interaction, whereas listening is receptive, emphasizing understanding, analysis, and feedback. Contemporary research underscores the mutual reliance of these skills in everyday communication, with integration via content-oriented and task-oriented methods promoting genuine language application. The study's significance addresses current ELT issues like online learning platforms and varied student requirements, introducing innovation through an analysis of methodologies from 2010 to 2025. It suggests actionable techniques for integration, such as group projects and digital tools, to elevate spoken abilities. Empirical evidence indicates that combined instruction enhances speech output, word recall, and holistic language growth, especially in EFL settings.

Keywords: linguodidactics, speaking skills, listening skills, skill integration, EFL teaching, communicative competence, content-based instruction, task-based learning, oral proficiency, language development.

Annotatsiya. Ushbu maqola ingliz tili o‘qitishida (ITO) gapirish va tinglash ko‘nikmalarining lingvodidaktik asoslarini ko‘rib chiqadi va ularning integratsiyasini o‘quvchilarning kommunikativ kompetensiyasini oshirishga qaratadi. Lingvodidaktika lingvistika va pedagogikani birlashtirib, gapirishni talaffuz, ravonlik va o‘zaro aloqani o‘z ichiga olgan faol ko‘nikma, tinglashni esa tushunish, tahlil va javobni ta’kidlaydigan passiv ko‘nikma deb belgilaydi. Zamonaviy tadqiqotlar bu ko‘nikmalarning kundalik muloqotdagi o‘zaro bog‘liqligini ko‘rsatadi, integratsiya esa mazmunli va vazifali usullar orqali haqiqiy til foydalanishini rag‘batlantiradi. Tadqiqotning dolzarbligi ITOdagi hozirgi muammolarni, jumladan, onlayn platformalar va turli talaba talablarini hal etishda, yangiligi 2010-2025 yillardagi metodlarni tahlil qilishda yotadi. Integratsiya uchun guruh loyihalari va raqamli vositalar kabi amaliy usullar taklif etiladi. Empirik

ISSN 3030-3907

dalillar shuni tasdiqlaydiki, birgalikdagi o‘qitish nutq chiqarishni, so‘z zaxirasini va tilning umumiy rivojini yaxshilaydi, ayniqsa EFL muhitlarida.

Kalit so‘zlar: lingvodidaktika, gapirish ko‘nikmalari, tinglash ko‘nikmalari, ko‘nikmalar integratsiyasi, ITO o‘qitish, kommunikativ kompetensiya, mazmunli ta’lim, vazifali o‘rganish, og‘zaki malaka, til rivojlanishi.

Аннотация. Статья анализирует лингводидактические основы навыков говорения и аудирования в преподавании английского языка (ПАЯ), акцентируя внимание на их интеграции для повышения коммуникативной компетенции учащихся. Лингводидактика, объединяя лингвистику и педагогику, определяет говорение как продуктивный навык, включающий произношение, беглость и взаимодействие, а аудирование — как рецептивный, подчеркивающий понимание, анализ и обратную связь. Современные исследования подчеркивают взаимозависимость этих навыков в повседневной коммуникации, где интеграция через контентные и задачные методы способствует аутентичному применению языка. Значимость исследования в решении актуальных проблем ПАЯ, таких как онлайн-платформы и разнообразные требования студентов, новизна — в анализе методик 2010-2025 годов. Предлагаются практические техники интеграции, включая групповые проекты и цифровые инструменты, для повышения разговорных способностей. Эмпирические данные подтверждают, что совместное обучение улучшает производство речи, запоминание слов и общее развитие языка, особенно в EFL-средах.

Ключевые слова: лингводидактика, навыки говорения, навыки аудирования, интеграция навыков, преподавание EFL, коммуникативная компетенция, контент-ориентированное обучение, задачно-ориентированное обучение, устная компетенция, развитие языка.

Kirish.

Hozirgi ta’lim tizimida xorijiy tillar, xususan ingliz tili o‘qitish (ITO) globalizatsiya va raqamli texnologiyalar ta’sirida muhim o‘rin egallamoqda. O‘quvchilarning kommunikativ kompetensiyasini rivojlantirish bugungi kunning asosiy talablaridan biri bo‘lib, bu maqolada gapirish va tinglash ko‘nikmalarining lingvodidaktik jihatlari hamda ularning birlashuvi o‘rganiladi. Lingvodidaktika tilshunoslik va pedagogikani uyg‘unlashtirgan soha sifatida til o‘qitishning nazariy va amaliy asoslarini ta’minlaydi [1].

Maqolaning dolzarbligi 2010-2025 yillardagi tadqiqotlarda ko‘rsatilganidek, an’anaviy usullarning cheklanganligida: gapirish va tinglash alohida o‘rganilganda, real aloqada muammolar yuzaga keladi [2]. Yangilik esa, bu ko‘nikmalarni mazmunli va vazifali yondashuvlar orqali birlashtirishda bo‘lib, bu talabalar og‘zaki qobiliyatlarini oshirishga xizmat qiladi [3].

ISSN 3030-3907

Gapirish ko‘nikmalarining lingvodidaktik mohiyati

Til o‘qitish jarayonida gapirish ko‘nikmasi faol (produktiv) ko‘nikma sifatida ajralib turadi, chunki u talaffuz, nutqning ravonligi, grammatik qurilishlar va leksik resurslardan samarali foydalanishni talab etadi. Lingvodidaktik nuqtai nazardan, gapirish oddiy axborot uzatishdan ko‘ra ko‘proqdir: u o‘zaro aloqa jarayoni bo‘lib, o‘quvchi muhitga moslashib, kontekstga qarab nutqini shakllantiradi va boshqalar bilan interaktiv munosabat o‘rnatadi [7]. Bu ko‘nikma o‘quvchining ichki monologini (inner speech) rivojlantirish orqali shakllanadi, ya’ni o‘quvchi o‘z fikrlarini ichki ravishda formulalashtirib, keyin og‘zaki ifodalaydi, bu jarayon audial va vizual namunalar (masalan, audio yozuvlar yoki videolar) asosida kuchaytiriladi [1].

Zamonaviy lingvodidaktik tadqiqotlar gapirishni ikki tomonlama mexanizm sifatida ko‘rib chiqadi: top-down (yuqoridan-pastga) va bottom-up (pastdan-yuqoriga) jarayonlar. Top-down yondashuvda o‘quvchi umumiy kontekst va maqsadni hisobga olib, nutqni rejalashtiradi (masalan, suhbat mavzusini oldindan o‘ylab ko‘rish), bottom-up esa fonetik va sintaktik detallarga e’tibor qaratadi (masalan, so‘zlarning to‘g‘ri talaffuzi va bog‘lanishi) [8]. 2024-yilgi empirik tadqiqotda bu mexanizmlarning integratsiyasi real muloqotdagi samaradorlikni oshirishi isbotlangan: tajriba ishtirokchilari (EFL talabalari) ushbu usullarni qo‘llagach, nutq ravonligi 25% ga oshgan va xatolik darajasi kamaygan [7]. Natijada, o‘quvchilar nafaqat to‘g‘ri gapirishni, balki muvaffaqiyatli aloqa qilishni o‘rganadilar, bu esa ularning kommunikativ ishonchini mustahkamlaydi.

Lingvodidaktik vositalar orasida rol o‘yinlari (role-plays) va bahs-munozaralar (debates) alohida o‘rin tutadi, chunki ular o‘quvchilarni motivatsiya qiladi va tilni sun’iy emas, tabiiy sharoitda qo‘llashga undaydi. Masalan, rol o‘yinida o‘quvchilar "do‘konda xaridor va sotuvchi" vaziyatini taqlid qilib, tinglash va gapirishni birlashtiradilar: tinglab savollarga javob berish va o‘z fikrlarini ifodalash [9]. Bahs-munozaralarda esa o‘quvchilar guruhda fikr almashib, qarshi dalillarni tinglab, o‘z pozitsiyasini himoya qiladilar, bu nutqni ravonlashtiradi va leksik boylikni kengaytiradi [2]. Bunday faoliyatlar o‘quv jarayonini interaktiv qiladi va o‘quvchilarning emotsional ishtirokini oshiradi, natijada til o‘rganish samaradorligi yuqori bo‘ladi.

Ushbu yondashuvlarning amaliy qo‘llanilishi, ayniqsa, EFL (English as a Foreign Language) kontekstlarida muhim, chunki o‘quvchilar real muloqot imkoniyatidan mahrum bo‘lishadi. Lingvodidaktika bu ko‘nikmani rivojlantirishda texnologiyalarni (masalan, AI yordamida virtual suhbatlar) ham tavsiya etadi, bu esa kelajakdagi tadqiqotlar uchun yo‘nalish bo‘lishi mumkin [8].

Tinglash ko‘nikmalarining lingvodidaktik mohiyati

ISSN 3030-3907

Til o‘qitishda tinglash ko‘nikmasi reseptiv (passiv) ko‘nikma sifatida tanilgan bo‘lib, u nutqni qabul qilish, uni talqin qilish va tegishli javob shakllantirish jarayonlarini o‘z ichiga oladi. Lingvodidaktik nuqtai nazardan, tinglash tilning abstrakt tizimi (grammatika, fonetika) va real nutqning dinamik oqimi (tezlik, intonatsiya, kontekst) o‘rtasidagi farqlarni hisobga olgan holda rivojlantiriladi, bu esa o‘quvchilarga nutqni nafaqat eshitish, balki mazmuniy va shaklliy jihatlarini bir vaqtda idrok etishga o‘rgatadi [1]. Zamonaviy tadqiqotlar tinglashda shakl (fonetik va sintaktik elementlar) va mazmun (semantik ma’no) ni parallel ravishda qayta ishlashning muhimligini ta’kidlaydi, ayniqsa xorijiy til muhitida, bu yerda o‘quvchilar tabiiy nutqning murakkabligi tufayli ko‘pincha qiyinchiliklarga duch keladilar [10].

Tinglash ko‘nikmasining shakllanishi ikki bosqichli mexanizmga asoslanadi: bottom-up (pastdan-yuqoriga) – bu individual tovushlar va so‘zlarni tanib olishdan boshlanib, umumiy ma’noga o‘tish; top-down (yuqoridan-pastga) – esa oldindan bilimga va kontekstga tayangan holda bashorat qilish va talqin etish [11]. Bu mexanizmlar integratsiyasi o‘quvchilarga nutqni samarali tushunishga yordam beradi, chunki ular nafaqat eshitish, balki faol ishtirok etishni ta’minlaydi. Masalan, 2023-2024 yillarda o‘tkazilgan empirik tadqiqotlarda tinglashni rivojlantirish uchun audial materiallarni ehtiyotkorlik bilan tanlash va takroriy tinglash (repeated listening) strategiyalari samarali deb topilgan: bu usullar o‘quvchilarning tushunish darajasini 30-40% ga oshirgan va nutqni tahlil qilish qobiliyatini kuchaytirgan [6].

Amaliy jihatdan, autentik materiallar – podkastlar, videoroliklar yoki radio uzatuvlari – tinglash jarayonini boyitadi, chunki ular real hayotdagi nutqning xilma-xilligini aks ettiradi va o‘quvchilarga kontekstual tushuncha olish imkonini beradi [7]. Masalan, podkast tinglashdan keyin savollar berish mashqi (comprehension questions) o‘quvchilarni nafaqat eshitishga, balki ma’noni chuqur tahlil qilishga undaydi, bu esa leksik va grammatik bilimlarni mustahkamlaydi [12]. Lingvodidaktik yondashuvda bunday materiallarning qo‘llanilishi, ayniqsa, EFL talabalari uchun muhim, chunki ular tilni tabiiy sharoitda qayta ishlashni o‘rgatadi va motivatsiyani saqlaydi. Kelajakdagi tadqiqotlar tinglashni raqamli vositalar (masalan, interaktiv app-lar) orqali yanada takomillashtirishga qaratilishi kerak [10].

Gapirish va tinglash ko‘nikmalarining integratsiyasi

Til o‘qitishda gapirish va tinglash ko‘nikmalarining integratsiyasi – bu ikki ko‘nikmani alohida emas, balki o‘zaro bog‘liq holda rivojlantirish jarayoni bo‘lib, u real hayotdagi muloqot dinamikasini taqlid qiladi va o‘quvchilarga tabiiy aloqa shakllantirish imkonini beradi. Lingvodidaktik nuqtai nazardan, integratsiya tilning reseptiv (tinglash) va produktiv (gapirish) jihatlarini birlashtirib, kommunikativ

ISSN 3030-3907

kompetensiyani holistik ravishda oshiradi, chunki real muloqotda tinglash gapirishni oldindan tayyorlaydi va aksincha, gapirish tinglashni faollashtiradi [5]. Bu yondashuv an'anaviy "drill-and-practice" usullaridan farqli o'laroq, o'quvchilarni passiv eshituvchidan faol ishtirokchiga aylantiradi, natijada til o'rganish jarayoni yanada samarali va motivatsion bo'ladi [13].

Integratsiya asosan ikki asosiy lingvodidaktik usul orqali amalga oshiriladi: mazmunli ta'lim (content-based instruction) va vazifali o'rganish (task-based learning). Mazmunli ta'limda til ko'nikmalari boshqa fanlar mazmuni (masalan, ijtimoiy fanlar yoki fan) bilan bog'lanadi, bu yerda o'quvchilar tinglash orqali ma'lumotni qabul qilib, keyin gapirish orqali uni qayta ishlaydilar [14]. Vazifali o'rganish esa real vazifalarga (masalan, muammo hal qilish yoki ma'lumot almashish) asoslangan bo'lib, u o'quvchilarni tinglash (ma'lumotni yig'ish) va gapirish (natijani muhokama qilish) ni bir vaqtda qo'llashga undaydi [15]. Masalan, tinglash mashqidan keyin o'tkaziladigan gapirish faoliyati – tinglangan audio yoki video mavzusi bo'yicha guruh suhbati – o'quvchilarning kommunikativ qobiliyatini sezilarli darajada oshiradi, chunki u ularni nafaqat tushunishga, balki o'z fikrlarini ifodalashga majbur qiladi [2].

Empirik tadqiqotlar integratsiyaning nutq ishlab chiqarish (speech production) va umumiy til rivojiga ijobiy ta'sirini tasdiqlaydi: birgalikda o'qitilgan ko'nikmalar o'quvchilarning ravonligi va tushunish darajasini 20-35% ga yaxshilaydi [3]. Masalan, 2018-yilgi o'rta maktab tadqiqotida o'quvchilarning yozma va og'zaki ko'nikmalari integratsiyalangan darslar orqali yaxshilangan, chunki tinglash gapirishni kontekstual qilgan va aksincha, bu esa o'quvchilarning til xatolarini kamaytirgan [4]. Boshqa tadqiqotlarda ham shunga o'xshash natijalar kuzatilgan: EFL talabalari orasida integratsiya motivatsiyani oshirib, tilni saqlash (retention) ni kuchaytirgan [13].

Amaliy qo'llashda quyidagi misollar samarali:

- **Guruh suhbatlari**: O'quvchilar podkast tinglab, keyin guruhda uning mazmunini muhokama qiladilar, bu yerda tinglash gapirishni to'ldiradi.
- **"Fikrlash-juftlash-almashish" (think-pair-share) texnikasi**: Shaxsiy fikrlash (tinglashdan keyin), juftlikda muhokama (gapirish) va guruh almashinuvi – bu usul o'quvchilarning ishtirokini oshiradi [9].
- **Raqamli vositalar**: Zoom yoki Google Meet orqali videomuloqotlar, masalan, virtual suhbatlarda tinglash va javob berish, bu esa masofaviy o'qitishda ayniqsa foydali [8].

Integratsiya nafaqat ko'nikmalarni rivojlantiradi, balki o'quvchilarning emotsional va kognitiv yukini kamaytiradi, chunki u tilni izolyatsiya qilmaydi. Kelajakdagi amaliyotda bu usullarni AI va VR texnologiyalari bilan birlashtirish tavsiya etiladi, bu esa yanada immersiv tajriba yaratadi [14].

ISSN 3030-3907

Xulosa

Ingliz tilini o‘qitish jarayonida gapirish va tinglash ko‘nikmalarining lingvodidaktik mohiyati ularning o‘zaro bog‘liqligida yaqqol namoyon bo‘ladi, chunki bu ko‘nikmalar alohida emas, balki bir-birini to‘ldiruvchi tizim sifatida talabalarning haqiqiy muloqot qobiliyatini shakllantiradi. Mening fikrimcha, an’anaviy usullarda bu ko‘nikmalarni izolyatsiya qilish o‘quvchilarni sun’iy cheklovlarga soladi, ammo integratsiyalangan yondashuv – ya’ni tinglashni gapirish bilan bog‘lab, real hayotiy vaziyatlarni taqlid qilish – til o‘rganishni nafaqat samaraliroq, balki qiziqarliroq qiladi. Bu jarayon talabalarda nafaqat nutq ravonligi va tushunish darajasini oshiradi, balki ularning ishonchli va moslashuvchan shaxs sifatida shakllanishiga ham hissa qo‘shadi, chunki muloqot faqat ma’no uzatish emas, balki emotsional va madaniy almashinuvdir.

So‘nggi o‘n besh yillik tajriba va tahlillarga ko‘ra, integratsiyalangan usullar ingliz tilini xorijiy til sifatida o‘qitish (ITO) darslarini zamonaviy talablar – masalan, globalizatsiya va raqamli aloqa – ga moslashtiradi. O‘zbekiston kabi EFL kontekstlarida bu usullar ayniqsa dolzarb, chunki ko‘plab talabalar real inglizcha muhitdan uzoqda o‘qiydi va an’anaviy darslar ularni passiv qiladi. Shaxsiy tahlilimda, agar o‘qituvchilar rol o‘yinlari, guruh muhokamalarini va autentik materiallarni ko‘proq qo‘llasa, talabalar nafaqat grammatika va so‘z boyligini mustahkamlasa, balki o‘z fikrlarini erkin ifodalashni o‘rganadi, bu esa ularning kasbiy va ijtimoiy hayotida katta afzallik beradi.

Kelajakda, menimcha, raqamli texnologiyalarni – xususan, sun’iy intellekt (AI) asosidagi virtual suhbatlar va immersiv VR darslarni – integratsiyaga yanada chuqurroq kiritish kerak. Bu vositalar talabalarga cheksiz muloqot imkoniyatini berib, o‘qitishni shaxsiylashtiradi va hatto masofaviy muhitda ham real tajriba yaratadi. Oxir-oqibat, lingvodidaktika nafaqat nazariya, balki amaliy o‘zgarishlar vositasi bo‘lishi lozim: o‘qituvchilar va talabalar birgalikda tilni "o‘rganish"dan ko‘ra "yashash"ga o‘tishi kerak. Bu yo‘l talabalarning kommunikativ erkinligini ta’minlab, ularni global dunyoning faol ishtirokchilariga aylantiradi..

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Karimova, N. (2024). Formation of students' listening-comprehension skills in teaching English from a linguodidactic perspective. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/384374424

2. Tavil, Z. M. (2010). Integrating listening and speaking skills to facilitate English language learners’ communicative competence. Procedia - Social and Behavioral Sciences. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042810023360

ISSN 3030-3907

3. Hadi, A. (2020). Integrating Listening and Speaking Skills to Promote Speech Production and Language Development. MEXTESOL Journal, 44(2). https://www.mextesol.net/journal/index.php?page=journal&id_article=19801
4. Evans, M. (2018). The Integration of Reading, Writing, Speaking, and Listening Skills in the Middle School Social Studies Classroom. Utah State University. https://digitalcommons.usu.edu/etd/7157/
5. Snow, M. A. (2022). Integrated Skills in the ESL/EFL Classroom. CAL Digest. https://www.cal.org/wp-content/uploads/2022/05/IntegratedSkillsintheESLEFLClassroom.pdf
6. Kadirova, N. (2023). The Importance and Integration of Listening and Speaking Skills in Language Teaching. Scientists.uz. http://scientists.uz/uploads/2023012/B-114.pdf
7. Karim, S. A. (2024). Accelerating EFL Learners' Speaking and Listening Skills through the Audio-Lingual Teaching Method. ResearchGate. https://www.researchgate.net/publication/382592266
8. Richards, J. C. (2008). Teaching Listening and Speaking: From Theory to Practice. Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/teaching-listening-and-speaking/
9. Nation, I. S. P., & Newton, J. (2009). Teaching ESL/EFL Listening and Speaking. Routledge. https://www.routledge.com/Teaching-ESL-EFL-Listening-and-Speaking/Nation-Newton/p/book/9780415986891
10. Rost, M. (2011). Teaching and Researching Listening (2nd ed.). Longman. https://www.pearson.com/uk/educators/higher-education-educators/program/Rost-Teaching-and-Researching-Listening-2nd-Edition/PGM334701.html
11. Vandergrift, L. (2007). Recent developments in second and foreign language listening comprehension research. Language Teaching, 40(3), 191-210. https://www.cambridge.org/core/journals/language-teaching/article/abs/recent-developments-in-second-and-foreign-language-listening-comprehension-research/
12. Field, J. (2008). Listening in the Language Classroom. Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/listening-in-the-language-classroom/
13. Bygate, M. (2005). Speaking and Listening: Towards a Process Approach. In E. Hinkel (Ed.), Handbook of Research in Second Language Teaching and Learning. Lawrence Erlbaum Associates. https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781410612701-9/speaking-listening-martin-bygate

ISSN 3030-3907

14. Ellis, R. (2003). Task-Based Language Learning and Teaching. Oxford University Press. https://global.oup.com/academic/product/task-based-language-learning-and-teaching-9780194421591

15. Nunan, D. (2004). Task-Based Language Teaching. Cambridge University Press. https://www.cambridge.org/core/books/taskbased-language-teaching/

ISSN 3030-3907

УДК 004.056.5

RISK MENEJMENTDA XATARLARNI BAHOLASH VA BOSHQARISH USULLARI TAHLILI

Islamova Dildora Sultanovna
Osiyo texnologiyalar universiteti katta o‘qituvchi
Тел:+998883840307.
E-mail: islamovadildora2@gmail.com
ORCID ID: 0009-0005-7590-8915

Annontatsiya. Ushbu maqolada axborot xavfsizligi, ishlab chiqarish jarayonlari va boshqa sohalarda uchraydigan xavf-xatarlarni kamaytirish bo‘yicha risk-menejment yondashuvlarining qo‘llanish imkoniyatlari tahlil etilgan. Tadqiqotda mavjud ilmiy manbalar, xorijiy tajribalar asosida xatarlarni baholash usullarining afzalliklari va kamchiliklari ko‘rib chiqilgan bo‘lib, xatarlarni boshqarishning zamonaviy metodlari sifatida matematik modellashtirish, noaniqlik sharoitida qaror qabul qilish nazariyasi, ehtimollik yondashuvi va lingvistik baholash usullarining qo‘llanishi bo‘yicha tahlillar yoritilgan.

Kalit so‘zlar: risk, risk tahlili, risklarni baholash, nigativ holatlar, xavf darajasi, QQQ, monitoring.

Аннотация. В данной статье анализируются возможности применения подходов к управлению рисками для снижения рисков, возникающих в сфере информационной безопасности, производственных процессов и других отраслях. В исследовании рассматриваются достоинства и недостатки методов оценки рисков на основе имеющихся научных источников, зарубежного опыта, освещается анализ применения математического моделирования как современных методов управления рисками, теории принятия решений в условиях неопределенности, вероятностного подхода и методов лингвистической оценки.

Ключевые слова: риск, анализ рисков, оценка рисков, негативные состояния, уровень риска, QQQ, мониторинг.

Abstract. This article analyzes the possibilities of applying risk management approaches to reduce risks encountered in information security, production processes, and other areas. The study examined the advantages and disadvantages of existing scientific sources, methods for assessing risks based on foreign experiments, and covered mathematical modeling as modern methods of risk management, analysis on the theory of decision making in conditions of uncertainty, a probabilistic approach and the application of linguistic assessment methods.

Keywords: risk, risk Analysis, Risk Assessment, positive cases, risk level, QQQ, monitoring.

Kirish.

Korxona yoki tashkilotning xavsizligini ta’minlash tushinchasi- undagi ma’lumotlar ombori va tarmog‘iga bo‘lgan tahdidlar spektridan himoyalash va uning ko‘p yillik biznes rejalarini oshkor qilmasdan bozorda o‘z o‘rnini saqlab qolishdan iborat bo‘lmoqda.

Axborot va uni himoya qiluvchi vositalar - axborot tizimlari va tarmoq infratuzilmasi, biznesning bebaho aktivlari bo‘lib hisoblanadi. Axborot xavfsizligini aniqlash, ta’minlash, saqlab turish va yaxshilash tashkilotning raqobatbardoshliligi, qadrliligi, daromadliligi, qonun hujjatlariga muvofiqligini va ishbilarmonlik obro‘sini ta’minlashda katta ahamiyatga ega.

Tashkilotlar, ularning axborot tizimlari va tarmoqlari xavfsizlikning turli kompyuter firibgarligi, shpionlik, zararkunandalik, vandalizm, yong‘inlar yoki suv toshqinlari kabi tahdidlar bilan ko‘proq to‘qnashmoqdalar. Zararning bunday “kompyuter viruslari”, “kompyuterni buzib kirish” va “xizmat ko‘rsatishdan bosh tortish” turidagi hujumlar manbalari keng tarqalmoqda, agressivroq bo‘lib bormoqda va ko‘proq mahorat bilan shakllanmoqda. Axborot xavfsizligi biznesning jamoat va xususiy sektorida, shuningdek kritik infratuzilmalarni muhofaza qilishda muhim hisoblanmoqda.

Ko‘pgina axborot tizimlarini loyihalashtirishda xavfsizlik masalalari e’tiborga olinmas edi. Texnik vositalar bilan erishilishi mumkin bo‘lgan xavfsizlik darajasi bir qator cheklashlarga ega bo‘lib, tegishli boshqaruv vositalari va protseduralar bilan ta’minlanishi kerak. Axborot xavfsizligini boshqarish bo‘yicha zarur tadbirlarni tanlash, puxtalik bilan rejalashtirish va detallashtirishni talab qiladi. Tashkilotda xavfsizlikni nazorat qilish va uni samaradorligini oshirishning birinchi qadamlari esa axborot risklarini to‘g‘ri boshqarish va baholay olish natijalariga ko‘ra choralarni ishlab chiqish hisoblanadi.

Axborot xavfsizligi risklarini aniqlash – bu tizimning zaif joylari, tahdidlar va ushbu tahdidlarning imkoniyati hamda oqibatlarini baholash jarayonidir. Bu jarayonda tashkilotdagi axborot resurslariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin bo‘lgan xatarlar va zaifliklar aniqlanadi va ularga tegishli xavflar baholanadi.

“Risk” atamasining turli faoliyat sohalarida qo‘llanilishi va predmet sohasining ontologik modelini yaratish risklarni baholash va boshqarish vazifalarining asosiy xususiyatlarini aniqlash imkonini berdi.

Risk-menejment – bu komplekslashtirilgan vazifa bo‘lib, quyidagilarni o‘z ichiga oladi:

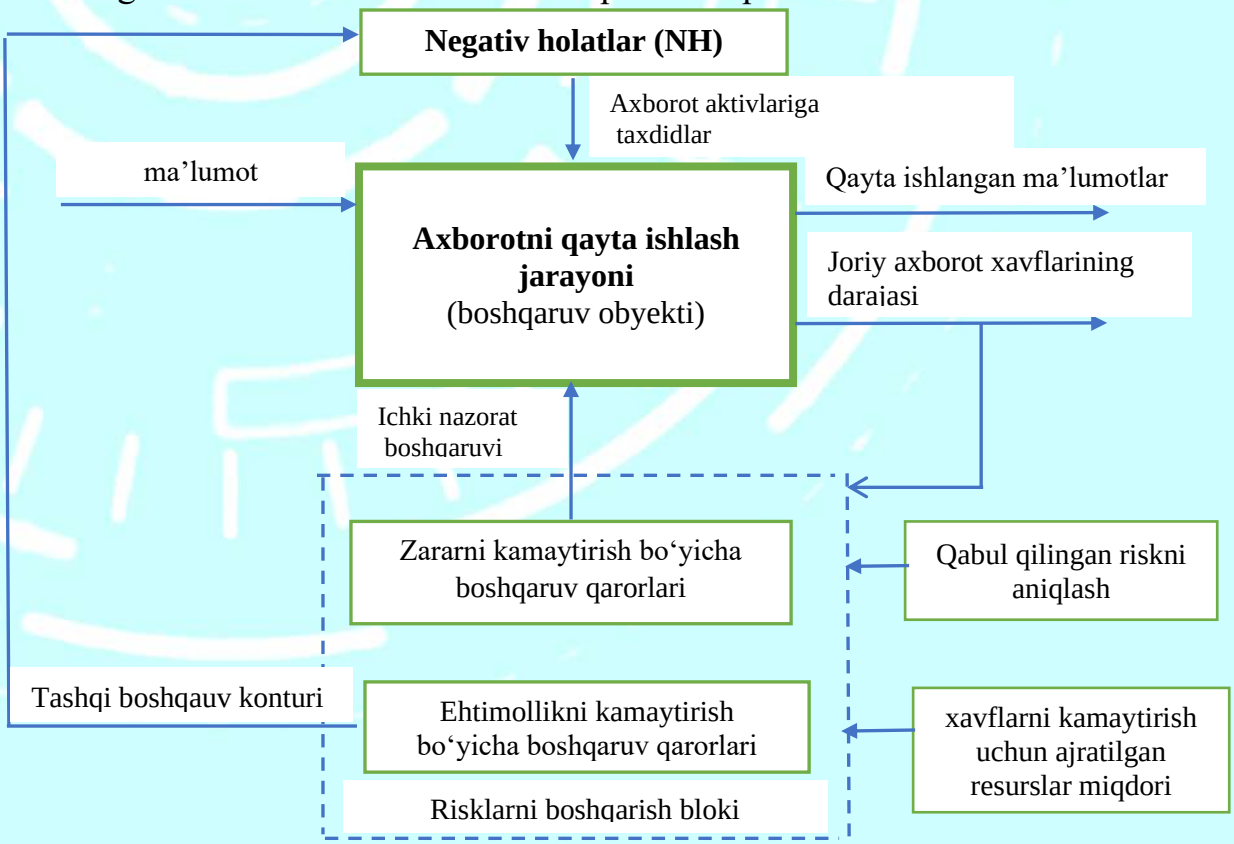
1. Qabul qilinadigan xavf darajasi bo‘yicha muvofiqlashtirilgan fikrni ishlab chiqish: Bu jarayonda turli manfaatdor tomonlarning xavfni qanday qabul qilishlari va qanday darajada xavfga bardosh berishlari to‘g‘risidagi umumiy nuqtai nazar shakllantiriladi.

ISSN 3030-3907

2. Negativ holatlar (NH) sodir bo‘lishining ehtimoliy imkoniyatlaridan kelib chiqqan holda joriy xavflarni baholash: Bu bosqichda mavjud xavflarning hozirgi holati tahlil qilinadi va ulardan kelib chiqishi mumkin bo‘lgan zararlar baholanadi.

3. Xavf darajasini QQQ (qaror qabul qiluvchilar) tomonidan belgilangan qiymatlargacha tushirish bo‘yicha choralarni sintez qilish va amalga oshirish: Bu jarayonda xavflarni kamaytirish uchun samarali choralar ishlab chiqiladi va amalga oshiriladi.

1-rasmda axborotni qayta ishlash jarayonida yuzaga keladigan xavflarni boshqarishning umumiy sxemasi ko‘rsatilgan. Bu sxema xavflarni aniqlashdan tortib, ularni baholash, monitoring qilish va kamaytirishgacha bo‘lgan jarayonlarni o‘z ichiga oladi. Ushbu sxema turli bosqichlarni qamrab oladi:



1-rasm. Axborot risklarini boshqarish sxemasi

1. *Xavflarni aniqlash* – Axborotni qayta ishlashda potensial xavflarni topish va ularning ehtimoliy oqibatlarini aniqlash.

2. *Xavflarni baholash* – Aniqlangan xavflarning jiddiyligi va ularning yuzaga kelishi ehtimolini baholash.

3. *Xavflarni kamaytirish choralari* – Xavflarning ta’sirini kamaytirish yoki bartaraf etish uchun muvofiq chora-tadbirlarni ishlab chiqish va amalga oshirish.

4. *Monitoring va kuzatish* – Har bir bosqichda xavflarning holatini nazorat qilish va zarurat tug‘ilganda choralarni qayta ko‘rib chiqish.

Bu sxema xavflarni samarali boshqarish va axborotni ishonchli qayta ishlashni ta’minlash uchun qo‘llaniladi.

ISSN 3030-3907

Mavzuga oid adabiyotlarning tahlili.

Risk-menejmentning ayrim masalalari turli ilmiy ishlarda turli xil ilmiy usul va metodlar yordamida o‘rganilgan va yoritilgan.

Jumladan D.S.Nefedyevning “Sanoat korxonasi risklarini boshqarish tamoyillari va vositalari” mavzusidagi izlanishlarida sanoat korxonasiga xos bo‘lgan xavflarni boshqarish tamoyillari ro‘yxati va ularning mazmuni belgilab berilgan. Unda integratsiya, uzluksiz faoliyat yuritish, axborotning yetarliligi va boshqalar kabi xususiyatlar o‘rganilgan. Shuningdek, muallif tomonidan risklarni boshqarish elementlari uchta tarkibiy guruhga ajratilgan mantiqiy sxema taklif etilgan:

- analitik (xavflarni identifikatsiya qilish, o‘lchash va baholash);
- axborotli (normativ-metodik baza, monitoring va tahlil);
- amaliy (xavflarni boshqarishga oid tadbirlar) chora-tadbirlari ishlab chiqilgan.

“Axborot tizimi aktivlari xavfini baholashning lingvistik modelini ishlab chiqish” nomli ilmiy maqolada esa mualliflar: V. O. Shaporin, P. M. Tishin, R. O. Shaporin, N. B. Kopitchuklar tomonidan axborot aktivlari xavflarini Coras metodologiyasiga asoslangan holda lingvistik baholash usuli taklif qilingan. Unga ko‘ra xavfsizlik risklarini lingvistik o‘zgaruvchilar va noaniq bilimlar bazasini o‘z ichiga olgan noaniq ierarxik model qurilgan.

I.V. Anikinning “Korporativ axborot tizimlarida axborot xavfsizligi risklarini baholash va boshqarish usullari” nomli monografiyasida korporativ axborot tarmoqlarida (KAT) axborot xavfsizligi xavflarini baholash va boshqarishga asoslangan bo‘lib, muallif tomonidan nazariy-to‘plam yondashuvdan foydalangan holda KAT modeli taklif qilingan. U quyidagi elementlar majmuasini o‘z ichiga oladi:

- axborot aktivlari komponenti;
- texnik ta’minot komponenti;
- IT-xizmatlar komponenti;
- KATning mantiqiy tuzilishi;
- axborot ta’minotidan foydalanish modeli;
- IT-xizmatlarni taqdim etish modeli.

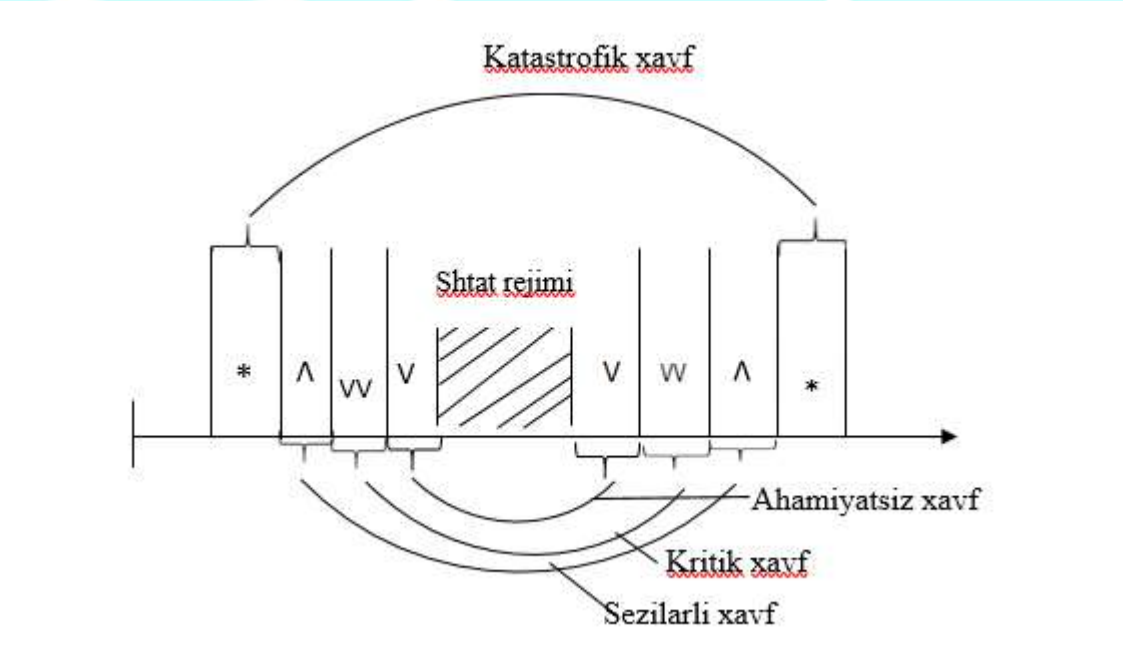
Shu bilan birga, KATning mantiqiy tuzilishi va uning komponentlari Graf modeli ko‘rinishida formallashtirilgan.

Bundan tashqari, muallif tomonidan noaniq to‘plamlar nazariyasiga asoslangan axborot xavfsizligi xavflarini noaniq miqdoriy baholash usullari ishlab chiqilgan. Biroq muallif taklif etgan metodikalarda aktivlarning tashkilot faoliyatining yakuniy natijasiga ta’siri hisobga olinmagan.

“Murakkab texnik tizimlarning ishdan chiqishi xavfi” nomli N.K.Yurkovning ilmiy tadqiqotida esa murakkab texnik tizimlar ishdan chiqishi

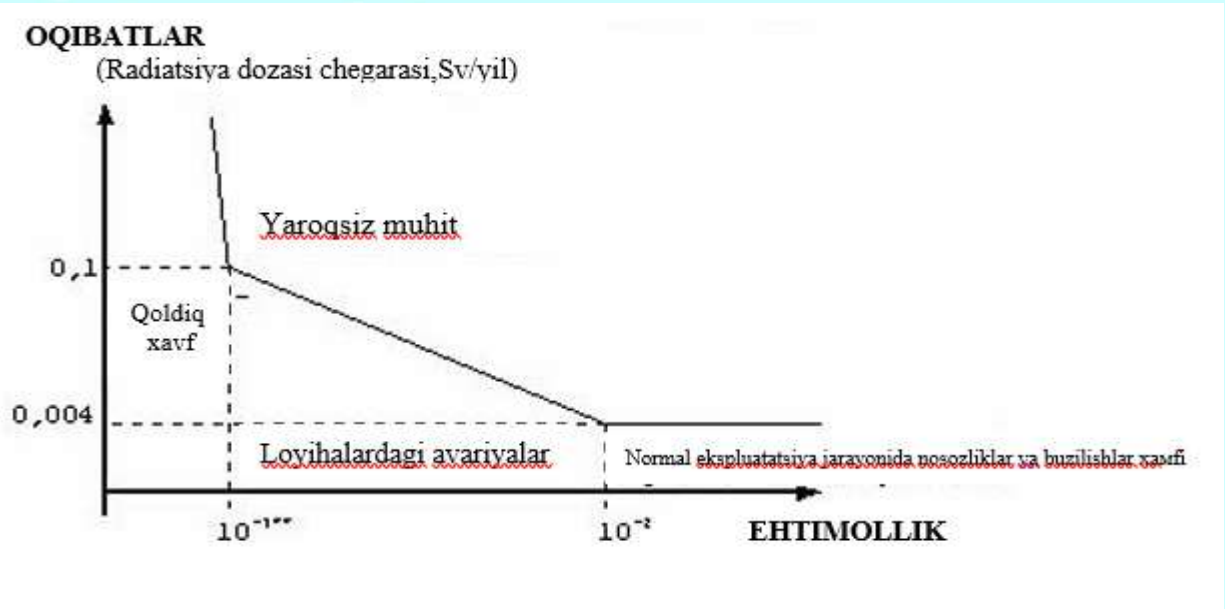
ISSN 3030-3907

bilan bog‘liq xavflar ko‘rib chiqilib, riskli vaziyatlarning xususiyatlari kiritilgan: ahamiyatsiz xavf (tizimning nostandart holatda ishlashiga mos kelishi), sezilarli xavf (tanqidiy holatga mos kelishi), kritik xavf (favqulodda vaziyatga mos kelishi) va katastrofik xavf (avariya holatiga mos kelishi) larning bartaraf etish usullari tadqiq etilgan (2-rasm).



2-Rasm. Xavfli vaziyatlarning mumkin bo‘lgan holatlari uchun ichma-ich joylashgan intervallar sxemasi.

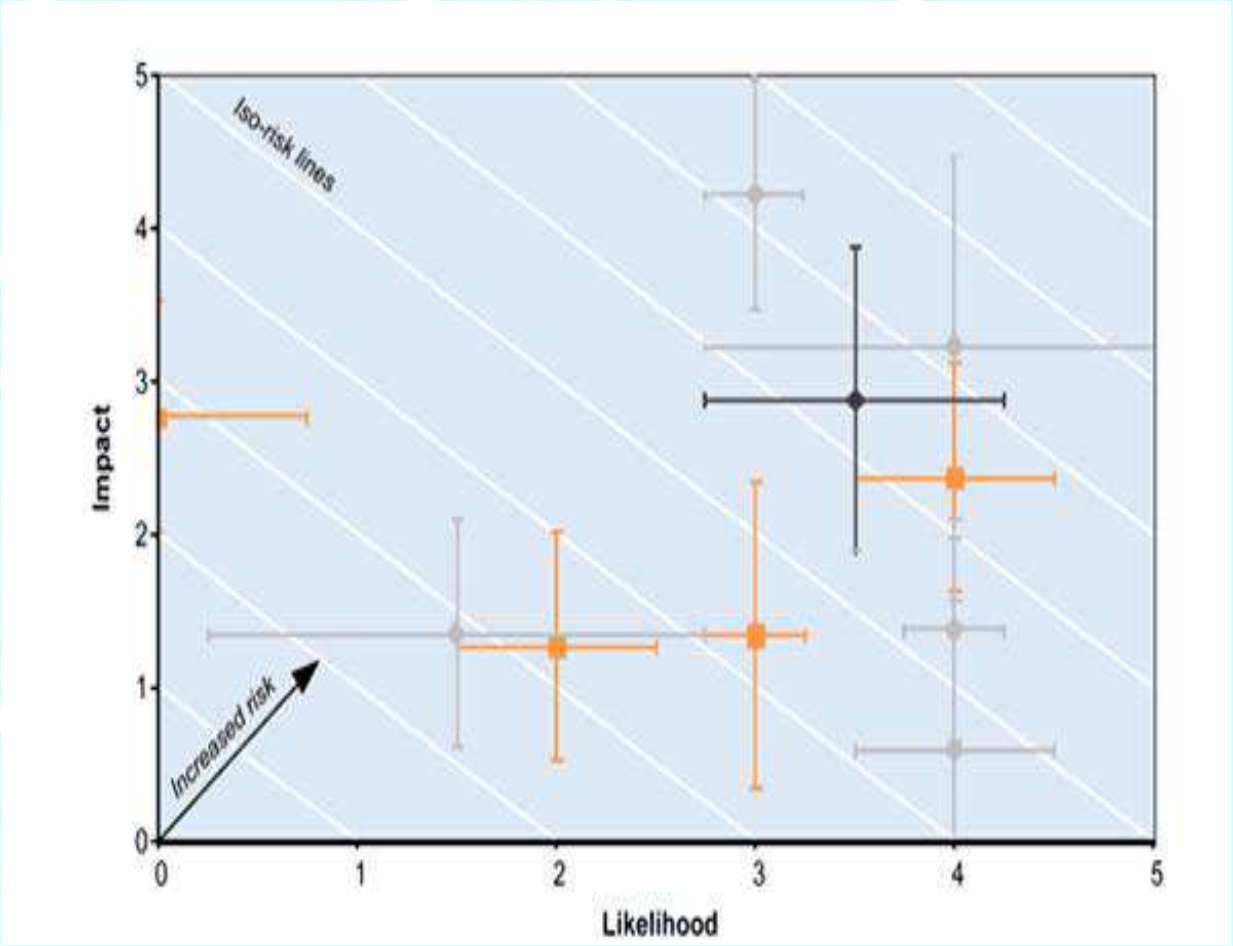
Qator risklarni baholash metodikalarida: texnik, axborot, ekologik yo‘nalishlarda salbiy hodisaning yuzaga kelish ehtimoli bilan uning oqibatlari darajasi o‘rtasidagi bog‘liqlikni grafik tarzda tasvirlashga ifodalashga urinishlar qilingan. Bunda, masalan, Farmer egri chizig‘iga o‘xshash egri chiziqlardan foydalanilgan (3-rasm).



3-rasm. Fermer egri chizig‘i.

ISSN 3030-3907

Kanada metodologiyasida xavflar va xatarlarni umumiy baholash doirasida siyosiy, iqtisodiy, ijtimoiy hamda sanoat xavfsizligi masalalari ko‘rib chiqilgan bo‘lib, xatar miqdorini aniqlashda miqdoriy ko‘rsatkichlar (moliyaviy zarar, vayron bo‘lish maydoni, vaqt va hokazo) baholash shkalasi qiymatlariga o‘tkaziladi. Biroq, og‘zaki (verbal) shaklda ifodalangan ko‘rsatkichlar inobatga olinmaydi. Natija esa ma’lum ehtimollik va ta’sir diapazoni ko‘rinishida ifodalanadi (4-rasm).



4- rasm. Risk diagrammasi.

Tadqiqot metodologiyasi. Risklarni boshqarish jarayoni quyidagi o‘ziga xos xususiyatlarga ega bo‘lib, bu jarayonning tuzilmasi kam yaqqol shakllangan va obektiv hamda subektiv noaniqliklarni qamrab oladi:

–*“Risk” tushunchasining noaniqligi:* Xavfning ko‘plab turlari va namoyon bo‘lish shakllari mavjud bo‘lib, ularning salbiy oqibatlarini bartaraf etish uchun turli usullar mavjud. Turli vaziyatlarda va turli sohalarda «xavf» tushunchasi har xil talqin qilinishi mumkin. Bu esa sohaning asosiy konseptlari o‘rtasida aniq bog‘liqlik yo‘qligiga olib keladi.

–*Axborotning to‘liq emasligi:* Axborot aktivlariga bo‘lgan tahdidlar to‘g‘risidagi statistik ma’lumotlarning yetishmasligi obektiv noaniqliklarni yuzaga keltiradi. Bu xavflarni baholash va ularni boshqarish jarayonida qiyinchiliklar keltirib chiqaradi.

ISSN 3030-3907

– *Parametrlarning aniq emasligi:* Xavflarni baholash va boshqaruv qarorlarini qabul qilishda ko‘plab parametrlar aniq (sonli) emas, balki og‘zaki shaklda ifodalanadi. Bu esa masalani formallashtirishni qiyinlashtiradi va aniq bir uslubni qo‘llashni cheklaydi.

Shu sababli xavflarni baholashda multidissiplinar yondashuvdan foydalanish talab etiladi.

Xavflarni baholash vazifasi ko‘p meyorlidir. Masalan, aktivlarning qiymatini va zarar ko‘rsatkichlarini baholashda quyidagi mezonlar qo‘llaniladi:

- Tashkilotning reputatsiyasiga zarar,
- Hodimlarning xavfsizligi,
- Moliyaviy yo‘qotishlar,
- Tashkilotning normal ishlash imkoniyatining yo‘qolishi,
- Huquqni muhofaza qilish organlari bilan muammolar va boshqalar.

Bu mezonlarni yagona o‘lchov shkalasiga keltirish zarur bo‘ladi.

Xavflarni baholash va boshqarish jarayonining yana bir o‘ziga xosligi bu jarayonda ekspertlarning subektivligidir. Har qanday baholashda olinadigan xavf ko‘rsatkichlari nisbiy bo‘ladi va bu ko‘rsatkichni qaror qabul qiluvchilarning (QQQ) qabul qilinadigan xavf darajasi bilan taqqoslash kerak bo‘ladi.

Axborot texnologiyalari va axborot xavfsizligi sohasidagi xavf-menejment tizimining o‘ziga xos xususiyati shundaki, ushbu tizim yordamida hal qilinadigan masalalar qanchalik dolzarb bo‘lmasin, xavf-menejment tizimi mustaqil ravishda mavjud bo‘la olmaydi va uni korxonaning umumiy boshqaruv tizimiga integratsiya qilish zarur.

Tahlil va natijalar. Axborot xatarlarini baholash va boshqarishga doir asosiy yondashuvlar tahlili shuni ko‘rsatdiki, risklarni boshqarish kompleks muammo bo‘lib, u bir qator turli faoliyat yo‘nalishlarini o‘z ichiga oladi: qabul qilinadigan xatar darajasini aniqlash, joriy (aktual) xatarlarni baholash hamda xatarlarni “qayta ishlash” (mitigatsiya) jarayonlari.

Rossiyalik va xorijiy olimlarning, jumladan, so‘nggi yillarda amalga oshirilgan dissertatsion tadqiqotlar hamda risk-menejment standartlari tahlili shuni ko‘rsatdiki, xatarlarni o‘rganish va ularni baholash usullariga bag‘ishlangan ko‘plab ilmiy ishlarga qaramay, qabul qilinadigan va joriy xatarlarning miqdoriy kattaligini baholashning, shuningdek, joriy xatarlarni qaror qabul qiluvchi shaxs uchun maqbul darajagacha kamaytirish bo‘yicha boshqaruv qarorlarini izlashning formalashtirilgan metodikalari deyarli mavjud emas. Bunda, ayniqsa, ekspert baholari jarayonida yuzaga keladigan sub’ektiv noaniqlikni hisobga oluvchi yondashuvlar yetarli darajada ishlab chiqilmagan.

Xulosa. Shunday qilib, adabiyotlarni tahlil qilish natijasida risk-menejmentning ayrim masalalariga, jumladan, xatarlarni baholashga bag‘ishlangan

ISSN 3030-3907

umumiy-nazariy yo‘nalishdagi ko‘plab ilmiy ishlar mavjudligi aniqlangan. Bunda xatarlarni baholash metodikalarining aksariyatida baholash natijasi yagona son ko‘rinishida ifodalanadi, biroq uni qaror qabul qiluvchi shaxs (QQQ) tomonidan talqin qilish qiyinchilik tug‘diradi. Bundan tashqari, axborot xatarlarini boshqarish sohasidagi ishlanmalarni tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, ularda keltirilgan metodikalar xatarlarni to‘liq va samarali baholash imkonini bermaydi, chunki baholash faqat aktivlar darajasigacha olib boriladi va ularning tashkilot faoliyatiga ta’siri inobatga olinmaydi. Natijada olingan qiymatlar yetarlicha informativ bo‘lmay, QQQ tomonidan boshqaruv qarorlarini asosli tanlash imkonini cheklaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. O’z Dst ISO/IEC 27005:2013 “Axborot texnologiyalari. Xavfsizlik usullari. Axborot xavfsizligi risklarini boshqarish”
2. Нефедьев Д. С. Принципы и инструменты управления рисками промышленного предприятия: автореф. дис. канд. эконом. наук : 08.00.05 / Нефедьев Денис Сергеевич. – Санкт-Петербург, 2015. – 20 с.
3. Шапорин В. О. Разработка лингвистической модели оценки рисков активов информационной системы / В. О. Шапорин, П. М. Тишин, Р. О. Шапорин, Н. Б. Копытчук // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2015. – №4/2 (76). – С. 30-35.
4. Аникин И. В. Методы оценки и управления рисками информационной безопасности в корпоративных информационных системах: Монография / И. В. Аникин.– Казань: редакционно-издательский центр «Школа», 2015. – 224 с.
5. Юрков, Н. К. Риски отказов сложных технических систем / Н. К. Юрков // Надежность и качество сложных систем. – 2014. – №1. – С. 18-24.
6. All Hazards Risk Assessment Methodology Guidelines 2012-2013 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.publicsafety.gc.ca/cnt/rsrcs/pblctns/ll hzrds-ssssmnt/index-en.aspx (дата обращения: 01.09.2016г.).
7. Бурков, В.Н. Управление риском: механизмы взаимного и смешанного страхования / В.Ы. Бурков, А.Ю. Заложнев, Д.А. Новиков. // Автоматика и телемеханика. - 2001. - № 10. - С. I 25 - 131.
8. Современные средства управления информационными рисками.-March 2012.Ukrainian Information Security Research Journal 14(1 (54)).DOI:10.18372/2410-7840.14.2054
9. Филатов, А. А. Управление информационными рисками в организации / А. А. Филатов. — Текст : непосредственный // Молодой ученый. — 2020. — № 21 (311). — С. 199-202. — URL: https://moluch.ru/archive/311/70311/.

ISSN 3030-3907

10. Исламова, Д. С. (2024). Управление информационными рисками и «уровень зрелости» корпоративных систем. Экономика и социум, (5-1 (120)), 1983-1988.

11. Irgasheva, D. (2021, November). Indicators of Efficiency of Synthesis of Access Control Systems. In 2021 International Conference on Information Science and Communications Technologies (ICISCT) (pp. 1-4). IEEE.

ISSN 3030-3907

УДК 621.311.2

РЕАКТИВ ҚУВВАТНИ АВТОМАТИК РОСТЛАШДА ҚЎЛЛАНИЛАДИГАН КУЧЛАНИШ РЕЛЕЛАРИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШНИНГ ДОЛЗАРБЛИЛИГИ

Ниматов Камолиддин Бахриддинович
Қарши давлат техника университети, катта ўқитувчи
Қарши, Ўзбекистон.
E-mail: k.b.nimatov@gmail.com

Аннотация: Мақолада саноат корхоналарида электр энергиясини самарали бошқаришда реактив қувватни автоматик ростлаш ва кучланиш релеларининг аҳамияти ёритилган. Электромеханик, аналог ва рақамли релелар қиёсий таҳлил қилиниб, рақамли релеларнинг самарадорлиги исботланди. “Шуртан газ-кимё мажмуаси” мисолида кучланиш оғишларининг ишлаб чиқариш жараёнига таъсири кўрсатилди ҳамда ақлли тизимлар билан интеграциялашган янги авлод релеларини ишлаб чиқиш зарурияти асослаб берилди.

Калит сўзлар: Реактив қувват, кучланиш реллелари, электромеханик реле, аналог реле, рақамли реле, саноат корхоналари, автоматлаштириш, ақлли тизимлар, энергия самарадорлиги, ишлаб чиқариш узлуксизлиги.

Аннотация: В статье освещена важность автоматического регулирования реактивной мощности и применения напряженческих реле при эффективном управлении электроэнергией на промышленных предприятиях. Проведен сравнительный анализ электромеханических, аналоговых и цифровых реле, доказана эффективность цифровых реле. На примере «Шуртанского газохимического комплекса» показано влияние отклонений напряжения на производственный процесс, а также обоснована необходимость разработки нового поколения реле, интегрированных с интеллектуальными системами.

Ключевые слова: реактивная мощность, напряженческое реле, электромеханическое реле, аналоговое реле, цифровое реле, промышленные предприятия, автоматизация, интеллектуальные системы, энергоэффективность, бесперебойность производства.

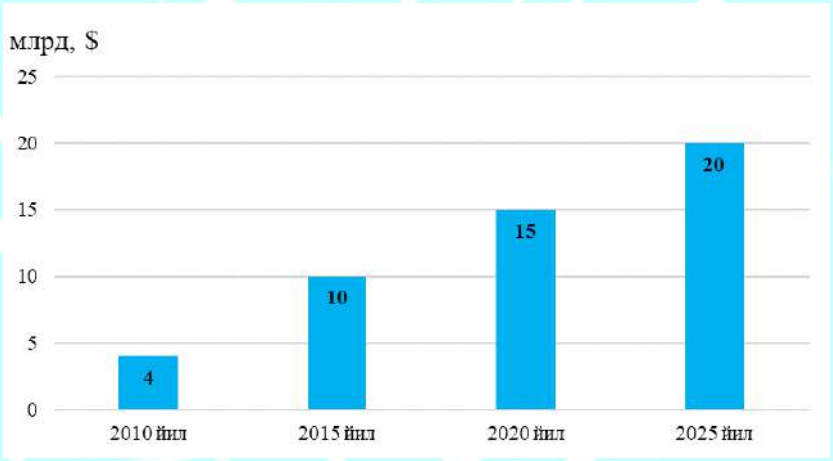
Abstract: The article highlights the importance of automatic reactive power control and the application of voltage relays in efficient energy management at industrial enterprises. A comparative analysis of electromechanical, analog, and digital relays was carried out, proving the effectiveness of digital relays. Using the example of the “Shurtan Gas Chemical Complex,” the impact of voltage deviations on the production process is demonstrated, and the necessity of developing a new generation of relays integrated with intelligent systems is substantiated.

ISSN 3030-3907

Keywords: reactive power, voltage relay, electromechanical relay, analog relay, digital relay, industrial enterprises, automation, intelligent systems, energy efficiency, production continuity.

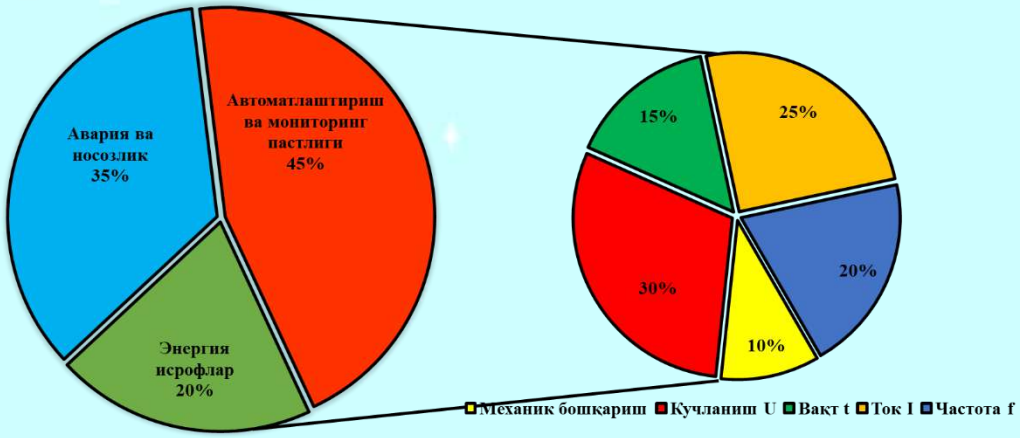
Введение

Электротехника саноати кундан-кунга жадал суръатлар билан ривожланиб бормоқда. Сўнгги йилларда ушбу соҳада янги технологиялар, хусусан, ақлли тизимлар кенг жорий этилмоқда. Замонавий бошқарув, назорат ва автоматлаштириш воситалари саноат ишлаб чиқаришида юқори самарадорликни таъминлаб, технологик жараёнларнинг узлуксизлигини оширишга хизмат қилмоқда.



1.1-расм. Саноат корхоналарида автоматлаштиришнинг йиллар кесимида ўзгариши.

Тадқиқотлар шуни кўрсатадики саноат корхоналаридаги мавжуд муаммоларнинг энг катта қисмини 45% ини автоматлаштириш муаммолари ташкил этади. Ушбу муаммоларнинг асосини кучланишни назорат қилиш билан боғлиқ масалалар ташкил этади.



1.2-расм. Саноат корхоналаридаги мавжуд носозликлар ва уларнинг улуши.

Шунинг учун саноат корхоналарида ақлли тизимлардан фойдаланиш улуши сезиларли даражада ортиб бориб, ишлаб чиқариш жараёнларининг автоматлаштирилиши, энергия тежамкорлиги, хавфсизлик даражасининг

ISSN 3030-3907

ошиши ва технологик жараёнларнинг узлуксизлигини таъминлаш масалаларига катта аҳамият қаратилмоқда. Бунда эса кучланиш релелари каби муҳим қурилмаларни янада такомиллаштириш ва уларни ақлли тизимлар билан интеграция қилишга эҳтиёж янада ортиб бормоқда. Чунки кучланишни белгиланган меъёрий кўсатгичларда (±5% оралиғида) таъминлаш бевосита ишлаб чиқариш жараёнларига таъсир этади.

Хусусан, узлуксиз режимда ишловчи “Шуртангаз кимё мажмуаси” саноат корхонаси тадқиқот объекти сифатида танлаб олинган бўлиб, ушбу корхонада йилига 4,2 млрд.м^3 газни қайта ишлаш имкониятига эга бўлиб, корхонанинг асосий фаолияти табиий газ, газ конденсати, суюлтирилган газ, полиэтилен грануласи, олтингугурт ва тайёр полиэтилен маҳсулотлари ишлаб чиқаришдан иборат. Ушбу махсулотларни ишлаб чиқаришда асосий технологияларни бажаришда электр двигателларини ўрни жуда катта бўлиб, корхонада 1000 В дан паст кучланишда ишлайдиган 1160 та асинхрон туридаги, ҳамда 6000В кучланишга мўлжалланган 23 та асинхрон ва синхрон электр двигателлар мавжуд. Ушбу двигателларни нормал ишлаши тармоқ кучланишининг қиймати билан бевосита боғлиқ бўлиб, кучланишнинг номинал қийматидан оғиши саноат корхоналарида ишлаб чиқариш унумдорлигига сезиларли таъсир кўрсатади. Кучланиш пасайиши электр двигателларида моментнинг камайишига олиб келиб, ускуналар айланиш тезлигини йўқотади ва автомат линияларда маҳсулот чиқиши секинлашади. Бу бир сменада ишлаб чиқариладиган маҳсулот сонининг ёки ҳажмининг камайиши, жараён вақтининг узайиши ва айрим ҳолларда маҳсулотда дефект пайдо бўлишига сабаб бўлади. Кучланиш ортиши эса жиҳозларнинг тез-тез ишдан чиқиши, автоматик тизимларида хато ишга тушиши ва электр двигателлар хизмат муддатининг қисқариши орқали умумий ишлаш вақтининг камайишига олиб келади. Бундан ташқари, кучланишнинг ортиқча оғиши ишлаб чиқариш циклининг бузилиши, авариялы тўхташлар ва жараёнларни қайта ишга туширишдаги вақт йўқотишларини келтириб чиқаради. Бу ҳолатлар ишлаб чиқариш унумдорлигини бир неча фоизга пасайтиради. Шу билан бирга, маҳсулот сифати пасайиши ва энергия сарфининг ортиши орқали харажатлар ошади. Паст кучланишда электр двигателларда ортиқча ток истеъмоли эса қўшимча энергия йўқотишларига сабаб бўлади, бу эса корхона иқтисодий самарадорлигига салбий таъсир кўрсатади.

Ҳозирги кунда ишлаб чиқариш корхоналарида энг кенг қўлланилган электр истеъмолчилар бу асинхрон электр юритгичлар ҳисобланади. 1.1-жадвалда кучланиш оғишининг қиймати –10% дан +10% оралиқда асинхрон электр юриткичларнинг тавсифиларига таъсири кўрсатилган.

ISSN 3030-3907

1.1-жадвал

Асинхрон электр юритгичларнинг кучланиш ўзгаргандаги тавсифлар ўзгариши жадвали

№	Электр юритгич тавсифи	Кучланиш ўзгаргандаги тавсифлар ўзгариши	
		-10%	+10%
1.	Ишга тушурувчи ва айлантирувчи момент	-19%	+21%
2.	Синхрон айланиш частотаси	const	const
3.	Сирпаниш, %	+23%	-17%
4.	Номинал юкламада айланиш частотаси	-1,5%	+1%
5.	Номинал юкламада ротор токи	+14%	-11%
6.	Номинал юкламада статор токи	+10%	-7%
7.	Номинал юкламада чулғамларда t - ҳароратнинг ўзгариши	+5 ^{0}C дан +6 ^{0}C гача	Амалда ўзгармайди

1.1-жадвалда кучланишнинг ±10% ўзгариши асинхрон электр юритгич параметрларига таъсири кўрсатилган: кучланиш 10% га пасайганда айлантириш моменти 19% га камаяди, сирпаниш 23% га ортади, роторнинг айланиш частотаси 1,5% га пасаяди, ротор токи 14% га, статор токи 10% га ортади ва чўлгамлардаги ҳарорати (5÷6)°C га кўтарилади; кучланиш 10% га ошганда эса момент 21% га ортиб, сирпаниш 17% га камаяди, роторнинг айланиш частотаси 1% га ортади, ротор токи 11% га, статор токи эса 7% га камаяди ҳамда ҳарорат амалда ўзгармайди. Кучланишнинг номинал қийматдан оғиши электр юритгич моментини, тармоқдан истеъмол қилаётган токни ва электр двигателини сирпанишини сезиларли даражада ўзгартиради, бу эса иш унумдорлиги ва ишончлилигига салбий таъсир қилади. Шунинг учун ҳам кучланиш релеларини қўллаш муҳим аҳамият касб этади.

Бугунги кунда саноат корхоналарида қўлланилаётган кучланиш релелари турли техник ечим ва ишлаш принциплари асосида ишлаб чиқилган. Мавжуд кучланиш релелари асосан уч турга бўлинади: электромеханик, аналог ва рақамли релелар. Электромеханик релелар ўзининг содда конструкцияси, ишончлилиги ва мустаҳкамлиги билан ажралиб туради, бироқ уларнинг ишлаш тезлиги нисбатан паст ва конструктив имкониятлари чекланган. Аналог релелар кучланиш даражасини аниқлашда юқори аниқликка эга бўлиб, электромеханик қурилмаларга нисбатан сезиларли даражада тезкор ишлайди. Рақамли релелар электромеханик ва аналог релеларга нисбатан тезкорлиги, аниқлиги ва функционал имкониятлари билан устун. Улар мослашувчан дастурлаш, PLC

ISSN 3030-3907

билан интеграция ва тармоқни автоматик назорат қилиш имконини беради, шу билан бирга ишончлиликни оширади.

Ушбу релеларни таққослаш мақсадида 1.2-жадвалда келтирилган 9 та мезон ишлаб чиқилди, ҳамда ушбу мезонлар асосида релелар баҳоланди.

1.2-жадвал

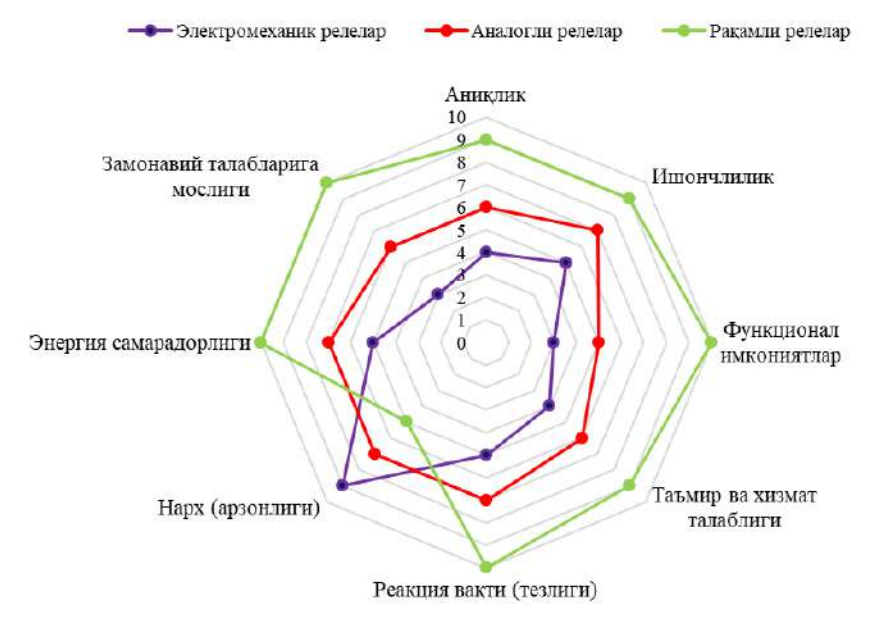
Ҳозирги кунда қўлланилаётган релеларни таққослаш мезони

№	Критерия	Электромеханик реле	Аналог реле	Рақамли реле
1.	Ишлаш принципи	Механик ҳаракат ва контактлар	Электрон аналог схемалар	Микропроцессор асосида ҳисоблаш
2.	Аниқлик	Паст (±5–10%)	Ўртача (±2–5%)	Юқори (±1% ва камроқ)
3.	Ишончлилик	Механик қисмлар эскиради, таъмир талаб қилади	Қисмлар сезгир, аммо ҳаракатланувчи қисм йўқ	Юқори ишончлилик, ҳаракатланувчи қисмлар йўқ
4.	Функционал имкониятлар	Чекланган, фақат бир функция	Чекланган, баъзи қўшимча функциялар	Кўп функцияли, комплекс ҳимоя ва мониторинг
5.	Таъмир ва хизмат кўрсатиш	Мунтазам механик хизмат талаб қилади	Камроқ хизмат талаб қилади	Деярли хизмат талаб этмайди, дастурий янгиланади
6.	Реакция вақти	Узун (десяток миллисекунд)	Қисқарган	Жуда қисқа (миллисекунддан ҳам кам)
7.	Нарх	Арзон	Ўртача	Қиммат, лекин функционали юқори
8.	Энергия сарфи	Юқори	Ўртача	Жуда паст
9.	Замонавий талабларга мослиги	Паст	Ўртача	Юқори, интеллектуал тизимлар билан интеграцияланади

1.2-жадвалда келтирилган кўрсаткичлар асосида, уларнинг энг афзал кўрсатгичи базавий қиймат сифатида танланилиб, бошқалари ушбу

ISSN 3030-3907

кўрсатгичга нисбатан баҳоланди ва натижа 1.3-расмда радар диаграмма кўринишида акс эттирилди.



1.3-расм. Амалда қўлланилаётган кучланиш релеларини баҳолашнинг қиёсий таҳлили “Radar” диаграммаси

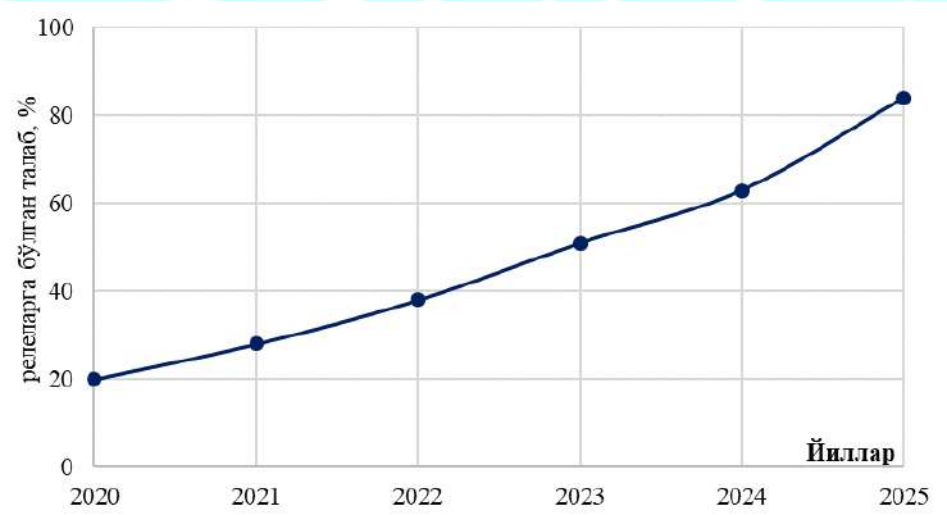
1.3-расмда келтирилган кучланиш релеларини қиёсий таҳлил қилиш “Радар” диаграммасидан маълум бўладики, рақамли релелар нисбатан самаралироқдир. Рақамли релелар замонавий микропроцессор технологиясига асосланган бўлиб, кенг функционал имкониятлар, дастурий созлаш ва ақлли тизимлар билан интеграция қилиш имконини беради.

Бозор таҳлилларига кўра, бугунги кунда саноат корхоналарида ишлатилаётган кучланиш релеларининг тахминан (60–70)% электромеханик тизимларга тўғри келади. Бунинг асосий сабаби — уларнинг узоқ йиллик амалиётда синовдан ўтган ишончлилиги ва техник хизмат кўрсатишнинг нисбатан осонлиги. Шу билан бирга, рақамли ва замонавий аналог релеларнинг нархи юқорироқ бўлгани сабабли уларни кенг миқёсда жорий этиш айрим корхоналар учун иқтисодий жиҳатдан мураккаблик туғдиради. Шу боис, келажакда маҳаллий ишлаб чиқарувчилар томонидан арзон, аммо функционал имкониятлари кенг бўлган рақамли релеларни яратиш муҳим вазифа бўлиб қолмоқда. Зеро, 2025-йил 22-январда қабул қилинган “Электротехника саноатини ривожлантиришни янги босқичга олиб чиқишга доир қўшимча чора-тадбирлар тўғрисида”ги Президент қарорида ҳам соҳада ишлаб чиқаришни кенгайтириш, маҳсулотларни маҳаллийлаштириш, юқори қўшилган қийматли ва импорт ўрнини босувчи маҳсулотлар ишлаб чиқаришни рағбатлантириш, божхона ва солиқ имтиёзлари бериш, давлат харидларида маҳаллий ишлаб чиқарувчиларга устуворлик яратиш ҳамда

ISSN 3030-3907

2025–2027-йилларда электротехника саноатини модернизация қилиш бўйича аниқ режалар белгилаб берилган.

Рақамли релеларни ишлаб такомиллаштириш билан бир қаторда, уларни масофадан бошқариш ва доимий мониторинг қилиш саноат жараёнларининг хавфсизлиги ва самарадорлигини таъминлашда катта аҳамиятга эга. Бугунги кунда ушбу қурилмаларни SCADA, IoT ва бошқа ақлли тизимлар билан интеграция қилиш зарурати тобора ортиб бормоқда. Бундай интеграция нафақат реал вақт режимида кучланишни назорат қилиш, балки авариявий ҳолатларни олдиндан аниқлаш, автоматик ростлаш ва тизимни масофадан созлаш имконини бериб ақлли тизимларга интеграциялашган ҳолда ишлайдиган кучланиш релеларига бўлган талаб йилдан йилга ошиб бормоқда (1.4-расм).



1.4-расм. Ақлли тизимларга интеграциялашган кучланиш релеларига бўлган талабнинг йиллар кесимида ўсишини диаграммаси

Бозор маълумотларига кўра, ақлли кучланиш релелари сегменти 2024-йилда тахминан 1,5 миллиард АҚШ долларига тенг бўлиб, йиллик ўсиш суръати (CAGR) 9,2% ни ташкил этади (1.2-расм). Бу кўрсаткич умумий реле бозорининг ўртача 5,7% лик ўсишидан юқори қийматларни ташкил этади. Шунингдек, ҳимоя релелари бозори 3,5 миллиард долларлик ҳажмга эга бўлиб, йиллик 7,5% ўсмоқда, бу эса замонавий электр тармоқларида ақлли ҳимоя воситаларига талаб ошиб бораётганини англатади.

1.3-жадвал

Бозор маълумотларига кўра, ақлли кучланиш релелари сегментлари ҳажми ва ўсиш суръати

№	Сегментлар	2024 қиймати (миллиард)	CAGR
1.	Ақлли релелар	$1,5	9,2%
2.	Умумий реле бозори	$9,1	5,7%

ISSN 3030-3907

3.	Smart тармоқ ҳимоя релелари	$3,5	7,5%
4.	Ҳимоя релелари бозори	$3,25	5,8%

Янги авлод кучланиш релеларини яратиш долзарблиги, бир томондан, мавжуд бозор эҳтиёжларининг ўсиши, бошқа томондан, технологик ривожланишнинг тез суръатлари билан изоҳланади. Айни пайтда корхоналар нафақат ишончли ва арзон қурилмаларни, балки ақлли тармоқлар билан мос ишлайдиган, маълумотларни реал вақт режимида қайта ишлаш ва таҳлил қилиш имкониятига эга бўлган ечимларни талаб қилмоқда. Шу сабабли, инновацион, дастурий таъминот билан интеграциялашган ва маҳаллий шароитларга мослаштирилган янги кучланиш ростлаш ечимларини ишлаб чиқиш саноатида муҳим ўрин эгаллайди. Шундан келиб чиқиб, мақолада реактив қувватни автоматик ростлашда дастурий таъминот билан интеграциялашган ҳолда ишлайдиган сабр вақти бошқариладиган контактсиз кучланиш релесини ишлаб чиқиш бўйича ишлар олиб борилди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.

1. Beitullaeva, R., Tukhtaev, B., Norboev, A., Nimatov, K., & Djuraev, S. (2023). Analysis of pump operation in common pressure pipelines using the example of the “Chirchik” pumping station. In E3S Web of Conferences (Vol. 460, p. 08015). EDP Sciences.

2. Ibragimov, M., Akbarov, D., Fayziyev, M., Beytullaeva, R., Nimatov, K., & Safarov, K. S. (2023, March). Analysis of the methods of diagnosing asynchronous motors according to vibration indicators. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 1142, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.

3. Fayziyev, M., Ochilov, Y., Nimatov, K., & Mustayev, R. (2023). Analysis of payment priority for electricity consumed in industrial enterprises on the base of classified tariffs. In E3S Web of Conferences (Vol. 384, p. 01039). EDP Sciences.

4. Usmanov, E., Kholikhmatov, B., Rikhsitillaev, B., & Nimatov, K. (2023). Device for reducing asymmetry. In E3S Web of Conferences (Vol. 461, p. 01052). EDP Sciences.

5. Markaev, N., Akbarov, D., Radjapov, Z., Beytullaeva, R., & Nimatov, K. (2024, November). Effects of electrical treatment on the tissues of grape cuttings and characteristics of the equivalent replacement scheme. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3244, No. 1, p. 060006). AIP Publishing LLC.

6. Рахмонов, И. У., Ниёзов, Н. Н., Ниматов, К. Б., Ушаков, В. Я., угли Омонов, Ф. Б., Реймов, К. М., & Нажимова, А. М. (2025). Mathematical model for reducing active power losses by regulating reactive power at enterprises with continuous production mode. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University Geo Assets Engineering, 336(2), 159-171.

ISSN 3030-3907

7. Baxriddinovich, N. K., & Malik o‘g‘li, M. X. (2024, Aprel). MASHINASOZLIK KORXONALARI ENERGIYA SAMARADORLIGINING HOZIRGI KUNDAGI HOLATI. In INTERNATIONAL SCIENTIFIC RESEARCH CONFERENCE (Vol. 2, No. 23, pp. 182-189).
8. Kamoliddin B. Nimatov Ikromjon U. Raxmonov. (2025/1) PROBLEMS OF ENERGY AND SOURCES SAVING. Kontaktsiz kuchlanish relelari asosida reaktiv quvvatni boshqarishni modellashtirish usullari.
9. K.B. Nimatov I.U.Rakhmonov. (2023/10) International Journal of AdvancedResearch in Science, Engineering and Technology. Application of Contactless Voltage Regulators in Automatic Reactive Power Consumption Control

ISSN 3030-3907

ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО И ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА РУД САРЫ–ЧЕКИНСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ТЕХНОЛОГИИ ОБОГАЩЕНИЯ

Самадов Алишер Усманович

ТашГТУ имены Ислама Каримова. директор Алмалыкского филиала DSc, профессор,

Абдусамиева Лобархон Нумонжон қизи

ТашГТУ имены Ислама Каримова. докторант кафедры « Горное дело » Алмалыкского филиала

Abstract. The article presents the results of mineralogical and chemical studies of ores from the Sary–Chekin deposit. The features of host rocks, mineral associations, textural and structural characteristics, and physical–mechanical properties of ores are analyzed. The industrial significance of the deposit is determined by the presence of copper, molybdenum, sulfur, gold, silver, and rare elements. The correlation between the main components is shown to be important for improving the efficiency of ore beneficiation.

Keywords: copper–molybdenum ores, Sary–Chekin deposit, mineral composition, mineral associations, processing, element correlation.

Аннотация. В статье приведены результаты минералогического и химического изучения руд Сары–Чекинского месторождения. Рассмотрены особенности рудовмещающих пород, минеральные ассоциации, текстурно-структурные характеристики и физико-механические свойства руд. Определена промышленная ценность месторождения за счет содержания меди, молибдена, серы, золота, серебра и редких элементов. Показано значение корреляционных связей между основными компонентами для повышения эффективности обогащения.

Ключевые слова: медно-молибденовые руды, Сары–Чекинское месторождение, минеральный состав, ассоциации, переработка, корреляция элементов.

Annotatsiya. Maqolada Sariq–Cho‘qqi koni rudalarining mineralogik va kimyoviy o‘rganish natijalari keltirilgan. Rudani hosil qiluvchi jinslarning xususiyatlari, mineral assotsiatsiyalar, tekstur-struktur belgilari hamda ruda va jinslarning fizik-mexanik xossalari tahlil qilingan. Konning sanoat ahamiyati tarkibidagi mis, molibden, oltingugurt, oltin, kumush va kamyob elementlar miqdori bilan belgilanadi. Asosiy komponentlar orasidagi korrelyatsion bog‘liqlik ruda boyitish samaradorligini oshirishda muhim omil sifatida ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: mis-molibden rudalari, Sariq–Cho‘qqi koni, mineral tarkib, assotsiatsiyalar, qayta ishlash, elementlar korrelyatsiyasi.

Введение

ISSN 3030-3907

Сары–Чекинское месторождение относится к числу перспективных источников медно-молибденового сырья в Центральной Азии. Особенности минерального состава, текстурно-структурных характеристик и физико-механических свойств руд определяют эффективность их промышленной переработки и комплексного использования. Месторождение и рудник Сары-Чеку расположены в 30 км от медной обогатительной фабрики, на северных склонах Кураминского хребта в среднем течении реки Саук-Булак и охватывает площадь 450 км^2. Геология района характеризуется разнообразием пород вулканического и осадочного комплексов, участвующих в его строении.

Наиболее древние породы, слагающие рудный район – метаморфические сланцы ордовик силура. Месторождение Сары-Чеку расположено в висячем боку крупного Мискакского разлома типа надвига и сложено, в основном, изверженными породами палеозоя с остатками кровли карбонатных пород на южном, северном и северо-восточном фланцах месторождения.

Геолого- минералогическая характеристика.

Основные рудовмещающие породы представлены эффузивными порфирами и кварцвыми порфирами в сильной степени серитизированными. Рудная минерализация в зоне окисления представлена минералами: малахитом, азуритом, лимонитом и реже халькозином и купритом. Малахит является основным минералом этой зоны, он заполняет тончайшие трещины, пропитывает породу. Большое количество гидроокислов желез придает рудам зоны окисления буроватый оттенок.

Зона первичных руд представлена рудовмещающими породами, в состав которых входят кварцевые порфиры и розовые гранодиоритпорфиры, окварцованные и серитизированные.

Минеральный состав руд представлен пиритом, халькопиритом, молибденитом, иногда галенитом, сфалеритом, гематитом. Эти минералы выделяются в виде прожилков, вкрапленности и небольших гнездообразных скоплений, но основными формами образования являются прожилки.

Кроме меди и молибдена, руды Сары-Чеку содержат золото, серебро, серу, теллур, рений, индий, галий и таллий.

Содержание меди в балансовых сульфидных рудах колеблется от 0,5 до 3,0%, при среднем содержании 0,5 %.

По проекту из карьера Сары-Чеку добываемые товарные руды имеют среднее содержание: меди – 0,45 %, Mo – 0,0025 %, S -1,52 %, золота – 0,1%, серебра – 2,262 г/т.

Распределение элементов в основных рудных минералах

ISSN 3030-3907

Сары-Чекинского месторождения.

Минералы	Содержание элементов, г/т										
	Au	Ag	Cd	Ga	Zn	Ge	Bi	Se	Te	Re	Hg
Халькопирит	1,5	75	25	15	4	1,0	50	100	18	8,4	0,3
Пирит	2,5	32	-	1	-	-	-	60	10	2,2	-
Молибденит	-	10	-	-	-	-	-	130	10	600	-

Помимо меди, в рудах содержатся молибден, сера, золото, серебро, селен, теллур и рений, что придаёт месторождению комплексный характер и повышает его промышленную ценность. Важным является изучение корреляционных связей между основными компонентами, а также распределения благородных и редких элементов, что позволяет оптимизировать схемы обогащения и повысить извлечение полезных компонентов.

В данной работе рассматриваются минералогические и химические особенности руд Сары–Чекинского месторождения, их основные рудовмещающие породы, ассоциации минералов и технологические параметры, определяющие возможность комплексного использования сырья. Характеристика руды Сары – Чекинского месторождения Основные рудовмещающие породы в зоне первичных руд – кварцевые порфиры, «розовые» гранодиорит-порфиры, сильно окварцованные, серицитизированные. Минеральный состав первичных руд представлен пиритом, халькопиритом, молибденитом, борнитом, теннатит-тетраэдритом, галенитом и сфалеритом. Нерудные минералы представлены кварцем, ортоклазом, серицитом, биотитом, хябритом, эпидотом, ангидритом, кальцитом. Руды представлены в основном кварц-пирит-халькопиритовой, пирит-халькопиритовой, кварц-молибденовой и молибденовой ассоциациями. Помимо меди, промышленную ценность в руде представляет молибден, сера сульфидная, золото, серебро, селен, теллур и рений. Распределение меди в сульфидных рудах близко к равномерному. Молибден имеет смешанные максимумы содержаний. Содержание серы хорошо коррелируется с медью. Серебро имеет достаточно четкую корреляционную связь с первичной сульфидной медью. Текстура руд – прожилковая, вкрапленная и мелкогнездовая с преобладанием прожилковой и вкрапленной. Широким распространением пользуются относительно небольшое количество минералов: рудных: пирит, халькопирит, молибденит, борнит, галенит, сфалерит; из нерудных: кварц, ортоклаз, биотит, хлорит,

ISSN 3030-3907

эпидот, ангидрит, кальцит. Эти минералы выделяются в виде прожилков, вкрапленности, редко гнездообразных скоплений. В рудах выделено 2 гипогенных и гипергенных минералов меди – халькопирит, борнит, медь самородная, тенорит, куприт, халькозин, ковеллин, валлерит, зандбергерит, делафоссит, дигенит, из которых практическую значимость имеют лишь халькопирит, борнит и зандбергерит, из минералов молибдена – молибденит. Содержание меди в первичных рудах довольно неравномерное - максимальное- 2,5 %, минимальное – 0,024 %, среднее – 0,55 %. Руды на месторождении сложены в основном кварц-пирит-халькопиритовой, пирит халькопиритовой, кварц-молибденитовой, молибденитовой ассоциациями. В промышленном отношении наиболее важны - халькопирит, борнит, молибденит, а также сопутствующие им пирит, галенит, сфалерит, теннатит, тетраэдрит. Главные рудные минералы месторождения - пирит (среднее содержание его в руде 5,32 %) и халькопирит (1,37 %). Все остальные сульфиды имеют резко подчиненное значение: галенит – 0,4 %, молибденит и сфалерит – 0,2 %, борнит и блеклая руда – 0,01 %. Среднее содержание сульфидов в руде - 7,3 %. Рудовмещающие породы в зоне окисления представлены эффузивными порфиритами и кварцевыми порфиритами, в сильной степени окварцованными, серицитизированными. Из рудных минералов в них присутствуют малахит, азурит, хризоколла, борнит, кавеллин, гидрослюды железа, пирит, халькопирит, халькозин. Наиболее распространен малахит, который заполняет тончайшие трещины в породе, пропитывая ее. Согласно принятым кондициям, процент окисления окисленных руд должен не превышать 20 %. Наиболее распространенными рудными минералами в сульфидных рудах являются пирит, халькопирит, магнетит, гематит. В значительном количестве в них присутствуют галенит, сфалерит, молибденит, блеклая руда. Редкими являются минералы висмута и самородного золота. В процессе обработки и переработки руд большое значение оказывают физико механические свойства руд и рудовмещающих пород и их текстурно-структурные особенности. Физико-механические свойства рудовмещающих пород изучались институтом СредАзНИИПроЦветМет. Установлено, что они относятся из-за сильной трещиноватости к слабоустойчивым, хотя крепость их составляет 15-18 (по шкале Протодьяконова). Коэффициент разрыхления равен 1,6. Текстуры и структуры руд изучались на протяжении всего периода исследования месторождения.

1. Химический состав руды (технологические пробы № 1, 2, 3)

ISSN 3030-3907

Элемент	Массовая доля, %		
	Сульфидные первичные руды		Окисленные руды
	Проба №1 по кварцевым порфирам	Проба №2 «розовым» гранодиорит-порфирам	Проба №3 по кварцевым порфирам
1	2	3	4
Медь	1,02	1,15	0,45
Молибден	0,11	0,12	0,005
Железо	1,56	3,25	1,0
Сера общая	1,17	2,96	0,10
Свинец	0,05	0,04	0,04
Цинк	0,03	0,03	0,02
Окись кремния	67,7	62,5	68,2
Окись алюминия	11,0	10,7	12,1
Окись кальция	1,2	0,64	0,65
Окись магния	1,2	0,64	0,65
Двуокись углерода	0,5	0,7	0,7
Селен	0,001	0,0015	0,001
Теллур	0,001	0,001	0,001
Потери при прокаливании	1,9	3,2	1,8
Золото, g/t	0,2	0,2	0,4
Серебро, g/t	2,1	2,2	2,1

Руды Сары–Чекинского месторождения обладают сложным минеральным составом и значительной изменчивостью физико-механических свойств, что требует индивидуального подхода при выборе технологии обогащения. Проведённые исследования проб показали, что крупность вскрытия основных рудных минералов варьирует от 0,07 до 0,15 мм, что указывает на необходимость тонкого дробления и измельчения перед флотацией. Основным технологическим методом обогащения медно-молибденовых руд является **флотация**, эффективность которой определяется правильным выбором реагентов и режимом их дозировки. Для повышения извлечения меди рекомендуется применение **коллектора тиокарбамата**, который улучшает флотационную активность халькопирита и борнита. Молибден выделяется в виде концентрата после коллективной флотации меди и молибдена, с последующим селективным депрессированием меди при помощи реагента Na_2S или ферроцианида натрия.

Проведённые опыты показали, что при оптимальных условиях флотации можно получить концентрат с содержанием меди 18–22 % и молибдена 0,08–0,12 %, при извлечении меди до 87 % и молибдена до 68 %.

ISSN 3030-3907

Это свидетельствует о достаточно высоких технологических возможностях руды.

Для руд с повышенным содержанием окисленных форм меди (малахит, азурит, хризоколла) перспективным направлением является использование **комбинированных схем обогащения**, включающих флотационно-гравитационные методы и гидрометаллургическую переработку. В частности, применение аммиачно-карбонатного выщелачивания позволяет дополнительно извлекать до 25–30 % меди из хвостов флотации.

Комплексное использование сырья требует также вовлечения попутных компонентов — золота, серебра, рения и теллура. Исследования показали, что рений тесно ассоциирован с молибденитом и частично с пиритом, что делает возможным его извлечение из молибденовых концентратов. Извлечение золота и серебра наиболее эффективно при комбинированном цианидно-сорбционном процессе после флотации.

Таким образом, комплексное исследование минерального состава, текстурно-структурных особенностей и физико-механических свойств руд Сары–Чекинского месторождения позволяет разработать оптимальные технологические схемы их переработки. Это способствует **повышению степени извлечения меди, молибдена и сопутствующих элементов**, что имеет важное значение для рационального использования минеральных ресурсов Центральной Азии.

ЛИТЕРАТУРА

1. Самадов А.У. Минералого-геохимические особенности медно-молибденовых руд Центральной Азии // Горный вестник. – 2021. – №4. – С. 45–52.

2. Носиров Н. Перспективы комплексного использования медно-молибденовых руд Узбекистана // Материалы международной научной конференции. – Ташкент, 2022. – С. 112–118.

3. Mutalova, M. A. & Ibragimov, I. S. «СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПЕРЕРАБОТКИ СМЕШАННЫХ МЕДНЫХ РУД» // Европейский журнал междисциплинарных исследований и разработок, 2023.

4. Mutalova, M. A. «Технологии переработки окисленных и смешанных медных руд» // International Journal of Economy and Innovation, 2023.

5. Геология и обогащение медных руд зарубежом. – Москва: Недра, 2018. – 356 с.

ISSN 3030-3907

ELEKTROMOBIL MASSASIGA MOS RAVISHDA INVERTORNING BOSHQARUV SIGNALLARINI ISHLAB CHIQISH ASOSIDA SAMARADORLIKNI OSHIRISH

Karimjonov Dilyorbek Doniyorbek o‘g‘li

Andijon davlat texnika instituti “Muqobil energiya manbalari” kafedrasi mudiri, PhD.

E-mail: dilyorkarimjonov@gmail.com

Annotatsiya: Elektr transport vositalarining samaradorligi ularning energiya iste’moli, quvvat taqsimoti va boshqaruv tizimlari bilan bevosita bog‘liqdir. Ayniqsa, elektromobil invertori orqali quvvat taqsimoti va boshqaruv signallari ishlab chiqilishi transport vositasining umumiy energiya samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Maqolada taklif etilgan tizimda har bir g‘ildirakka og‘irlik sensorlari o‘rnatiladi. Bu sensorlar elektromobilning massasini va har bir g‘ildirakdagi kuch taqsimotini real vaqt rejimida aniqlaydi. Sensorlardan olingan ma’lumotlar tahlil qilinadi va markaziy boshqaruv blokiga uzatiladi va u yerda invertor boshqaruv algoritmi ishlaydi. Algoritm og‘irlik bo‘yicha olingan ma’lumotlar asosida motorning momentini optimallashtiradi, shunda energiya samaradorligi maksimal darajaga ko‘tariladi. Ushbu maqolada shuningdek, invertor va motor tizimlarining ishlash parametrlarini real vaqt rejimida optimallashtirish imkoniyatlari o‘rganiladi.

Kalit so‘zlar: Elektromobil, og‘irlik sensorlari, invertor, boshqaruv signallari, samaradorlik.

Аннотация: Эффективность электромобилей напрямую связана с их энергопотреблением, системами распределения электроэнергии и управления. В частности, разработка сигналов распределения электроэнергии и управления с помощью инвертора электромобиля оказывает значительное влияние на общую энергоэффективность транспортного средства. В системе, предложенной в статье, датчики веса установлены на каждом колесе. Эти датчики определяют массу электромобиля и распределение мощности на каждом колесе в режиме реального времени. Данные с датчиков анализируются и передаются в центральный блок управления, где работает алгоритм управления инвертором. Алгоритм оптимизирует крутящий момент двигателя на основе данных, полученных по массе, таким образом, чтобы добиться максимальной энергоэффективности. В этой статье также будут рассмотрены возможности оптимизации рабочих параметров инверторных и моторных систем в режиме реального времени. Алгоритм настраивает управляющие сигналы с учетом нагрузки электромобиля и дорожных условий.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: электромобиль, датчики веса, инвертор, управляющие сигналы, эффективность.

Annotation: The efficiency of electric vehicles is directly related to their energy consumption, power distribution and control systems. In particular, the development of power distribution and control signals through an electric car inverter has a significant impact on the overall energy efficiency of the vehicle. In the system proposed in the article, weight sensors are installed on each wheel. These sensors determine the mass of the electric car and the power distribution on each wheel in real time. The data from the sensors is analyzed and transmitted to the central control unit, where the inverter control algorithm works. The algorithm optimizes the torque of the motor based on the data obtained by weight so that the energy efficiency is maximized. This article will also explore the possibilities of real-time optimization of the performance parameters of inverter and motor systems. The algorithm adjusts the control signals, taking into account the load of the electric car and road conditions.

Keywords: Electric vehicle, weight sensor, inverter, control signals, efficiency.

Kirish.

Elektromobillarda og‘irlik o‘zgarishi dvigatel momenti, invertor chiqish kuchlanishi, transmissiya uzatmasi va rekuperatsiya jarayoniga ta’sir qiluvchi birinchi darajali parametrdir. Elektromobil ortiqcha massasiz holatda harakatlanganda, invertor va motor muvozanatli hamda tejamkor rejimda ishlaydi. Ammo elektromobil saloniga qo‘shimcha yo‘lovchi chiqsa, yukxonaga yuk qo‘yilsa yoki yo‘l harakati sharoiti tepalikka qarab ko‘tarilishni talab qilsa, bu yuklama avtomobilning harakat samaradorligiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, elektromobilning real og‘irligini aniqlovchi va avtomatik tarzda tahlil qiluvchi texnologiyalar bugungi transport muhandisligida asosiy yo‘nalishlardan biriga aylangan.

Shu bilan birga, elektromobillarning og‘irligini aniqlash va unga asoslangan boshqaruv tizimlari ekologik jihatdan ham foydalidir. Kamroq energiya sarfi – bu kamroq zaryad ehtiyoji, demak kamroq ishlab chiqarilgan elektr energiyasi va undan kelib chiqadigan kamroq karbon izidir. Shu bois, og‘irlikka mos boshqaruv strategiyalari nafaqat texnologik, balki ekologik barqarorlik uchun ham muhim hisoblanadi [1].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Avvalgi yondashuvlarda elektromobil og‘irligi ishlab chiqaruvchi tomonidan statistik tarzda berilgan konstantalarga asoslanib belgilanar edi. Ya’ni, avtomobilning o‘rtacha massasi hisobga olinib, boshqaruv signali va quvvat oqimi shunga mos tarzda dasturlashtirilgan bo‘lardi. Biroq bu yondashuv amaliyotda energiyaning ortiqcha sarf qilinishi, motor va invertorning haddan tashqari yuklanishi va FIK ning kamayishiga olib kelgan.

ISSN 3030-3907

Shuning uchun massani aniqlovchi sensor texnologiyalar rivojlanib, elektromobilning joriy og‘irligini real vaqt rejimida baholashga asoslangan intellektual tizimlar ishlab chiqila boshlandi [2-4].

Eng sodda va ishonchli usullardan biri bu “Strain gauge” sensorlari asosida ishlaydigan o‘lchov texnologiyasidir. Strain gauge – bu egiluvchan o‘lchov materiali bo‘lib, u o‘zining geometrik o‘lchamlarini yuklamaga qarab o‘zgartiradi. Uni avtomobil osma (podveska) qismlariga yoki shassis strukturasi bo‘ylab o‘rnatish mumkin. Yuklama ortgan sayin, strain gauge deformatsiyalanadi, uning qarshiligi o‘zgaradi va bu o‘zgarish elektr signalga aylantiriladi. Elektr signal analog tarzda ADC moduli orqali raqamlashtiriladi va boshqaruv blokiga uzatiladi. Bu usul yuqori aniqlik va ishonchlilik bilan ajralib turadi, ayniqsa, bitta o‘rindiqda nechta yo‘lovchi o‘tirganini baholashga ham imkon beradi [5, 7].

Yana bir keng tarqalgan texnologik yechim bu akselerometrlar (tezlanishni o‘lchovchi datchiklar) yordamida og‘irlikni baholashdir. Bu usulda elektromobilning harakatga kirishishidagi tezlanish holati real vaqt rejimida kuzatiladi. Og‘irlik qancha katta bo‘lsa, tezlanish shuncha sust bo‘ladi. Invertor tomonidan berilgan signalga nisbatan avtomobilning akseleratsiyasi massani aniqlash uchun bazaviy formulalar asosida qayta hisoblab chiqiladi. Bu metod dinamik tizimlarda – masalan, shahar ichidagi harakatlar, tirbandliklar, ko‘p to‘xtab yurish rejimlarida yuqori natija beradi. Biroq u mustaqil baholashda strain gauge singari aniqlikka ega bo‘lmaydi, shu sababli ko‘pincha qo‘shimcha aniqlovchi sifatida ishlatiladi.

Elektromobil ichki qismiga o‘rnatiladigan yo‘lovchi aniqlovchi sensorlar ham massani baholashda muhim rol o‘ynaydi. Bu texnologiyalar odatda o‘rindiqlarga o‘rnatilgan bosim sensori, ultratovush aniqlovchi yoki infraqizil (IR) datchiklar asosida ishlaydi. Ular har bir yo‘lovchining bor-yo‘qligini, taxminiy massasini va o‘tirgan holatini aniqlab, avtomobil markaziy boshqaruv tizimiga signal yuboradi. Bu sensorlar yo‘lovchi xavfsizlik yostiqchalari (airbag)ni faollashtirish uchun ham zarur, ammo yuklamani baholashda ham dolzarb manba bo‘lib xizmat qiladi.

Elektromobillarda og‘irlikni aniqlash bo‘yicha zamonaviy tendensiyalardan biri bu ko‘p datchikli (multi-sensor fusion) tizimlardan foydalanishdir. Ya’ni strain gauge, akselerometr, radar, LIDAR, GPS va boshqa sensorlardan kelayotgan ma’lumotlar sun’iy intellekt asosidagi algoritmlar bilan birlashtiriladi va umumiy massaning baholash natijasi chiqariladi. Bunday tizimlarda har bir sensorning nisbiy aniqligi va shovqin darajasi baholanadi, so‘ngra “weights” (og‘irlik koeffitsienti) beriladi va yakuniy qiymat hosil qilinadi. Bu tizim odatda avtonom boshqaruvga ega elektromobillar, yuk tashish transporti, hamda sun’iy intellekt integratsiyalangan tizimlarda qo‘llaniladi [6, 9].

ISSN 3030-3907

Amaliyotda og‘irlikni aniqlash sensorlari o‘z ma’lumotlarini CAN protokoli orqali markaziy boshqaruv blokiga uzatadi. Boshqaruv bloki esa bu ma’lumotni invertor algoritmlariga uzatib, KIM chiqish signalini, momentni, motor aylanish chastotasini, rekuperatsiya kuchini va transmissiya taqsimotini moslashtiradi. Bu jarayon real vaqt rejimida (odatda 5–10 ms ichida) amalga oshiriladi. Massani aniqlashdagi xatolik darajasi 2–5% dan oshmasligi kerak, chunki bundan katta xatolik energiya sarfida, harakat silliqligida va xavfsizlikda noxush holatlarga olib keladi [8, 10].

Umumiy qilib aytganda, elektromobil massasini aniqlash texnologiyalari bugungi avtomobilsozlikning eng dolzarb va intensiv rivojlanayotgan sohalaridan biri hisoblanadi. Sensor texnologiyalari, sun’iy intellekt, signal uzatish tarmoqlari va boshqaruv algoritmlarining o‘zaro integratsiyasi har bir avtomobilni shaxsiylashtirilgan, yuqori samarali va xavfsiz transport vositasiga aylantirmoqda. Bu texnologiyalar elektromobil texnologiyasining kelajakda yanada aqlliroq, ekologik toza va iqtisodiy jihatdan samarali bo‘lishiga zamin yaratadi [9, 10].

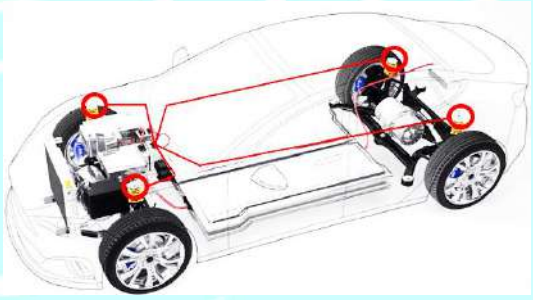
TADQIQOT METODOLOGIYASI. Elektomobilning massasiga mos ravishda invertordan boshqaruv signallarini ishlab chiqish: Zamonaviy elektromobil boshqaruv tizimlarining markazida real vaqtli, yuklamaga moslashtirilgan va energiya tejamkorlikka yo‘naltirilgan boshqaruv signallarining ishlab chiqilishi yotadi. Harakatlanayotgan elektromobilning og‘irligi doimiy tarzda o‘zgarib turadi va bu o‘zgarishlar elektromexanik tizimlarning barcha komponentlarining ishlashiga, energiya oqimiga, xavfsizlikka va umumiy foydali ish koeffitsientiga (FIK) bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli elektromobilning real og‘irligiga mos tarzda har bir uzatuvchi signal – invertor chiqish kuchlanishi, motor momenti, transmissiya torki, tormoz kuchi – o‘zgaruvchan tarzda ishlab chiqilishi va boshqarilishi lozim.

Boshqaruv signallarini massaga mos ravishda ishlab chiqish uchun avvalo elektromobilning real og‘irligi aniqlanishi kerak. Elektromobilning xar bir to‘rt g‘ildiraklariga mos tartibda, unga tusshayotgan og‘irlikni aniqlovchi sensorlar joylahtiriladi (1-rasm). Buning sababi elektromobilning harakatlanishi va holati sababli xar bir g‘ildiragiga turli qiymatdagi og‘irlik qiymati to‘g‘ri keladi. Xar bir g‘ildirakka o‘rnatailgan (G‘11, G‘12, G‘21, G‘22) sensorlar unga tushayotgan yuklama to‘g‘risida signal hosil qilib MSM (Massa Sensor Moduli) ga uzatadi. Modul ushbu ma’lumotni matematik model asosida qayta ishlaydi va invertor, motor, transmissiya, tormoz tizimi kabi bo‘g‘inlarga moslashtirilgan signal shakllantiradi va “Moment va satator magnit oqimini baholovchi” modulga uzatadi. Bu modulda motorga berilayotgan kuchlanish qiymati, tok kuchi va massa bo‘yicha olingan teskari a’loqa signallari tahlil qilinadi. Natijaviy signal moment nazoratchisi va statordagi magnit maydon nazoratchisi bloklariga yuboriladi. Bu

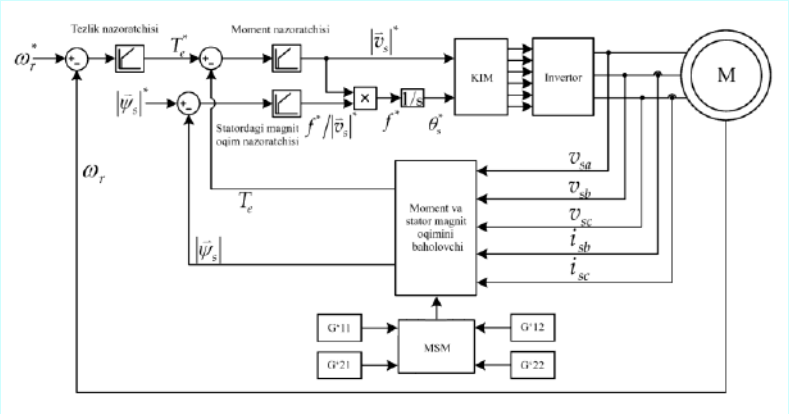
ISSN 3030-3907

ikki blok invetorlar uchun mos tartibga signallar hosil qiluvchi KIM (Keng Impulsli Modulyatsiya) blokiga yuboriladi va shu orqali invertor elektromobilning massaisga mos bo‘lgan elektr kattaliklarini hosil qilib motorga yuboradi, natijada yuklama uchun mos bo‘lgan elektr kattaliklar sababli energiya isroflarining oldi olinadi (2-rasm). Masalan, avtomobil to‘liq yuklangan bo‘lsa (ya’ni bir nechta yo‘lovchi, yukxona to‘la), bu holat dvigatel momentiga yuqori talab qo‘yadi. Shu vaziyatda KIM signalining impuls kengligi oshiriladi, chastota muvofiqlashtiriladi va faza burchagi dvigatel aylanish tezligiga mos tarzda sozlanadi. Invertor tomonidan uzatiladigan o‘zgaruvchan tok signalining amplitudasi ham massaga proporsional bo‘lib, ortiqcha yuklama ostida yuqorilatiladi, agar elektromobilda qo‘shimcha yuklama qiymati mavjud bo‘lmasa invertor shu asosida signallar chiqarishni boshlaydi [1, 3, 10].

Elektromobilda boshqaruv signali – bu dvigatelga, invertorga, tormoz tizimiga yoki boshqa elektromexanik elementlarga uzatiladigan buyruq signalidir. Bu signallar turli shakllarda (analog, raqamli, impulsli) bo‘lishi mumkin, ammo ularning yagona maqsadi elektromobilning harakat parametrlarini boshqarishdir. Massaga moslashtirilgan boshqaruv esa bu signal parametrlarini joriy yuklama, tezlik, harorat va yo‘l sharoitlariga muvofiqlashtirib uzatishni nazarda tutadi.



1-rasm. Og‘irlik bo‘yicha signallarni olish uchun joylashtiriladigan sensorlar joylashuvi.



2-rasm. G‘ildiraklaridagi massaga mos ravishda boshqaruv signallarini ishlab chiquvchi elektromobil elektr yuritmasining blok sxemasi.

Berilgan tizimga asoslanib, elektromobilning harakatlanishi, motor boshqaruvi va energiya samaradorligini optimallashtirish uchun quyidagi matematik tenglamalar tuziladi. Tizimda har bir g‘ildirakka o‘rnatilgan og‘irlik

ISSN 3030-3907

sensorlari orqali o‘lchanadigan kuchlar, avtomobil harakati va motor harakati uchun asos bo‘ladi.

1. Avtomobil harakati tenglamalari: Avtomobilning massasi m va har bir g‘ildirakdagi normal kuchlar $F_{z11}, F_{z12}, F_{z21}, F_{z22}$ sensorlar orqali o‘lchanadi. Yo‘l qiyalik burchagi α va massani aniqlash uchun quyidagi algebraik tenglamalar ishlatiladi:

$$S = F_{z11} + F_{z12} + F_{z21} + F_{z22}$$
$$D = (F_{z21} + F_{z22}) - (F_{z11} + F_{z12})$$
$$\alpha = \arctan\left(\frac{(DL/S) - (a-b)}{2h}\right)$$
$$m = \frac{S}{g\cos\alpha}$$

bu yerda L g‘ildirak bazasi, a va b og‘irlik markazidan old va orqa g‘ildiraklargacha bo‘lgan masofalar, h og‘irlik markazining balandligi, g gravitatsiya tezlanishi.

Avtomobil tezligi v uchun differensial tenglama:

$$m\frac{dv}{dt} = \frac{T_m G}{r} - F_r$$

bu yerda T_m motor momenti, G tishli uzatma nisbati, r g‘ildirak radiusi, F_r qarshilik kuchi:

$$F_r = \mu_r mg\cos\alpha + \frac{1}{2}\rho C_d A v^2 + mg\sin\alpha$$

μ_r aylana qarshilik koeffitsienti, ρ havo zichligi, C_d tortishish koeffitsienti, A old yuzasi.

2. Motor harakati tenglamalari: Motorning burchak tezligi ω uchun differensial tenglama:

$$J\frac{d\omega}{dt} = T_m - T_l$$

bu yerda J motor va avtomobilning inertsiyasi (motorga nisbatan), T_l yuk momenti:

$$T_l = \frac{F_r r}{G}$$

Avtomobil tezligi va motor tezligi o‘rtasida $v = \omega r/G$ bog‘lanish mavjud.

3. Motor elektromagnit tenglamalari: Induksion motor uchun stator oqimlari va fluxlarining differensial tenglamalari (d-q o‘qida):

$$\frac{di_{ds}}{dt} = \frac{1}{L_s}\left(V_{ds} - R_s i_{ds} + \omega_e L_s i_{qs}\right)$$
$$\frac{di_{qs}}{dt} = \frac{1}{L_s}\left(V_{qs} - R_s i_{qs} - \omega_e L_s i_{ds}\right)$$

ISSN 3030-3907

$$\frac{d\psi_{dr}}{dt} = -\frac{R_r}{L_r}\psi_{dr} + \frac{L_m R_r}{L_r} i_{ds} + \omega_{slip}\psi_{qr}$$
$$\frac{d\psi_{qr}}{dt} = -\frac{R_r}{L_r}\psi_{qr} + \frac{L_m R_r}{L_r} i_{qs} - \omega_{slip}\psi_{dr}$$

bu yerda i_{ds} va i_{qs} stator oqimlari, V_{ds} va V_{qs} stator kuchlanishlari, ψ_{dr} va ψ_{qr} rotor fluxlari, R_s va R_r stator va rotor qarshiliklari, L_s, L_r, L_m induktivliklar, ω_e elektrik chastota, $\omega_{slip} = \omega_e - \omega_r$ siljish chastotasi, ω_r rotor chastotasi.

Motor momenti:

$$T_m = \frac{3}{2}\frac{P}{2}\frac{L_m}{L_r}(\psi_{dr} i_{qs} - \psi_{qr} i_{ds})$$

bu yerda P qutblar soni.

4. Boshqaruv algoritmi tenglamalari: Og‘irlik sensorlari ma’lumotlari asosida moment va fluxni baholash:

- Massa sensor moduli (MSM) m va α ni hisoblaydi.
- Moment talabi T_{req} haydovchi buyrug‘i a_{des} asosida:

$$T_{req} = \left(ma_{des} + \mu_r mg\cos\alpha + \frac{1}{2}\rho C_d A v^2 + mg\sin\alpha\right)\frac{r}{G}$$

- Optimal stator oqim ψ_s^* moment va massaga bog‘liq holda aniqlanadi (masalan, empirik funksiya):

$$\psi_s^* = f(T_{req}, m)$$

- Oqim boshqaruvi uchun PI kontroller:

$$\frac{dx_\psi}{dt} = \psi_s^* - \hat{\psi}_s$$
$$V_{ds}^{ref} = K_{p\psi}(\psi_s^* - \hat{\psi}_s) + K_{i\psi} x_\psi$$

bu yerda $\hat{\psi}_s$ baholangan stator oqim, x_ψ integral holat.

- Moment boshqaruvi uchun PI kontroller:

$$\frac{dx_T}{dt} = T_{req} - T_m$$
$$V_{qs}^{ref} = K_{pT}(T_{req} - T_m) + K_{iT} x_T$$

- Invertor uchun KIM boshqaruvi:

$$V_{ds} = V_{ds}^{ref}, \quad V_{qs} = V_{qs}^{ref}$$

5. Energiya sarfini optimallashtirish: Energiya isroflarini minimallashtirish uchun flux ψ_s^* quyidagi funksiya orqali tanlanadi:

$$\psi_s^* = k\sqrt{T_{req}} \quad \text{yoki} \quad \psi_s^* = g(T_{req}, \omega)$$

bu yerda k konstanta, g optimallashtirilgan funksiya.

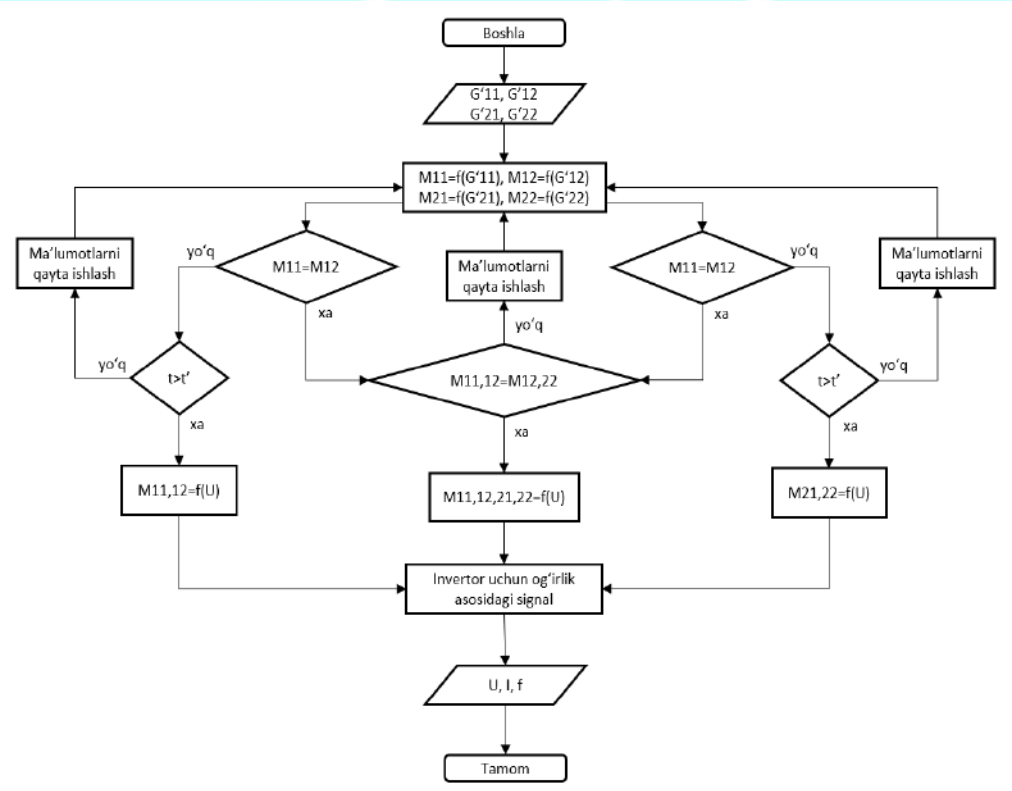
Ushbu tenglamalar tizimning real vaqt rejimida ishlashini va energiya samaradorligini tavsiflaydi. Tenglimalarni echish uchun sonli usullar (masalan,

ISSN 3030-3907

Runge-Kutta) qo‘llaniladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Elektromobilning xarakat vaqtidagi holati bevosita g‘ildiraklarga ta’sir ko‘rsatadi va bu xarakatalanish algoritmida keltirilgan (3-rasm). Algoritmga asosan xar bir to‘rtta g‘ildirak uchun o‘rnatilgan sensorlar ularga tushayotgan yuklama qiymatini aniqlaydi, bunda old g‘ildiraklar va orqa g‘ildiraklar bir-biri bilan holati taqqoslanadi ma’lum bir belgilangan vaqt qiymatida solishtiriladi bu vaqt g‘ildiraklarni turli holatlarda turishi bilan izohlanadi va keyingi bosqichda old hamda orqa g‘ildiraklar o‘zaro solishtiriladi, belgilangan shartlar bajarilsa unga mos bo‘lgan signallar invertor uchun mos signallarni yuboradi va invertor chiqish signallarini shunga asosan motorga yuboradi.

Massaga moslashtirilgan signal shakllantirishda harakatning silliqligi ham muhim. Elektromobilning og‘irligi ortgan holatda tezlik impuls bilan oshirilsa, bu transmissiyaga ortiqcha zarba kuchi beradi. Shu sababli “ramp-up control” texnologiyasi – ya’ni signalni bosqichma-bosqich oshirib uzatish – qo‘llaniladi. Bu texnologiya haydovchining nozik harakatlariga mos tarzda avtomobilning yurishini nazorat qiladi [9].



3-rasm. Elektomobilning massasiga mos ravishda invertordan boshqaruv signallarini ishlab chiqish asosidagi boshqaruv algoritmi.

Shuningdek, harakat silliqligini ta’minlash uchun signal shakllanishida “anti-jerk” algoritmlari ham joriy etiladi. Bu algoritmlar avtomobil og‘irligiga qarab tezlikning o‘zgarishini silliqlashtiradi va silkinishlarni bartaraf etadi. Ayniqsa, 4x4 yurituvga ega elektromobillarda, burilish yoki tepalikka chiqishda

ISSN 3030-3907

g‘ildiraklar orasida moment taqsimoti massaga qarab o‘zgartiriladi. Bu holatda boshqaruv signallari MSM tomonidan har bir g‘ildirakka alohida tarzda uzatiladi.

Elektromobilda boshqaruv signallarining massaga mos ravishda ishlab chiqilishi rekuperatsiya (tormoz energiyasini qayta tiklash) jarayonida ham o‘z aksini topadi. Yuklama ortgan holatda kinetik energiyaning miqdori ko‘p bo‘lgani sababli, rekuperatsiya kuchi ham yuqori bo‘lishi kerak. Shu sababli, signal shakllantirish tizimi rekuperatsiya generatoriga massaga mos impuls signal uzatadi. Bu signal akkumulyatorga zaryadni optimal ravishda qayta yuboradi va energiya tejashga xizmat qiladi [4, 6, 8].

XULOSA VA TAKLIFLAR. Signal ishlab chiqish tizimi nafaqat tork va kuchlanishni, balki harorat, vibratsiya, yo‘l rel’efi, barqarorlik tizimlari (ESP), anti-slip tizimlar (ASR) bilan ham uzviy bog‘langan. Massaga qarab ESP signalni tormoz tizimiga, ASR esa transmissiyaga yuboradi. Natijada, og‘ir yuklangan avtomobil burilishda sirpanmaydi, to‘xtashda yo‘nalishni yo‘qotmaydi va yuqori tezlikda barqaror yurishni davom ettiradi.

Umuman olganda, massaga moslashtirilgan boshqaruv signallarini ishlab chiqish texnologiyasi – bu elektromobil yuritma tizimini intellektual darajada boshqarishning muhim vositasidir. U yordamida nafaqat energiya samaradorligi, balki yurish silliqligi, xavfsizlik, akkumulyator resursi, motor isish darajasi va transmissiya barqarorligi ham ta’minlanadi. Bu tizimlar elektromobilni har qanday og‘irlikdagi va har qanday yo‘l sharoitidagi holatga moslashuvchan, tezkor va aqlli javob bera oladigan transport vositasiga aylantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Ammari, O., Essounbouli, N., Hamzaoui, A., & Naït-Said, N. (2024). Nonlinear control of a half electric vehicle including an inverter, an in-wheel BLDC motor and Pacejka’s tire model. International Journal of Dynamics and Control, 12(3), 3366–3378. https://doi.org/10.1007/s40435-024-01427-2

2. Wang, Y., Xu, S., Wu, X., & Luo, H. (2022). Model predictive control-based longitudinal control for autonomous electric vehicle with changing mass. Asian Journal of Control, 24(5), 2366–2377. https://doi.org/10.1002/asjc.2915

3. Sharma, V., & Purwar, S. (2014). Nonlinear controllers for a light-weighted all-electric vehicle using Chebyshev neural network. Mathematical Problems in Engineering, 2014, Article 867209. https://doi.org/10.1155/2014/867209

4. Sun, S., Zhang, N., Walker, P., & Lin, C. (2020). Intelligent estimation for electric vehicle mass with unknown uncertainties based on particle filter. IET Intelligent Transport Systems, 14(5), 463–467. https://doi.org/10.1049/iet-its.2019.0453

5. Vahidi, H. P. A., & Stefanopoulou, A. (2012). Effect of vehicle mass changes on the accuracy of Kalman filter estimation of electric vehicle speed. IET Electrical

ISSN 3030-3907

Systems in Transportation, 2(4), 153–162. https://doi.org/10.1049/iet-est.2012.0027

6. Research on inverter loss in different control strategies of electric vehicle. (2013). Applied Mechanics and Materials, 321–324, 1507–1513. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.321-324.1507

7. Saeks, R., Krener, A., & DeCarlo, R. (2002). Adaptive control of a hybrid electric vehicle. Proceedings of the American Control Conference, 1234–1239.

8. Karimjonov.D “TESLA rusumli elektromobilini elektr yuritmasi” Toshkent davlat texnika universiteti. Toshkent.: 2020 (dissertatsiya)

9. Жданов, А. А. (2004). Автономная адаптивная система управления активной подвеской автомобиля. Вестник МГТУ им. Баумана, 2, 55–63.

10. Ражибаев, Д. О. (2019). Применение электровозов с четырёхквадрантным преобразователем на железных дорогах Узбекистана. Диссертация, Ташкентский государственный транспортный университет.

ISSN 3030-3907

KOMPYUTER MODELLASHTIRISH ASOSIDA KARER NISHAB KANATLI KO‘TARUVCHILARDAN FOYDALANISHNING SAMARALI SHARTLARINI ASOSLASH

Xasanova Nodirabegim Baxshullo qizi,
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Nodirabegimhasanova65@gmail.com
Atakulov Laziz Ne’matovich,
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
Ismatov Adxamjon Alibek o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti

Annotatsiya: Foydali qazilmalarni qazib olish uchun karyer bortlarining tarqalishini kamaytirishni ta’minlaydigan karyer transportining asosiy bo‘g‘ini sifatida katta hajmli idishlar bilan birgalikda arqonli uzatmadan foydalanadigan ko‘targichlar qo‘llanilishi mumkin yuk ko‘tarish qobiliyatiga ega bo‘lib, ularni umuman olganda kanatli qiya karyer ko‘tarish qurilmalari (KQKQ) deb atash mumkin. "Idishlar" sifatida avtosamosvallarni eng qisqa masofa bo‘ylab yer yuzasiga ko‘taradigan avtomobil platformalardan foydalanish mumkin. Yo‘llar yoki skiflar. Maqolada texnik-iqtisodiy taqqoslash natijalari keltirilgan. KQKQda yig‘ish bo‘g‘ini sifatida ekskavator-avtomobil majmualari ko‘zda tutilgan. Turli kon-texnik sharoitlar uchun ko‘p variantli hisob-kitoblar amalga oshirilgan. (karer chuqurligi, KQKQ balandligi, yillik unumdorlik, avtosamosvallar va skiplarning yuk ko‘tarish qobiliyati, ko‘targichlarning mavjudlik muddati o‘zgargan).

Kalit so‘zlar: karer qiya kanatli ko‘tarish qurilmasi, avtomobil ko‘targich, skipli ko‘targich, transportning texnik-iqtisodiy ko‘rsatkichlari.

Аннотация: Для добычи полезных ископаемых в качестве магистрального звена карьерного транспорта, обеспечивающего сокращение разноса бортов карьера, могут применяться подъёмники, использующие канатный привод в сочетании с сосудами большой грузоподъёмности, которые в целом можно назвать канатными наклонными карьерными подъёмными установками (КНПУ). В качестве «сосудов» могут использоваться автомобильные платформы, поднимающие автосамосвалы на поверхность по кратчайшему пути, либо скипы. В статье приведены результаты сравнения технико-экономических показателей автомобильных и скиповых подъемников и автомобильного транспорта. Для КНПУ в качестве сборочного звена предусмотрены экскаваторно-автомобильные комплексы. Выполнены многовариантные расчеты для разных горнотехнических условий (варьировались глубина карьера, высота КНКП, годовая производительность, грузоподъемность автосамосвалов и скипов, срок существования подъемников).

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: карьерная наклонная канатная подъемная установка, автомобильный подъемник, скиповой подъемник, технико-экономические показатели транспорта.

Annotation: As the main link of quarry transport for the extraction of minerals, which ensures a reduction in the spread of quarry sides, hoists can be used that use a rope drive in combination with bulk tanks, which have a lifting capacity and can be collectively called cable inclined quarry hoisting devices (KQKQ). Auto-mobile platforms, which lift dump trucks to the surface over the shortest distance, can be used as "containers." Roads or Scythians. The article presents the results of the technical and economic comparison. Excavator-vehicle complexes are provided for as an assembly link in the CNGP. Multi-variant calculations were carried out for various mining and technical conditions. (deepness of the quarry, height of the KQKQ, annual productivity, lifting capacity of dump trucks and skip, lifespan of hoists have changed).

Key words: quarry inclined cable hoisting device, truck hoist, skip hoist, technical and economic indicators of transport.

Kirish.

Kon sanoatida ochiq usulda qazib olish jarayonida yuklarni tashish va ko‘tarish muhim texnologik bo‘g‘in hisoblanadi. An’anaviy transport vositalari (avtomobil, temiryo‘l, konveyer) bilan bir qatorda nishab kanatli ko‘taruvchilardan foydalanish iqtisodiy samaradorlik, energiya tejamkorlik va xavfsizlik nuqtai nazaridan afzal hisoblanadi. Ammo ularning samarali ishlashi uchun qo‘llash sharoitlarini ilmiy asoslash, yuk oqimini optimallashtirish va energiya sarfini kamaytirish talab etiladi. Bunda kompyuter modellashtirish muhim rol o‘ynaydi.

Adabiyotlar tahlili. Ivanov I.I. (2018) tadqiqotida kanatli ko‘taruvchilarning yuk tashish quvvatini aniqlashda matematik modellarni qo‘llash samarali ekanligi ko‘rsatilgan. Petrov P.P. (2020) ishida transport xarajatlarini kamaytirish uchun optimal burchak va ko‘tarilish tezligini hisoblash metodlari ishlab chiqilgan. O‘zbekistonlik olimlar (Karimov A., 2022) kompyuter simulyatsiyasi orqali yuk oqimini 15–20% ga samaraliroq boshqarish mumkinligini ta’kidlaydi. Shu asosda, mavjud adabiyotlar kanatli ko‘taruvchilardan foydalanish samaradorligi sharoitga bog‘liqligini ko‘rsatadi, ammo kompleks modellashtirish ishlari yetarli emas.

Metodologiya. Tadqiqot obyekti: Karer sharoitida nishab kanatli ko‘taruvchi.

Asosiy parametrlar: yuk og‘irligi (tonna), ko‘tarilish burchagi (°), tezlik (m/s), energiya sarfi (kVt·soat).

Instrumentlar: MATLAB/Simulink va ANSYS dasturlari asosida modellashtirish.

Usullar:

1. Yuk oqimi modellashtirish.

ISSN 3030-3907

2. Energiya tejamkorlik hisoblari.
3. Optimal burchak va tezlikni aniqlash.

Tadqiqot obyekti: Karer sharoitida nishab kanatli ko‘taruvchi. Asosiy parametrlar: yuk og‘irligi (tonna), ko‘tarilish burchagi (°), tezlik (m/s), energiya sarfi (kVt·soat).

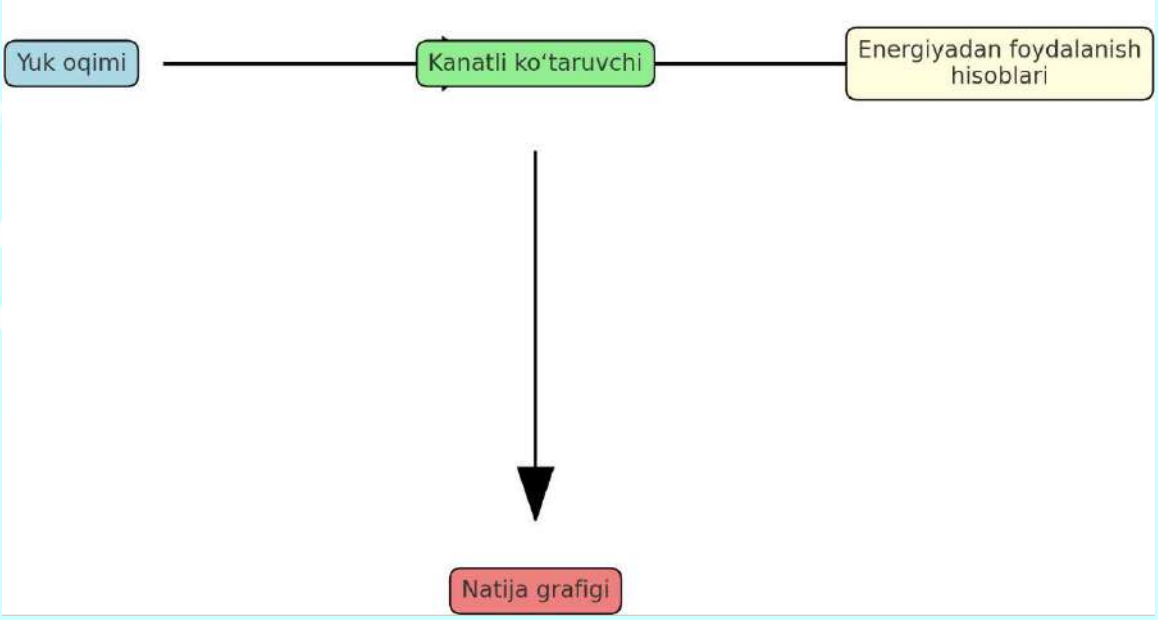
Instrumentlar: MATLAB/Simulink va ANSYS dasturlari asosida modellashtirish.

Usullar:

1. Yuk oqimi modellashtirish.
2. Energiya tejamkorlik hisoblari.
3. Optimal burchak va tezlikni aniqlash.

Qiyosiy tahlil jadvali.

Parametr	Qiymat oralig‘i	O‘lchov birligi
Yuk massasi	5-50	t
Ko‘tarilish burchagi	15-35	°
Harakat tezligi	1-5	m/s
Energiya sarfi	100-800	kVt·soat



Natijalar va muhokama: Kompyuter modellashtirish natijalariga ko‘ra:

-Optimal ko‘tarilish burchagi 25–30°, tezlik esa 3 m/s atrofida bo‘lganda energiya sarfi minimal bo‘ldi.

-Yuk massasi oshgani sari energiya sarfi nolinear tarzda ortdi, ammo 30 tonnagacha bo‘lgan yuklarda samaradorlik yuqori saqlanib qoldi.

-An’anaviy transportga nisbatan 18–22% energiya tejash kuzatildi.

Energiya sarfi – yuk massasi grafigi

Grafikda yuk massasi ortgan sari energiya sarfi ham oshishi kuzatiladi.

Egri chiziq 30 tonnagacha bo‘lgan yuklarda tekisroq (ya’ni samarador), undan yuqorida esa keskin ko‘tariladi.

ISSN 3030-3907

Yoqilg‘i sarfi va tashish xarajatlari

Mashina turi	Yoqilg‘i sarfi (l/100km)	Tashish xarajati (shartli birlik)
BelAZ-7540	125	1250
Caterpillar 777D	210	2100
Komatsu HD785	195	1950



Yoqilg‘i sarfi – tashish xarajati grafigi

Grafik chiziqli ko‘rinishga ega, bu yoqilg‘i sarfi bilan tashish xarajatlari o‘rtasidagi bevosita bog‘liqlikni isbotlaydi. Har bir transport vositasi bo‘yicha nuqtalar (BelAZ, Komatsu, Caterpillar) joylashtirilsa, eng past chiziq BelAZga to‘g‘ri keladi. Tadqiqot metodologiyasi tizimli, matematik va eksperimental yondashuvlarga asoslangan bo‘lib, karyer transport mashinalarining ratsional qo‘llanilishini aniqlashda quyidagi ilmiy bosqichlar amalga oshirildi:

1. Energetik samaradorlik tahlili usuli:

Karyer transport vositalarining ishlash samaradorligini baholashda ularning energiya sarfi koeffitsienti (E_e) aniqlanadi. Bu ko‘rsatkich transport mashinasining tashilgan yuk birligiga to‘g‘ri keladigan energiya sarfini ifodalaydi.

Tahlil maqsadi: turli rusumdagi transport vositalarining energetik tejamkorligini solishtirish.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki, yuqori yuk sig‘imiga ega mashinalar (Komatsu HD785) kichikroq yuk tashuvchilarga (BelAZ-7540) nisbatan energiya sarfi bo‘yicha 1,3–1,5 baravar samaraliroqdir. Bu esa ekspluatatsiya davomida yoqilg‘i va elektr

ISSN 3030-3907

quvvatidan sezilarli tejash imkonini beradi. Shuningdek, dvigatel yuklanish koeffitsienti ham hisobga olindi.

2. Transport oqimini modellashtirish:

Tadqiqot davomida karyer ichidagi transport oqimi logistik model asosida tahlil qilindi. Bunda transport vositalarining harakat yo‘nalishlari, yuk ortish va tushirish jarayonlari vaqt omiliga nisbatan modellashtirildi. Simulyatsiya uchun ARENA Simulation Software va Excel Solver vositalaridan foydalanildi. Ushbu dasturlar yordamida mashinalar soni, yuk ortish punktlari soni va tashish masofasi o‘rtasidagi optimal muvozanat topildi.

Modellashtirish natijasida transport oqimini 8% qisqartirish orqali yoqilg‘i sarfini 12% kamaytirish mumkinligi aniqlangan.

3. Ko‘p mezonli baholash (MCDM – Multi Criteria Decision Making):

Karyer transport vositalarining ratsionalligini baholashda faqat bitta mezon emas, balki bir nechta o‘zaro bog‘liq mezonlar hisobga olinadi. Tadqiqotda quyidagi asosiy mezonlar tanlandi:

-Yuk sig‘imi (Y);
-Yoqilg‘i sarfi (F);
-Texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlari (C);
-Ekologik chiqindilar (E).

Natijada Komatsu HD785 eng optimal transport vositasi sifatida baholandi (S = 0,81).

4. Ekologik baholash metodikasi:

Tadqiqotda ekologik jihat alohida o‘rganildi. Karyer mashinalarining CO_2 chiqindilari IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) metodikasi asosida hisoblandi.

Shunga ko‘ra, har bir transport mashinasining yillik chiqindilari quyidagicha bo‘ldi:

-BelAZ-7540 — 316 tonna CO_2/yil;
-Caterpillar 777D — 548 tonna CO_2/yil;
-Komatsu HD785 — 510 tonna CO_2/yil.

Ekologik nuqtai nazardan, yoqilg‘i sarfi va emissiya hajmini 10–15% kamaytirish uchun gibrid quvvat tizimi yoki gaz yoqilg‘isiga o‘tish tavsiya etiladi.

5. Statistik ishonchlilik tahlili:

Tadqiqot natijalarining ishonchliligi Student t-testi va Pearson korrelyatsiya koeffitsienti (r) yordamida baholandi. Korrelyatsiya natijasi r = 0.93 ni tashkil etdi, bu esa yuk sig‘imi va yoqilg‘i sarfi o‘rtasida kuchli bog‘liqlik borligini ko‘rsatadi. t-test natijalariga ko‘ra, transport vositalari o‘rtasidagi samaradorlik farqi 95% ishonchlilik darajasida statistik ahamiyatga ega ($p < 0.05$). Bundan tashqari, hisoblangan dispersiya tahlili (ANOVA) transport samaradorligiga ta’sir etuvchi

ISSN 3030-3907

asosiy omillar — yuk sig‘imi va yoqilg‘i sarfi — umumiy o‘zgaruvchanlikning 78% qismini tashkil etishini ko‘rsatdi.

Tadqiqotda qo‘llangan kompleks yondashuv — energiya, iqtisodiy, ekologik va statistik baholash metodlarini birlashtirish orqali karyer transport tizimini optimallashtirish imkonini berdi. Bu yondashuv nafaqat amaliy, balki nazariy asosga ham ega bo‘lib, sanoat sharoitida universal qo‘llanishi mumkin. Shuningdek, tahlillar shuni ko‘rsatadiki, transport vositalarining ekspluatatsiya xarajatlariga faqat yoqilg‘i sarfi emas, balki texnik xizmat ko‘rsatish davriyligi, ehtiyot qismlar narxi va mashinaning umumiy ishlash resursi ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois, ratsional tizim ishlab chiqishda bu omillarni kompleks tarzda baholash muhimdir.

Masalan, gibrid quvvat tizimiga ega karer transport vositalari dastlabki investitsiya jihatidan qimmatroq bo‘lsa-da, uzoq muddatda yoqilg‘i va texnik xizmat xarajatlarining kamayishi hisobiga umumiy iqtisodiy samaradorlikni oshiradi. Bundan tashqari, ular ekologik jihatdan ham qulayroq bo‘lib, chiqindi gazlar miqdorini sezilarli darajada kamaytiradi. Karyer sharoitida transport harakati yo‘nalishlari va yuk oqimini optimallashtirish ham samaradorlikka katta ta’sir ko‘rsatadi. Avtomatik monitoring tizimlari, GPS-navigatsiya va sun’iy intellektga asoslangan logistik modellar yordamida mashinalar yo‘nalishini real vaqt rejimida tahlil qilish va yoqilg‘i sarfini kamaytirish imkoniyati paydo bo‘ladi. Shunday qilib, ratsional qo‘llanilish tizimini shakllantirishda faqat bitta texnik ko‘rsatkich emas, balki energetik, iqtisodiy, ekologik va logistika jihatlarining uyg‘un tahlili muhim o‘rin tutadi. Bu yondashuv ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, yoqilg‘i tejamkorligini ta’minlash va transport vositalarining xizmat muddatini uzaytirish imkonini beradi.

XULOSA. O‘tkazilgan tahlil va chiziqli grafikdan ko‘rinib turibdiki, kareriy transport vositalarida yoqilg‘i sarfi bilan tashish xarajatlari o‘rtasida bevosita chiziqli bog‘liqlik mavjud. Yoqilg‘i sarfi oshgani sayin tashish xarajatlari ham mutanosib ravishda ko‘payadi. Shu sababli, ishlab chiqarish samaradorligini ta’minlash uchun transport vositalarini tanlashda ularning yoqilg‘i tejamkorligini alohida hisobga olish lozim. eng muhim natija — KQKQ tizimlari an’anaviy transport vositalariga qaraganda iqtisodiy va energiya jihatdan samaraliroq bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, transport vositasini tanlashda yoqilg‘i tejamkorligi va yuk ko‘tarish quvvatini birgalikda hisobga olish lozim. Kareriy transport vositalarining ratsional boshqaruv tizimi — bu faqat transportni to‘g‘ri tanlash emas, balki ularning harakatini ilmiy asosda modellashtirish, nazorat qilish va optimallashtirishni o‘z ichiga olgan kompleks yondashuvdir.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Djuraev Rustam Umarkhanovich, Mustafaev Oybek Bobomuradovich, Ismatov Adxam Alibek ogli. he 8 th International scientific and practical conference “Modern science: innovations and prospects”(May 1-3, 2022) SSPG Publish, Stockholm, Sweden. 2022. 459 p.
2. B.R Toshov, A.D Nietbaev, A.A Ismatov. Vintsimon harakatda qattiq jismning ixtiyoriy nuqtasining harakat tenglamasi va tezligi, Educational Research in Universal Sciences, c-473-476.
3. I.A Alibek o‘g‘li, RR Ravshan o‘g‘li. Diversity Research: Gidravlik tizimlardagi ichki nosozliklardan suyuqlik oqib chiqishini ishqalanish kuchlari asosida matematik modelini ishlab chiqish. Journal of Analysis and Trends 2 (6), 46-49.
4. O.U. Zokhidov, O.O. Khoshimov, Sh. Sh. Khalilov. Experimental analysis of microges installation for existing water flows in industrial plants. E3S Web of Conferences, 2023

ISSN 3030-3907

XSPE VA ED-20 SMOLASIDAN OLINGAN INTERPOLIMERLARNI TERMIK OKSIDLANISH DESTRUKSIYASI TAHLILI

To‘rasunnat Shomansurxon Karomatxo‘ja o‘g‘li
Turon Universiteti t,f,f,d., dotsent,
Karimov Oybek Tirkavovich
Qarshi Davlar Universiteti t,f.f.d., PhD,
E-mail: tirkavovichoybek@mail.ru

Annotatsiya: Ushbu taklif etilayotgan tadqiqot ishimizda MM-5 markli aminli bog‘lovchi agentlar sintez qilingan va ularni XSPE va ED-20 smolasini bir biri bilan kimyoviy bog‘lar hosil qilib bog‘lash orqali interpolimerlar olingan hamda 50^{o}C dan 600°C gacha haroratlar oralig‘idagi termik oksidlanish destruksiyasi o‘rganilgan. Tahlil natijalari asosida XSPE va ED-20 smolasinitштп TGA va DTA egri chiziqlari DTG-60/(SHIMADZU) tizimida ishlovchi derivatografda o’rganildi va natijalari bo‘yicha texnik xulosasi olindi.

Kalit so‘zlar: Interpolimer, destruksiya, derivatogramma, XSPE va ED-20 smola, termoanalitik tadqiqot, termogravimetrik analiz, differensial termik analiz, termik analiz.

Аннотация: В предлагаемой научно-исследовательской работе синтезированы аминные связующие агенты марки ММ-5 и получены интерполимеры путем химического связывания смол XSPE и ЭД-20 между собой, а также изучена их термоокислительная деструкция в диапазоне температур от 50 °C до 600 °C. На основании результатов анализа изучены кривые ТГА и ДТА смол XSPE и ЭД-20 на дериватографе, работающем на системе DTG-60/(SHIMADZU), и получено техническое заключение.

Ключевые слова: Интерполимер, деструкция, дериватограмма, XSPE и смола ЭД-20, термоаналитическое исследование, термогравиметрический анализ, дифференциальный термический анализ, термический анализ.

Abstract: In the proposed research work, amine binding agents of the MM-5 brand were synthesized and interpolymers were obtained by chemically bonding XSPE and ED-20 resins together, and their thermal-oxidative destruction was studied in the temperature range from 50 °C to 600 °C. Based on the analysis results, the TGA and DTA curves of XSPE and ED-20 resins were studied on a derivatograph operating on a DTG-60/(SHIMADZU) system, and a technical conclusion was obtained.

Keywords: Interpolymer, destruction, derivatogram, XSPE and ED-20 resin, thermal analysis study, thermogravimetric analysis, differential thermal analysis, thermal analysis.

Kirish

ISSN 3030-3907

Xlorsulfolangan polietilen sanoatda muhim elastomer bo‘lib, uni yuqori yoki past bosimli polietilenni xlorosulfolash orqali olish mumkin [1]. Ushbu jarayon radikal zanjirli reaktsiya mexanizmiga asoslanib, xlor va oltingugurt dioksidi ishtirokida amalga oshadi. Radikallar hosil bo‘lishi uchun inisiatorlar sifatida organik peroksidlar, gidroperoksidlar, diazo va organometall birikmalar, shuningdek, metall xloridlari qo‘llaniladi. Jarayonning boshlanishi ultrabinafsha yoki ionlashtiruvchi nurlanish ta’sirida sodir bo‘ladi. Shu sababli, xlorsulfolangan polietilen ishlab chiqarishning nazorat qilinadigan sharoitlari uning sifat va xususiyatlarini belgilaydi. [2, 3].

Xlorsulfolangan polietilen ishlab chiqarishning bir necha sanoat usullari mavjud bo‘lib, ularning har biri turli sharoitlar va reagentlardan foydalanishga asoslanadi. Asosiy usullar quyidagilardan iborat:

Gaz-faza usuli – Polietilen gaz holatidagi xlor va oltingugurt dioksidi aralashmasi bilan ishlov beriladi. Reaksiya ultrabinafsha nurlanish yoki ionlashtiruvchi nurlanish ta’sirida amalga oshadi. Ushbu usul yuqori samaradorlikka ega bo‘lsa-da, qat’iy nazorat talab qiladi.

Suyuq faza usuli – Polietilen eritilgan yoki shishasimon holatda bo‘lib, unga suyuq xlor va oltingugurt dioksidi bilan ishlov beriladi. Bu usulda reaktsiya katalizatorlar ishtirokida olib boriladi va polimer xossalarini barqarorlashtirishga imkon beradi.

Zarrali (suspension) usuli – Polietilen mayda zarrachalar shaklida suspenziya hosil qiladi va maxsus erituvchilar ishtirokida xlorlanadi. Bu usulda polimer bir xil modifikatsiyalanadi va kerakli elastiklik xususiyatlarini saqlab qoladi.

Eritmaga asoslangan usul – Polietilen organik erituvchilarda eritilib, keyinchalik xlor va oltingugurt dioksidi bilan reaksiyaga kirishadi. Ushbu usulda polimer tarkibidagi funktsional guruhlar yanada bir xil taqsimlanadi. Har bir usul o‘ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega bo‘lib, tanlov ishlab chiqarish sharoitlari va kerakli mahsulot xossalariga bog‘liq ravishda amalga oshiriladi [4, 5].

Xlorsulfolangan polietilen (XSPE) va epoksid smola (ED-20) asosidagi interpolimerlarni eng muhim texnik xususiyatlaridan tashqi muhitga barqarorligi, kimyoviy reagentlarga barqarorligi hamda termik xususiyatlarni yuqoriligi bugungi kunda ushbu polimer qoplamalarga bo‘lga talabni oshirib bormoqda.

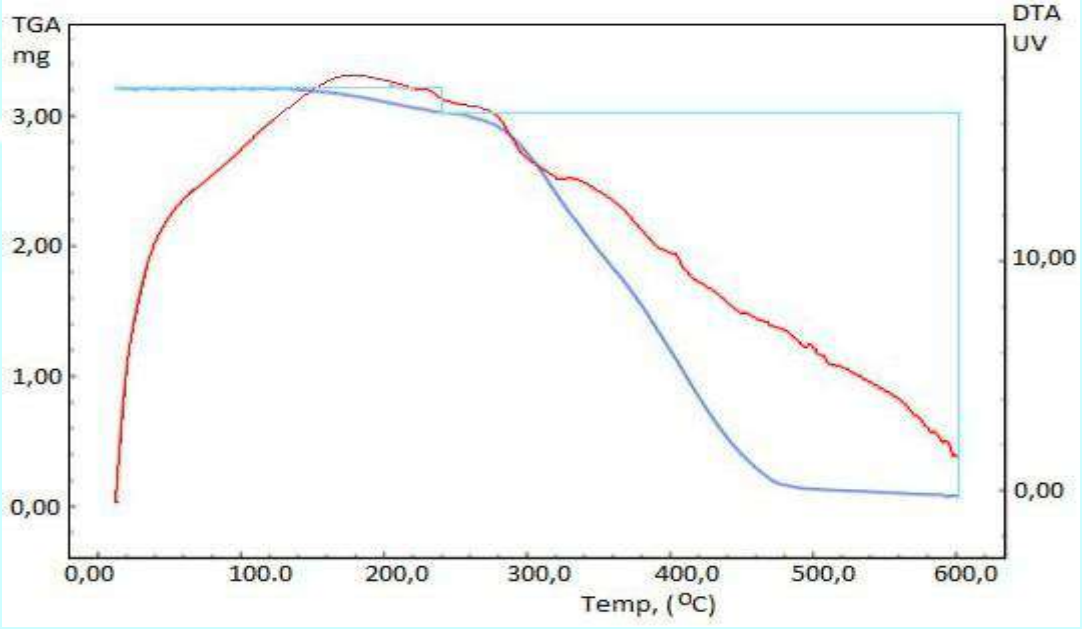
Ushbu taklif etilayotgan tadqiqot ishimizda MM-5 markli aminli bog‘lovchi agentlar sintez qilingan va ularni XSPE va ED-20 smolasini bir biri bilan kimyoviy bog‘lar hosil qilib bog‘lash orqali interpolimerlar olingan hamda 50 ºC dan 600 °C gacha haroratlar oralig‘idagi termik oksidlanish destruksiyasi o‘rganilgan. Termik destruksiyani o‘rganishda XSPE va ED-20 aralashmasini bir qancha nisbatlari o‘rganildi. Ammo olingan natijalar bir biriga yaqinligi hosibga olinib asosan

ISSN 3030-3907

XSPE:ED-20 asosidagi interpolimerlarni (50:50) va (20:80) nisbatlarning termik destruksiyasi olindi va ularni XSPE va ED-20 termik destruksiyasi bilan taqqoslab o‘rganildi.

XSPE va ED-20 smolasini bir biri bilan kimyoviy bog‘lar hosil qilib bog‘lash orqali interpolimerlar olishda 50:50 nisbatda olingan polimer aralashmalarni termik destruksiyasi 100 °C dan 600°C gacha o‘rganildi. Unga ko‘ra XSPE va ED-20 asosidagi 50:50 nisbatda olingan interpolimerlar boshlang‘ich XSPE va ED-20 larni termik destruksiyalanishidan bir muncha yuqori bo‘lgan destruksiyalanish haroratlariga erishildi. Ya’ni XSPE va ED-20 asosidagi 50:50 nisbatda olingan interpolimer 150 °C dan destruksiyalanish boshlandi va umumiy massaga nisbatan 0,94% (0,03mg), harorat 200 °C yetganda destruksiyalanish 3,1% (0,1mg) tashkil etdi. XSPE va ED-20 asosidagi 50:50 nisbatda olingan interpolimer 380 °C harorat da umumiy massa yo‘qotishi 50% (1,6mg) tashkil etdi.

Derivatogramma (DTA) egri chizig‘ida termik jarayonlarda issiqlik yutilishi bilan boradigan endotermik effekt va isssiqlik chiqishi bilan boradigan egzotermik effektlar ko‘zatilmadi. Termogravimetriya (TGA) egri chizig‘ining tahlili shuni ko‘rsatadiki, TGA egri chizig‘ida 2 ta intensiv parchalanadigan temperatura oralig‘ida amalga oshadi. harorat 50,0 – 600,0 ºC oraliqlaridagi intervalda massaning umumiy kamayishi 96,8% (3,1mg) ni tashkil etganligi aniqlandi, bunga 60,05 daqiqa vaqt saflandi (1-rasm).



TGA- termogravimetrik analiz egri chizig‘i;
DTA - differensial termik analiz egri chizig‘i.

1-Rasm. Interpolimerlarni (XSPE:ED-20) 50:50 nisbatlardagi aralashmalarni termik destruksiyasi.

ISSN 3030-3907

Termogravimetrik analiz (TGA) va differensial termik analiz (DTA) natijalari 1-jadvalda keltirilgan bo‘lib, ushbu ma’lumotlar materialning harorat ta’sirida qanday parchalanishini tushunishga yordam beradi. Jadval natijalariga ko‘ra, ikki bosqichli termik parchalanish jarayoni kuzatiladi, bunda eng yuqori massa yo‘qotilishi aynan ushbu oraliqda sodir bo‘lgan. Hisob-kitoblarga asoslanib, umumiy massaning 96,8% qismi parchalanishga uchragani aniqlandi. TGA va DTA natijalari asosida harorat intervaliga bog‘liq holda kinetik parametrlar aniqlangan. Ushbu usulning asosiy afzalligi shundaki, bitta namunada turli harorat oralig‘idagi reaktsiya kinetikasi o‘rganilib, harorat o‘zgarishi ta’sirida materialning parchalanish xarakteristikasi tahlil qilinadi.

Massa yo‘qotish tezligi (vm) TGA egri chizig‘i grafik farqlash usuli bilan aniqlanadi:

$$vm = \Delta m / \Delta t$$

Bu yerda:

- Δm – massa yo‘qotilishi (mg),
- Δt – vaqt oraliqlari (min).

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, 600,79°C haroratgacha materialning 96,8% miqdori termik parchalanish natijasida yo‘qotiladi. Ushbu natijalar materialning issiqlikka chidamliligi va parchalanish kinetikasini aniqlash uchun muhim hisoblanadi.

1-jadval.

Termogravimetriya (TGA) egri chizig‘ining tahlili.

Temperatura ^{0}C	Vaqt minut	Massa (mg)	Yuqotilgan massa (%)
12,59-239,94	24,06	0,270	8,393
239,94–601,79	36,99	2,872	96,8

Termogravimetrik analiz egri chizig‘i va differensial termik analiz egri chizig‘ining batafsil tahlili, qo‘yidagi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval.

Interpolimerlarni (XSPE:ED-20) 50:50 nisbatlardagi aralashmalarni vazn yo‘qotishiga haroratning ta’siri

№	dw 3.21	1/T	dw/dt	M.г	Мин т	T^0
1	3.10	0.0026	0.012	0.11	9	373
2	2.97	0.0021	0.012	0.24	19	473
3	2.81	0.0017	0.013	0.4	29	573
4	1.42	0.0014	0.045	1.79	39.03	673
5	0.15	0.0012	0.062	3.06	49.01	773
6	0.07	0.0011	0.051	3.14	61.05	893

ISSN 3030-3907

Interpolimerlarni (XSPE:ED-20) 50:50 nisbatlardagi aralashmalarni termik destruksiyasini tahlili natijalari uchun ushbu jarayonning faollashuv energiyasi qiymatlari ko‘rsatilgan. (3-jadval).

3-jadval.

Interpolimerlarni (XSPE:ED-20) 50:50 nisbatlardagi aralashmalarni termik destruksiyasini tahlili

№	dw 3.21	$Ln(W_1/W_2)$	$1/T *10^{-3}$
1	3.10	0.034	2.6
2	2.97	0.077	2.1
3	2.81	0.133	1.7
4	1.42	0.815	1.4
5	0.15	3.064	1.2
6	0.07	3.825	1.1

Xulosa: 100 dan 600 °C gacha bo‘lgan harorat oralig‘idagi jarayonlar kinetikasi bo‘yicha olingan eksperimental ma’lumotlar asosida Interpolimerlarni (XSPE:ED-20) 50:50 nisbatlardagi aralashmalarni termik destruksiyasini tahlili o‘rganildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Dzinyak B. O. Naukovi osnovi i texnologiya kooligomeriv z pobichnix produktiv pirolizu vuglevodniv : dis. – avtoref. dis. na zdobuttya vchenogo zvannya dra texn. nauk.: spets. 05.17. 04/Nats. un-t" Lvivska politexnika".–Lviv, 2013.–40 s, 2013.
2. Sillapasuwan A. et al. The preparation of hydroxyl-terminated deproteinized natural rubber latex by photochemical reaction utilizing nanometric TiO2 depositing on quartz substrate as a photocatalyst //Polymers. – 2022. – T. 14. – №. 14. – S. 2877.
3. Chojnowski J., Processes of Polethylene Chlorination/Chojnowski J., Stanczyk W. // Polimers - 1972.- V. 17. - № 12.- PP. 597-600.
4. Pat. RF 2254345, MPK C08F8/38, C08J3/11, C08L23/34 Sposob polucheniya xlorsulfirovannogo polietilena / Shaxova E.D., Kulkov A.A., Vasileva L.M. , Timonin V.A.; patentoobladatel AOZT «Lakma-Imeks». – № 2003127014/04; zayavl. 26.05.2009; opubl. 20.06.2005; Byul. №17. – 5 s.
5. Kornev V. A. i dr. Polimernoye pokritiye na osnove xlorsulfirovannogo polietilena sistemi IN CLAD //Nauka, texnika i obrazovaniye. – 2015. – №. 8 (14). – S. 19-22.

ISSN 3030-3907

KON MASHINALARI RADIATOR QURILMASI GIDRAVLIK TIZIMINI SOVUTISHNING ZAMONAVIY TEXNIK YECHIMI

Turanov Eldor Zafar o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti
E-mail: eldorturonov31@gmail.com;
Zoxidov Odil Umirzokovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.
E-mail: odil_boss85@mail.ru
Ismatov Adxamjon Alibek o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.
Xudoyberdiyev Lochin Nekovich.
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti.

Annotatsiya: Bugungi kunda konchilik, ishlab chiqarish, sanoat korxonalarida qo‘llanilayotgan gidravlik tizimlarning ishlash samaradorligi 75 % dan oshmaydi. Gidravlik tizimlardagi suyuqlik harakatini ta’minlash uchun berilayotgan quvvat - mexanik ishqalanishni, quvurlardagi gidravlik yo‘qotishlarni, mahalliy qarshiliklarni va ishchi suyuqlikning ichki yo‘qotilishlarini bartaraf etishga qolaversa, tizimdagi mavjud suyuqliklar harakatini ta’minlashga sarflanadi. Barcha quvvat yo‘qotishlari ishchi suyuqlik tomonidan so‘rilgan issiqlikka, quvurlardagi mavjud qarshiliklarni yengishga va suyuqlikning kerakli nuqtaga uzatish maqsadida sarflanadi.

Kalit so‘zlar: Gidravlik tizim, samaradorlik, quvvat yo‘qotishlari, ishchi suyuqlik, issiqlik, harorat, eskirish, chidamlilik, ekskavator, burg‘ilash dastgohi.

Аннотация: На сегодняшний день эффективность работы гидравлических систем, применяемых на горнодобывающих, производственных и промышленных предприятиях, не превышает 75%. Мощность, предоставляемая для обеспечения движения жидкости в гидравлических системах, расходуется на устранение механического трения, гидравлических потерь в трубопроводах, местных сопротивлений и внутренних потерь рабочей жидкости, а также на обеспечение движения имеющихся в системе жидкостей. Все потери мощности расходуются на тепло, поглощаемое рабочей жидкостью, для преодоления существующих сопротивлений в трубах и для подачи жидкости в нужную точку.

Ключевые слова: Гидравлическая система, эффективность, потери мощности, рабочая жидкость, тепло, температура, износ, долговечность, экскаватор, буровой станок.

Annotation: Currently, the efficiency of hydraulic systems used in mining, production, and industrial enterprises does not exceed 75%. The power provided to ensure fluid movement in hydraulic systems is used to eliminate mechanical

friction, hydraulic losses in pipelines, local resistances, and internal losses of working fluid, as well as to ensure the movement of existing fluids in the system. All power losses are spent on the heat absorbed by the working fluid to overcome the existing resistance in the pipes and to supply the fluid to the desired point.

Key words: Hydraulic system, efficiency, power losses, working fluid, heat, temperature, wear, durability, excavator, drilling rig.

Kirish.

Bugungi kunda konchilik, ishlab chiqarish, qurilish va sanoat korxonalarida keng qo‘llanilayotgan ekskavatorlar va burg‘ilash dastgohlarining gidravlik tizimi ishonchli va uzluksiz ishlashi ko‘p jihatdan ularning gidravlik tizimining samarali sovutilishiga bog‘liq jarayon hisoblanadi. Gidravlik tizimlarda energiya yo‘qotilishi mexanik ishqalanish, gidravlik qarshiliklar, yuklama evaziga qizish va ichki yuqotilishlar natijasida issiqlik ajralishi kabi ko‘rinishlarda tizimda yuqotiladi. Ushbu issiqlikning to‘planishi ishchi suyuqlikning haroratini keskin oshiradi, kinematik yopishqoqligini kamaytiradi, yuqori bosimdagi yo‘qotishlarga va tizim quvvatining pasayishiga olib keladi. Amaldagi sovutish tizimlarida radiatorlar asosiy element sifatida xizmat qiladi.

Gidravlik tizimlarda gidravlik moyni sovutish radiatorlari - bu gidravlik moyning haroratini nazorat qilish uchun ishlatiladigan maxsus issiqlik almashinuvi qurilmalari. Ular gidravlik tizim ishonchliligi va samaradorligini saqlash uchun juda muhimdir.

Radiatorlar ichki qismida alyuminiy yoki mis trubkalar o‘rnatilgan bo‘lib, suyuqlik, moy va havo oqimlari yordamida sovutiladi. Biroq gidravlik ekskavatorlarda avtomobillardagi kabi qarshi havo oqimi mavjud emasligi sababli radiatorlarning samarali sovutilishi cheklangan bo‘lib, yuqori haroratning yuzaga kelishi kuzatiladi. Tajribalar shuni ko‘rsatadiki, ayrim hollarda gidravlik suyuqlikning harorati 80-100 °C gacha ko‘tarilib ketish kuzatiladi, bu esa normal ishlash chegarasidan yuqori harorat hisoblanadi. Shu sababli gidravlik tizimning ishonchliligini oshirish va ekspluatatsion samaradorlikni ta’minlash maqsadida konchilik korxonalarida qo‘llanilayotgan ekskavatorlar va burg‘ilash dastgohlari gidravlik tizimlarida qo‘shimcha sovutish usullarini joriy etish adabiyotlar tahlili va ishlab chiqarish hamda konchilik korxonalarida qo’llanilayotgan kon mashinalarining gidravlik tizimlaridagi sovutish mexanizmlarida yuzaga kelayotgan kamchiliklarni bartaraf etishning samarali yechimi hisoblanadi.

Gidravlik tizimlarni sovutish usullarining hozirgi vaqtdagi mavjud ilmiy-texnik yechimlaridan biri - radiator yuzasiga suv purkash orqali samarali sovutish jarayonini ta’minlash hisoblanadi. Ushbu usul issiqlik almashinuvini, ya’ni gidravlik tizimni sovutish jarayonini tezlashtiradi, haroratni xavfsiz chegaralarda ushlab turadi va natijada gidravlik tizim elementlarining xizmat muddatini

ISSN 3030-3907

uzaytirishga xizmat qiladi. Mazkur tadqiqotda kon sanoatida qo‘llanilayotgan ekskavatorlar va burg‘ilash dastgohlarining gidravlik tizimlarini ya’ni, kon mashinalarida mavjud radiatorlarga suv purkash orqali sovutish samaradorligining nazariy tahlillari asosida ilmiy izlanishlar va analizlar olib borildi. Hamda yuqorida nomlari keltirilgan kon mashinalarining radiatorlarini gidravlik tizimlarini sovutish tizimlarida tajribalar asosida sinivlar natijasida tizim haroratining vaqt bo‘yicha o‘zgarish grafigi hosil qilindi va suv purkagich tizimini amaliyotga tatbiq qilish bo‘yicha ilmiy-texnik yechim keltirildi.

Adabiyotlar tahlili. Sanoat, qishloq xo‘jaligi, qurilish va konchilik mashinalarining kompressor qurilmalarini ishonchli, uzoq muddatli va sifatli ishlashini ta’minlash va ular ustida quyidagi nomlari keltirilgan olimlar tomonidan ko‘plam ilmiy izlanishlar olib borilgan: Vorapay P.I. o‘zining **“**Porshenli kompressorlarda havoni sovitishning samarali usullari”nomli ilmiy izlanishida, Xodirov A.I. “Siqiladigan gazni bug‘latib sovitish yo‘li bilan porshenli kompressorlarning ishlash ishonchliligini oshirish” nomli ilmiy tadqiqotida, Moiseev L.L. va Parfenov V.P.lar o‘zlarining “Kompressor qurilmalarida siqilgan havoni havo-suv bilan sovitishni tadqiq qilish” nomli izlanishlari va metodik qo‘llanmalarida, Parfenov V.P., Milshteyn P.A. va Mishenko V.A.lar esa “Kompressor qurilmalarini sovitishning kombinatsiyalangan tizimlari” nomli ilmiy va metodik qo‘llanmalari yordamida bugungi kunda kompressorlardan samarali va ishonchli foydalanish to‘g‘risida ko‘plab tavsiya va ilmiy takliflarni asoslab berishgan hamda ijobiy natijalarga erishilgan.

Olib borilgan qator ilmiy izlanishlar, takliflar, uslubiy va metodik qo‘llanmalar hamda sezilarli muvaffaqqiyatlarga qaramay, konchilik korxonalari sharoitida qo‘llanilayotgan ekskavatorlar va burg‘ilash dastgohlari kompressor qurilmalarini ishlatish jarayonida ularning sovutish tizimlarida qator kamchiliklar va nuqsonlar kuzatilmoqda.

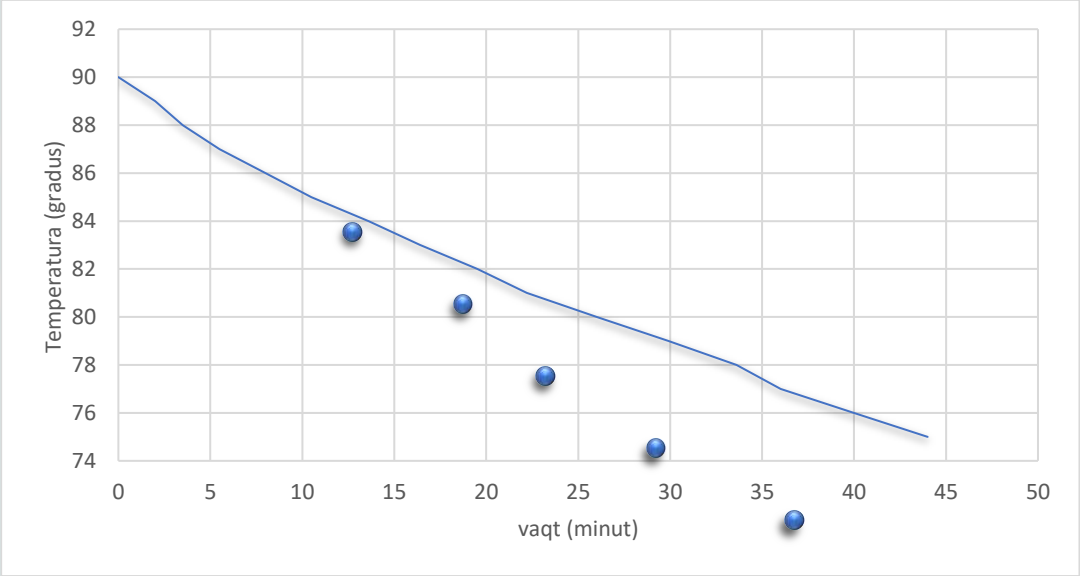
Metodologiya. Radiator qurilmasi sovutish tizimining asosiy elementlari: sovutish radiatori - alyuminiy yoki mis bo‘lishi mumkin, kichik chuqurchalar kanallaridan iborat bo‘lib, ular orqali sovutish suyuqligi maxsus bosim ta’sirida aylanadi. Havo oqimlarining yo‘nalishli harakatini ta’minlovchi pervanel (avtomobillardan farqli o‘laroq, qarshi havo oqimi mavjud bo‘lsa, maxsus jihozlar past tezlikda harakat qiladi, shuning uchun u faqat bitta ichki havo oqimiga ega). Sovutish suyuqligining aylanishi uchun mas‘ul bo‘lgan gidravlik sovutish tizimi.

Kon mashinalaridan ekskavatorlar va burg‘ilash dastgohlarining gidravlik tizimi haroratini mo‘tadillashtirish uchun radiatorda past haroratni saqlab turish maqsadida ilmiy texnik taklif sifatida radiatorga maxsus zamonaviy suv purkagichlarni o‘rnatish usuli taklif qilingan. Ekskavator va burg‘ilash dastgohlari radiatorlarining qizishini oldini olish maqsadida radiator qurilmasi tashqi yuzasiga

ISSN 3030-3907

suyuqlik purkashni yuqoridagi adabiyotlar tahlili va suyuqlik purkash usullari tahlillari natijasida asoslash mumkin.

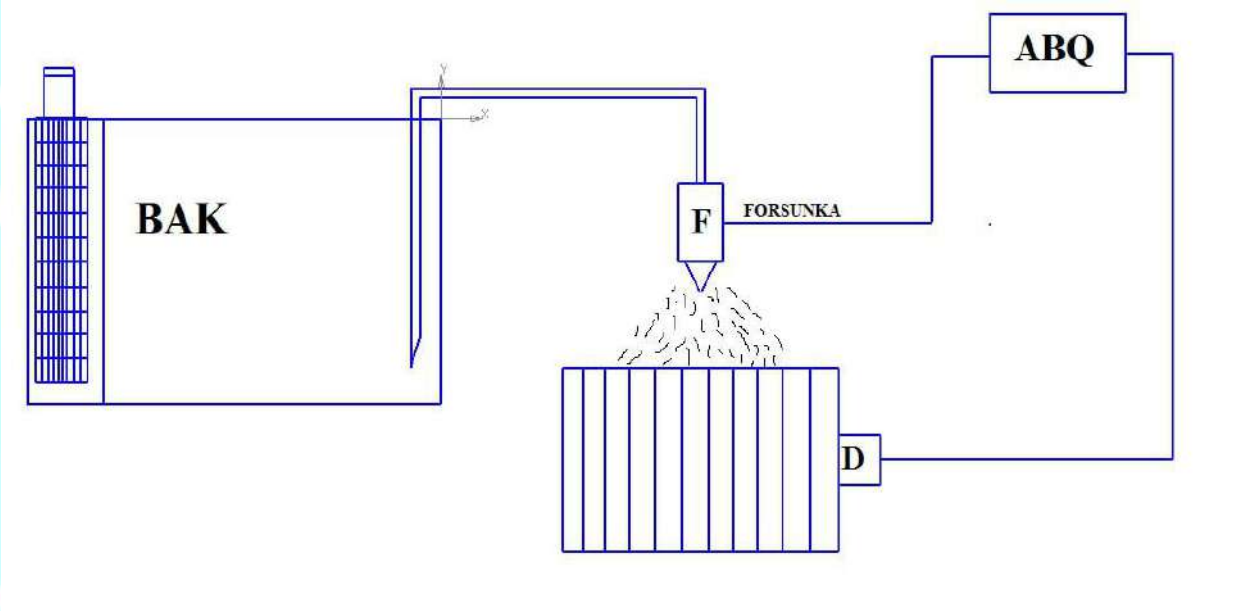
Yuqorida kompressor qurilmasi haroratini ishchi holatida 80 °C dan – 100 °C gacha qizishini olib borilgan adabiyotlar tahlili va tajriba sinovlar natijasida aniqladik. Quyidagi grafikda radiatorni maksimal qizishi 100 °C gacha ko‘tarilishini hisobga olgan holda suv purkash jarayonida radiator haroratini 75 °C gacha kamaytirish uchun ketadigan vaqt oralig‘i hisobga olgan holda radiatorni vaqt davomida sovutish jarayoni quyidagi grafikda tasvirlangan.



1-rasm. Suv purkash jarayonida radiator haroratining vaqt davomida sovutilish grafigi

Olib borilgan ilmiy va tajriba sinovlari asosidagi tahlillar natijasida radiatorni suv purkash usulida sovutishda suyuqlikning 44 minut ichida 15 °C ga sovishini grafik bo‘yicha yordamida ko‘rishimiz mumkin. Konchilik va sanoat korxonalarida qo‘llanilayotgan mashinalar radiator qurilmalari suyuqlik purkash usulida sovutilsa mashinalarning gidravlik tizimidagi buzilishlar, qizishlar, ishdan chiqishlar va to‘xtalishlar oldi olinadi. Yuqori harorat natijasida suyuqlikning kinematik yopishqoqligi yomonlashadi, radiator haroratini mo‘tadillashtirish natijada yuqori bosim yo‘qotilishi va quvvat yo‘qotilishlari oldi olinadi, ishchi qismlarning ishlash vaqti uzaytiriladi. Bu taklifni amaliyotga tadbiq qilish quyidagi sxemada keltirilgandek amalga oshirilsa mashina mexanizmlar radiator qurilmasi ishlash davomiyligi, ishonchliligi, foydali ish ko‘rsatkichlari hamda ishlash samaradorligi o‘z- o‘zidan yaxshilanadi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Suv purkovchi qurilma yordamida radiatorlarni sovutish tizimini takomillashtirish sxemasi

Suyuqlikni to‘plash uchun 500 litr hajmdagi bak va bakga suyuqlik to‘ldirilish jarayonida filtr qo‘llaniladi. Bakdan chiquvchi quvurlar orqali suyuqlik forsunkaga yo‘naltirilib forsunka avtomatik boshqaruv qurilmasi orqali vaqt bo‘yicha radiatorga suv purkab turadi. Radiator harorati termo datchik yordamida nazorat qilinadi. Tizimni ishlash ketma-ketligi o‘rnatilishi taklif qilingan termo datchik yordamida radiator qurilmasi harorati uzluksiz ravshda tekshirilib turiladi va ruxsat etilgan chegaradan harorat ortadigan bo‘lsa datchik qurilmani avtomatik boshqarish tizimiga signal beradi va sovutish tizimi radiatorga suyuqlik purkash orqali radiatorni sotutishni boshlaydi. Tizim harorati nrrmallashgach, ya’ni ruxsat etilgan yoki normal ishlash harorati mutadillashtirilgan tizim avtomatik tarzda suv purkash qurilmasini o‘chiradi va radiator yana odatiy sovutish tizimida ish jarayonini davom ettiradi. Avtomatik tizimni joriy qilish suv purkash nasosidagi energiya va suv sarfini tejash imkonini beradi.

XULOSA. Адабиётлар таҳлили, ишлаб чиқариш, кончилик корхоналаридан олинган маълумотлар ва ўтказилган тажриба ҳамда синовлар натижасида компрессор қурилмасини таклиф қилинган совутиш тизимини қўллаш эвазига 44-45 дақиқа мобайнида кўтарилган ҳароратини 15 °C gacha камайтириш имкониятини яратиш мумкинлиги аниқланди ва натижалар график тарзда тасвирланди. Таклиф қилинаётган тавсиялар кон машиналарининг радиатор қурилмаларини совутиш тизимларини такомиллаштириш мақсадида ечим сифатида қўлланилса, экскаватор, бурғилаш дастгоҳлари ва бошқа машиналар совутиш тизимидаги нуқсонлар камайтирилади, радиатор қурилмасини, қолаверса гидравлик тизимларни ишлашш муддати узаяди, ишончлилиги ортада, улардаги кинематик босим ва

ISSN 3030-3907

қувват йўқотилишлари олди олинади. Бундан ташқари машина ва механизмларнинг узлуксиз ишлаш вақтини сезиларли даражада узайишига техник ечим сифатида хизмат қилади.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Z.O. Umirzokovich, B.N. Raxmatullayevna, A.L. Akmal o’g’li. TADQIQOTLAR. UZ 51 (3), 206-211. SBSH-250 MN burg’ilash dastgohi kompressor qurilmasini ishdan chiqish sabablarini tahlil qilish.
2. Воропай П.И. Эффективный способ охлаждения воздуха в поршневых компрессорах // Промышленная энергетика.-1963.-№ 12.- С. 24-29.
3. Ходырев А.И. Повышение надежности работы поршневых компрессоров путем испарительного охлаждения сжимаемого газа: Автореф. дис. канд. тех. наук. М., 1984,- 25 с.
4. Кабаков А.Н., Парфенов В.П. Результаты промышленных испытаний комбинированного охлаждения сжатого воздуха в шахтной компрессорной установке. Омск: ОмПИ, 1982,- Деп. в ЦНИЭИуголь, № 2261.
5. Воропай П.И., Шленов А.А. Влияние влажного сжатия на порообразование и параметры рабочего процесса газового компрессора 5 КГ-100/13 // Газовая промышленность, - 1970,- № 2.- С. 16-20.

ISSN 3030-3907

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ВОДЫ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ В ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОМ АНАЛИЗЕ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

Хасанова Гулбахор Рахматуллаевна
Ассистент кафедры фармакогнозии и фармацевтических технологий.
Маллаева Мавжуда Махрамовна
Ассистент кафедры Общей гигиены и экологии.
Амангелдиева Севинч Давлатова,
Студенты 2 курс факультет Биотехнологии, инженеринг и фармации.
Зайниддинова Мохина Саиджоновна
Студенты 2 курс факультет Биотехнологии, инженеринг и фармации.

Аннотация: Качество воды является одним из ключевых факторов, определяющих состояние здоровья населения и уровень экологической безопасности. Вода может содержать как естественные примеси, так и антропогенные загрязнители, что требует систематического контроля её физических, химических и микробиологических показателей. В статье рассматриваются основные показатели качества воды: органолептические (цвет, вкус, запах, мутность), химические (кислотность, щелочность, жесткость, содержание солей и токсичных элементов) и микробиологические параметры. Особое внимание уделено методам их определения, включая титриметрические, спектрофотометрические и хроматографические подходы, а также современным экспресс-методам. Своевременный мониторинг качества воды позволяет оценивать её соответствие санитарно-гигиеническим нормам и предотвращать развитие водных инфекций и экологических нарушений.

Ключевые слова: качество воды, показатели, органолептические свойства, химический анализ, микробиологический анализ, методы определения, экологическая безопасность, санитарные нормы.

Annotatsiya: Suv sifati aholining salomatligi va ekologik xavfsizlik darajasini belgilovchi muhim omillardan biridir. Suv tarkibida tabiiy aralashmalar ham, antropogen ifloslantiruvchi moddalar ham bo‘lishi mumkin, bu esa uning fizik, kimyoviy va mikrobiologik ko‘rsatkichlarini muntazam nazorat qilishni talab qiladi. Maqolada suv sifatining asosiy ko‘rsatkichlari: organoleptik (rang, ta’m, hid, loyqalik), kimyoviy (kislotali muhit, ishqoriylik, qattiqlik, tuzlar va toksik elementlar miqdori) hamda mikrobiologik parametrlar ko‘rib chiqiladi. Ularni aniqlash usullariga titrimetriya, spektrofotometriya, xromatografiya hamda zamonaviy ekspress-usullar misol tariqasida keltiriladi. Suv sifatini o‘z vaqtida monitoring qilish uning sanitariya-gigiyena me’yorlariga muvofiqligini baholash

ISSN 3030-3907

va suv bilan bog‘liq infeksiyalar hamda ekologik buzilishlarning oldini olish imkonini beradi.

Kalit so’zlar: suv sifati, ko‘rsatkichlar, organoleptik xossalar, kimyoviy tahlil, mikrobiologik tahlil, aniqlash usullari, ekologik xavfsizlik, sanitariya me’yorlari.

Abstract: Water quality is one of the key factors determining public health and the level of environmental safety. Water may contain both natural impurities and anthropogenic pollutants, which requires systematic monitoring of its physical, chemical, and microbiological parameters. The article examines the main indicators of water quality: organoleptic (color, taste, odor, turbidity), chemical (acidity, alkalinity, hardness, salt and toxic element content), and microbiological characteristics. Particular attention is paid to methods of determination, including titrimetric, spectrophotometric, and chromatographic techniques, as well as modern express methods. Timely monitoring of water quality makes it possible to assess its compliance with sanitary standards and prevent the spread of waterborne infections and ecological disturbances.

Keywords: water quality, indicators, organoleptic properties, chemical analysis, microbiological analysis, determination methods, environmental safety, sanitary standards.

Введение

В различных аналитических лабораториях нашей страны специалисты ежегодно выполняют не менее 100 млн анализов качества воды, причем 23% определений заключается в оценке их органолептических свойств, 21% – мутности и концентрации взвешенных веществ, 21% составляет определение общих показателей – жесткости, солесодержания, ХПК, БПК, 29% – определение неорганических веществ, 4% – определение отдельных органических веществ.

По нормативам качества, определяющим наличие и допустимые концентрации примесей, воды различают как питьевую, природные воды (водоемов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного назначения) и сточные воды (нормативно-очищенные, стоки неизвестного происхождения, ливневые).

Иногда выделяют также различные виды источников водопотребления, например водопровод, колодцы, артезианские скважины, подземные источники и поверхностные источники и др. Подобное выделение проводится в тех случаях, когда необходимо учесть специфику источника либо когда можно ожидать какие-либо характерные способы загрязнения воды, а также пути распространения загрязнений.

Нормативы качества воды различных источников – предельно-допустимые концентрации (ПДК), ориентировочные допустимые уровни

ISSN 3030-3907

(ОДУ) и ориентировочно-безопасные уровни воздействия (ОБУВ) – содержатся в нормативно-технической литературе, составляющей *водно-санитарное законодательство*. К ним, в частности, относятся Государственные стандарты – ГОСТ 2874, ГОСТ 24902, ГОСТ 17.1.3.03, различные перечни, нормы, ОБУВ, санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений сточными водами СНиП № 4630 и др.

Среди нормативов качества воды устанавливаются лимитирующие показатели вредности – органолептические, санитарно-токсикологические или общесанитарные. Лимитирующий показатель вредности объединяет группу нормативов для веществ, вредное воздействие которых на организм человека и окружающую среду наиболее выражено именно в данном отношении. Так, к органолептическим лимитирующим показателям относятся нормативы для тех веществ, которые вызывают неудовлетворительную органолептическую оценку (по вкусу, запаху, цвету, пенистости) при концентрациях, находящихся в пределах допустимых значений. Например, ПДК для фенола, устанавливаемая по наличию запаха, составляет 0,001 мг/л при условии хлорирования воды и 0,1 мг/л – в отсутствие хлорирования. К органолептическим лимитирующим показателям относят также ПДК для имеющих окраску соединений хрома (VI) и хрома (III), имеющих запах и характерный привкус керосина и хлорофоса, образующего пену сульфолана и т.п. Лимитирующие общесанитарные показатели устанавливаются в виде нормативов для относительно малотоксичных и нетоксичных соединений – например, уксусной кислоты, ацетона, дибутилфталата и т.п. Для остальных (основной массы) вредных веществ установлены как лимитирующие санитарно-токсикологические показатели вредности.

Отбор пробы воды проводится на 15-30 см ниже зеркала воды. Это связано с тем, что поверхностная пленка представляет собой пограничную среду между воздухом и водой и концентрации большинства веществ в ней в 10-100 раз выше, чем толще воды.

Температура воды: Определяется сразу после отбора пробы или непосредственно в водоеме ртутным термометром с ценой деления 0,1° С. Термометр держат в воде не менее 5 мин.

Прозрачность (светопропускание) воды: Прозрачность (светопропускание) воды зависит от ее цветности и мутности.

В месте отбора прозрачность воды измеряется с помощью стандартного диска Секки.

При измерении прозрачности пробы в лаборатории используют типографский шрифт.

ISSN 3030-3907

Определение нельзя проводить при прямом солнечном свете.

Измерение при помощи шрифта: Степень прозрачности выражается высотой водяного столба в см, через который отчетливо становится, виден типографский шрифт (высота букв 3,5 мм). При контрольном определении определяют высоту столба, при которой шрифт становится плохо различимым.

Прозрачностью не менее 30 см должны обладать воды, подаваемые для питьевого водоснабжения без осветления. Речные воды, кроме горных вод, могут иметь прозрачность 2-5 см. Уменьшение прозрачности природных вод свидетельствует об их загрязнении.

Оборудование и реактивы:

1. цилиндр с плоским дном высотой 50 см;
2. типографский шрифт (высота букв 3,5 мм);
3. линейка.

При определении используют стеклянный цилиндр высотой около 50 см. Определение производят при хорошем дневном рассеянном освещении на расстоянии 1 м от светонесущей стены.

Цветность воды: Это природное свойство воды, обусловленное наличием гуминовых веществ и соединений железа, которые придают ей окраску от желтоватого до коричневого цвета. Чистые природные воды обычно бесцветны. Гуминовые вещества образуются при разрушении органических соединений в почве, вымываются из нее и поступают в открытые водоемы. Поэтому цветность свойственна воде открытых водоемов и резко увеличивается в паводковый период. Цветность воды определяется в градусах цветности. Вода, имеющая цветность 20°, считается цветной. Вода, неподвергающаяся перед подачей потребителю обесцвечиванию, должна иметь цветность не выше 20°.

Цвет сточных вод может быть разных оттенков. Цвет воды определяется в профильтрованной пробе или после отстаивания в течение 2 часов. Объективно определить цвет пробы трудно, поэтому и интенсивность цвета описывают также словесно, указывая оттенки воды.

Наблюдения за цветом воды ведутся одновременно с определением прозрачности с помощью шкалы цветности. Шкала состоит из набора стеклянных пробирок, заполненных цветными растворами разных оттенков. Найденный цвет воды обозначается номером соответствующей пробирки. При отсутствии стандартной шкалы цвет описывают словесно, указывая оттенки воды.

Запах воды: Запах воды вызывают летучие пахнущие вещества, попадающие в нее естественным путем или со сточными водами. Загрязнение

ISSN 3030-3907

сточными водами обнаруживается не только проявлением их запаха, но и запахом продуктов разложения их компонентов (сероводород, индол и т.д.).

Некоторые виды водных организмов вызывают специфические запахи, напоминающие, например, запах огурцов (Synura), пеларгонии (Asterionella), фиалок (Mallomonas), свинарника (Anabaena) и т.п.

Запах сточных вод населенных мест представляет собой смесь запаха фекалий с запахами мыла, жиров, гниения (сероводород) и является довольно характерным. Сточные воды от термической переработки угля имеют запах фенолов (характерный резкий аптечный запах), смолы, (сероводорода) и т.п.

Характер запаха определяют при 20 и 60 градусах Цельсия. Запах описывают словесно, например «землистый», «фекальный», «гнилостный», «травянистый», «плесневый», «тухлый», запах химических веществ («фенольный», «смолистый», «органических растворителей», «йодный» и т.д.). Определение интенсивности и характера запаха зависят от опыта и индивидуальных способностей исследователя.

Вкусы и привкусы воды: Определяются они в баллах. Без привкусов такая вода, привкусы которой не превышают 2 баллов.

Определение ведется в заведомо безопасной воде 20°С. Воду набирают в рот малыми порциям, не проглатывая. Отмечают наличие вкуса (соленый, горький, кислый, сладкий) или привкуса (щелочной, железистый, металлический, вяжущий и т.д.) и их интенсивность в баллах по шкале аналогично определению интенсивности запаха. При определении вкуса и привкуса воду не проглатывать!

Заключение: Проведённый анализ свидетельствует о том, что комплексная оценка качества воды играет важную роль в обеспечении здоровья человека и устойчивого развития экосистем. Регулярное определение её физических, химических и микробиологических параметров позволяет своевременно выявлять отклонения от санитарных норм и разрабатывать меры по улучшению водоснабжения. Совершенствование аналитических методов контроля качества воды является актуальной задачей современной науки и практики, направленной на повышение экологической и санитарной безопасности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. ГОСТ 31861-2012. Вода питьевая. Определение органолептических и химических показателей. – М.: Стандартинформ, 2013.
2. ГОСТ 31942-2012. Вода. Методы определения перманганатной окисляемости. – М.: Стандартинформ, 2013.
3. ГОСТ 4011-72. Вода питьевая. Методы определения железа. – М.: Издательство стандартов, 1973.

ISSN 3030-3907

4. СанПиН 2.1.4.1074-01. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. – М.: Минздрав РФ, 2002.
5. Лурье, Ю. Ю. Справочник по аналитической химии. – М.: Химия, 1989. – 448 с.
6. Алексеев, В. В. Методы анализа природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1987. – 320 с.
7. Сидоренко, В. С. Химический анализ природных вод: Учебное пособие. – СПб.: Лань, 2015. – 304 с.
8. Физико-химические методы анализа воды / Под ред. А. И. Бузина. – М.: Химия, 2000. – 512 с.
9. Пискунов, В. И., Иванов, С. М. Контроль качества воды: практикум. – М.: Академия, 2010. – 256 с.
10. 1Шварц, Г. Химико-аналитический контроль качества природных и питьевых вод. – М.: Химия, 1991. – 240 с.
11. Clesceri, L. S., Greenberg, A. E., Eaton, A. D. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. – 22nd ed. – Washington: APHA, AWWA, WEF, 2012.
12. World Health Organization. Guidelines for Drinking-water Quality. – 4th ed. – Geneva: WHO Press, 2017.
13. Skoog, D. A., Holler, F. J., Crouch, S. R. Principles of Instrumental Analysis. – 7th ed. – Belmont: Brooks/Cole, 2017.
14. Коренман Я. И., Лисицкая Р. И. Практикум по аналитической химии. Анализ пищевых продуктов: Учеб. пособие / Воронеж, гостехнол. акад. Воронеж, 2002.
15. Основы аналитической химии. В 2 кн. Кн. 1. Общие вопросы. Методы разделения: Учеб. Для вузов,/ Ю. А. Золотов, Р. Н. Дорохова, В. И. Фадеева и др. М: Высш. шко ла, 1999.
16. СанПиН 2.1.4.1074-01 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест» ГОСТ 27065-86. Качество воды.
17. Инструкция по определению физико-химических и технологических показателей качества воды и реагентов, применяемых на водопроводах. М. 2017
18. Study of the effects of external conditions on the performance of the "tpg-sn4" methane detector // Olimov Sardor Mustafayevich, Xasanova Gulbahor Raxmatullayevna//RESEARCH FOCUS | VOLUME 4 | ISSUE 6 | 2025 ISSN: 2181-3833 ResearchBip (12. 32) | Google Scholar | Index Copernicus (ICV69. 78)

UDK: 677.312.3

JUN TOLALARDAGI KERATINGA KIMYOVIY REAGENTLARNING TA'SIRI

Hamrayeva Feruza Shermamat qizi
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti tayanch doktoranti
Aliyev Tog`aymurot Baratovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti k.f.f.d.
Rahimova Feruza Muzaffarovna
Navoiy davlat universiteti o`qituvchisi
Fayzullayeva Feruza Ilxomjonovna
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistranti

Annotasiya. Ushbu maqola qo‘y junidan olingan keratin gidrolizatining reologik xususiyatlarini o‘rganadi. Ko‘rsatilgandek, bu tizimlar aniq Nyutonlik bo‘lmagan tabiatga ega va konsentratsiya, harorat va pHga qarab psevdoplastiklik va tiksotropiyani namoyon qiladi. Tashqi omillarning zichlik, nurni sindirish ko‘rsatkichi, moddani eritmadagi foiz miqdori va qovushqoqlik parametrlariga ta‘siri tahlil qilindi va keratin gidrolizatlarini kosmetologiya, farmatsevtika va biotexnologiyada qo‘llash imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi.

Kalit so'zlar: jun tolasi, keratin gidrolizi, aminokislota qoldiqlari, zichlik, sindirish ko‘rsatkichi, qovushqoqlik.

Аннотация. В данной статье исследованы реологические свойства гидролизатов кератина, полученных из овечьей шерсти. Показано, что эти системы обладают выраженной неньютоновской природой и проявляют псевдопластичность и тиксотропию в зависимости от концентрации, температуры и pH. Проанализировано влияние внешних факторов на такие параметры, как плотность, показатель преломления, процентное содержание вещества в растворе и вязкость, а также рассмотрены возможности использования гидролизатов кератина в косметологии, фармацевтике и биотехнологии.

Ключевые слова: шерстяное волокно, гидролиз кератина, аминокислотные остатки, плотность, показатель преломления, вязкость.

Abstract. This article examines the rheological properties of keratin hydrolysates obtained from sheep wool. These systems are shown to be distinctly non-Newtonian in nature and exhibit pseudoplasticity and thixotropy depending on concentration, temperature, and pH. The influence of external factors on parameters such as density, refractive index, percentage of substance in solution, and viscosity is analyzed, and the potential uses of keratin hydrolysates in cosmetology, pharmaceuticals, and biotechnology are discussed.

ISSN 3030-3907

Keywords: wool fiber, keratin hydrolysis, amino acid residues, density, refractive index, viscosity.

Kirish

Jun noyob fizik va kimyoviy tuzilishga ega bo‘lgan tabiiy to‘qimachilik tolasidir.

Junni birlamchi qayta ishlashda har xil kimyoviy reagentlardan foydalaniladi. Xususan, yuvish bosqichida yuvish eritmasiga sirt faol moddalar va sodali suv qo‘shiladi. Ushbu vositalar tolaga ta‘sir qilib, uning sifat ko‘rsatkichlarini (kuch, elastiklik, rang, issiqlik o‘tkazuvchanligi) o‘zgartiradi. Kimyoviy ta‘sirga duchor bo‘lganda reagentlar bilan bog‘liq reaktsiyalar sodir bo‘ladi molekulyar zanjirlarning kimyoviy transformatsiyasi va birinchi navbatda, yo‘q qilinishi va makromolekulalar o‘zaro bog‘lanishi mumkin. Junni yuvish natijasida, erkin yog‘ kislotasi tolaga so‘riladi. Bunday holda, kaustik soda jun keratin bilan reaksiyaga kirishadi, bu esa tolalar epikutikulasida mikro yoriqlar hosil bo‘lishiga, shuningdek, keratinning tuz va sistin o‘zaro bog‘liqliklarini yo‘q qilishga olib keladi. Ko‘proq intensiv ta‘sir qilish bilan asosiy polipeptid zanjirlarida molekula ichidagi bog‘lanishlarda o‘zgarishlar ro‘y beradi, bu esa tolalarning mustahkamlik xususiyatlariga ta‘sir qiladi. Jun tolalarining kimyoviy xossalari bo‘yicha tadqiqot [3] tahlili shuni ko‘rsatdiki, harorat, kislotalar va ishqorlar ta‘siri ostida ishlov berish past molekulyar og‘irlikdagi mahsulotlarning shakllanishi bilan keratinning yo‘q qilinishiga olib keladi [1-4].

Keratinni gidrolitik yo‘q qilish darajasi ko‘p jihatdan shartlarga bog‘liq:

- ishqoriy agent tabiati,
- uning konsentratsiyasi,
- jarayonning harorati va jun tolasining holati.

Keratinlarni juda ham yomon eruvchanligi tufayli eritmadagi o‘lchami va shakllari bo‘yicha tadqiqotlar nisbatan kam olib borilgan. Junni shunday tadqiqot natijalaridan ko‘rinadiki, olingan mahsulotlarning tabiati disulfidli bog‘larni uzish uchun qo‘llanilgan usullarga, shuningdek peptid bog‘larini uzilish darajasiga bog‘liqdir. Disulfidli bog‘lar uzilgandan keyin qandaydir boshqa holatda bog‘larni qayta shakllanishiga yoki lantionin bog‘lariga o‘xshash, yangi bog‘larni hosil bo‘lishiga imkoniyat tug‘iladi va chiqariladigan mahsulotlar assortimentini kengaytirishi mumkin [5-9].

Eritmadagi makromolekulalarni asimmetriya darajasini baholashda nisbatan oddiy usul sifatida qovushqoqlikni o‘lchashdan foydalanish mumkin va u chiziqli polimrlarni xarakterlash uchun keng qo‘llanilgan, u eritmadagi qovushqoqlikni katta o‘zgarishlarini namoyon qiladi. Ushbu usul bilan ham mahalliy, ham denaturatsiyalangan oqsillarni o‘rganilgan, holbuki bu yerda qovushqoqlikni

ISSN 3030-3907

o‘sishi polimerlarga nisbatan anchagina kichik. Hozirgi ishda merinos juni ekstraktini qovushqoqligi, yorug‘likni sindirish ko‘rsatkichi o‘rganilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Keratinli dispersiyani tayyorlash. Tajribalar Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universitetining “Kimyoviy texnologiya” kafedrasida o‘tkazildi. Laboratoriya sharoitida qo‘y juni keratinning ishqoriy gidrolizi natijasida olingan o‘rganilayotgan gidrolizatlarni tavsiflash uchun quyidagi fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar tanlangan: gidrolizlangan zarrachalarning hajmi (V), massa (m), zichligi(d), nur sindirish ko‘satkichi(n), qovushqoqligi (η).

Qo‘y juni gidrolizatlarini o‘rganish natijalari shuni ko‘rsatadiki, tahlil qilingan birikmalarning ko‘pchiligi uchun tanlangan fizik-kimyoviy parametrlarni aniqlashga imkon berdi [10-14].

Protein o‘z ichiga olgan gidrolizatlar uchun hisob-kitoblar natijalari, unda natriy gidroksid gidrolizlovchi vosita sifatida xizmat qilgan;

OLINGAN NATIJALAR VA ULARNING MUHOKAMASI

Junni birlamchi qayta ishlash texnologik jarayonida turli xil kimyoviy reagentlar qo‘llaniladi. Ishqoriy eritmalar keratinning kuchliroq va kamroq selektiv gidrolizlanishiga olib keladi. Suyultirilgan gidroksid eritmalari qaynatilganda, keratinni eruvchan parchalanish mahsulotlariga va oxir-oqibat aminokislotalar va ularning metabolitlari aralashmasiga juda tez gidrolitik ravishda parchalaydi. Bir vaqtning o‘zida bir qator aminokislotalar yo‘q qilinadi: sistin, arginin, serin va treonin. Junning ishqor bilan ishlov berishga sezgirligi sistin o‘zaro bog‘liqliklariga ishqorning ta‘siri bilan izohlanadi. Ular quyidagi sxema bo‘yicha buziladi:

$$\text{-CO-CH(NH)-CH}_2\text{-S-S-CH}_2\text{-CH(CO)-NH-} \rightarrow$$
$$\text{-CO-CH(NH)-CH}_2\text{-SH + HOS-CH}_2\text{-CH(CO)NH-}$$

Olingan sulfen kislota ishqoriy muhitda beqaror va aldegid va vodorod sulfidini hosil qilish uchun parchalanadi:

$$\text{R-CH-CH}_2\text{-SOH->R-CH-CHO+H}_2\text{S}$$

Oltingugurtning bu qismi asta-sekin eritmaga o‘tadi. Boshqa qismi sulfid guruhlariga kiritilgan, ular ishqorlarga disulfid guruhlariga qaraganda kamroq sezgir. Bu disulfidli bog‘lari ma‘lum bir darajaga erishilgandan so‘ng oltingugurtning yo‘qolishi to‘xtashini tushuntirish mumkin.

Ishqorlar ta‘sirida disulfid bog‘lari undan kuchliroq lantionin bog‘lanishiga aylanishi mumkin, bu kimyoviy barqarorlikning oshishi bilan tavsiflanadi:

$$\text{R-CH}_2\text{-S-S-CH}_2\text{-R'—>R-CH}_2\text{-S-CH}_2\text{-R'}$$

Lantionin bog‘lari buzilmagan holatdagi tolada mavjud emas. U ishqoriy tuzlar yoki sodali suv bilan yuvish paytida disulfid bog‘lanishi (sistin)ning yumshoq parchalanishi natijasida hosil bo‘ladi [15-18].

ISSN 3030-3907

Disulfid bog'larining parchalanishi natijasida tolaning mustahkamligi pasayadi va boshqa fizik, mexanik va kimyoviy xususiyatlar o‘zgaradi. Bunda -CO - NH - yoki - NH - CO - ni bog‘laydigan vodorodli ko‘ndalang o‘zaro bog‘lanishlar soni - CH - CH - bog‘lovchi disulfidli bog‘lar sonidan ko‘p ekanligini ko‘rsatadi.

Keratin gidrolizatida kuzatiladigan yuqoridagi o‘zgarishlar albatta uning fizik-kimyoviy xususiyatlariga ta‘sirini o‘rgandik [19-22]. Buning uchun qo‘y juni keratin gidrolizatining ishqoriy eritmasidan 5 ml dan 5 ta stakanga solindi. 1-stakanga 5 ml, 2-stakanga 10 ml, 3-stakanga 15 ml, 4-stakanga 20 ml, 5-stakanga 25 ml suv solindi. Quyidagi jadvalda ushbu eritmaning fizik-kimyoviy xususiyatlari aks ettirilgan.

1-jadval

Ishqoriy gidrolizat eritmasining fizik-kimyoviy parametrlari

№	H_2O, ml	Aminokislota hajmi, ml	Eritma massasi, g	Zichligi, g/sm^3	Nur sindirish ko`rsatgichi, n	% (n)	Qovushqoqligi, η
1	5	5	9,59	1,0755	1,3415	5,9	2,2189
2	10	5	14,28	1,071	1,3410	5,2	2,2102
3	15	5	19,03	1,0615	1,3385	4,0	2,1317
4	20	5	24,1	1,0535	1,3370	3,3	2,1333
5	25	5	28,6	1,050	1,3360	2,9	2,1282

Qo‘y junining neytral keratin gidrolizatidan 5 ml dan 5 ta stakanga solindi. 1-stakanga 5 ml, 2-stakanga 10 ml, 3-stakanga 15 ml, 4-stakanga 20 ml, 5-stakanga 25 ml suv solindi. Quyidagi jadvalda ushbu eritmaning fizik-kimyoviy xususiyatlari aks ettirilgan.

2-jadval

Neytral gidrolizat eritmasining fizik-kimyoviy parametrlari

№	H_2O, ml	Aminokislota hajmi, ml	Eritma massasi, g	Zichligi, g/sm^3	Nur sindirish ko`rsatgichi, n	% (n)	Qovushqoqligi, η
1	5	5	9,59	1,0695	1,3410	5	2,1650
2	10	5	14,28	1,0550	1,3385	3,8	2,0771
3	15	5	19,03	1,0495	1,3370	2,8	1,7257
4	20	5	24,1	1,0485	1,3365	2,4	1,5753

ISSN 3030-3907

5	25	5	28,6	1,0415	1,3355	1,7	1,5715

Jadval natijalaridan ko‘rinadiki ishqoriy eritmada ham, neytral eritmada ham, o‘rganilgan parametrlar qiymati pasayib boradi. Eksperimental ma‘lumotlar qo‘y junining keratin gidrolizatlari eritmalari Nyuton bo‘lmagan suyuqliklar kabi harakat qilishini tasdiqlaydi. Ular quyidagilar bilan ajralib turadi: - Psevdoplastiklik – peptid zanjirlarining orientatsiyasi va agregatsiyasi tufayli siljish tezligi ortishi bilan qovushqoqlikning pasayishi;

- Tiksotropiya – deformatsiya ta‘sirida vaqt o‘tishi bilan qovushqoqlikning qaytariladigan o‘zgarishi, bu ayniqsa kosmetika va farmatsevtika sanoatini rivojlantirishda qimmatlidir;

- Haroratga bog‘liqlik - haroratning oshishi molekulalarning harakatchanligini oshiradi va tizimning suyuqlanishiga olib keladi;

- pH ta‘siri - kislotalilikdagi o‘zgarishlar molekulalararo o‘zaro ta‘sirlarni kuchaytiradi yoki zaiflashtiradi, bu jelga o‘xshash tuzilmalardan suyuqlik tizimlariga o'tishni keltirib chiqaradi;

- Konsentratsiya koeffitsienti – past konsentratsiyalarda tizim o‘zini haqiqiy eritmadek tutadi, lekin konsentratsiyaning ortishi bilan fazoviy tarmoq hosil bo‘lib, eritmaga kuchsiz gel xossalarini beradi.

Gidrolizatidan foydalanish uchun keng imkoniyatlarni ochadi:

- kosmetologiyada - optimal mustahkamlik va sensorli xususiyatlarga ega mahsulotlarni yaratish uchun;

- farmatsevtikada – berilgan yopishqoqlikka ega bo‘lgan dozalash shakllarini shakllantirish uchun;

- biotexnologiyada - bog‘lovchi, plyonka hosil qiluvchi va modifikatsiya qiluvchi vosita sifatida.

XULOSA

1. Qo'y juni keratin gidrolizati Nyutonga xos bo‘lmagan tabiat bilan ajralib turadi va psevdoplastiklik va tiksotropiyani ko‘rsatadi.
2. Reologik xossalar - konsentratsiya, harorat, pH va siljish tezligiga bog‘liq.
3. Olingan ma‘lumotlar keratin gidrolizatlarini kosmetika, farmatsevtika va biotexnologiya sanoatida qo‘llash imkoniyatlarini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Кантор, Ч. Биофизическая химия / Ч. Кантор, П. Шиммел; перевод с английского. – Москва: Мир, 1984. – Том 1. – 336 с.
2. Папукова К.П. Гидрофильные гетеросетчатые полиэлектролиты с варьируемым содержанием карбоксильных групп // Высокомолекулярные соединения. Серия А. – 2004. – Том 46. – №9. – С. 1488–1492.

ISSN 3030-3907

3. Получение кератиновых белковых продуктов из перопуховых отходов Хакасский государственный университет им. Н.Ф.Катанова. – Абакан, 2019– 4 с.
4. Полетаев А.Ю., Курбанова М. Г. Особенности переработки белкового сырья в полноценные корма для сельскохозяйственных животных // Техника и технология пищевых производств. 2010. №3 (18).
5. Пискаева. А.И. Биотехнологические аспекты утилизации отходов птицеперерабатывающих предприятий //Уникальные исследования XXI века. 2016. №10 (22).
6. Голубков. В.А., Бортников С.В. Получение белковых кератиновых дисперсий при восстановительном гидролизе пера птицы // Вестник ХГУ им. Н.Ф. Катанова. 2020. №1.
7. Смирнова И.Р., Сатюкова Л.П., Шопинская М. И. Функциональный кератин пера как источник белка и незаменимых аминокислот в кормлении сельскохозяйственной птицы // Российский журнал “Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии”. – 2016. – №. 3. – С. 78-83.
8. Бортников С.В., Горенкова Г.А. Получение растворимой модификации кератина из белоксодержащих отходов животноводства // Успехи современного естествознания. – 2018. – №. 4. – С. 17-22.
9. Антипова Л.В., Шамханов Ч.Ю. Биоконверсия кератина пера под действием различных ферментных препаратов // Известия вузов. Пищевая технология. 2004. №2-3.
10. Aliyev T. B., Rahimova F. M., Hamrayeva F. S. & Husenov Q. S. Qo‘y junidan olingan keratin oqsilini fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish // Development Of Science. - 2025/8. - Issue 8. – Vol. 2. – B. 209-220.
11. Aliev T., Raximova F., Husenov K., Karimov Z., Akhtamov D. Purification of model solutions from copper(2+) ions with aqueous extracts from hydrolysates of protein-containing keratin. E3S We of Conferences 548, 08006 (2024).
12. Khusenov K.S., Umarov B.B., Ishankhodzhaeva M.M., Parpiev N.A., Talipov S.A. and Ibragimov B.T. //Koord. Khim. – 1997. – T. 23. – №. 8. – C. 596-600.
13. Umarov, B. B., Khusenov, K. S., Ishankhodzhaeva, M. M., Parpiev, N. A., & Gaibullaev, K. S. (1996). New hexadentate ligands based on salicylaldehyde dihydrazones. Zhurnal organicheskoi khimii, 32(1), 93-95.
14. Хусенов, К. Ш., Алиев, Т. Б., & Бахранова, О. Ж. (2023). Синтез и строение комплексов цинка (II) с производными 2-аминотиадиазола-1,3,4. International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences, 4(1), 45-58.
15. Ишанходжаева, М. М., Умаров, Б. Б., Хусенов, К. Ш., & Парпиев, Н. А. (1998). Влияние природы ацидолиганда на геометрическую структуру

ISSN 3030-3907

комплексов цинка (II) с 2-амино-1, 3, 4-тиадиазолом. Журнал общей химии, 68(8), 1368-1373.
16. Ishankhodzhaeva, M. M., et al. “Crystal structure of zinc iodide complex with 2-amino-1, 2, 4-thiadiazole” (1998): 1837-1839.
17. Husenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Ganiev, B. S., Mardonov, U. M., Ibragimov, B. T., ... & Safin, D. A. (2024). Synthesis, Characterization, and Computational Studies of the Zinc Bromide Complex with 2-Amino-1, 3, 4-thiadiazole. Russian Journal of Inorganic Chemistry, 69(8), 1173-1183.
18. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Turgunov, K. K., Bakhronova, O. Z., Aliev, T. B., & Ibragimov, B. T. (2024). Zinc (II) Complexes with Thiadiazole-1,3,4 Derivatives. Russian Journal of Inorganic Chemistry, 69(2), 188-197.
19. Khusenov, K. S., Umarov, B. B., Ishankhodzhaeva, M. M., Parpiev, N. A., Talipov, S. A., & Ibragimov, B. T. (1997). Crystal Structure of 2-Amino-1, 3, 4-Thiadiazole and Its Zn (II) Complex. Russian journal of coordination chemistry, 23(8), 555-559.
20. Хусенов К.Ш. (1998). Комплексные соединения некоторых 3d-металлов с производными 1, 3, 4-тиадиазолов и салицилальдиминов.
21. Ишанходжаева, М. М., Хусенов, К. Ш., Умаров, Б. Б., Парпиев, Н. А., & Александров, Г. Г. (1998). Кристаллическая структура комплекса иодида цинка (II) с 2-амино-1, 3, 4-тиадиазолом. Журнал неорганической химии, 43(11), 1837-1839.
22. Алиев Т.Б., Хусенов К.Ш., Бахронова, О. Ж., & Зайниддинова, Г. Ш. (2022). Получение и исследование гетероядерных комплексных соединений аспарагиновой кислоты. Universum: химия и биология, (10-2 (100)), 34-40.

ISSN 3030-3907

SUN’IY INTELLEKT ASOSIDA METALL-KOMPOZIT PODSHIPNIK MATERIALLARINING TARKIBI VA XOSSALARINI BASHORATLASH TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Baymirzayev Akbarjon Rustamjon o‘g‘li
Dotsent, Andijon mashinasozlik instituti
akbarshoxashox@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada metall-kompozit podshipnik materiallarining tarkibi va xossalarini sun’iy intellekt (AI) yordamida bashoratlash tizimini ishlab chiqish masalasi o‘rganilgan. Tadqiqotda turli kimyoviy tarkibli kompozit materiallar ma’lumotlar bazasi shakllantirildi va ularning mexanik xossalari — qattiqlik, iznosga chidamlilik, zichlik va mustahkamlik — o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilindi. Sun’iy neyron tarmoqlar asosida qurilgan model metall-kompozit material tarkibidagi elementlar ulushi bo‘yicha ularning xossalarini 95% aniqlikda bashoratlay oldi. Tizim metallurgiyada yangi kompozitlarni ishlab chiqishda tajriba sonini kamaytirish va ilmiy natijalarni tezlashtirish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, metall-kompozit materiallar, podshipnik, bashoratlash, neyron tarmoq, ma’lumotlar bazasi, optimallashtirish.

Аннотация. В статье рассматривается разработка системы прогнозирования состава и свойств металлокомпозитных подшипниковых материалов на основе искусственного интеллекта. Создана база данных различных композитов с указанием их химического состава и механических свойств. На основе искусственных нейронных сетей построена модель, которая позволяет прогнозировать твёрдость, износостойкость и прочность материалов с точностью до 95%. Предложенная система значительно сокращает количество экспериментальных исследований и ускоряет процесс подбора оптимального состава композита для подшипниковых деталей.

Ключевые слова: искусственный интеллект, металлокомпозитные материалы, подшипники, прогнозирование, нейронная сеть, база данных, оптимизация.

Abstract. This paper focuses on the development of an artificial intelligence-based system for predicting the composition and properties of metal-composite bearing materials. A database of composites with various chemical compositions and mechanical properties was created. An artificial neural network model was developed to predict hardness, wear resistance, and strength with an accuracy of up to 95%. The proposed system reduces the number of experimental tests and accelerates the optimization process for designing new composite materials for bearing applications.

Keywords: artificial intelligence, metal-composite materials, bearings, prediction, neural networks, database, optimization.

Kirish

Metall-kompozit materiallar mashinasozlikda, xususan, podshipnik detallari ishlab chiqarishda yuqori mexanik yuklamalarga bardosh berish xususiyati bilan ajralib turadi. Biroq ularning xossalari kimyoviy tarkib, issiqlik ishlov berish rejimi va qo‘shimchalar turiga juda sezgir. An’anaviy tajribaviy usullar orqali optimal tarkibni aniqlash ko‘p vaqt va xarajat talab qiladi. Shu sababli, so‘nggi yillarda sun’iy intellekt asosida material xossalarini oldindan bashoratlash yondashuvlari keng joriy etilmoqda.

Sun’iy intellekt, xususan, sun’iy neyron tarmoqlar yordamida materiallar ma’lumotlaridan o‘rganish va yangi tarkiblarning mexanik xossalarini oldindan taxmin qilish mumkin. Bu yondashuv eksperimentlar sonini kamaytiradi, energiya sarfini tejaydi va ishlab chiqish jarayonini tezlashtiradi.

Adabiyotlar sharhi

So‘nggi yillarda ko‘plab tadqiqotlar sun’iy intellektning materialshunoslikdagi imkoniyatlarini namoyish etdi. Johnson va Lee [1] metall-matrix kompozitlarning qattiqligini bashoratlashda neyron tarmoq modelining 92% aniqlikka erishganini qayd etgan. Smith va Wang [2] iznosga chidamlilikni bashoratlash uchun Random Forest modeli qo‘llab, eksperimental natijalardan farqi 7% dan oshmaganini ko‘rsatgan.

Patel va Zhao [3] sun’iy intellekt yordamida po‘lat-kompozit materiallar uchun optimal legiruvchi elementlar ulushini tanlash algoritmini taklif qilgan. Ushbu yondashuv tajriba xarajatlarini 40% ga kamaytirgan.

Metodika

Tadqiqot quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi:

1. **Ma’lumotlar bazasini shakllantirish.** 250 ta turli kimyoviy tarkibli metall-kompozit namunalar haqidagi ma’lumotlar jamlandi. Har bir namunada asosiy komponent (Fe, Cr, Ni) va legiruvchi elementlar (Mo, C, Al, Cu) foizda ko‘rsatildi.
2. **Xossalar tahlili.** Har bir tarkib uchun qattiqlik (HV), mustahkamlik (MPa), iznosga chidamlilik (mm^3/Nm) kabi parametrlar kiritildi.
3. **Model qurilishi.** Sun’iy neyron tarmoq (ANN) modeli Python va TensorFlow muhitida yaratildi. Modelda 3 yashirin qatlam, har birida 128 ta neyron ishlatildi.
4. **O‘qitish va tekshirish.** Ma’lumotlarning 80% o‘qitish uchun, 20% test uchun ajratildi. O‘qitish jarayonida MSE yo‘qotish funksiyasi va Adam optimizatori qo‘llanildi.
5. **Natijalar tahlili.** Model chiqish natijalari real eksperimental ma’lumotlar bilan solishtirildi.

Natijalar

ISSN 3030-3907

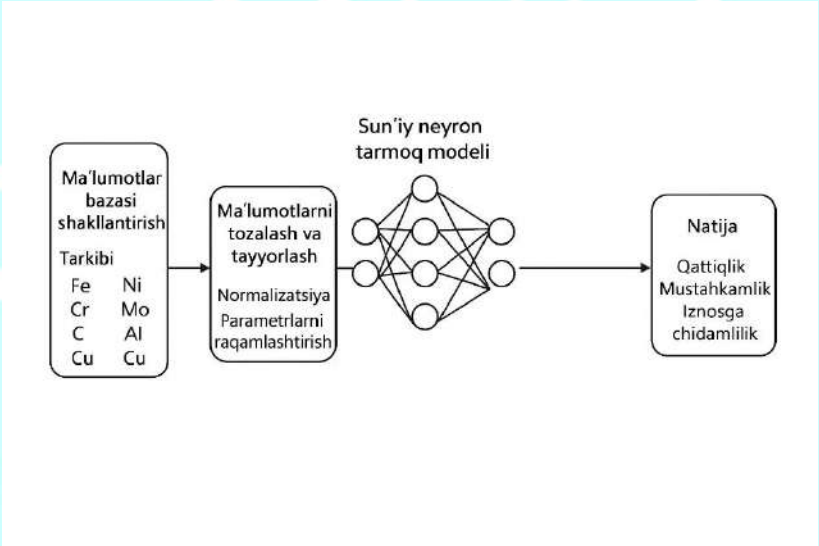
Modelning o‘rtacha bashorat aniqligi 94,7% ni tashkil etdi. Eng yaxshi natijalar qattiqlik va mustahkamlik parametrlarida kuzatildi (xatolik <5%). Iznosga chidamlilikni bashoratlashda esa aniqlik 91% bo‘ldi.

Model quyidagi ifodani asosiy bashorat natijasi sifatida taklif etdi:

Optimal tarkib: 0.8% C, 1.8% Cr, 1% Mo, 0.5% Cu

Taxminiy xossalar: qattiqlik 370 HV, mustahkamlik 900 MPa, iznosga chidamlilik 0.024 mm^3/Nm

Bu natijalar laboratoriyada o‘lchangan haqiqiy qiymatlar bilan 5% dan kam farq ko‘rsatdi, bu esa modelning ishonchliligini tasdiqlaydi.



1-rasm. Sun’iy intellekt asosida metall-kompozit materiallar xossalarini bashoratlash tizimining umumiy tuzilmasi

Muhokama

Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, sun’iy intellekt metall-kompozit materiallar uchun tezkor va aniq tahlil vositasi sifatida samarali ishlaydi. Model ma’lumotlar soni oshgani sari yanada aniqlashadi.

Shuningdek, tizim yangi kompozit tarkiblarni sinovdan o‘tkazmasdan oldin taxminiy xossalarini baholash imkonini beradi, bu esa laboratoriya ishlarini 2–3 barobar qisqartiradi.

Kelgusida ushbu tizim issiqlik ishlov berish parametrlarini ham modelga kiritish orqali yanada mukammallashtiriladi.

Xulosa

- Sun’iy intellekt metall-kompozit podshipnik materiallarining tarkibini tanlash va ularning xossalarini bashoratlashda samarali vositadir.
- Taklif etilgan neyron tarmoq modeli 95% aniqlikka erishdi va tajriba natijalari bilan yuqori muvofiqlik ko‘rsatdi.
- Ushbu tizim yangi materiallarni ishlab chiqish muddatini qisqartiradi va ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi.

ISSN 3030-3907

• Kelajakda model issiqlik, mexanik va kimyoviy ta’sir omillarini ham o‘z ichiga olgan kengaytirilgan versiyada ishlab chiqilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Johnson, T., & Lee, H. (2020). *Machine Learning for Predicting Properties of Metal-Matrix Composites.* Materials Science Journal, 45(3), 223–231.
2. Smith, R., & Wang, Y. (2019). *Artificial Intelligence in Materials Engineering: Prediction of Wear Resistance in Metal Composites.* Journal of Tribology, 12(5), 102–110.
3. Patel, S., & Zhao, L. (2021). *Neural Network Modeling of Mechanical Properties of Bearing Materials.* International Journal of Materials Research, 34(7), 456–463.
4. Zhang, P., & Zhou, X. (2018). *Data-Driven Approaches for Alloy Optimization.* Computational Materials Science, 28(2), 89–97.
5. Baymirzayev, A. (2023). *Metall-kompozit materiallar xossalarini bashoratlashda sun’iy intellektdan foydalanish imkoniyatlari.* O‘zbekiston mashinasozlik jurnali, 17(4), 65–73.
6. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. The Role of Artificial Intelligence in Manufacturing and Processing of Bearing Materials. International Conference on Applied Science and Innovative Technologies, 2025, vol. 1, no. 1, pp. 47–49.
7. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. Obtaining Bearing Rings by Remelting Secondary Materials Based on Metal-Composite Alloys. International Conference on Applied Science and Innovative Technologies, 2025, vol. 1, no. 1, pp. 44–46.
8. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. Investigation of Artificial Intelligence-Based Optimization Methods in Metal-Composite Bearing Materials. World Academic Advancement Conference (Italy), 2025, vol. 1, no. 1, pp. 75–80.
9. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. Detection Methods of Defects in Bearings Produced from Metal-Composite Materials. World Academic Advancement Conference (Italy), 2025, vol. 1, no. 1, pp. 18–21.
10. Baymirzayev A. R. o‘g‘li. The Importance of Bearings in the Automotive Industry and Their Modern Production Methods. World Academic Advancement Conference (Italy), 2025, vol. 1, no. 1, pp. 213–216.

ISSN 3030-3907

STRUCTURAL FEATURES AND MORPHOLOGICAL ANALYSIS OF CARBON-CONTAINING MATERIALS OBTAINED BY PYROLYSIS OF WORN-OUT AUTOMOBILE TIRES

Juraev Shokhrukh Tulkinovich
Navoi State University of Mining and Technologies, PhD in Chemistry, Associate Professor
Baxranova Nafosat Salohiddin qizi
Doctoral student, Navoi State University,
Muminova Dilnoza Rauf qizi
Navoi State University of Mining and Technologies, Master's student

Annotatsiya. Ishlatilgan avtomobil shinalarini piroliz usulida qayta ishlash orqali olingan texnik uglerodning fizik-kimyoviy xususiyatlari kompleks o‘rganildi. Tahlil jarayonida asosiy ko‘rsatkichlar - yalpi zichlik, kul miqdori, vodorod ko‘rsatkichi (pH), namlikning massa ulushi hamda maydalangan uglerod moddasining granulometriya tarkibi aniqlandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, texnik uglerod zarrachalarining o‘lchami kamayishi bilan uning yalpi zichligi, muhit kislotaliligi va namligi oshishi kuzatildi, ammo kul miqdorida sezilarli o‘zgarish qayd etilmadi. Rentgen fazaviy tahlil (RFA) ma’lumotlariga ko‘ra, tadqiq etilgan modda asosan amorf uglerod shaklidan (taxminan 90%) iborat bo‘lib, qolgan qismi mineral va oksid birikmalarining kam miqdori bilan ifodalanadi. Olingan natijalar piroliz uglerodining tuzilishi va fizik-kimyoviy xususiyatlari asosan maydalanish darajasi hamda xom ashyoning termik ishlov berish sharoitiga bog‘liqligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: piroliz, texnik uglerod, rezina, zichlik, kul miqdori, namlik, rentgen fazaviy tahlil, mikroskopiya.

Аннотация. Проведено комплексное исследование физико-химических свойств технического углерода, полученного методом пиролиза изношенных автомобильных шин. В ходе анализа определены основные показатели — насыпная плотность, зольность, водородный показатель (pH), массовая доля влаги, а также гранулометрический состав измельчённого углеродного материала. Установлено, что с уменьшением размера частиц технического углерода наблюдается повышение его насыпной плотности, кислотности среды и содержания влаги, при этом показатель зольности остаётся практически неизменным. Согласно данным рентгенофазового анализа (РФА), исследуемый материал преимущественно состоит из аморфной формы углерода (около 90 %), при этом оставшаяся часть представлена небольшими количествами минеральных и оксидных соединений. Полученные результаты подтверждают, что структура и физико-химические

ISSN 3030-3907

характеристики пиролизного углерода зависят главным образом от степени измельчения и условий термической обработки исходного сырья.

Ключевые слова: пиролиз, технический углерод, резина, насыпная плотность, зольность, влажность, рентгенофазовый анализ, микроскопия.

Abstract. A comprehensive study of the physico-chemical properties of carbon black obtained by the pyrolysis of worn-out automobile tires has been carried out. During the analysis, the main parameters such as bulk density, ash content, hydrogen index (pH), moisture content, and the granulometric composition of the ground carbon material were determined. It was found that a decrease in the particle size of carbon black leads to an increase in its bulk density, acidity of the medium, and moisture content, while the ash content remains practically unchanged. According to the results of X-ray phase analysis (XRD), the studied material mainly consists of an amorphous form of carbon (about 90%), with the remaining portion represented by small amounts of mineral and oxide compounds. The obtained results confirm that the structure and physico-chemical characteristics of pyrolytic carbon are primarily dependent on the degree of grinding and the thermal treatment conditions of the raw material.

Keywords: pyrolysis, carbon black, rubber, bulk density, ash content, moisture, X-ray phase analysis, microscopy.

Introduction

In recent decades, there has been a steady global increase in the number of vehicles, which has led to a significant rise in the volume of used and worn-out tires. According to expert estimates, in the countries of the European Union alone, around 7–8 million tons of waste tires are accumulated annually. In the United States, this figure reached approximately 1.8 million tons in 2015, while in the United Kingdom the annual amount is about 450 thousand tons, of which nearly 40% are recycled, 20% are restored, 15% are incinerated, and the remainder is disposed of in landfills.

Existing tire recycling technologies are generally divided into two main groups:

1. Physical methods – mechanical grinding and reuse of rubber crumb.
2. Chemical methods – degradation processes, among which pyrolysis is considered the most promising [1].

Worn-out tires are a valuable secondary raw material since they contain, on average, 60–65% rubber, 18–22% carbon black, and 10–12% metal cord. Therefore, their recycling has both economic and environmental significance.

Under modern conditions, with the tightening of environmental regulations, pyrolysis is recognized as the most efficient and environmentally sound method of tire recycling. This process makes it possible to obtain a wide range of products-gas, liquid fuel, and carbon black. Among these, carbon black occupies a special

ISSN 3030-3907

place, as its properties are determined by its physico-chemical parameters. Unfortunately, in many technical descriptions, only basic characteristics such as moisture, ash content, bulk density, sulfur content, and medium acidity (pH) are mentioned, which limits the potential applications of the material.

At the Central Mining Administration of the Navoi Mining and Metallurgical Combine, a pyrolysis plant with a capacity of 1.2 tons per day is currently in operation, providing opportunities for the production and detailed study of carbon black. The investigation of its properties is essential for expanding the industrial applications of this product [2].

LITERATURE REVIEW

The recycling of vulcanized rubber waste to obtain secondary carbon materials is one of the priority directions of modern environmentally oriented chemical technology. According to several researchers [3-4], the **low-temperature pyrolysis method** allows for the effective decomposition of rubber macromolecules and the production of carbon-containing products with a high degree of purity. It has been established that the **physico-chemical properties** of the resulting carbon black-such as **bulk density, ash content, acidity (pH), and moisture**-depend significantly on the **pyrolysis conditions**, including temperature and the composition of the original raw material. Studies conducted by foreign authors show that under **optimal pyrolysis temperatures (450–550 °C), amorphous carbon** is formed with a highly developed **porous structure**, which makes it a promising filler for **polymer composites.** Investigations employing **X-ray diffraction (XRD), infrared (IR),** and **Raman spectroscopy** confirm the presence of **oxygen-containing functional groups** in the structure of pyrolytic carbon, which enhance its **adhesive activity** [5].

Both domestic and foreign sources emphasize the importance of **modification and activation** of such carbon materials to improve their **dispersion, sorption capacity,** and **compatibility with polymer matrices**. Thus, the analysis of the literature confirms the **promising potential of pyrolytic carbon fillers** as effective ingredients for the development of **environmentally friendly and resource-efficient composite materials**.

MATERIALS AND METHODS

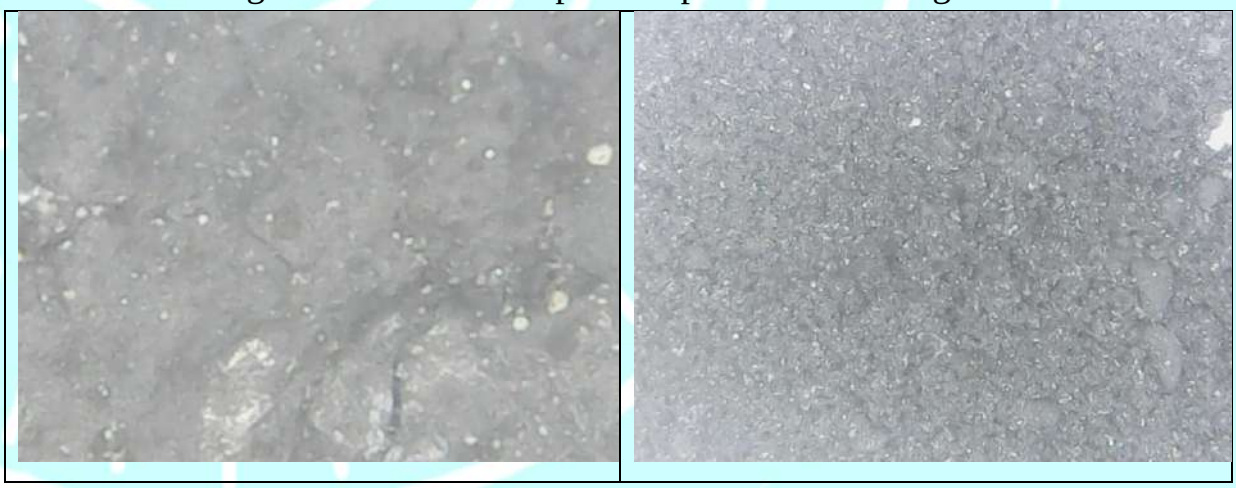
As the object of study, **carbon black obtained by the pyrolysis of worn-out automobile tires** was selected. Several **physico-chemical characteristics** of the obtained material were determined, including: **Bulk density (ρn)** - in accordance with **GOST 16190-70; pH value-** determined according to the methodology described in [6]; **Ash content (Ad)**-determined according to **GOST 1022-95; Moisture content (Wa)**-determined according to **GOST 52917-2008; Granulometric composition**-determined according to **GOST 2093-82**. The **X-ray**

ISSN 3030-3907

diffraction (XRD) patterns were obtained using a **Shimadzu XRD-6100 powder diffractometer,** equipped with a **copper (Cu) radiation tube** ($K\alpha_1$ = 1.5406 Å, $K\alpha_2$ = 1.5443 Å, $K\alpha_2/K\alpha_1$ = 0.5) and a **scintillation detector**. The **microscopic analysis** of the samples was carried out using a **Diotox 1500 microscope**, which enabled the observation of the morphological features and particle structure of the carbon material [7–8].

RESULTS AND DISCUSSION

During the process of **thermo-oxidative pyrolysis, carbon black** is formed, which represents a relatively **brittle, lumpy black substance** with a **slightly grayish hue** and a **distinct unpleasant odor** (Fig. 1a). In some fragments of the obtained material, **metallic inclusions** were observed (Fig. 1b), which are residues of the reinforcing cord and steel components present in the original tire structure.

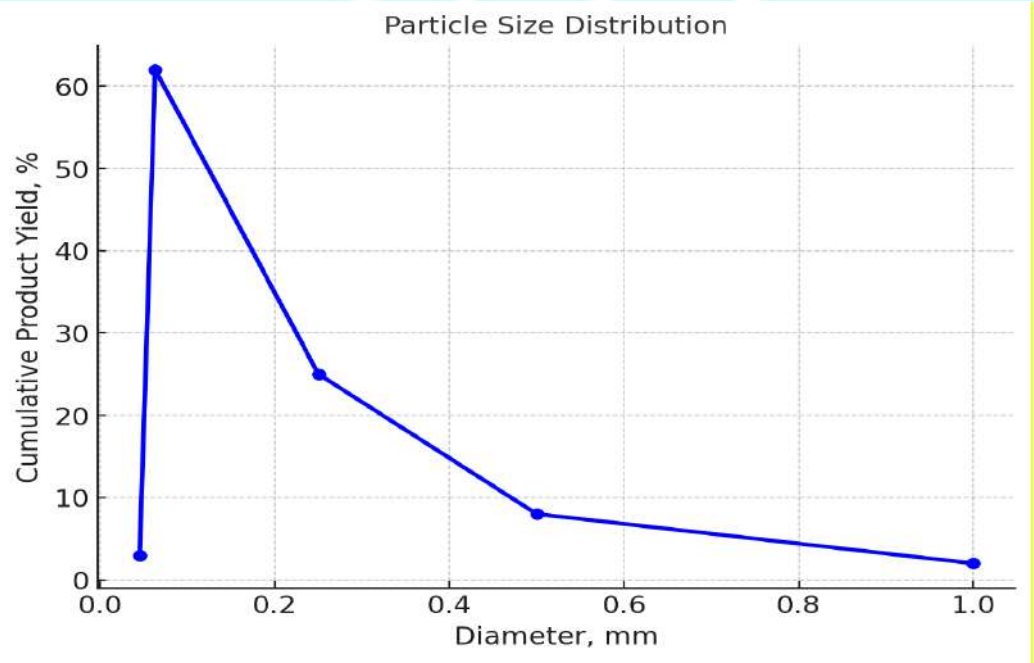


a b

Fig. 1. Microscopic general view of carbon black obtained after pyrolysis

Before use, the carbon black was **ground using a laboratory jaw crusher (model BB 600)**. The **particle size (granulometric) distribution** of the ground carbon black was determined, and the obtained results are presented in **Figure 2.**

ISSN 3030-3907



Title: Particle Size Distribution
X-axis: Diameter, mm
Y-axis: Cumulative Product Yield, %

Fig. 2. Granulometric composition of ground carbon black

The analysis of the experimental results (Fig. 2) shows that the **carbon black particles exhibit a heterogeneous particle size distribution**. Among the particles, those with diameters **greater than 0.045 mm and less than 0.25 mm** (approximately **0.063 mm**) make up about **63.0 %** of the total mass. Particles ranging from **0.063 mm to 0.5 mm** (approximately **0.25 mm**) account for **24.0 mass %**, while particles of **0.5 mm and larger** constitute around **9.0 mass %**. The use of carbon black containing **finely dispersed metallic inclusions** as a filler in **rubber-technical products** can negatively affect the quality of the final materials. Therefore, **magnetic separation** was employed to remove these metallic impurities.

After grinding, the carbon black appears as a **dark black, finely dispersed powder**. The ground carbon black can be recommended as a **filler for polymers and polymer-based materials**. In general, **carbon black** is widely used as a **structural filler** in **polyethylene, polypropylene, polyvinyl chloride**, and other polyolefins. The addition of carbon black significantly improves the **durability** of polymer materials and enhances their **resistance to photo-aging**.

The **physico-chemical characteristics** of the carbon black before grinding (sample TU-1) and after grinding (sample TU-2) are presented in **Figure 3**.

ISSN 3030-3907

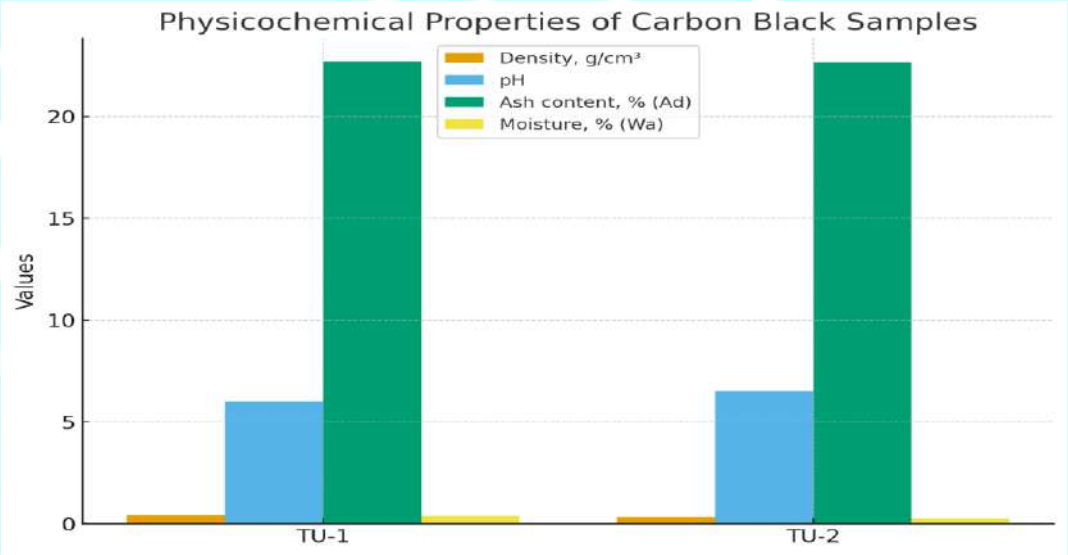


Fig. 3. Physico-chemical characteristics of carbon black before grinding (TU-1) and after grinding (TU-2)

The analysis of the research results (Table 1) shows that **a decrease in the particle size of carbon black leads to an increase in bulk density, acidity, and moisture content**, while **the ash content remains practically unchanged**.

The **increase in acidity and moisture** can be explained by the fact that **smaller particles**, having a **larger specific surface area**, are more capable of **adsorbing oxygen from the surrounding environment**, resulting in the formation of **complex oxygen-containing compounds** on the particle surface. **X-ray diffraction (XRD) analysis** makes it possible to determine the **atomic and molecular structure** of the substance, including the **arrangement of atoms within the crystalline lattice**. When a substance contains carbon, this method helps to identify **which groups or functional groups** are present within its molecular or crystalline structure. For example, carbon can form part of various organic compounds such as **carboxylic acids, amides, esters**, and others.

Thus, XRD analysis enables the determination of **atomic configurations within these functional groups**, providing insight into the **composition and structure** of the material. Using this method, we analyzed the **structural components and functional groups** of the **carbon-containing material obtained by pyrolysis**, revealing the characteristic features of its carbon framework.

ISSN 3030-3907

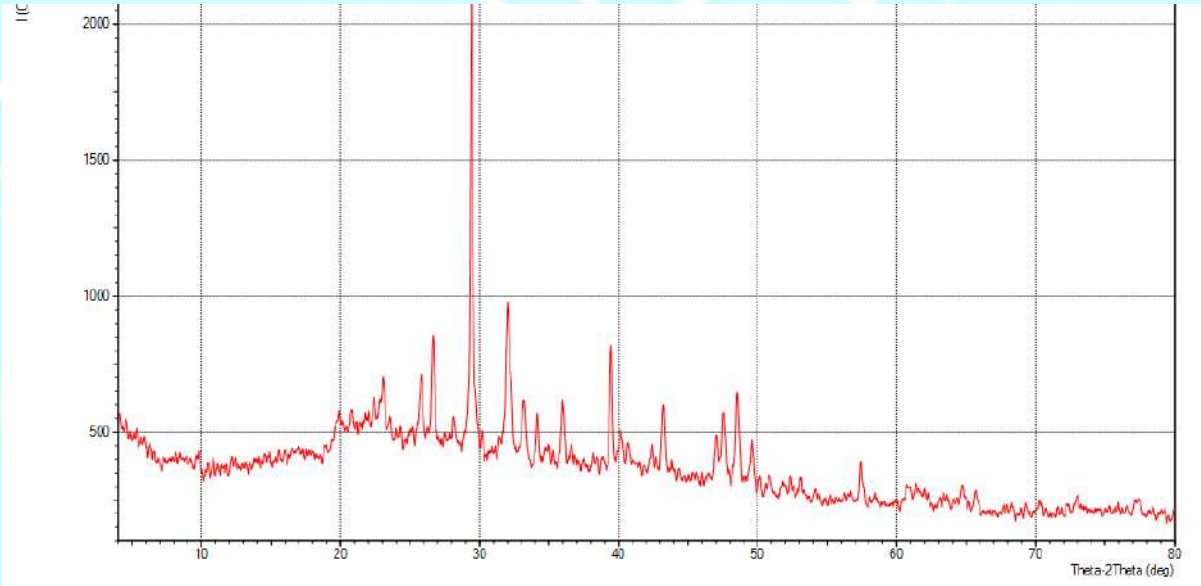


Fig. 4. X-ray diffraction pattern of the carbon-containing material obtained by pyrolysis of worn-out automobile tires.

The **increase in acidity and moisture content** can be attributed to the fact that **smaller carbon particles**, possessing a **larger specific surface area**, are more capable of **adsorbing oxygen from the surrounding environment**. This process promotes the formation of **complex oxygen-containing compounds** on the surface of the material, which in turn affects its **surface chemistry and functional activity**.

CONCLUSION AND RECOMMENDATIONS

As a result of the conducted research, it was established that carbon black obtained by the **pyrolysis of worn-out automobile tires** possesses distinctive structural and physico-chemical characteristics that depend on both **particle size** and **thermal treatment conditions**. The analysis showed that **a reduction in particle size from 0.5 mm to 0.063 mm** led to a **noticeable increase in bulk density**- from **0.323 g/cm³ (TU-1)** to **0.408 g/cm³ (TU-2).** The **pH value** decreased slightly from **6.5 to 5.4**, indicating an increase in surface acidity. Meanwhile, **moisture content** rose from **0.24 % to 0.40 %**, whereas **ash content** remained nearly constant at around **22.7 %**, confirming the chemical stability of the mineral phase. These findings indicate that decreasing particle size enhances the sorption capacity of carbon black due to the enlargement of its specific surface area and oxygen-binding activity. The resulting material, with optimized parameters of **ρ = 0.408 g/cm³**, **pH ≈ 5.4**, and **moisture ≈ 0.4 %**, can be effectively used as a **filler in polymer composites**, as well as a **sorbent or catalyst base** in chemical and environmental technologies.

ISSN 3030-3907

REFERENCES:

1. Dekking Hendrick, 2011 Propagation of Vinyl Polymers on Clay Surfaces.II. Polimerization of monomers Initiated by free radicals. Attached to Clay. – J. Appl. Polym., v.11, N1, p.23-36.
2. Peri Hand and Aron Hanslay 2012 The surface structure of silica. Gel.- J. Phys.Chem . № 12, p 2986-2933.
3. Chaser David and Matheny Paul 2001 Some factors affecting nitrosaimine formation from accelerators in styrene – butadiene rubber. Kautsch und Gummi. N58. - C.435-438.
4. Shokhruh Juraev, Axmadjon Ibodullayev, Bahodir Muhiddinov,2020 Study of the physicochemical characteristics of carbon black obtained by pyrolysis of worn tires. Uzbek chemical journal. - No. 1. - P. 42-49.
5. Bahodir Mukhiddinov, Lola Tilavova and Shokhruh Juraev 2021- Development of compositions from waste of polypropylene and polyethylene terephthalate and research of their technological and thermal properties. CONMECHYDRO - 2021E3S Web of Conferences 264, 05005
6. Pirnazar Ganiev, Atanazar Seytnazarov, Shafaat Namazov, Najimuddin Usanbaev and Uktam Temirov 2022 Nitrogen-sulfur-containing fertilizers based on melt ammonium nitrate and natural gypsum. AIP Conference Proceedings 2432, 050037. doi.org/10.1063/5.0090765
7. Temirov U, Doniyarov N, Jurakulov B, Usanbaev N, Tagayev I, Mamataliyev A 2021 Obtaining complex fertilizers based on lowgrade phosphorites E3S Web of Conferences 264 04009.
8. Ikrom Bozorov, Mahliyo Iskandarova, Abdurasul Mamataliyev, Najimuddin Usanbayev and Uktam Temirov 2022 Nitrogen-sulfur-containing fertilizers based on melt ammonium nitrate and natural gypsum. AIP Conference Proceedings 2432, 050062. doi.org/10.1063/5.0089522

ISSN 3030-3907

INTENSIFICATION OF MASS TRANSFER IN THE GAS-LIQUID MEDIUM OF A VORTEX APPARATUS

Akhmatov Abdumalik Abduvakhob ugli
Navoi State Mining and Technological University
E-mail: a.a.a.xmatov@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada havo yordamida suvni bug‘latib sovitish jarayonida uyurmali kontaktli issiqlik almashinish apparatida kechadigan massa almashinuvi jarayonlarining eksperimental tadqiqot natijalari bayon etilgan. Tadqiqotda massa almashinuvi koeffitsientlarini aniqlash hamda havo oqimining tezligi va suyuqlik sarfining jarayon jadalligiga ta’siri o‘rganilgan. Eksperimental ma‘lumotlar asosida empirik bog‘lanishlar ishlab chiqildi va ularning muhandislik hisoblarida qo‘llanishi mumkin bo‘lgan asosiy qonuniyatlari belgilandi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, issiqlikning asosiy qismi havoga suvning bug‘lanishi orqali o‘tadi, bu esa massa almashinuvini jarayonning asosiy mexanizmi sifatida ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: bug‘latib sovitish, uyurmali apparat, massa almashinuvi, massa almashinish koeffitsienti, Nusselt diffuziya kriteriyasi, Reynolds kriteriyasi, namlik miqdori.

Аннотация. В статье представлены результаты экспериментального исследования процессов массообмена при испарительном охлаждении воды воздухом в вихревом контактном теплообменнике. Основное внимание уделено определению коэффициентов массообмена и влиянию параметров воздушного потока и расхода жидкости на интенсивность процессов. Получены эмпирические зависимости, обобщающие экспериментальные данные, и установлены основные закономерности, которые могут быть использованы для инженерных расчётов. Установлено, что основная часть тепла от воды к воздуху передаётся за счёт испарения, что делает массообмен ключевым механизмом в рассматриваемом процессе.

Ключевые слова: испарительное охлаждение, вихревой аппарат, массообмен, коэффициент массообмена, диффузионный критерий Нуссельта, критерий Рейнольдса, влагосодержание.

Abstract. This article presents the results of an experimental study on mass transfer processes during the evaporative cooling of water by air in a vortex contact heat exchanger. The focus is on determining mass transfer coefficients and examining the effect of air flow parameters and liquid flow rate on process intensity. Empirical relationships were derived from experimental data, establishing key patterns that can be used for engineering calculations. It was found that the main portion of heat is transferred from water to air through evaporation, making mass transfer the primary mechanism in this process.

ISSN 3030-3907

Keywords: evaporative cooling, vortex apparatus, mass transfer, mass transfer coefficient, diffusion criterion, Nusselt, Reynolds, moisture content.

Introduction

Evaporative cooling of water with air is an energy-efficient heat transfer method in which a significant portion of the heat is removed from the liquid through phase transition. Unlike traditional heat exchangers, vortex heat exchangers ensure intense phase interaction due to the high velocity and turbulence of the gas flow [1-2]. This facilitates rapid renewal of the interfacial surface and increases the driving force for mass transfer. Under conditions of incomplete air saturation, evaporation is accompanied by active mass transfer from the liquid to the gas phase, necessitating a detailed study of these processes and the determination of corresponding calculation dependencies for equipment design and optimization.

RESEARCH METHODOLOGY

Experiments were conducted in a vortex contact apparatus, in which hot water came into direct contact with unsaturated air entering at an axial velocity. Water and air mass flow rates, temperatures, relative humidity at the apparatus inlet and outlet, and moisture content were measured. Calculation formulas based on dimensionless criteria were used: Sherwood for mass transfer, Reynolds for air and liquid film, as well as energy and material balance equations. The mass transfer coefficient was determined based on the moisture content of the air before and after passing through the apparatus, taking into account the difference in saturated water vapor pressure and barometric pressure. Calculating the enthalpy of air and water allowed us to account for the total heat load and confirm the predominance of evaporation as the primary heat transfer mechanism. Results were analyzed using graphical dependencies, experimental data approximation, and the construction of generalized empirical formulas.

A detailed description of the experimental setup is presented in [3]. The diameter of the working chamber of the vortex apparatus D=0,056 m, the height of the working zone H=0,61 m, their ratio was H/D=10,9. The dimensions of the rectangular tangential gas swirlers: height h=56 mm, width b=19,625 mm.

The experiments were carried out under the following initial operating parameters:

- average axial gas velocity in the apparatus w_0=12÷26 m/s;
- the ratio of the mass flow rates of liquid and gas entering the vortex apparatus, in the range L/G=0,45÷3;
- hot water with a temperature of 61,2-62,8 ℃ and atmospheric air, the temperature of which at the entrance to the vortex apparatus was about 34,5-37,9 ℃, and the relative humidity varied from 20 to 38%, were used as working media;
- air mass flow rate varied from 0.037 to 0.088 kg/s;

ISSN 3030-3907

- experiments were carried out at gas Reynolds numbers 37333÷112000;
- experiments were carried out at Reynolds numbers for a liquid film 17401÷1188 (turbulent film flow $Re_{ж}$>1600).

Experimental studies of mass transfer processes in a vortex contact apparatus with gas-liquid flows were conducted to obtain calculated relationships for determining mass transfer coefficients. It should be noted that when hot water is cooled by unsaturated air in direct contact, heat transfer is accompanied by water evaporation, i.e., mass transfer from one phase to another.

The procedure for processing experimental data for studying the intensity of contact mass transfer in a vortex apparatus is given below.

1. Nusselt diffusion criterion (or Sherwood criterion) [4; p. 483, 5; p. 4]:

$$Nu_D=Sh=\frac{K_м D}{D'} \quad (1)$$

where $K_м$-mass transfer coefficient, m/s;

D'-diffusion coefficient, m^2/s.

2. The obtained results of experimental data in the contact vortex apparatus are generalized in the form of empirical equations:

- by mass transfer [6; p. 76, 7; p. 425]

$$Nu_D=Sh=ARe_г^n Re_ж^m (L/G)^z Sc_г^c \quad (2)$$

3. Reynolds criterion for air [7; p. 61]:

$$Re=\frac{w_0 D\rho}{\mu} \quad (3)$$

where is the average axial velocity of gas in the working chamber of the vortex apparatus, m/s; w_0

D- diameter of the vortex apparatus, m;

$\rho_г$- air density, kg/m^3;

μ-dynamic viscosity environment, Pa·s or kg/(m·s).

4. Reynolds criteria for liquid film [8; p. 222]:

$$Re_ж=\frac{4\Gamma}{\mu} \quad (4)$$

where G is the irrigation density, kg/(m·s);

μ-dynamic viscositywater, .Pa·s

5. Moisture content of air kg moisture/kg at the inlet and $x_н$ $x_к$ at the output of the apparatus [6; p. 76]:

$$x_н=\frac{0{,}622\varphi_н P_{н.н}}{P_б-\varphi_н P_{н.н}},\ x_к=\frac{0{,}622\varphi_к P_{н.к}}{P_б-\varphi_к P_{н.к}} \quad (5)$$

ISSN 3030-3907

where $\varphi_н$ and $\varphi_к$ - accordingly, the relative humidity of the airat the input and output of the apparatus, %;

$P_{н.н.}$ and $P_{н.к}$ - respectively, the pressure of saturated water vaporat the input and output of the apparatus, Pa;

$P_б$ - barometric pressure, $P_б$=101300 Pa.

6. Saturated water vapor pressureat the entrance and exit of the apparatus in the air were determined by the equation [6; p. 77]:

$$P_{н.н}=1000e^{\frac{16,57t_{гн}-155,72}{233,77+0,997t_{гн}}},\quad P_{н.к}=1000e^{\frac{16,57t_{гк}-155,72}{233,77+0,997t_{гк}}} \qquad (6)$$

where $t_{гн}$ and $t_{гк}$ are the air temperatures at the inlet and outlet of the apparatus.

7. Mass flow rate of evaporated water into the air M, kg/s [8]:

$$M=G(x_к-x_н)=L_н-L_к \qquad (7)$$

where $x_н$ and $x_к$ are the moisture content of the air before and after the vortex apparatus, kg/kg;

G - air mass flow rate, kg/h;

$L_{жн}$ and $L_{жк}$ – mass flow rates of water at the inlet and outlet of the apparatus, kg/s.

8. The heat balance equation for a vortex contact apparatus has the form [9; p.169, 5; p.4]:

$$GI_н+L_нH_н=GI_к+L_кH_к+Q_п \qquad (8)$$

where $GI_н$ is the heat flow entering the apparatus with air, J/s;

$L_нH_н$ - heat flow entering with water, J/s;

$GI_к$ - heat flow leaving with air, J/s;

$L_кH_к$ - heat flow leaving the apparatus with water, J/s;

$Q_п$ - heat losses to the environment, which can be neglected under the conditions of this experiment.

9. The enthalpy of moist air at the entrance to the apparatus and at the exit from the apparatus was calculated using the equation I, J/kg [6; p. 77, 7; p. 619]:

$$I_н=(1007+1970\cdot x_н)\cdot t_{гн}+r_н x_н,$$
$$I_к=(1007+1970\cdot x_к)\cdot t_{гк}+r_к x_к \qquad (9)$$

where $r_н$ и $r_к$-specific heat of vaporization at temperature $t_{гн}$ and $t_{гк}$, J/kg;

$t_{гн}$and $t_{гк}$- temperature air at the inlet and outlet of the device,℃.

10. The specific heat of vaporization was determined using the equation [6; p. 77]:

$$r_н=1000\cdot(2501-2,36\cdot t_{гн}),r_к=1000\cdot(2501-2,36\cdot t_{гк}) \qquad (10)$$

11. The enthalpy of water at the inlet and outlet of the apparatus was determined using the equation H, J/kg [9; p. 169, 5; p. 4]:

ISSN 3030-3907

$$H_н=T_{жн}\cdot c_н, H_к=T_{жк}\cdot c_к \quad (11)$$

where $c_н$ and $c_к$ are the specific heat capacities of water at temperatures $T_{жн}$ and $T_{жк}$, J/(kg·K);

$T_{жн}$ и $T_{жк}$- water temperatureat the input and output of the apparatus, ℃.

12. The heat transferred from water to air was determined from equation (7) [9; p. 169, 5; p. 4]:

$$Q=G(I_к-I_н) \quad (12)$$

or

$$Q=L_н H_н-L_к H_к \quad (13)$$

13. The total amount of heat transferred from hot water to air is determined by the formula [5; p. 4]:

$$Q=Q_{ис}+Q_{соп}+Q_п \quad (14)$$

where $Q_{ис}=Mr$ - heat transferred by evaporation of water into the air, W;

$Q_{соп}$ - heat of contact of water with air, W;

$Q_п$ - heat loss to the environment, W;

14. In the experimental determination of the mass transfer coefficient, the following equation was used [9; p. 169, 10; p. 482, 5; p. 4]:

$$K_м=\frac{M\cdot R\cdot \Delta t_{ср}}{F_{ап}\cdot(P_{п.к}-P_{п.н})\cdot M_{H_2O}} \quad (15)$$

where R=8,314 is the universal gas constant, J/(mol·K);

$P_{п.к}=\varphi_к P_{н.к}$ и $P_{п.н}=\varphi_н P_{н.н}$- respectively, partial water vapor pressure at the input and output of the apparatus, *Pa*;

M_{H_2O}- molar mass of water, kg/mol.

RESULTS AND DISCUSSION

As noted above, the intensity of heat transfer by both contacts and evaporation depends heavily on water temperature. The higher the water temperature, the more intense the evaporative heat transfer, and the majority of heat is removed from the liquid by evaporation.

As the temperature of the liquid increases, the overall heat load increases, and heat transfer by evaporation increases significantly more than heat transfer by contact.

ISSN 3030-3907

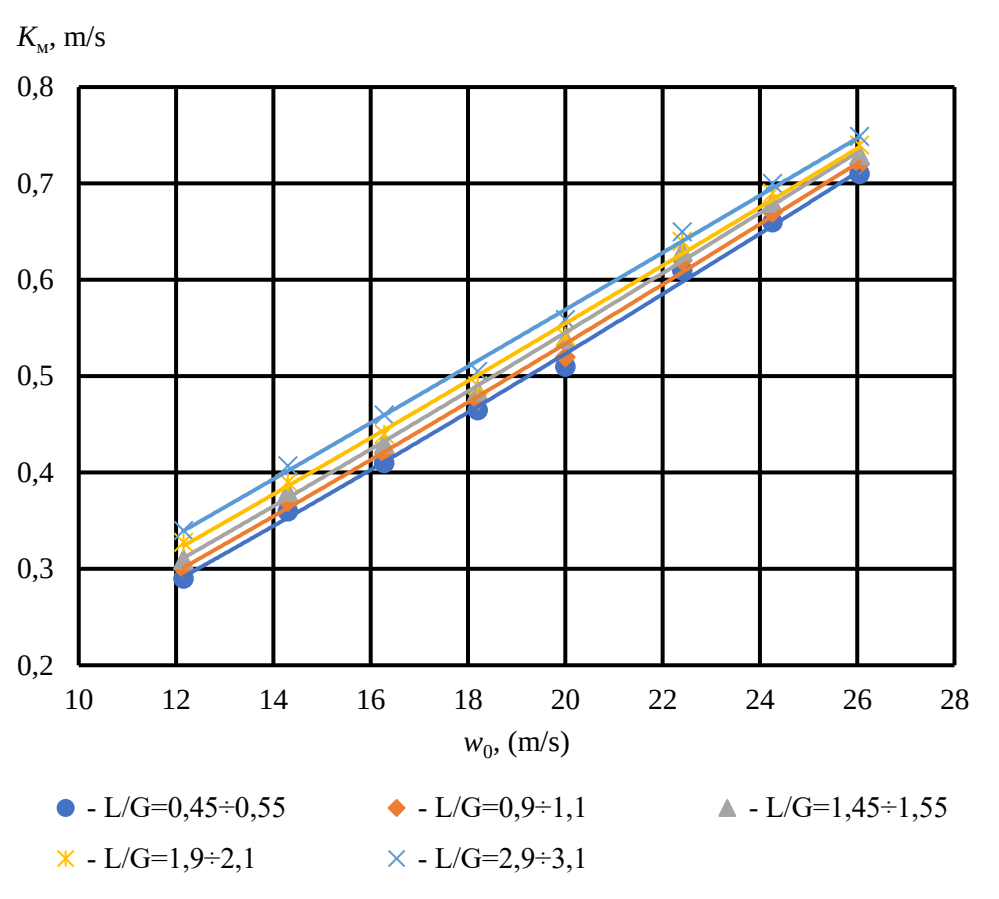


Fig. 1. Dependence of the mass transfer coefficient Km on the gas velocity w0 for different ratios of liquid and gas mass flow rates L/G

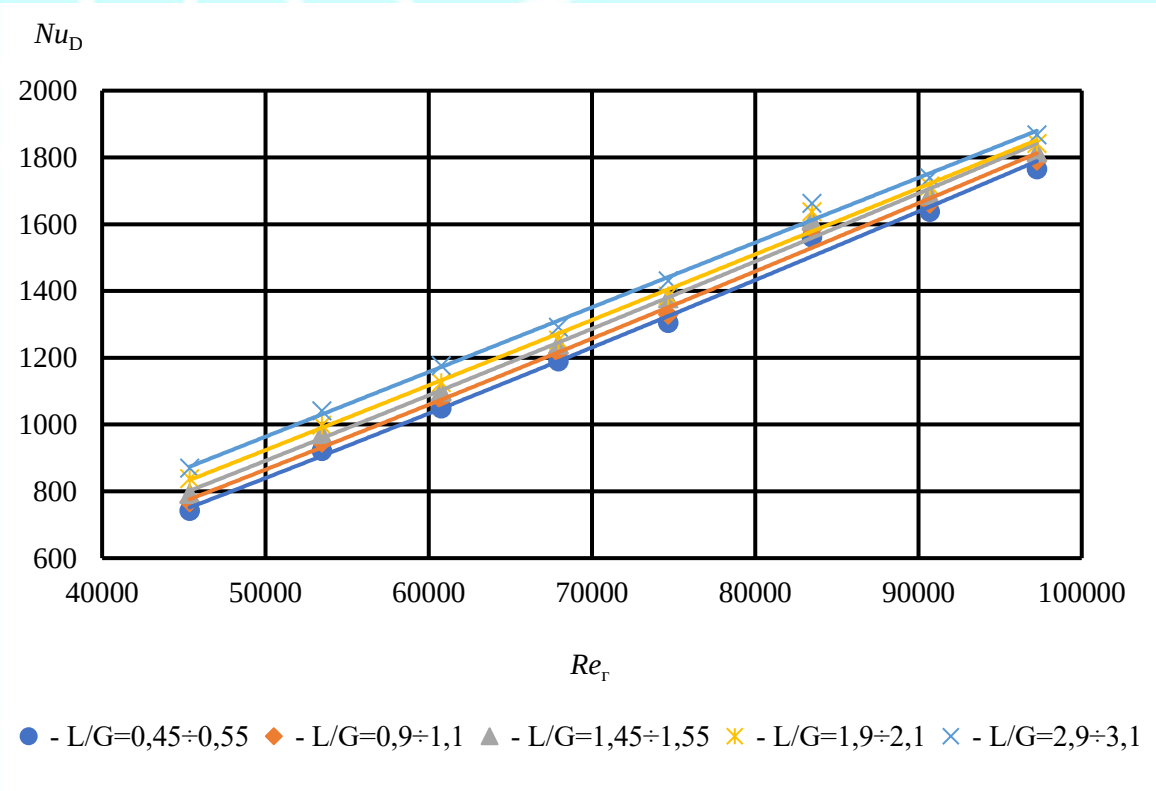


Fig. 2. Dependence of the Nusselt diffusion criterion NuD on the gas Reynolds criterion Rer for different ratios of liquid and gas mass flow rates L/G

ISSN 3030-3907

Under such conditions, evaporative heat transfer predominates in overall thermal loads. Therefore, studying mass transfer during evaporative cooling of water is a necessary factor, significantly affecting the intensity of the heat and mass transfer process.

The results of the experiments are presented in the form of the dependence of the mass transfer coefficient on the air velocity in Fig. 1, and in the form of the dependence of the Nusselt diffusion criterion on the Reynolds criterion of gas for different ratios of the mass flow rates of liquid and gas L/G, in Fig. 2.

An analysis of the experimental data obtained shows that with increasing gas flow rate and irrigation density, the intensity of mass transfer increases. This pattern of change in the mass transfer coefficient, firstly, confirms that the majority of heat is transferred from water to air through mass transfer (evaporation). Secondly, it is explained by the emergence and increase in the relative velocity of the gas and liquid, which facilitates rapid renewal of the water film surface and, consequently, increases the intensity of heat and mass transfer. The rotating high-speed gas flow strips vapor bubbles emerging from the depths of the water to its surface. As a result, the driving force for evaporative cooling of the water increases.

The experimental data were processed using the approximation method of experimental data on mass transfer, and the coefficients A, n, m, and z in equation (2) were determined. The experimental values of NuD were generalized using the following formula, and the approximation of the experimental data on mass transfer is shown in Fig. 3

$$Nu_D=0{,}0089\cdot Re_г^{1{,}067}\cdot Re_ж^{0{,}01}\cdot (L/G)^{0{,}04}\cdot Pr_г^{0{,}33} \quad (16)$$

The approximation accuracy is R2=0.99. The maximum relative error was 6%.

Using mathematical methods, the equation for calculating the mass transfer coefficient can be reduced to the following form:

$$K_м=0{,}0089\cdot Re_г^{1{,}067}\cdot Re_ж^{0{,}01}\cdot (L/G)^{0{,}04}\cdot Pr_г^{0{,}33}\cdot D'/D \quad (17)$$

For engineering calculations, a simplified empirical formula can be used:

$$K_м=0{,}027\cdot w_0^{1{,}067}\cdot D^{0{,}057}\cdot L^{0{,}05}\cdot G^{-0{,}04} \quad (18)$$

The results obtained are shown in Fig. 3 as a dependence of the ratio on the Reynolds criterion for gas.$Nu_D/(Re_ж^{0{,}01}\cdot (L/G)^{0{,}04}\cdot Pr_г^{0{,}33})$

ISSN 3030-3907

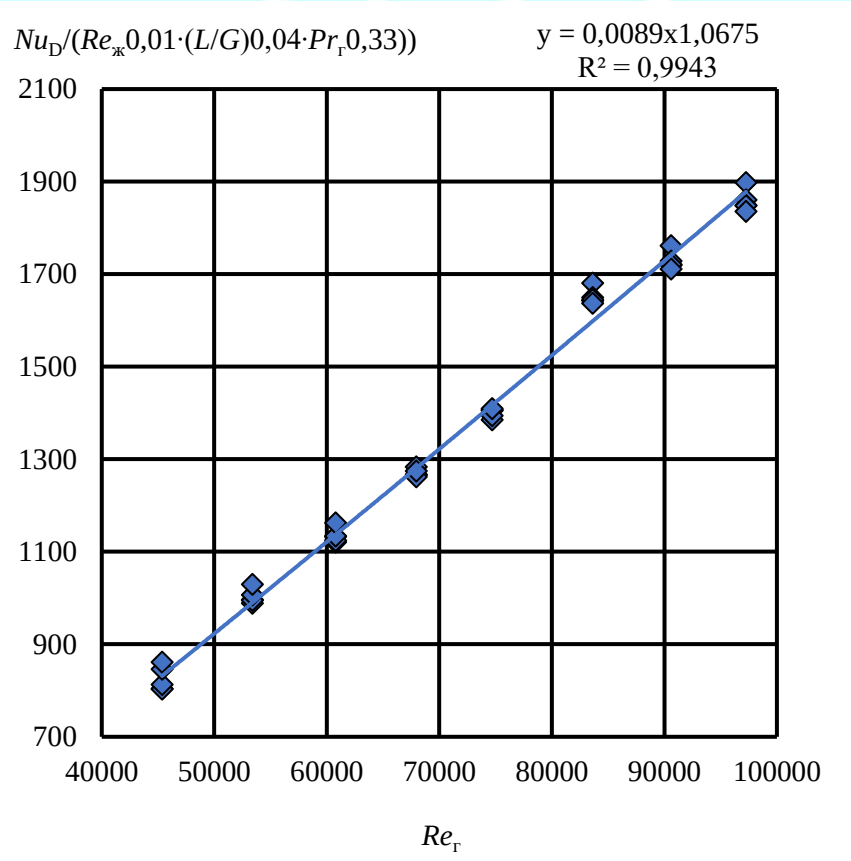


Fig. 3. Approximation of experimental data on mass transfer

As can be seen from Figure 3, the experimental values of the NuD number for the vortex apparatus are in good agreement with the results of calculations using equation (16).

CONCLUSIONS

The process of evaporative cooling of water in a vortex device is characterized by a high level of mass transfer, which determines the efficiency of heat transfer. The majority of heat is transferred through evaporation, which is especially pronounced at elevated water temperatures and increased air flow rates. The experimental relationships and empirical formulas obtained can be used in the design and optimization of heat exchange equipment with an evaporative cooling mechanism. Increased mass transfer intensity is directly related to flow parameters and ensures efficient cooling of liquids in vortex systems.

LITERATURE

1. Bakhronov H.Sh., Levdansky A.E., Akhmatov A.A. Efficiency of using vortex devices for carrying out hydrodynamic, heat and mass transfer processes: monograph. - Navoi: SCIENCE ALGORITHM Publishing House, 2023. - 210 p. - ISBN 978-9910-774-52-2.

2. Akhmatov A.A. Efficiency of using a hollow apparatus for cooling gases // Journal of Advances in Engineering Technology. – 2025. – Vol. 6, No. 18. – April–June. – P. 10–13.

ISSN 3030-3907

3. Bakhronov Kh, Akhmatov A, Sattarov O, Khudoyberdiyeva N, and Annaqulov Sh.Experimental study of hydrodynamics in a vortex contact apparatus E3S Web of Conferences 486, 05022 (2024).
4. Bezrodny MK, Goliyad NN, Barabash PA, Kostyuk AP, Interphase heat-and-mass transfer in a flowing bubbling layer, Thermal Engineering 59 (6) (2012) 479-484
5. Barabash P., Solomakha A., Sereda V. Experimental investigation of heat and mass transfer characteristics in direct contact exchanger, International Journal of Heat and Mass Transfer 162 (2020) 120359, pp 1-8.
6. Gorodilov A.A. Intensification of heat and mass transfer process in contact apparatuses with regular packing: diss. … Cand. of Engineering Sciences: 05.17.08 / Gorodilov Alexander Andreevich - Moscow, 2016. - 142 p.
7. Kasatkin A.G. Basic processes and apparatus of chemical technology. - M.: LLC TID "Alliance", 2004. - 753 p.
8. Voitov I.V. et al. Processes and apparatuses of chemical engineering. Hydromechanical processes: a textbook for students of higher education institutions in the field of "Chemical industry" - Minsk: BSTU, 2019. - 352 p.
9. Shilyaev MI, Tolstykh AV, Simulation of heat and mass exchange in foam apparatus at high moisture content in vapor-gas mixture, Theoretical foundations of chemical engineering 47 (2) (2013) 165-174.
10. Lapteva EA, Laptev AG, Models and calculations of the effectiveness of gas and liquid cooling in foam and filter apparatuses, Theoretical foundations of chemical engineering 50 (4) (2016) 430-438.

ISSN 3030-3907

ОГНЕУПОРНЫЕ КИРПИЧИ ДЛЯ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ПЕЧЕЙ, ВИДЫ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

Эргашев Махмуджон Мамаджанович

Ферганский государственный технический университет Доцент кафедры «СМИ»

E-mail: mahmudjon.1605@mail.ru

Tel:+998985768770

Annotatsiya: Ushbu maqolada olovga chidamli materiallar noorganik, metall bo‘lmagan materiallar sifatida ta’riflanadi, ular 1580°C dan kam bo‘lmagan olovga chidamlilik haroratiga ega bo‘lib, asosan yuqori haroratli sanoat pechlari va issiqlik agregatlari uchun konstruktiv materiallar (pechlarning futerovka qoplamalari) sifatida, shuningdek, sanoatda yuqori haroratli idishlar va qismlar ishlab chiqarishda ishlatiladi. Ularni noto‘g‘ri qo‘llash pechning ishdan chiqishi kabi jiddiy oqibatlarga sabab bo‘lishi mumkin.

Kalit so‘zlar: kvarts yoki dinas, korund, magneziali, dolomitli, xromli, bog‘lovchi, olovga chidamlilik, issiqlikka chidamlilik.

Abstract: This article describes refractory materials as inorganic, non-metallic materials with a refractoriness of at least 1580°C. They are primarily used as structural materials for high-temperature industrial furnaces and other thermal units (furnace lining materials), as well as for manufacturing high-temperature containers and components in industry. Improper use of these materials can lead to serious consequences, such as furnace failure.

Keywords: quartz or dinas, corundum, magnesia, dolomite, chromite, binder, refractoriness, thermal resistance.

Аннотация. В данной статье огнеупорные материалы характеризуются как неорганические неметаллические материалы, обладающие огнеупорностью не ниже 1580°C. Они преимущественно используются в качестве конструкционных материалов для высокотемпературных промышленных печей и других тепловых агрегатов (футеровочные материалы для печей), а также для изготовления высокотемпературных емкостей и компонентов в промышленности. Неправильное применение этих материалов может привести к серьезным последствиям, включая выход печи из строя.

Ключевые слова: кварцевый или динасовый, корундовый, магнезиальный, доломитовый, хромистый, связующее, огнеупорность, термостойкость.

Введение

Немало в науке выдающихся ученых, физико-химиков, металлофизиков, керамистов, основополагающие работы которых заложили фундамент современной науки о материалах. В число этих исследователей необходимо отнести Г.В. Самсонова - создателя научной школы в области

ISSN 3030-3907

химии и технологии тугоплавких соединений; В.Н. Еременко, заложившего основы физической химии поверхностных явлений на границе твердое тело расплав и межфазных взаимодействий в гетерофазных системах; А.С. Бережного, П.П. Будникова, С.Г. Тресвятского - основателей научной школы в области физикохимии оксидной керамики и силикатных материалов; Н.Н. Давыденкова, Б.Д. Грозина, В.И. Трефилова, разработавших основы физической механики и физики прочности материалов; Б.Я. Пинеса, С.Д. Герцрикена, Я.Е. Ягузина, М.А. Кривоглаза, Л.Н. Ларикова - создателей современных представлений о дефектах и диффузионных процессах в твердых телах. Это далеко не полный перечень замечательных ученых, вклад которых современное материаловедение неоценим.

С именем выдающегося ученого Г.В.Самсонова связана эпоха в становлении современного материаловедения тугоплавких соединений, как фундамента новейших композиционных материалов и технологий. Такие материалы предназначены для работы в экстремальных условиях: при высоких температурах, давлениях, химически и радиационно-активных средах, в новейших инструментальных изделиях, а также в микроэлектронике.

Окончательно сформировалось новое направление в материаловедении - создание и производства материалов различного назначения с применением фосфатных связующих. Многочисленные материалы этого класса все шире используется в народном хозяйстве, чему во многом способствовали исследования по получению фосфатных связующих и огнеупоров на их основе. Из всех видов вяжущих только фосфатные могут обеспечить огнеупором предельно высокие эксплуатационные качества: высокие температуры службы, термостойкость, сохранение размеров в процессе эксплуатации и т.д.

Введение в состав огнеупорных масс в качестве жидкостей затвердения фосфорсодержащих соединений позволяет отказаться от обжига при их производстве, так как формирование огнеупорной матрицы, прочно цементирующей заполнитель и на обеспечивающей изделием необходимое физико-технические свойства, происходит при умеренных температурах.

Сырьем для изготовления огнеупорных видов кирпичной продукции служат в основном горные породы с огнеупорностью не меньше 1580°С, а также возвращенные в технологический процесс мелкоизмельченные бракованные изделия, неформованные материалы, отходы.

ISSN 3030-3907

Чтоб составить общее представление о технологическом процессе изготовления огнеупорного кирпича, стоит перечислить основные этапы его производства:

- Дробление, измельчение, просеивание исходного сырья.
- При необходимости предварительная термическая обработка.
- Приготовление шихтовой массы.
- Формование штучных изделий способами промышленного литья в готовые формы, прессования, экструзии с окончательной прессовкой.
- Обжиг, закалка сырых кирпичных изделий в газокамерных и туннельных печах.

Кварцевый или динасовый, работающий до предельных температур эксплуатации до 1650°С. Их используют для футеровки промышленных отопительных агрегатов.

Корундовый (выдерживает температуру свыше 1750°С) - применяют в установках, созданных для получения серной кислоты, печах с окислительной средой.



Рис. 1. Динасовый огнеупорный кирпич.



Рис. 2. Корундовый кирпич

Магнезиальный, выдерживающий длительный нагрев до 1850°С, обладает высокой механической прочностью, в том числе к истиранию, поэтому широко используется в металлургии.

Углеродистый или графитовый, создаваемый на основе свободного углерода. Огнеупорность таких штучных изделий, получаемых при обжиге

ISSN 3030-3907

до 2000°С шихты из каменноугольной смолы с графитом, просто огромна до 3500 °С, поэтому не удивительно, что они востребованы для футеровки плавильных печей в металлургии, на предприятиях энергетики, включая АЭС. Доломитовый получают обжигом смеси оксидов CaO, MgO. Он обладает огнеупорностью до 2300 °С.



Рис. 3. Магнезитовый кирпич.



Рис. 4. Углеродистый-графитовый кирпич.

Хромистый, изготавливают из горной породы-хромита. Он инертен к кислой, щелочной среде, в том числе к воздействию шлаков, образующихся при варке металлических сплавов. Предельная температура эксплуатации 2180 °С. Циркониевый - изготавливаемый из минерала бадделеита, с огнеупорностью до 2700 °С.

К их основным техническим характеристикам относят:

Термостойкость, жаростойкость, так как этот важный параметр обуславливает диапазон применения того или иного вида огнеупорного кирпича. Например, для кладки бытовой отопительной печи или возведения сталеплавильного агрегата с кислородным дутьем обязательно потребуются разные виды кирпича.

Низкий коэффициент теплопроводности, что не позволяет нагреваться до критических температур наружным поверхностям отопительного оборудования.

Стойкость к резкому сильному нагреву, низкий коэффициент

ISSN 3030-3907

линейного, объемного расширения, что обеспечивает прочность, целостность кладки из огнеупорного кирпича.

Стойкость к агрессивным средам – от кислот до щелочей, а также к радиационному излучению, что позво- ляет использовать кирпичные огнеупоры не только при строительстве печей – от бытовых до котлов ТЭЦ, но и при создании аппаратов, установок химической промышленности, реакторов АЭС.

Огнеупоры для стекловаренных печей. Стекловаренные печи работают при критических температурах, согласно техническим стандартам для их кладки вместо кирпича используются специальные марки огнеупоров, также в стекольной промышленности используется керамические изделия. Такие материалы выдерживают критический нагрев и сохраняют прочность, обеспечивая каркас должной жесткостью. В качестве облицовки используется футеровка, которая защищает стены от механических и химических повреждений.

Особенности огнеупоров для стекловаренных печей. Для производства качественного стекла требуются надежные печи, в которых можно поддерживать постоянную температуру плавления. При таких условиях масса полностью переплавится и образует однородную субстанцию без включений. Такие печи должны быть герметичными, надежными и изготовленными из термостойких материалов.

Выбор огнеупоров является наиболее важным фактором для создания стекловаренной печи, поскольку срок службы печи напрямую зависит от качества огнеупорной. В то время как огнеупорный отбора, важные факторы следует принимать во внимание:

- термостойкость;
- стабильность при высоких температурах;
- термическая стойкость;
- тепловое расширение;
- теплопроводность;
- механическая прочность;
- устойчивость к коррозии.

Для стекловарения используются следующие виды огнеупоров:

- динасовые – подходят для возведения свода печей и оформления верхних сегментов;
- магнезитовые;
- алюмосиликатные;
- бадделеито-корундовые.

Оксид алюминия, диоксид циркония, диоксид кремния является

ISSN 3030-3907

основным структурным огнеупорный материал для стекловаренной печи в первую очередь, так как это не так легко смачивается расплавленным стеклом, и из-за его низкой реакции с ними. Используются для стекловаренных печей плавленый глинозем жар-галь, оксид циркония, оксид циркония-муллита, диоксид кремния, оксид магния, силлиманит, шамотный огне- упорный кирпич, огнеупорный раствор, набивные тугоплавкие смеси и многих другие огнеупорные изделия. Также применяются цирконийсодержащие изделия, которые используют для разделения разнородных материалов для исключения реакции между ними. Печь, сконструированная по такому принципу, долго проработает без поломок и обеспечит завод продукцией высокого качества.

Огнеупорные материалы – изделия на основе минерального сырья, отличающиеся способностью сохранять свои свойства в условиях эксплуатации при высоких температурах, и которые служат в качестве конструк- ционных материалов и защитных покрытий.

Сырье для *огнеупорных материалов* - простые и сложные оксиды (например, SiO_2, $A1_2O_3$, MgO, ZrO_2, MgO-SiO_2), бескислородные соединения (например, графит, нитриды, карбиды, бориды, силициды), а также оксинитриды, оксикарбиды, сиалоны.

Для изготовления огнеупоров используют разнообразные технологии и процессы. Преобладающей является технология, включающая предварительную, тепловую обработку и измельчение компонентов, приготовление шихт с добавлением пластифицированных составляющих, формование из них изделий прессованием на механических и гидравлических прессах или экструзией с последующей допрессовкой или литьем, обжиг в туннельных, реже в периодических и газокамерных печах для получения заданных свойств материала.

Эксплуатационные свойства *огнеупорных материалов* определяются комплексом химических, физико- химических и механических свойств.

Основное свойство огнеупорных изделий - огнеупорность, т.е. способность изделия противостоять, не рас- плавляясь, действию высоких температур. Огнеупорность характеризуется температурой, при которой стандартный образец из материала в форме трехгранной усеченной пирамиды высотой 30 мм и сторонами оснований 8 и 2 мм (конус Зейгера) размягчается и деформируется так, что его вершина касается основания.

Определенная таким образом температура обычно выше максимально допустимой температуры эксплуата-ции огнеупорных материалов.

Различают:

- собственно огнеупорные материалы (огнеупорность 1580-1770 °С);

ISSN 3030-3907

- высокоогнеупорные (1770-2000 °С);
- материалы высшей огнеупорности (выше 2000 °С).

Огнеупоры могут быть общего назначения и для определения тепловых агрегатов и устройств, например, доменные, для высокотемпературных печей и т.д., что указывается в нормативно-технической документации.

Средняя температура эксплуатации - это важная характеристика при выборе кирпича для аппаратов с длительным циклом эксплуатации.

Тепловая инерция-способность к быстрому нагреву, медленному остыванию.

Теплоемкость-способность накапливать тепловую энергию для последующей передачи.

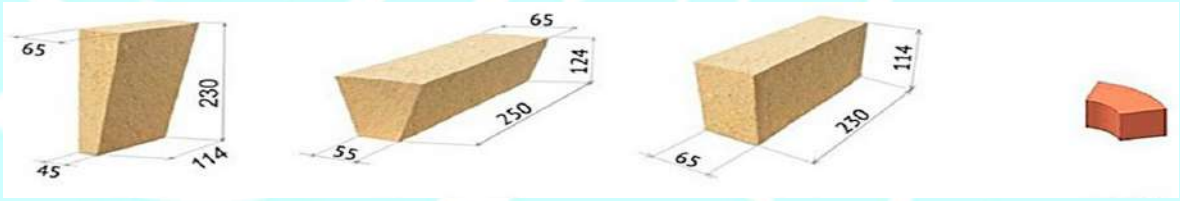


Рис. 5.

Классификация по форме:

- *прямые.*
- *трапецеидальные, клиновидные, арочные* –применяются для выкладки арочных проемов и сводов).
- *фасонные* – нашли применение в отделочных работах.
- *подвесные* – также идут на внутренние своды, но уже в мощных промышленных печах.

Огнеупорные кирпичи, способные выдерживать высокие температуры и накапливать тепло, представляют собой многообещающее решение для хранения энергии. Эти огнеупорные кирпичи можно использовать для хранения тепла, выделяемого в ходе промышленных процессов, и преобразования избыточной возобновляемой электроэнергии в недорогой источник постоянного тепла для промышленности.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Магнезиальные огнеупоры / под общ. ред. Л.Б. Хорошавина. - М.: Интермет Инжиниринг, 2001. - 575 с.
2. Залкин И.Я. Огнеупоры и шлаки в металлургии / И.Я. Залкин, Ю.В. Троянкин. - М. : Металлургия, 1964. - 288 с.
3. Владимиров, В.С. Новое поколение теплозащитных и огнеупорных материалов. Ч. 1 / В.С. Владимиров, И.Карпухин, С.Е. Мойзис // По всей стране. - 2002. - № 8. - С. 14-17.
4. Владимиров В.С. Новое поколение теплозащитных и огнеупорных материалов. Ч.2 / В.С. Владимиров, И.А. Карпу-хин, С.Е. Мойзис // По всей

ISSN 3030-3907

стране. - 2002. - № 33.- С. 12-20.
5. ГОСТ 8691-73 (ИСО 5019-1-84, ИСО 5019-2-84, ИСО 5019-5-84) Изделия огнеупорные общего назначения (форма и размеры).
6. ГОСТ 24468-80 (ИСО 5016-86) Изделия огнеупорные. Метод определения кажущейся плотности и общей пористости теплоизоляционных изделий.
7. ГОСТ 2642.0-86 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Общие требования к методам анализа.
8. ГОСТ 2409-95(ИСО 5017-88) Огнеупоры. Метод определения кажущейся плотности, открытой и общей пористости, водопоглощения.
9. ГОСТ 30762-2001 Изделия огнеупорные. Методы измерений геометрических размеров, дефектов формы и поверх-ностей.
10. ГОСТ 24717-2004 Огнеупоры и огнеупорное сырье. Маркировка, упаковка, хранение и транспортирование.
11. ГОСТ 28874-2004 Огнеупоры. Классификация.

ISSN 3030-3907

CLASSIFICATION OF FACTORS AFFECTING THE FINANCIAL ACTIVITIES OF INSURANCE ORGANIZATIONS.

Sodiq Soliyevich Ahmadjonov,
Senior Lecturer, Department of "Economics", Andijan State Technical Institute, Uzbekistan

Abstract. The scientific basis and necessity of this scientific thesis are outlined regulation of the activities of insurance companies. Internal classification features and external factors influencing the activities of insurance companies are described.In international practice, research has been conducted on the main directions of state regulation of the insurance system.

Keywords: insurance, financial instrument, investments, deposits, capital,financial stability, insurance reserves, standards, financial risk.

Аннотация. Изложены научная основа и актуальность данной научной диссертации: регулирование деятельности страховых организаций. Описаны внутренние классификационные признаки и внешние факторы, влияющие на деятельность страховых организаций. В международной практике проведены исследования основных направлений государственного регулирования страховой системы.

Ключевые слова: страхование, финансовый инструмент, инвестиции, депозиты, капитал, финансовая устойчивость, страховые резервы, нормативы, финансовый риск.

Abstrakt. Ushbu ilmiy dissertatsiyaning ilmiy asoslari va zaruriyati sug'urta kompaniyalari faoliyatini tartibga solishda yoritilgan. Sug'urta kompaniyalari faoliyatiga ta'sir etuvchi ichki tasniflash xususiyatlari va tashqi omillar tavsiflangan.Xalqaro amaliyotda sug'urta tizimini davlat tomonidan tartibga solishning asosiy yo'nalishlari bo'yicha tadqiqotlar olib borilgan.

Kalit so'zlar: sug'urta, moliyaviy vosita, investitsiyalar, depozitlar, kapital, moliyaviy barqarorlik, sug'urta zaxiralari, standartlar, moliyaviy risk.

INTRODUCTION

When analyzing the financial stability indicators of insurance companies, it is important to classify the external and internal factors affecting them and reveal their main characteristics. The factors affecting the financial stability of insurance companies, according to a general approach, can be divided into external (uncontrollable) and internal (controllable) factors (Figure 1). It is worth noting that one of the main external factors affecting the financial stability of insurance companies is the legal framework for regulating this system in our country. It is precisely this fact that legal and regulatory documents regulating the insurance market are perfectly developed, which guarantees the effective operation of

ISSN 3030-3907

companies based on the implementation of strategic projects, making optimal decisions and achieving financial stability.

In addition, the main internal factors affecting the financial stability of insurance companies include the effective organization of the corporate governance mechanism in insurance companies, the ability to diversify insurance types and services, the correct organization of risk management, the optimization of the insurance portfolio, and the amount of insurance reserves. Based on the main idea that “there are no clearly defined quantitative financial indicators to have an idea of the financial stability of insurance organizations, but these indicators can be distinguished based on a number of characteristics of the insurance company,” it is appropriate to analyze the financial stability indicators in a separate sequence.

The solvency of insurance companies is understood as the ability of the insured to fully and timely fulfill their monetary obligations in accordance with the terms agreed upon in the contract or legal documents. The determination of the solvency of insurance companies is based on the characteristics of their sector and industry. In addition, international financial reporting standards and international practice have their own characteristics of this indicator. In particular, in accordance with regulatory documents adopted in the countries of the European Union, the solvency of insurance companies is assessed by comparing the current state with a standard amount (norm) determined by solvency.

ISSN 3030-3907

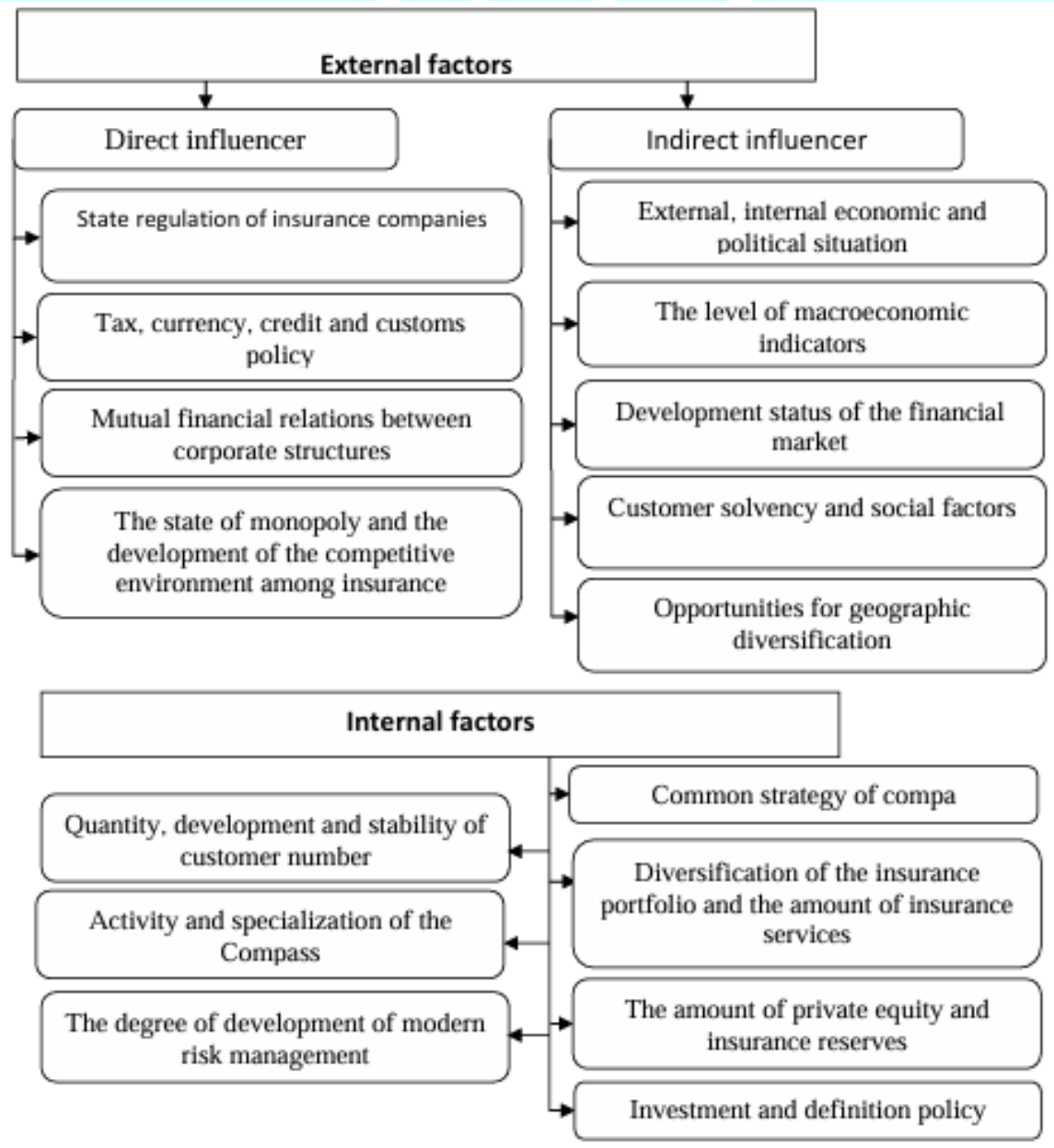


Figure 1. Classification of factors influencing the financial stability of insurance organizations.

In general, the level of solvency of an insurance company should answer the question of how much private capital is sufficient for the company to fulfill its obligations. Another important group of indicators that characterize the financial stability of insurance companies is liquidity indicators. The liquidity ratio determines the ability of an insurance company to fulfill its short-term obligations in the reporting year and cover current expenses associated with losses or insurance policy payments. Assessing the financial stability of insurance companies is one of the important tasks for all participants in the financial market. Assessing the financial stability of insurance companies only within the framework of certain indicators is a difficult process. Therefore, as we noted above, when assessing financial stability indicators, it is necessary to take into account all external and internal factors, in addition to financial ratios.

ISSN 3030-3907

Although today a regulatory legal act has been developed to assess the effectiveness of joint-stock companies with a state share in the authorized capital, the provisions of this Regulation do not apply to commercial banks and insurance organizations. In our opinion, a regulation based on international standards and calculation methodologies of international rating agencies should be developed and put into practice to assess the effectiveness and financial stability of insurance companies. As a result, there is an opportunity to further increase the attractiveness of investors while developing a competitive environment among insurance companies.

In conclusion, the financial stability indicators of insurance companies are the most important indicator, and it is important to classify the external and internal factors affecting them and indicate their main characteristics.

One of the external factors affecting the financial stability of insurance companies is the legal framework for regulating this system in our country. Legal and regulatory documents are perfectly developed for the regulation of insurance markets, creating conditions for the effective operation of insurance companies, as a result of implementing strategic projects, making optimal decisions, and achieving financial stability on their basis.

In addition to the above, it is important to highlight factors such as the effective organization of the corporate governance mechanism in insurance companies, the possibility of diversifying types of insurance and services, the proper organization of risk management, optimization of the insurance portfolio, and the amount of insurance reserves as the main internal factors affecting the financial stability of insurance companies.

LITERATURE

1. Nosirov Zh.T. Improving the practice of ensuring the financial stability of insurance companies. Abstract of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in Economics – TDIU – 2021.
2. Hamdamov PhD, Omonullo. “ANALYSIS OF THEORETICAL METHODS RELATED TO DETERMINATION OF COST OF CAPITAL IN FINANCIAL MANAGEMENT.” International Finance and Accounting 2020.3 (2020): 2.
3. Hamdamov PhD O. METHODOLOGY FOR IMPROVING FINANCIAL RISK MANAGEMENT //International Finance and Accounting. – 2020. – T. 2020. – No. 6. – B. 2.
4. https://imda.uz/oz/2022-yillik kotokasi/ - Insurance Market Development Agency of the Ministry of Economy and Finance of the Republic of Uzbekistan

ISSN 3030-3907

THE IMPORTANCE OF THE LABOR MARKET IN THE DIGITAL ECONOMY

Sodiq Soliyevich Ahmadjonov

Senior Lecturer, Department of "Economics" Andijan State Technical Institute, Uzbekistan

Tel: +998999068812

E-mail: Ahmadjonov @gmail.com

Abstract: In this article, the scientific-theoretical foundations of the effective development of the labor market in the conditions of the digital economy, the review of scientific literature on the subject, the scientific views of scientists, conclusions and proposals were studied. At the same time, statistical and dynamic analyzes of employment in the labor market were carried out in the article, problems in the effective development of the labor market were studied, and scientifically based conclusions and suggestions were made as a solution to these problems.

Keywords: labor market, demand, supply, development, digital tools system, rural,non-residential, business, jobs, entrepreneurship, balance, flexibility.

Аннотация: В статье рассмотрены научно-теоретические основы эффективного развития рынка труда в условиях цифровой экономики, проведён обзор научной литературы по данной теме, рассмотрены научные взгляды учёных, сделаны выводы и предложения. Также проведён статистический и динамический анализ занятости на рынке труда, изучены проблемы эффективного развития рынка труда, а также даны научно обоснованные выводы и предложения по их решению.

Ключевые слова: рынок труда, спрос, предложение, развитие, система цифровых инструментов, сельская местность, нежилая застройка, бизнес, рабочие места, предпринимательство, сбалансированность, гибкость.

Annotatsiya: Ushbu maqolada raqamli iqtisodiyot sharoitida mehnat bozorini samarali rivojlantirishning ilmiy-nazariy asoslari, mavzuga oid ilmiy adabiyotlar sharhi, olimlarning ilmiy qarashlari, xulosa va takliflari o‘rganildi. Shu bilan birga, maqolada mehnat bozorida aholi bandligini ta’minlashning statistik va dinamik tahlillari o‘tkazilib, mehnat bozorini samarali rivojlantirishdagi muammolar o‘rganilib, ushbu muammolarning yechimi sifatida ilmiy asoslangan xulosa va takliflar ishlab chiqildi.

Kalit so'zlar: mehnat bozori, talab, taklif, rivojlanish, raqamli vositalar tizimi, qishloq, noturarjoy, biznes, ish o'rinlari, tadbirkorlik, muvozanat, moslashuvchanlik.

Introduction:

ISSN 3030-3907

The formation of the labor market, its implementation and development in the framework of the general socio-economic system is a complex and demanding multidisciplinary research. In its research, it is appropriate to take into account the general laws, principles and concepts of the labor force, to rely on the principle.

The study of the main objective characteristics and factors of the productive labor force makes it possible to determine its main criteria. The main direction of the country's socio-economic development is considered to be a part of the invention.

If labor productivity is analyzed as an important and integral part of economic development, it becomes easier to capture its main criterion and form a multi-seller system. Because, on the one hand, the efficient production of the labor force is a multiplier of the socio-economic development of the country, and on the other hand, it is a multiplier of the agricultural production.

The main criterion for the effective development of the labor market is the following: increasing the demand for the labor market; reduce labor supply; provide reasonable employment; increase to the level of natural unemployment [1].

The level of employment of the population is a multiplier representing the level of development of the state's economy. The development of labor relations in the field of labor and population employment requires a new and unique approach, regularity in the study of the elements of the labor force, updating the methodological base of labor categories and concepts. In the future, the implementation of the plan for the formation and development of a sustainable economy will require the acceleration of the institutional structure and the development of the regulatory and legal framework in the field of rational employment of the population in the future. The criteria justifying the increase in the demand for labor in the labor market include the following factors: non-agricultural job creation; attracting investors to the main fund; re-equipment of the workplace with new equipment and technology; comprehensive promotion of small business and private enterprise brewing; development of social infrastructure; training, re-training and upgrading and managing the labor force.

At the same time, the criterion that reduces the supply of labor in the labor market is formed on the basis of the following multiplier: development of the self employment sector; reduce inflation and unemployment; application of the best method of production and labor organization; expansion of flexible and random forms of employment; increase in the qualification and mobility of local employees; promoting and managing the labor market.

In the context of modernization of the economy, the criteria justifying the provision of reasonable employment of the population in the labor market include the following multipliers: reaching the balance of the market in terms of demand

ISSN 3030-3907

and supply of the labor market; increase non-agricultural employment; increasing the labor participation of the economically active population; ensuring the growth of labor productivity; to increase the wages of rural residents; increase to the level of natural unemployment, etc.[1]. Based on the research, it should be emphasized that in the country, the reform process is being carried out to improve the labor force, its formation, flexibility, and further development. However, there are several problems in the field, not at this stage:

- it is necessary to develop a new profession and improve the system of employee qualification in the framework of a multi-level economy ;
- the solution to the problem of increasing the effectiveness of temporary or temporary employment for unorganized youth, the population in need of employment, and the unemployed is only available in theory, and in practice it is not paid attention to at the stage level ;
- the system of retraining the unemployed person with a lot of special knowledge in a short period of time into a traditional and modern labor profession that is in high demand in the labor market is not at the level of demand; - improvement of the institutional basis of reducing the informal employment of the population is based on cooperation with the budget and financial support; - it is necessary to research and manage the efficient mechanism of the state's regulation of labor migration.

Analysis of literature on the topic

D.A. According to Kopzhova's opinion, the economic function of the efficient development of the labor force is the rational attraction, distribution, classification and use of labor [2]. V. Yu. According to Yakovets' scientific research, in the effective development of the labor force, the demand and supply of the labor force is affected by the number of the population, its distribution by gender and age, the birth rate, that is, the demographic factor. In particular, several factors of the demographic factor's impact on employment can be cited[3]: secondly, population growth forces people to look for new areas for marriage; secondly, in the case of population density, there is a huge demographic pressure on nature: the involvement of natural resources in production and the consumption of waste increases, the environment becomes polluted. In O. Kolesnikova's article "On the evaluation of the effectiveness of the employment service", the essence of the concept of labor market inflation, its functional element, classification of the creative part and its structure, and the level and function of labor market inflation were scientifically researched. Also, in the article, the idea of using the optimal method for evaluating the efficiency of the employment service is partially justified [4]. P. Yu. It is also necessary to mention the following factor that contributes to the efficient brewing of Stytsyuk's labor base [5]:

ISSN 3030-3907

- the general state of the national economy;
- salary increase;
- priority for the profession or, on the contrary, a decrease in the profession;
- changes in the demographic situation in the country ;
- differences in the sphere of free time of the population .

Sh.P. Formation of reasonable employment of able-bodied villagers in Kholmo'minov's asaplap can be realized only on the basis of effective development of the labor force and creative reformation of the economic sector. It defines the future of mass emancipation of the labor force from agriculture and the flow of labor to the processing industry and service development, personal labor activity and the national economy, the formation of the labor force and the formation and redistribution of the labor force based on the mechanism of labor[6]

N.U. Apabov is an important structure and tool for the formation and developmentof labor relations, and its subject is the formation of the labor relations system [7].

Therefore, the database should be complete enough to carry out real and labor related research at the maximum level , it should comprehensively reflect the situation that is occurring in it, it should not only describe the situation of the labor situation, but also be the basis for forecasting the researched situation and further improve the situation in the field of labor situation. It should strengthen the gap that occurs as a result of the implementation of the closed chopatadbiplap. The main demographic source of the formation of reasonable employment of the working population is the expansion of its economically active part. The employment rate of the economically active population reflects its status in the interconnected economic and socio-demographic population of Japan.

According to M.A. Umapova, the development of the labor force depends on the effectiveness of the structure of the labor force in its system, which supports the employment of the local population [8].

Z.A. Tolametova and B.E. In the process of forming an innovative economy, Elmonov explained the essence of the effective development of the labor force and the indicators that lead to it, as well as the importance of suggesting the priority direction of the development of the labor force. He suggested that the need to have a specific goal-oriented approach in the related field is related to the main law of the labor market and the growth of the economy [9].

Research methodology

Analytical and systematic approach to the study of economic structure and ratio,comprehensive assessment, comparative and comparative analysis, statistical and dynamic approach and grouping method to improve the quality information base of ensuring the relationship between the labor force and the labor force in

ISSN 3030-3907

Japan. was used, and appropriate conclusions were drawn on improving the labor force and improving the efficiency of the population in using the employment service. The labor market of Uzbekistan was studied as an object of research.

Analysis and Results

Since the labor market is a complex and comprehensive Japanese, the plural representing its composition has the same complex classification, based on the summative system. The labor productivity multiplier can be classified and grouped according to the content of the formula, the method of expression, the scope, and the method of calculation.

In Uzbekistan, there are several limitations that hinder the effective development of the labor force: lack of development of labor in the non-agricultural region; low level of wages; low qualification and mobility of hired labor; poor development of rural infrastructure, legal restrictions on hiring workers from the farm, etc.

In this field, it is important to study the demand and supply in the labor market, which is a bip from the main direction. Conducting an active policy in the labor market envisages the concentration of the existing labor force in the labor market in the form of a map of employment assistance. In this case, it is necessary to take into account the role of the labor force in reducing poverty and coordinating the flow of labor in the labor market system.

The multiplier of the labor market can be divided into two large groups: static and dynamic multipliers. In other words, a static multiplier can be called a quantity multiplier, and a dynamic multiplier can be called a quality multiplier. A static multiplier is a multiplier representing the state of the labor market. It includes the number of rural population, the number of rural labor force, the number of the rural population employed in the economy, the number of unemployed, the number of hired and unhired labor force, the number of people employed in the state and non-state sectors, the distribution of the labor force by type and region (territorial and type). , the age and sex of the labor force are calculated as a finding[1].

A dynamic multiplier is a multiplier that represents the change in the labor market over a certain period of time, and it provides the opportunity to determine the direction and scope of the labor market. This includes the growth rate of the labor force, the number of employed persons, the number of reduced and newly created jobs, the level of unemployment, dissatisfaction, the number of people who have moved from one place or region to another, the ratio of the demand and supply of labor force, the ratio of the employed to the total number of job seekers,the labor force index. , the shift in the location and territorial distribution of the employed person, the change in the distribution of the labor force by qualification, age and gender, the change in the ratio of the number of hired and non-hired labor force,

ISSN 3030-3907

and the change in the ratio of the employed in the state and non-state sector can be explained.

Conclusion and Suggestion

In order to ensure effective development of the labor force, its further development, reduction of unemployment and improvement of population employment, it is necessary to pay attention to the following directions:

- to determine the characteristics of the area based on the location of the population and to ensure the priority of the operation being carried out in this direction;
- it is necessary to increase the employment rate in parallel with the demographic difference, especially for the population with special education ;
- focus on increasing the demand for overtime study on the basis of improving the business environment, increasing investment attractiveness and providing wider opportunities for foreign investors;
- it is necessary to improve the system of retraining for traditional and modern occupations, which are in high demand in the labor force;
- implementation of the informal form of employment is bran ;
- development of practical recommendations on improving the process of providing employment to the population and creating new job opportunities in the framework of a multi-level economy;
- implementation of the effective mechanism of the government's regulation of labormigration;
- it is necessary to develop and organize a mechanism for organizing the unemployment insurance system - monitor the situation in the workplace;
- statistical assessment of effectiveness;
- forecasting the situation mainly using the "progressive" indicator system;
- determination of the priority level of the labor market;
- providing advice and methodological support to jobseekers and recruiters, as well as educational and retraining institutions;
- to determine the tendency and gainful employment in the population and to pay the main attention to the akhbopot, which will allow to develop a plan for brewing and improving the labor market. In connection with the expansion of the private sector in the economy, it is necessary to create agencies, non-state specialized labor bureaus, and private intermediary bureaus to assist in employment, and to provide the right to use the single labor bureau system during the period of activity. In fact, the joint cooperation of the state and non-state employment service in the formation of the information bank will ensure the proportionality of the rapid development of the regional labor market.

ISSN 3030-3907

LITERATURES

1. Kholmuminov Sh.R., Khomitov K.Z. The development of the model of the economy (monograph). - T.: «Fan va texnologiya», 2015, 252 pages.
2. Korzhova D.A. Features of the formation of the labor market // “First independent scientific bulletin”, Vol.-1. 2015 –89 p.
3. Yakovets Yu.V. Globalization and interaction of civilizations. - M.: Economics. 2018, – 90 p.
4. Kolesnikova O. On assessing the effectiveness of the employment service. // Man and Labor, 2012, No. 3. – P. 55-56.
5. Stytsyuk R.Yu. Methodological approaches to increasing the level competitiveness of Russian organizations on the national and global markets. // Russian entrepreneurship. Volume 22.2014, -183 - 191 c

ISSN 3030-3907