ISNN 3030-3907

2026/2
VOLUME 5

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/2 VOLUME 5

ISSN 3030 -3907

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

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

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

ISSN 3030-3907

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

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

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Ayrim boshqa omillarning issiq yoriqlarning paydo bo‘lishiga ta’siri *Abdixamidov N.U* *Abdullayev J.X.* *Turdiyev A.X.*	9
2	Vintli konveyer mashina agregati hisob sxemasi. *Urakov Nuriddin Abramatovich* *Yuldashev Ilxomjon Komiljonovich*	15
3	Payvandlash materiallarini ishlab chiqarish texnologik jarayonlari payvand simini qayta ishlash *Abdixamidov N.U* *Abdullayev J.X.* *Turdiyev A.X.*	21
4	Sanoat tarmoqlarida modbus/tcp protokoli asosida ma’lumot uzatishning ishonchliligini oshirish usuli *Jurayev O‘tkirbek Murodullo o‘g‘li*	28
5	Gossipolning 2,5-dimerkapto-1,3,4-tiadiazolni etilendiaminli kompleksi bilan shiff asosi va ni^{2+} metall tuzi bilan metall kompleksining molekulyar dokinggi *Anvarbekova Vasila* *To‘laganova Feruzabonu* *Mirjalol Jalilov* *Hamza Toshov* *Sevinch Siddiqova*	38
6	Satirical elements in the picture of dorian gray and uzbek satirical prose *Abdullaeva Iroda Murotovna*	44
7	Axborot xavfsizligini ta’minlashda dasturiy ta’lim vositalaridan foydalanishning pedagogik asoslari *Bobobekov Shokir Ravshanovich* *Sindorqul Ibragimovich Qulmamatov*	55
8	Yuqori parafinli neftlarning reologik xossalarini energiya samaradorligi mezonlari asosida optimallashtirish *Usmanov Irzabek Azat Uli* *Fozilov Sadriddin Fayzullaevich* *Sapashov Ikramjan Yaumitbayevich* *Tirkeshov Umit Maqsetbay uli*	64
9	Integrated dynamic analysis of vibration and acoustic noise in gear transmissions *Raxmanova Nigora Fayzullayevna* *Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li*	73
10	O‘zbekiston iqtisodiyotida turizmining innovatsion boshqaruvi va startap loyihalarning ta’siri *Najimova Bibizuxra Marat qizi*	80
11	Analysis of teenagers' clothing using national pattern ornaments *Zebo Tukhtaeva*	86
12	Korroziya ingibitorining ko‘pik hosil bo‘lishiga ta’sirini tadqiq qilish *Turdiqulov A.R.* *Taganiyazov B.Sh.* *Abdullaev A.S.* *Adizov B.Z.*	93
13	Interpolimerlar asosidagi polimer qoplamalarni termomexanik tahlili *To‘rasunnat Shomansurxon Karomatxo‘ja o‘g‘li* *Jabborov Abdulaziz Rifat o‘g‘li* *Ro‘ziqulov Azim Yusupovich* *Karimov Oybek Tirkavovich*	99
14	Synthesis and spectroscopic analysis of new metal complexes derived from organic ligands *Xidirov Sh.B* *To‘rayev H.X.*	105

ISSN 3030-3907

	Ibragimov A.B.	
15	Влияние выбросов химического производства на состояние здоровья детей и подростков *Жумаева Азиза Аскаровна*	113
16	Здорового образа жизни *Манасова И.С*	121
17	Analysis of research conducted on centrifugal casting technology *Abdalimov Dosmukhamed Oralkhanovich* *Chorshanbiev Shukhrat Makhmatmurodovich* *Madiev Tokhirjon Mirzatilla ugli* *Mirkamalov Sherzod Bakhtiyor ugli*	127
18	Повышение износостойкости аустенитной высокомарганцевой стали 110г13л методом комплексного ковшевого модифицирования редкоземельными элементами *Д. Ю. Сартибаев* *Р.А. Парпиев* *Ф.А.Максумов* *Ш.М. Чоршанбиев* *Ж.М. Эшдавлатов*	136
19	Quyosh suv isitish qurilmalarining ishlash samaradorligini oshirish: zamonaviy holati va texnik yechimlar tahlili *Jo‘rayeva Huriyat Zoirovna* *Almardanov Hamidilla Abdig‘aniyevich* *Sattorov Laziz Xolmurodovich*	149
20	Обзор возможности использования отходов хлопка сырца для получения регенерированных целлюлозных волокон *Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна* *Умаров Бобурбек Носир Угли* *Садикова Мухаё Муратовна* *Ахмедов Вохид Низомович*	158
21	Tarkibida azot, kislorod, oltingugurt saqlagan geterohalqali monomer birikmalar xossalari *Babaev Jumamurod Otaxanovich* *Fozilov Sadriddin Fayzullayevich*	168
22	Dizel yoqilg‘isining markalari, navlari va sinflari *Babaev Jumamurod Otaxanovich* *Fozilov Sadriddin Fayzullayevich*	174
23	Maktab jamoasida liderlik: o‘qituvchilar va ma’muriyat o‘rtasidagi hamkorlik modeli *Kambarova Dilnoza Musakulovna*	180
24	Qoidalarga asoslangan pos-teglash algoritmi va uning matematik modeli *Xudayberganov Nizomaddin Uktambay o‘g‘li*	185
25	Ayrim biogen 3d-metallarning azotli hosilalari qatorida prototrop muvozanat *Jo‘rayev Aziz Turob o‘g‘li* *Saduova Manzura Kuanishbay qizi* *Yo‘ldoshaliyeva Odinaxon Muzaffar qizi*	194
26	Reniyning texnika, aviatsiya va issiqbardosh qotishmalarda qo‘llanilishi *Xakimov Kamol Jurayevich* *Xasanov Abdirashid Saliyevich* *Daniyarov Izzatulla Djansaitovich*	203
27	Саноат корхоналарида иш вақти классификацияси ва ундан самарали фойдаланишни такомиллаштириш. *Камилова Анора Насировна*	212
28	Elektr yuritmali avtotransport vositalarining energetik qisimlarini tahlil qilish *Jo‘raboyev Akbar Zokir o‘g‘li* *Daminov Oybek Olimovich* *Mirzaabdullayev Jaxongir Baxtiyorovich*	221

ISSN 3030-3907

	Abdullayev Ibroximjon Yaqubjon o'g'li	
29	Paxta namunalarini jinlash uchun laboratoriya jin uskunasini konstruksiyasini ishlab chiqish *Esanov Anvar Axmatovich* *Umarxodjayev Bekzod Tuychiyevich* *Nazirov Rahmatjon Rasulovich*	235
30	Oliy ta'lim talabalariga homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini zamonaviy o'qitish metodlari asosida o'qitish texnologiyalari *Nematova Maftuna Rahmatilloyevna*	241
31	Siqilgan havoni ishlab chiqarish tizimidagi qurilmalarida bo'ladigan bosim tushishini nazorat qilish orqali kompressor uchun sarflanayotgan energiyani tejash *O.X. Ishnazarov* *U.H. Hoshimov*	248
32	Markazdan qochma nasoslar uchun zichlikka bog'langan tezlik boshqaruv modelining adekvatligini tadqiq qilish *Xamzayev Akbar Abdalimovich* *Sharopov Djurabek Djabbarovich*	258
33	5лп линтер самарадорлигини ошириш мақсадида ишчи камерани такомиллаштириш *Р.Ш. Сулаймонов* *А.А. Унгаров* *А.Т. Юсуфалиев* *И.М. Қабулов*	268
34	Пластинасимон қурилиш конструкцияларининг динамик устуворлигини ansys муҳитида частотавий ва модал таҳлил қилиш *Р.А.Абдикаримов* *У.И.Сафаров* *Б.М.Вафаев* *Д.Х.Абдуллаева* *Ф.Ш. Муродиллаев*	278
35	Oliy ta'lim talabalariga psixiatriya fanini zamonaviy o'qitish metodlari asosida o'qitish texnologiyalari *Jo'rayev Shohruh Jumanazarovich*	296
36	Клинико-биохимическая характеристика фолликулярной жидкости и её прогностическое значение для оценки качества ооцитов у пациенток с синдромом поликистозных яичников *Киличева Вазира Акрамовна*	302
37	Iqtisodiy ta'lim mazmuni va uning zamonaviy rivojlanish tendensiyalari. *Xusanboyeva Tursunoy Muxammadqasimdjanovna*	309
38	Ширин бодомнинг халқ табобатидаги ахамияти *А.А. Жураев*	318
39	A comprehensive review of p0–p5 hybrid electric vehicle configurations *Keldiyarova Malika Shuhrat kizi* *Yakhshilikova Gulnora Shermuhammad kizi*	323
40	Потенциальная биологическая активность фрагмента тиомочевины гидроксибензойных кислот *Хайдарова Х.А.* *Ниязов Л.Н.* *Хайдаров А.А.*	329
41	Metropoliten vagonlarida texnik nosozliklarni aniqlash va bartaraf etishning zamonaviy texnologiyalari *Kasimova Fotima Abduraxmanovna*	335
42	Kiyiko't (ziziphora pedicellata l.) O'simligi tarkibidagi namlikni aniqlash *Z.X.Abduraimov* *N.B.Sheraliyeva*	341
43	Нейро-нечеткое регулирования параметрами энергообъектов *И.Х. Сиддиков.* *Г.Р. Алимова.* *Н.Р. Усмоналиева*	348

ISSN 3030-3907

	К.М.Абдусатторова	
44	Fotoelektrik modullarni ishlab chiqarishni mavjud va istiqbolli texnologiyalarini tadqiq qilish *Maxammadiyev Farrux Mirazimovich* *Baratov Laziz Suyun o'g'li*	357
45	Determination of softening temperatures of polymers *Beknazarov Elyor Murodovich*	364
46	Oliy ta'lim tizimida yarim o'tkazgichlarda infraqizil va ultrabinafsha nurlar va ularning sohalarda qo'llanilishi *Hojiqurbonova Nilufar Sunnatullo qizi*	371

ISSN 3030-3907

AYRIM BOSHQA OMILLARNING ISSIQ YORIQLARNING PAYDO BO‘LISHIGA TA’SIRI

Abdixamidov N.U
Metrologiya va texnologik mashinalar kafedrasi katta o‘qituvchisi va assisteni
E-mail: abdixamidov9393@gmail.com
Tel. (94)-693 27 77
Abdullayev J.X.
Metrologiya va texnologik mashinalar kafedrasi katta o‘qituvchisi va assisteni
E-mail: abdullayevjo‘ra4@gmail.com
Tel.(97)-809-65-05
Turdiyev A.X.
Metrologiya va texnologik mashinalar kafedrasi katta o‘qituvchisi va assisteni
E-mail: turdiyevabdurasul3@gmail.com
Tel.(93)-004-53-10

Annotatsiya. Mazkur mavzuda metall qotishmalarida (ayniqsa payvandlash va quyish jarayonlarida) issiq yoriqlarning paydo bo‘lishiga legirlovchi (aurim) elementlar va boshqa omillarning ta’siri tahlil qilinadi. Issiq yoriqlar asosan metallning yuqori haroratda qotish bosqichida yuzaga kelib, kimyoviy tarkib, kristallanish jarayoni va mexanik zo‘riqishlar bilan chambarchas bog‘liqdir. Oltingugurt, fosfor, uglerod kabi zararli aralashmalar hamda ayrim legirlovchi elementlarning notekis taqsimlanishi donalararo suyuq qatlamlar hosil bo‘lishiga sabab bo‘lib, yoriqlar xavfini oshiradi. Shuningdek, sovish tezligi, deformatsiya darajasi, texnologik rejimlar va konstruktiv omillar issiq yoriqlarning shakllanishida muhim rol o‘ynaydi. Tadqiqot natijalari issiq yoriqlarni kamaytirish uchun qotishma tarkibini optimallashtirish va texnologik jarayonlarni to‘g‘ri tanlash zarurligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: issiq yoriqlar, metall qotishmalari, payvandlash jarayoni, quyish jarayoni, legirlovchi elementlar, zararli aralashmalar, kristallanish, donalararo suyuq qatlam, sovish tezligi, mexanik zo‘riqish, deformatsiya darajasi, texnologik rejim, qotishma tarkibini optimallashtirish.

Annotation. This topic analyzes the influence of alloying elements and other factors on the occurrence of hot cracks in metal alloys (especially in welding and casting processes). Hot cracks occur mainly during the solidification stage of the metal at high temperatures and are closely related to the chemical composition, crystallization process, and mechanical stresses. Harmful impurities such as sulfur, phosphorus, carbon, and uneven distribution of some alloying elements cause the formation of intergranular liquid layers, which increases the risk of cracks. Also, the cooling rate, deformation rate, technological modes, and design factors play an

ISSN 3030-3907

important role in the formation of hot cracks. The results of the study indicate the need to optimize the alloy composition and correctly select technological processes to reduce hot cracks.

Keywords: hot cracking, metal alloys, welding process, casting process, alloying elements, harmful impurities, crystallization, intergranular liquid film, cooling rate, mechanical stress, degree of deformation, technological regime, alloy composition optimization.

Аннотация. В данной работе анализируется влияние легирующих элементов и других факторов на образование горячих трещин в металлических сплавах, особенно в процессах сварки и литья. Горячие трещины в основном возникают на стадии высокотемпературного затвердевания металла и тесно связаны с химическим составом, процессом кристаллизации и механическими напряжениями. Вредные примеси, такие как сера, фосфор и углерод, а также неравномерное распределение отдельных легирующих элементов приводят к образованию межзеренных жидких прослоек, что повышает риск образования трещин. Кроме того, скорость охлаждения, степень деформации, технологические режимы и конструктивные факторы играют важную роль в формировании горячих трещин. Результаты исследования показывают необходимость оптимизации состава сплава и правильного выбора технологических процессов для снижения горячих трещин.

Ключевые слова: горячие трещины, металлические сплавы, процесс сварки, процесс литья, легирующие элементы, вредные примеси, кристаллизация, межзеренная жидкая прослойка, скорость охлаждения, механические напряжения, степень деформации, технологический режим, оптимизация состава сплава.

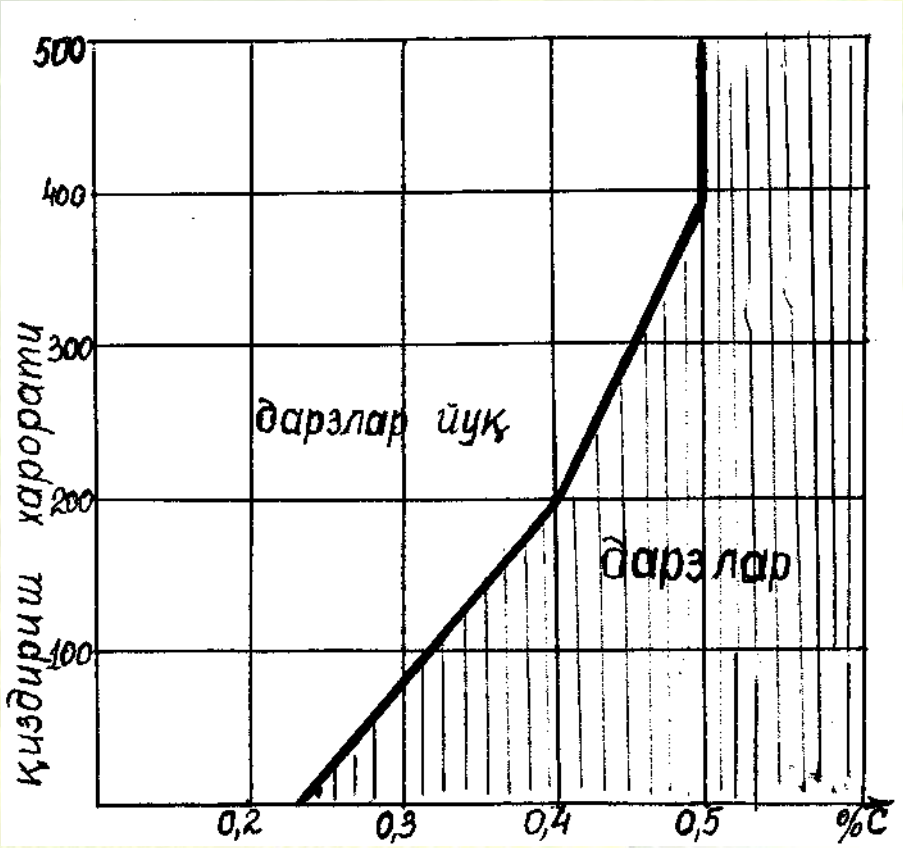
KIRISH.

Texnik payvandlashni ishlab chiqishda chok metallniissiq yoriqqa qarshi qo‘yish quyidagilarga bog‘liq: kuchlanishlarni cho‘zuvchi kristallanish davrida ta’sir qiluvchi ortib boruvchi kattaliklar va tezliklarga; chok metallining kimyoviy tarkibiga, bu tarkib uning xossalarini kristallanish davrida aniqlaydi va pasaytirilgan tekislik bilan tavsiflanuvchi xolatda turishining davomiyligi bilan aniqlanadi; payvand vannasining shakllari ustunli kristallarning o‘sish yo‘nalishini, ularning o‘zaro krishishi xususiyatini aniqlaydi; birlamchi kristallitlar kattaliklari.

TADQIQOT METADALOGIYASI. Cho‘zuvchi kuchlanishlarning ta’siri Payvandlanishning real sharoitlarida payvand choki kristallanuvchi metallga cho‘zuvchi kuchlanishning ta’sirini to‘liq bartaraf etib bo‘lmaydi. Bu kuchlanishlar

ISSN 3030-3907

kattaligini kamaytirish masalasi qo‘yiladi. Payvandlanadigan metallni qizdirib keyin payvandlash. Isitish bu kuchlanishlarning kattaligini kamaytiradi.



1-rasm. Chok metalli kimyoviy tarkibiga ta’siri

Chok metalli kimyoviy tarkibining ta’siri Kimyoviy tarkib uning issiq yoriqlarga bardoshliligiga birinchi darajalita’sir ko‘rsatadi, chunki kristallararo qatlamlarning tarkibi, xossalari va miqdorini xamda past darajadagi mustaxkamlik bilan tavsiflanuvchi xolatda bo‘lishi davomiyligini aniqlaydi. Chok metalli tarkibiga kiruvchi barcha elementlar uch guruxga kiritilishi mumkin.

Birinchi gurux-ishtirok etishi issiq yoriqqa qarshi mustaxkamlikni doim kamaytiruvchi elementlar. Bu elementlar doim zararli deb aytiladi. (S, P, Pb, C va boshqa). Ikkinchi gurux - mavjud bo‘lishi mazkur elementlar bilan qo‘shilishi natijasidagi ma’lum bir kontsentratsiyalarda ijobiy ta’sir ko‘rsatuvchi elementlar, ya’ni mustaxkamlik ortadi, boshqa kontsentratsiyalarda esa yoki boshqa elementlar bilan birgalikda salbiy ta’sir ko‘rsatadi, ya’ni issiq yori qlarga moyillik ortadi. (Mn, B, P) Uchinchi gurux - mavjudligi issiq yoriqqa qarshi chok metallining mustaxkamligiga ta’sir ko‘rsatmaydigan elementlar. (Sr, H va boshqa kam uglerodli po‘latlarda).Uglerod chok metallining xam tuzilmasini, xam xossalarini aniqlab beruvchi eng muxim element xisoblanadi.

Metall qotishmalarida issiq yoriqlarning hosil bo‘lishi zamonaviy payvandlash va quyish texnologiyalarida uchraydigan eng muhim nuqsonlardan biri hisoblanadi. Issiq yoriqlar asosan metallning yuqori haroratda qotish

ISSN 3030-3907

bosqichida, ya’ni qattiq va suyuq fazalar bir vaqtda mavjud bo‘lgan holatda vujudga keladi. Ushbu jarayonda metallning mikrostrukturasi, donalararo bog‘lanishlarning mustahkamligi hamda termomexanik zo‘riqishlar hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

Qotishma tarkibida mavjud bo‘lgan legirlovchi elementlar metallning kristallanish xususiyatlarini sezilarli darajada o‘zgartiradi. Ayrim elementlar donalararo chegaralarda past erish haroratiga ega bo‘lgan suyuq fazalar hosil bo‘lishiga sabab bo‘lib, bu esa issiq yoriqlarning paydo bo‘lish ehtimolini oshiradi. Ayniqsa oltingugurt, fosfor va uglerod kabi zararli aralashmalar donalararo bog‘lanishni zaiflashtirib, qotish jarayonida metallning uzilishiga olib keladi. Shu bilan birga, legirlovchi elementlarning notekis taqsimlanishi ham kristallanish jarayonining barqarorligini buzadi.

Issiq yoriqlarning shakllanishiga texnologik omillar ham bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Sovish tezligining yuqoriligi metall ichida katta termik gradientlar va ichki kuchlanishlar paydo bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Deformatsiya darajasi, payvandlash yoki quyish jarayonida qo‘llaniladigan texnologik rejimlar, shuningdek konstruktiv yechimlar issiq yoriqlarni yuzaga keltiruvchi asosiy omillar sirasiga kiradi. Shu sababli, zamonaviy ishlab chiqarishda issiq yoriqlarni oldini olish uchun metall qotishmalarining kimyoviy tarkibini optimallashtirish, shuningdek, texnologik jarayonlarni ilmiy asosda tanlash muhim vazifa hisoblanadi. Issiq yoriqlarning shakllanishi metallning mikrostrukturaviy holati bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, donalar o‘lchami, ularning shakli va chegaralarining holati muhim consideratsiyaga ega. Qotish jarayonida donalar chegaralarida past erish haroratiga ega bo‘lgan fazalarning mavjudligi metallning plastiklik qobiliyatini keskin kamaytiradi. Natijada tashqi yoki ichki mexanik zo‘riqishlar ta’sirida donalararo ajralishlar yuzaga kelib, issiq yoriqlar hosil bo‘ladi. Ayniqsa, dendritli tuzilma rivojlangan qotishmalarda bu holat ko‘proq kuzatiladi.

Issiq yoriqlarning intensivligi qotishma tarkibidagi legirlovchi elementlarning miqdori va ularning o‘zaro ta’siriga ham bog‘liq. Masalan, ayrim elementlar donalarni mayda qilib, qotish jarayonini barqarorlashtirsa, boshqalari esa donalararo suyuq qatlamlarning davomiyligini uzaytiradi. Shu sababli legirlash jarayonida elementlarning optimal nisbatini tanlash muhim hisoblanadi. Bundan tashqari, modifikator qo‘shimchalardan foydalanish orqali kristallanish jarayonini boshqarish va issiq yoriqlar xavfini kamaytirish mumkin. Amaliy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, issiq yoriqlarning oldini olishda texnologik jarayonlarni optimallashtirish muhim rol o‘ynaydi. Payvandlash jarayonida issiqlik kiritish miqdorini nazorat qilish, oldindan qizdirish va bosqichma-bosqich sovitish usullaridan foydalanish ichki kuchlanishlarni kamaytiradi. Quyish jarayonida esa

ISSN 3030-3907

qolip konstruksiyasini to‘g‘ri tanlash, sovitish sharoitlarini bir maromda ta’minlash hamda deformatsiyani cheklash issiq yoriqlar ehtimolini sezilarli darajada pasaytiradi.

Umuman olganda, metall qotishmalarida issiq yoriqlarning shakllanishi ko‘p omilli jarayon bo‘lib, u kimyoviy, strukturaviy va texnologik omillarning o‘zaro ta’siri natijasida yuzaga keladi. Ushbu omillarni kompleks ravishda tahlil qilish va boshqarish yuqori sifatli payvandlangan va quyma buyumlar olishning asosiy sharti hisoblanadi.

Uglerod chok metallining issiq yoriqqa qarshi mustaxkamligiga kesein salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Uglerodning salbiy ta’sir ko‘rsatish mexanizmi xozircha aniq emas. Uglerodning kritik miqdori, ya’ni miqdori bundan yuqori bo‘lganda yoriqlar kuzatilishi bo‘g‘inning (uzel) konstruktsiyasiga, dastlabki isitish mavjudligiga yoki bo‘lmaganligiga, chok shakliga va chok metallida boshqa elementlar miqdoriga bog‘liq.

XULOSA Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, metall qotishmalarida issiq yoriqlarning paydo bo‘lishi asosan qotishma tarkibi, kristallanish jarayoni hamda yuqori haroratda yuzaga keladigan mexanik zo‘riqishlar bilan bevosita bog‘liqdir. Zararli aralashmalar va legirlovchi elementlarning notekis taqsimlanishi donalararo suyuq qatlamlar hosil bo‘lishiga olib kelib, issiq yoriqlar xavfini sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, sovish tezligi, deformatsiya darajasi, texnologik rejimlar va konstruktiv omillar ham issiq yoriqlarning shakllanishida muhim ta’sir ko‘rsatadi. Olingan natijalar issiq yoriqlarni kamaytirish va oldini olish uchun qotishma tarkibini ilmiy asosda optimallashtirish hamda payvandlash va quyish jarayonlarida optimal texnologik sharoitlarni tanlash zarurligini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lancaster J.F. – Metallurgy of Welding. Metallurgy of Welding. — Cambridge: Woodhead Publishing, 1999.
2. Kou S. – Welding Metallurgy. Welding Metallurgy. — Hoboken: Wiley-Interscience, 2003.
3. Lippold J.C. – Welding Metallurgy and Weldability. Welding Metallurgy and Weldability. — New York: Wiley, 2015.
4. Raghavan V. – Physical Metallurgy. Physical Metallurgy: Principles and Practice. — New Delhi: PHI Learning, 2015.
5. ASM Handbook Volume 6 – Welding, Brazing, and Soldering. ASM Handbook. Vol. 6. — Materials Park: ASM International, 1993.
6. ASM Handbook Volume 15 – Casting. ASM Handbook. Vol. 15. — Materials Park: ASM International, 2008.

ISSN 3030-3907

7. Davis J.R. – Aluminum and Aluminum Alloys. Aluminum and Aluminum Alloys. — Materials Park: ASM International, 1993.
8. Ghosh A. – Solidification Processing. Solidification Processing. — New Delhi: Tata McGraw-Hill, 2010.
9. Kurz W. – Fundamentals of Solidification. Fundamentals of Solidification. — Aedermannsdorf: Trans Tech Publications, 1998.
10. Campbell J. – Castings. Castings. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2015.
11. Porter D.A. – Phase Transformations in Metals and Alloys.
12. Phase Transformations in Metals and Alloys. — Boca Raton: CRC Press, 2009.
13. Callister W.D. – Materials Science and Engineering. Materials Science and Engineering. — New York: Wiley, 2018.
14. Brooks J.A. – Weld Solidification Cracking. Weld Solidification Cracking. — Welding Journal, AWS, 2005.
15. Grong Ø. – Metallurgical Modelling of Welding. Metallurgical Modelling of Welding. — London: Institute of Materials, 1997.
16. Messler R.W. – Principles of Welding. Principles of Welding. — Hoboken: Wiley, 2004.

ISSN 3030-3907

VINTLI KONVEYER MASHINA AGREGATI HISOB SXEMASI.

Urakov Nuriddin Abramatovich
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
E-mail: u_nuriddin88@mail.ru
Tel: +998 90 187-20-55
Yuldashev Ilxomjon Komiljonovich.
Xo‘jaobod texnikumi direktori
E-mail: ilxomjon0584@gmail.com
Tel: 91170-08-57

Annotatsiya. Maqolada tavsiya etilgan vintli konveyer yuritish mexanizmlarini o‘z ichiga olgan mashina agregati dinamik va mexanik harakteristikalari, qayishqoq element bikrlik-dissipatsiya hususiyatlari hamda tashilayotgan-tozalanayotgan momiqni texnologik qarshiligini inobatga olib aniqlangan. Sonli yechim asosida mashina agregatining rotor-reduktor chiqish vali hamda vintning harakat qonunlari olingan.

Kalit so‘zlar. Vintli konveyer to‘lqinsimon yuza, tebranish, harakat qonuni, tasmali uzatma, elektrodvigatel, reduktor, inersiya momenti, mufta, bikrlik, dissipatsiya koeffitsienti, yuklama, moment, rotor, burchak tezlik.

Аннотация. В статье определены динамические и механические характеристики машинного агрегата, включающего приводные механизмы винтового конвейера, с учетом жесткостно-диссипативных свойств упругих элементов, а также технологического сопротивления транспортируемого и очищаемого хлопкового пуха. На основе численного решения получены законы движения выходного вала ротора-редуктора и винта машинного агрегата.

Ключевые слова Винтовой конвейер, волнообразная поверхность, колебания, закон движения, ременная передача, электродвигатель, редуктор, момент инерции, муфта, жесткость, коэффициент диссипации, нагрузка, крутящий момент, ротор, угловая скорость.

Annotation. The article determines the dynamic and mechanical characteristics of a machine unit incorporating screw conveyor drive mechanisms, taking into account the stiffness–dissipation properties of elastic elements as well as the technological resistance of the transported and cleaned cotton lint. Based on numerical solutions, the motion laws of the rotor–gearbox output shaft and the screw of the machine unit were obtained.

Keywords: screw conveyor, wavy surface, vibration, motion law, belt drive, electric motor, gearbox, moment of inertia, coupling, stiffness, dissipation coefficient, load, torque, rotor, angular velocity.

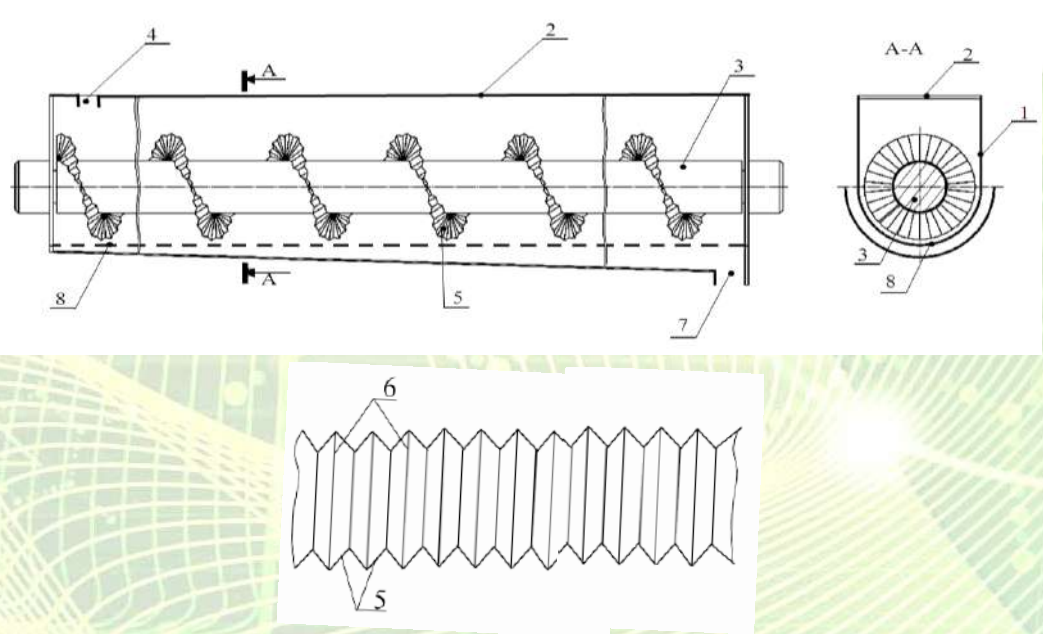
ISSN 3030-3907

KIRISH.

Respublikamizda yuzga yaqin paxtani dastlabki ishlash korxonalari faoliyat yuritib kelmoqda. Paxta tozalash korxonalarining presslash sexida linter mashinalaridan chiqqan momiqlarni kondensorlar yordamida va vintli konveyerlar orqali presslash mashinasiga uzatiladi. mavjud vintli konveyerlarda vintli sirt va tolali material o‘rtasida yetarli darajada ishqalanish yo‘qligi sababli tolali materiallarni qo‘shimcha mexanik shikastlanishiga olib keladi [1]. Vintli sirtning tolali material bilan o‘zaro ta’sirlashishi bir maromda bir yo‘nalishda, doimiy harakatlantiruvchi kuch bilan amalga oshiriladi, bu esa ularni tozalash samaradorligini ta’minlamaydi. Tashiladigan tolali materialning tozalash effektini va talab qilingan tashish unumdorligini oshirish maqsadida kontakt maydonini ko‘paytirish, ishqalanish kuchini oshirish, shuningdek vintni tashiladigan tolali material bilan o‘zaro ta’sirlashish yo‘nalishi qiymatlarini o‘zgartirish orqali vintli konveyer konstruksiyasi takomillashtirildi.

To‘lqinsimon vintli konveyerning konstruktiv sxemasini ishlab chiqish.

Vintli konveyer tarnov 1 ga ega bo‘lib, uning pastki qismi yuqoridan qopqoq 2 bilan yopilgan yarim silindr shakliga ega. Tarnov 1 ichida uning o‘qi bo‘ylab materialni tashuvchi vint 3 (1-rasm). Tarnov 1 yuqorisida kirish teshigi 4, pastida esa chiqish teshigi 7 mavjud. Tarnovning 1 pastki ishchi qismi to‘rli sirt 8 ko‘rinishida bajarilgan. Vint 3 ishchi sirtlari uchburchak bo‘rtiqchalar va chuqurchalarga ega zigzagsimon shaklda 5 bajarilgan. Vint 3 uchburchaklari 5 paxta chigiti o‘rtacha o‘lchamiga (40÷70 mm) teng tanlangan. Vint 3 uchburchaklari 5 qirralari o‘zaro parallel, valga ildirishda esa vint 3 radiusi bo‘ylab yo‘naltiriladi [2].



1-rasm. Tolali materialni tashish va tozalash uchun vintli konveyer

ISSN 3030-3907

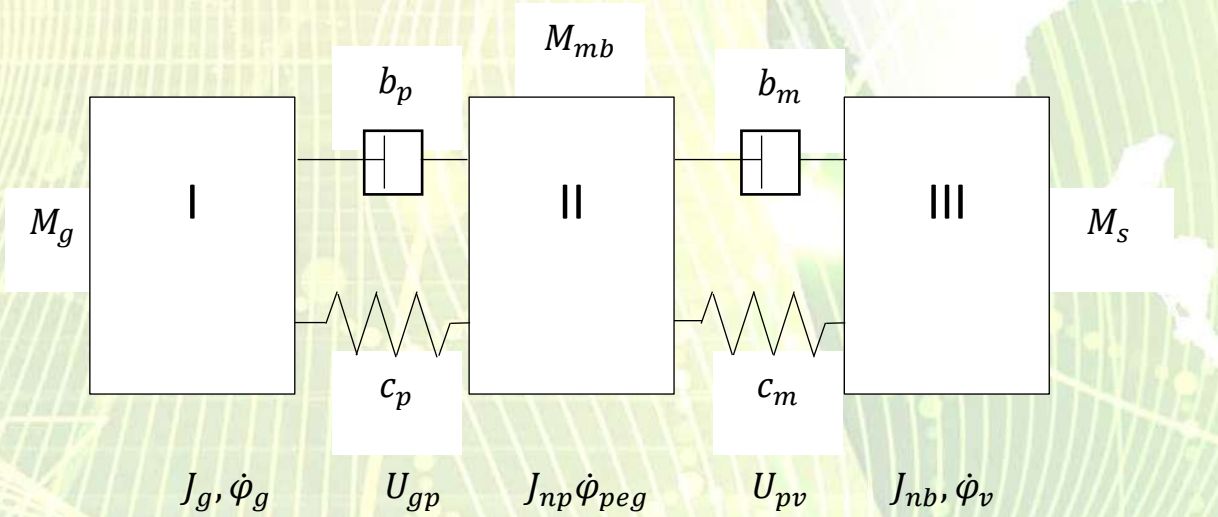
Vintli konveyer qo‘yidagicha ishlaydi. Tolali material (paxta xom-ashyosi, tolali chiqindilar) tarnovga 1 qopqoqdagi 2 kirish teshigi 7 orqali uzatiladi, va vint 3 aylanishida tarnov 1 bo‘ylab siljish orqali aylanadigan vint 3 to‘lqinsimon ishchi sirt 5 bilan chiqish teshigiga olib ketiladi.

Vint 3 ishchi sirtlarining to‘lqinsimon (uchburchak bo‘rtiqlar va chuqurlar) paxta chigitlariga va momiqlarga turli kattalikdagi va yo‘nalishdagi kuch bilan ta’sir ko‘rsatadi, bu tashilayotgan tolali materialdan turli xildagi iflosliklarni samarali ajratib olishga imkon beradi. Tashilayotgan tolali materialdan ajratib olingan turli xildagi iflosliklar tarnov 1 to‘rli sirt 8 teshiklari orqali quvur orqali maxsus qopga tushiriladi.

Vintli konveyer tavsiya qilinayotgan konstruksiyasi tolali materiallarni samarali tashish, unumdorlikni oshirish imkonini beradi, zaruriy tozalash effektini ta’minlaydi [3].

Mashina agregatlari dinamikasi va matematik modellari.

Tavsiya qilingan vintli konveyer hisob sxemasi uch massali sistema ko‘rinishida qabul qilingan bo‘lib, birinchi massa elektrodvigatel rotori, tasmali uzatma yetaklovchi shkividan iborat; ikkinchi massa yetaklovchi shkiv va reduktor tishli g‘ildiraklarining keltirilgan massalaridan hamda mufta yetaklovchi qismidan iborat; uchinchi massa mufta va vintning yetaklovchi qismini o‘z ichiga oladi. (2-rasm).



2-rasm. Paxta lintini tashish va tozalash uchun vintli konveyer mashina agregatining hisob sxemasi.

Mazkur hisob sxemaga asosan vintli konveyer elementlari harakatini tavsiflovchi differensial tenglamalar sistemasi qo‘yidagi ko‘rinishga ega bo‘ldi [4]:

$$M_d = f(\dot{\varphi}_d);$$

$$J_d\ddot{\varphi}_d = M_d - b_p\Delta\dot{\varphi}_{dp} - s_p\Delta\varphi_{dp};$$

$$J_{np}\ddot{\varphi}_{ped} = u_{dp}\left(b_p\Delta\dot{\varphi}_{dp} + s_p\Delta\varphi_{dp}\right) - b_m\Delta\dot{\varphi}_{mb} - s_m\Delta\varphi_{mb} - M_{mb};$$

ISSN 3030-3907

$$J_{nb}\ddot{\varphi}_b = u_{pb}(b_m\Delta\dot{\varphi}_{bm} + s_m\Delta\varphi_{bm}) - M_{mb} - M_s;$$
$$\Delta\varphi_{dp} = \varphi_d - \varphi_{ped}u_{dp};\ \ \Delta\varphi_{mb} = \varphi_{ped} - u_{pb}\varphi_b;$$
$$M_s = M_1 - M_0 sin\omega_b t \pm \delta M_1 \qquad (1)$$

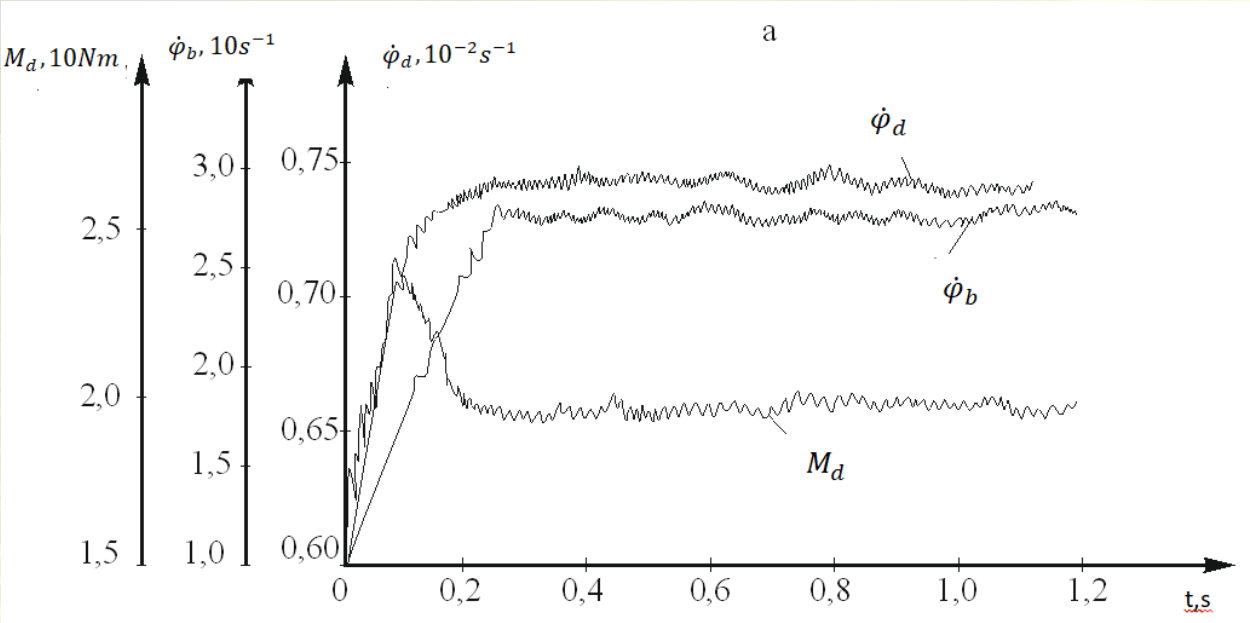
J_d, J_{np}, J_{nb} – elektrodvigatel, reduktor va vint vallaridagi keltirilgan inersiya momentlari; s_p, s_m, b_p, b_m – tasmali uzatma va mufta aylanma bikrliklar va dissipatsiya koeffitsientlari; $M_1, M_0, \delta M_1$ – tashilayotgan va tozalanayotgan tolali materialning texnologik yuklamalari; M_{mb} – vint validagi ishqalanish kuchi momenti, M_d – elektrodvigatel harakatlantiruvchi momenti; $\dot{\varphi}_d$ – elektrodvigatel rotori burchak tezligi. [5].

Masalani sonli yechimi va taxlili.

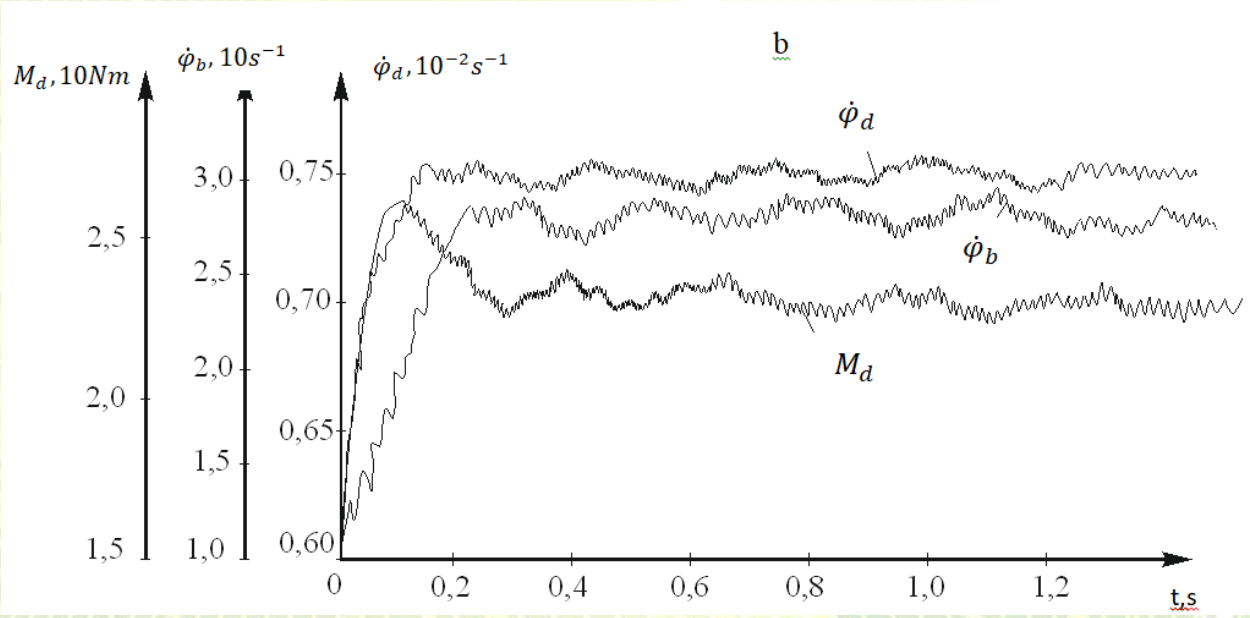
Sistemaning sonli yechimi standart dasturlardan foydalangan holda parametrlarning qo‘yidagi qiymatlarida amalga oshirildi: asinxron dvigatel Y132S-8, P=2.2kVt; n=710 ayl/min; u_{dp}=1,27; u_{pb}=20; J_d=1,12 kgm^2; J_{np}=2,89 kgm^2; J_{nb}=7,14kgm^2; s_p=(200÷250)Hm/rad; b_p=(5,0÷5,5)Hms/rad; s_m=(400÷420)Nm/rad; b_m =(9,5÷10,5)Hms/rad; M_1=(46÷65)Hm; M_0=(5.5÷10)Hm; δM_1=(0,05÷0,07) M_{mb}=(35÷45)Hm;

Differensial tenglamalar sistemasi (1) ni yechish asosida qo‘yidagi dastlabki shartlarda, t=0; $\dot{\varphi}_g$=0; $\dot{\varphi}_{peg}$=0; $\dot{\varphi}_b$=0; M_g=0; M_S=0 asinxron dvigatel rotori, vintli konveyer, shuningdek dvigatel valida aylantiruvchi moment burchak tezliklarining o‘zgarishi qonuniyatlari olindi. $M_g, \dot{\varphi}_g$ va $\dot{\varphi}_b$ o‘zgarishi olingan qonuniyatlari 3-rasmda keltirilgan. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, tashiladigan va tozalanadigan lint yuklamasining M_1 (45÷65) Nm chegarasida oshishida dvigatel rotorining burchak tezligi deyarli o‘zgarmas qoladi, uning pasayishi juda kichik. Undan tashqari, dvigatel rotorining burchak tezligi tebranishlari kengligi ham juda kichik chegaralarda o‘zgaradi. Biroq, to‘lqinsimon yuzali vint burchak tezligining pasayishi sezilarli bo‘ladi. Shunday $M_1 = 45Nm$ da $\dot{\varphi}_b$ 27,2 s^{-1} gacha pasayadi, 65Nm yuklamada esa $\dot{\varphi}_b$ 25,9 s^{-1} gacha pasayadi. Bunda tebranishlar kengligi $\Delta\dot{\varphi}_b$ (1,2 ÷ 1,4) s^{-1} dan (3,0÷3,8) s^{-1} gacha oshadi. Tebranishlar kengligi $\Delta\dot{\varphi}_b$ oshishi lintning qo‘shimcha qoqilishi hisobidan uni tashish va tozalash samarasiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi [6].

ISSN 3030-3907



$$M_s = 45Nm + 6{,}55sin\varphi t \pm \delta M\text{da}$$



$$M_s = 65Nm + 8{,}5sin\varphi t \pm \delta M\text{da}$$

3-rasm. Dvigatel rotori, vintli konveyer, shuningdek dvigatel valida aylantiruvchi moment burchak tezliklarining o‘zgarishi qonuniyatlari

Vintli konveyer ishchi elementlari asoslangan parametrlari asosida tajriba namunasi loyihalashtirildi va tayyorlandi.

Tavsiya qilingan to‘lqinsimon yuzali vintli konveyer konstruksiyasining tajribaviy sinovlari paxta tozalash zavodlarida o‘tkazildi. Mazkur zavodlarda mavjud konstruksiya bilan takomillashtirilgan konstruksiya taqqoslandi. Sinov natijalari tahlili shuni ko‘rsatdiki, to‘lqinsimon yuzali vint qo‘llanilishida tashilayongan tolali materiallarning shikastlanishi ham pasayadi. Tashilayotgan tolali materiallar tarkibidagi turli xildagi iflosliklarning ajralib chiqishi mavjud konveyerga nisbatan (2,0÷2,5) marta oshdi. Tavsiya qilinayotgan konveyerda paxta

ISSN 3030-3907

lintini tozalash samaradorligi mavjud konstruksiyaga nisbatan (6,0÷10,5) % ga oshdi [7].

XULOSA. To‘lqinsimon yuzali vintli samarali konveyer taklif qilindi. Nazariy tadqiqotlar asosida dvigatel rotori va konveyer vinti harakati qonuniyatlari olindi, sistema harakati parametrlari va rejimlari asoslab berildi. Tajribalar yo‘li bilan aniqlandiki, tavsiya qilinayotgan konveyer lintni tozalash va tashish samarasini sezilarli oshirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Paxta xomashyosini qayta ishlashning muvofiqlashtirilgan texnologiyasi, PDI-30-2012, Toshkent, “Mexnat”, 2012 y.
2. Djuraev A., Yuldashev K., Teshoboyev O Vintli konveyer. Patent № IAP 7940 13.02.2025.
3. Abdug‘afforov X. “Paxta chigitini tashishda vintli konveyerning ish unumini oshirish” Diss. Texnika fanlari bo‘yicha PhD: - Tashkent, 2018 y
4. Teshaboev O. “Momiqni tashuvchi va tozalovchi, tebranuvchi to‘rli yuzali vintli konveyer konstruksiyasini takomillashtirish va parametrlarini asoslash” Diss. Texnika fanlari bo‘yicha PhD: Namangan 2024 y.
5. Djuraev A., Yuldashev K., “Dynamics of the Screw Conveyor for Transportation and Cleaning of Fiber Material” International Journal of Advanced Science and Technology. Vol. 29, No. 5, (2020), pp. 8557-8566. ISSN: 2005-4238.
6. Артоболевский И.И. Теория механизмов и машин. -М.:Машиностроение 1987. -638с.
7. Yuldashev K. To‘kiluvchi materiallarni tashuvchi vintli konveyerlar konstruksiyalarini ishlab chiqish va parametrlarini hisoblashning ilmiy asoslari. diss. texnika fanlari bo‘yicha (DSc) Andijon 2025 y.

ISSN 3030-3907

PAYVANDLASH MATERIALLARINI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIK JARAYONLARI PAYVAND SIMINI QAYTA ISHLASH

Abdixamidov N.U
Metrologiya va texnologik mashinalar kafedrasi katta o‘qituvchisi va assisteni
E-mail: abdixamidov9393@gmail.com
Tel. (94)-693 27 77
Abdullayev J.X.
Metrologiya va texnologik mashinalar kafedrasi katta o‘qituvchisi va assisteni
E-mail: abdullayevjo‘ra4@gmail.com
Tel.(97)-809-65-05
Turdiyev A.X.
Metrologiya va texnologik mashinalar kafedrasi katta o‘qituvchisi va assisteni
E-mail: turdiyevabdurasul3@gmail.com
Tel.(93)-004-53-10

Annotatsiya Mazkur maqolada payvandlash elektrodlari ishlab chiqarish texnologiyasining asosiy bosqichlari, xususan elektrod simini to‘g‘rilash, qirqish va tozalash jarayonlari hamda elektrod qoplamalari uchun mo‘ljallangan materiallarni tayyorlash usullari yoritilgan. Tadqiqotda simni tez aylanadigan barabanlar yordamida to‘g‘rilash, gilotinali keskichlar orqali o‘lchamli sterjenlarga bo‘lish hamda sterjen sirtini zang va iflosliklardan tozalash texnologiyalari tahlil qilingan. Shuningdek, qoplama materiallarini yuvish, yirik, o‘rtacha va juda mayda maydalash, elash hamda quritish jarayonlarining texnologik xususiyatlari ko‘rib chiqilgan. Maqolada materiallarning donadorligi, namligi va tozaligi elektrod qoplamasining sifati va mustahkamligiga bevosita ta’sir ko‘rsatishi asoslab berilgan. Olingan natijalar elektrod ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish va tayyor mahsulot sifatini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: payvandlash elektrodlari, elektrod simi, to‘g‘rilash jarayoni, gilotinali qirqish, barabanli tozalash, qoplama materiallari, maydalash, quritish, donadorlik, texnologik jarayon.

Аннотация В статье рассмотрены основные этапы технологии производства сварочных электродов, включая процессы правки, резки и очистки электродной проволоки, а также подготовку материалов для электродных покрытий. Проанализированы методы правки проволоки с использованием быстро вращающихся барабанов, резки на мерные стержни гильотинными ножами и очистки поверхности стержней от ржавчины и загрязнений. Особое внимание уделено процессам промывки, крупного, среднего и тонкого дробления, классификации и сушки материалов для покрытий. Обосновано влияние гранулометрического состава, влажности и чистоты материалов на

ISSN 3030-3907

качество и прочность электродного покрытия. Полученные результаты могут быть использованы для оптимизации технологических режимов и повышения качества сварочных электродов.

Ключевые слова: сварочные электроды, электродная проволока, правка проволоки, гильотинная резка, барабанная очистка, материалы покрытий, дробление, сушка, гранулометрический состав, технологический процесс.

Annotation This article discusses the main stages of welding electrode manufacturing technology, including straightening, cutting, and cleaning of electrode wire, as well as the preparation of materials for electrode coatings. The methods of wire straightening using high-speed rotating drums, cutting into measured rods by guillotine cutters, and surface cleaning from rust and contaminants are analyzed. Special attention is paid to washing, coarse, medium, and fine crushing, classification, and drying processes of coating materials. The influence of particle size distribution, moisture content, and material purity on the quality and strength of electrode coatings is substantiated. The results obtained are significant for optimizing technological processes and improving the quality of welding electrodes.

Keywords: welding electrodes, electrode wire, wire straightening, guillotine cutting, drum cleaning, coating materials, crushing, drying, particle size distribution, technological process.

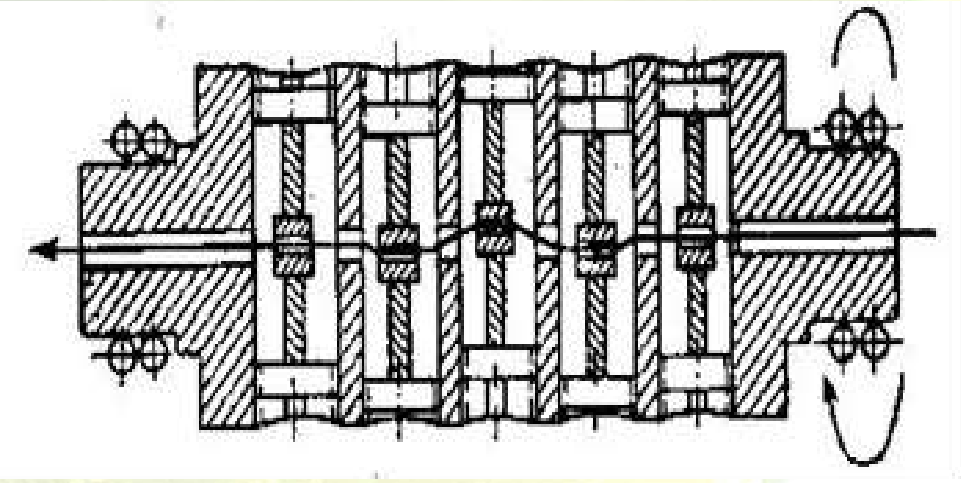
KIRISH.

Elektrodlar uchun sim maxsus dastgohlar yordamida dastlab to‘g‘rilanadi, talab etilgan uzunlikdagi sterjenlarga qirqib ajratiladi va kuyindi, zang, moy va boshqa iflosliklardan yaxshilab tozalanadi.

To‘g‘rilovchi kesuvchi dastgohlar buxtalarda yetkazib beriladigan simlarni to‘g‘rilashni va uni elektrodlar uchun o‘lchov sterjenlariga qirqishni amalga oshiradi, bunda elektrodlarning uzunligi simlarni tarkibi (uning solishtirma elektr qarshiligi) va diametri bilan belgilanadi. Barcha hollarda to‘g‘rilash moslamasiga ega bo‘lgan tez aylanuvchi barabanda amalga oshiriladi. Motoviladan ajratib olinadigan sim barabanga tortiladi, u yerda 3560 – 8000ayl/min tezlikda aylanuvchi to‘g‘ri suxarlar orasidan o‘tib, qoldiqli plastik deformatsiya bilan ko‘p karra bukiladi va barabandan to‘g‘rilangan holda chiqadi.

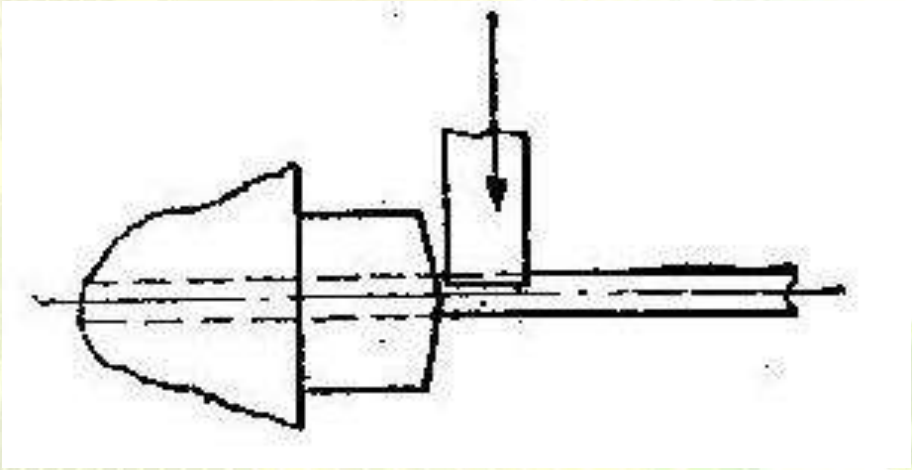
Elektrodlarni tayyorlash jarayoni simni, qoplama komponentlarini, komponentlar va surkash massasining quruq aralashmasini tayyorlash, uni sterjen ustiga surkab ko‘rilishi va qoplamaga zurur mustaxkamlik berish maqsadida elektrodlarni toblash bo‘yicha qat’iy ketma-ketlikdagi bir qator amallarni nazarda tutadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Elektrod simini to‘g‘rilash sxemasi.

Simni qirqish bu jarayonda simni tortish tezligida siljuvchi va keyin dastlabki vaziyatiga qaytuvchi gilotina yordamida gilotinali keskichli stanokda amalga oshiriladi.



2-rasm. Elektrod simini gilotina pichoqlari bilan bo‘lish sxemasi.

Sterjenlar sirtini grafitli moylash izlaridan, zangdan va boshqa ifloslanishlardan tozalash kislota bilan yedirish yoki quruq usulda amalga oshiriladi. Qumli va yog‘och qipiqli aylanuvchi barabanlarda tozalash eng ko‘p tarqalgan. 15 – 25 minutlik tozalash siklida bunday barabanlarning unumdorligi 300kg/soatni tashkil etadi. Bunday usulni kamchiligi sterjenlarning qiyshayib qolishi mumkinligidir.

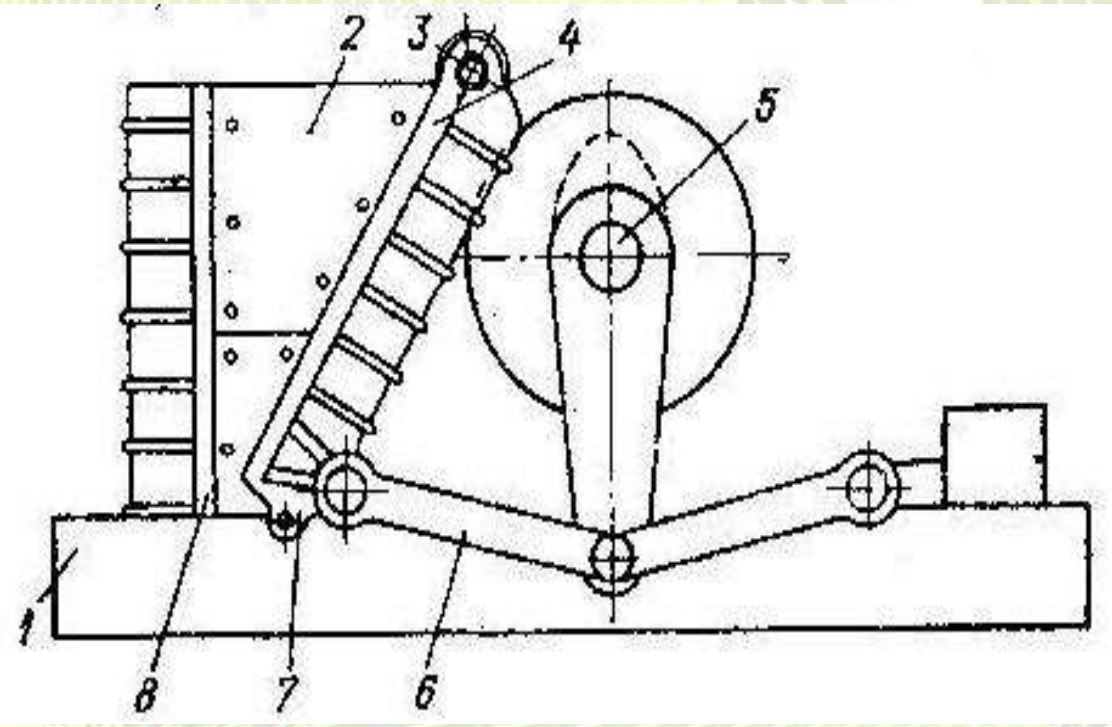
TADQIQOT METADALOGIYASI. Elektrod qoplamalari ayrim materiallari ishlab chiqarishga ancha katta ifloslanishlar bilan qoladi. Bu birlamchi navbatta, gematit, marmar, dolomit, dala shpati, silikat toshi, plavikli shpat (bo‘lakli) va boshqalar kabi o‘nlab keladigan bo‘lakli kon va nokon materiallariga ta’luqlidir. Iflosliklarning xususiyati qanday bo‘lishidan qat’i nazar ular barcha vazifada mo‘ljallangan va turli xil markadagi elektrodlarni ishlab chiqarishda mutlaqo yo‘l qo‘yib bo‘lmaydi. Shuning uchun ifloslangan materiallarni qayta ishlash ularni yuvishdan boshlash kerak.

ISSN 3030-3907

Bo‘lakli ifloslangan materiallar yalpi keltirilganda, ularni yuvish mexanizatsiyalashgan bo‘lishi kerak. Elektrod qoplamalarini tayyorlash uchun qo‘llaniladigan materiallar uchun qo‘llaniladigan materiallar uchun yirik maydalash, o‘rtacha maydalash operatsiyalari zarur.Elektrod qoplamalarini tayyorlash uchun foydalaniladigan materiallar uchun talab etiladigan donadorlikdagi materialni ajratib olish uchun keyingi tafsiflash bilan yirik maydalash, o‘rtacha maydalash va juda mayda qilib maydalash operatsiyalari zarurdir.

Ifloslangan bo‘lakli materialni (marmar, dala shpati va boshqalarni) yirik va o‘rtacha maydalashni bevosita yuvishdan avval amalga oshirish maqsadga muofiqdir, namlangan material jiddiy ravishda kamroq “changlanadi”. Bu holda materialni juda nozik maydalashdan oldin quritiladi. Ayrim ishlab chiqarishlarda yirik maydalash jarayonida materialni dumalatish (tushurib yuborish) amalga oshiriladi, bunda mayda qilib maydalash uchun yaroqli mayda fraktsiya ajratib olinadi. Bu holda o‘rtacha maydalashga nibatan yirik bo‘laklar keladi, bu esa ular o‘lchamlarining ancha samarali qisqartirilishini ta’minlaydi.

Yirik qilib maydalash uchun yuzali (shekli) maydalagichlar qo‘llaniladi, ular yuqori unumdorlik bilan birga yuqori darajadagi qisqartirishni 5 – 6 chegarasidagi qisqartirishni ta’minlaydi (qisqartirish darajasi – bu material bo‘lagining maydalashgacha va undan keyin material bo‘lagi o‘lchamlarining nisbatidir). Odatda ular nozik materiallarni 150 – 250mm dan 10 – 30mm gacha o‘lchamdagi materiallarga samarali ravishda maydalanadi.

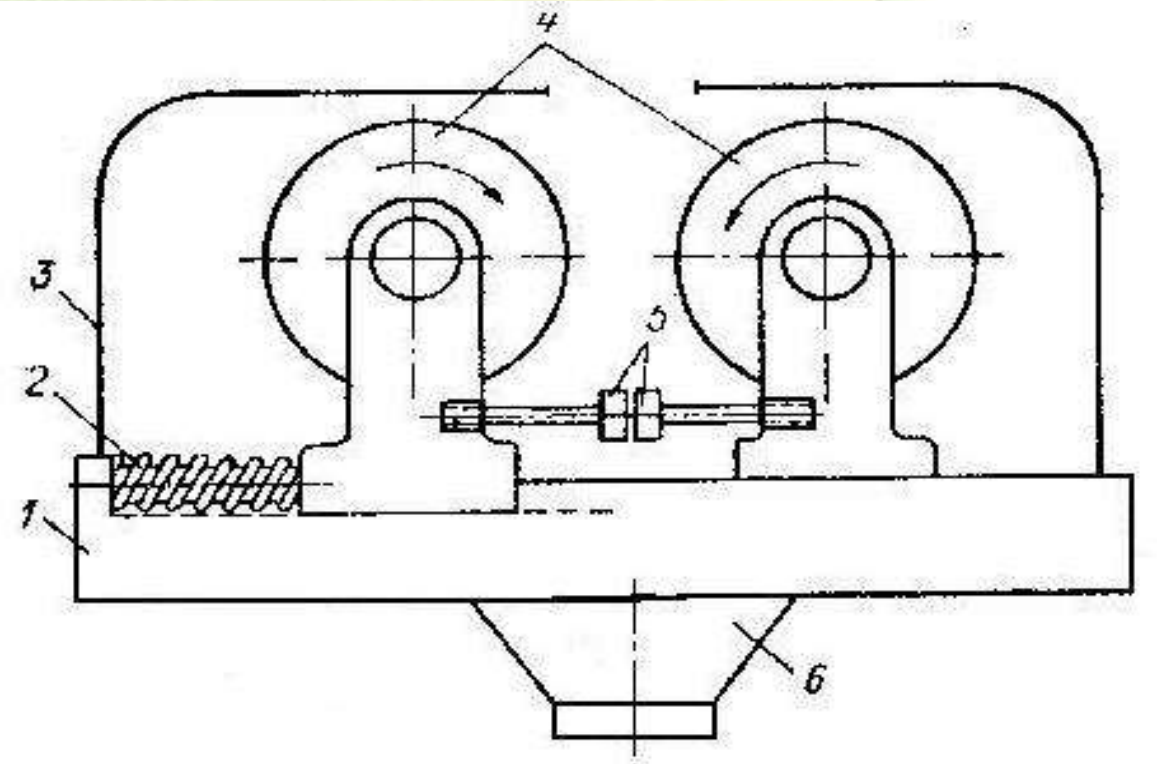


3-rasm. Yirik maydalash uchun (shekli) maydalagich:

ISSN 3030-3907

Maydalash jarayoni biri tebranma xarakatlarni bajarib yuzlarning davriy ravishda yaqinlashishini va uzoqlashishini ta’minlovchi, ikkinchisi esa xarakatsiz bo‘lgan yuzalar (g‘adir-budur plitalar) orasidagi material bo‘laklarini ezib maydalashga keltiriladi.

O‘rtacha maydalash uchun silliq valli maydalovchi vallardan foydalaniladi. Maydalash oralig‘i belgilangan holda tartibga solinuvchi vallar orqali nozik materialni o‘tqazish orqali amalga oshiriladi. Bunday vallar orasiga uzatiladigan bo‘laklarni dastlabki o‘lchami ularning tuzilishi va elektrodvigatellarning quvvatiga bog‘liq holda 3dan 50mm gacha bo‘lishi mumkin.



4-rasm. O‘rtacha maydalash uchun silliq valli maydalagich:

Materiallarni qurutish Mayda qilib maydalashdan avval bir qator materiallar namlikni yo‘qotish uchun qurutishdan o‘tkazilishi kerak. Nam material maydalanganda u bujmayishi, tegirmon futerovkasiga yopishib qolishi, transport tizimlarida to‘planishi mumkin. Namlangan materiallarni saralashda (elashda) va sinflarga ajratishda elakning to‘rlarini to‘ldirib qo‘yadi. Namlangan materiallarni qo‘llagan holda elektrodlarning preslanganligi qobiliyati ancha yomonlashadi. Qurutish harorati materialning xususiyatiga bog‘liq bo‘ladi: masalan, marmarni uning dissotsiatsiya bo‘lmasligi uchun 650°C dan yuqori bo‘lmagan haroratlarda qurutish lozim.

XULOSA Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, payvandlash elektrodlari sifatini belgilovchi eng muhim omillardan biri – elektrod simini va qoplama materiallarini tayyorlash texnologiyasi hisoblanadi. Simni to‘g‘rilash, gilotinali qirqish va

ISSN 3030-3907

barabanli tozalash jarayonlari elektrodning uzunligi, o‘lchami va sirt sifati uchun asosiy shartlarni ta’minlaydi. Shuningdek, qoplama materiallarini yuvish, yirik, o‘rtacha va nozik maydalash, elash va quritish jarayonlari materialning donadorligi, namligi va ifloslik darajasini nazorat qilish orqali elektrod qoplamasining sifatini va mexanik mustahkamligini oshiradi.

Amaliy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, har bir bosqichdagi texnologik parametrlarni optimallashtirish – simni to‘g‘rilash tezligi, maydalash darajasi, quritish harorati va tozalash muddati – elektrod ishlab chiqarish samaradorligini va tayyor mahsulot sifatini sezilarli darajada yaxshilaydi. Shu sababli, ishlab chiqarish jarayonlarini ilmiy asosda boshqarish va moslashtirish yuqori sifatli payvandlash elektrodlari olishning asosiy sharti hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lancaster J.F. – Metallurgy of Welding. Metallurgy of Welding. — Cambridge: Woodhead Publishing, 1999.
2. Kou S. – Welding Metallurgy. Welding Metallurgy. — Hoboken: Wiley-Interscience, 2003.
3. Lippold J.C. – Welding Metallurgy and Weldability. Welding Metallurgy and Weldability. — New York: Wiley, 2015.
4. Raghavan V. – Physical Metallurgy. Physical Metallurgy: Principles and Practice. — New Delhi: PHI Learning, 2015.
5. ASM Handbook Volume 6 – Welding, Brazing, and Soldering. ASM Handbook. Vol. 6. — Materials Park: ASM International, 1993.
6. ASM Handbook Volume 15 – Casting. ASM Handbook. Vol. 15. — Materials Park: ASM International, 2008.
7. Davis J.R. – Aluminum and Aluminum Alloys. Aluminum and Aluminum Alloys. — Materials Park: ASM International, 1993.
8. Ghosh A. – Solidification Processing. Solidification Processing. — New Delhi: Tata McGraw-Hill, 2010.
9. Kurz W. – Fundamentals of Solidification. Fundamentals of Solidification. — Aedermannsdorf: Trans Tech Publications, 1998.
10. Campbell J. – Castings. Castings. — Oxford: Butterworth-Heinemann, 2015.
11. Porter D.A. – Phase Transformations in Metals and Alloys.
12. Phase Transformations in Metals and Alloys. — Boca Raton: CRC Press, 2009.
13. Callister W.D. – Materials Science and Engineering. Materials Science and Engineering. — New York: Wiley, 2018.
14. Brooks J.A. – Weld Solidification Cracking. Weld Solidification Cracking. — Welding Journal, AWS, 2005.

ISSN 3030-3907

15. Grong Ø. – Metallurgical Modelling of Welding. Metallurgical Modelling of Welding. — London: Institute of Materials, 1997.
16. Messler R.W. – Principles of Welding. Principles of Welding. — Hoboken: Wiley, 2004.

ISSN 3030-3907

SANOAT TARMOQLARIDA MODBUS/TCP PROTOKOLI ASOSIDA MA’LUMOT UZATISHNING ISHONCHLILIGINI OSHIRISH USULI

Jurayev O‘tkirbek Murodullo o‘g‘li

Iqtisodiyot va pedagogika universiteti o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoat Ethernet tarmoqlarida Modbus/TCP protokoli orqali ma’lumot uzatish jarayonida yuzaga keladigan paket yo‘qotilishi va kechikish muammolari tahlil qilinadi. Tarmoq yuklamasi, kechikish va paket yo‘qotilish ehtimolligi o‘rtasidagi bog‘liqlik o‘rganildi. Ishonchlilikni oshirish maqsadida VLAN segmentatsiyasi, QoS mexanizmi va redundant topologiya asosidagi optimallashtirish usuli taklif qilindi. Eksperimental natijalar taklif etilgan usul paket yo‘qotilishini kamaytirishi va kechikishni barqarorlashtirishini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: Modbus/TCP, Industrial Ethernet, paket yo‘qotilishi, kechikish, QoS, VLAN, ishonchlilik.

Аннотация. В данной статье анализируются проблемы потери пакетов и задержек передачи данных в промышленных Ethernet-сетях при использовании протокола Modbus/TCP. Исследована взаимосвязь между сетевой нагрузкой, задержкой и вероятностью потери пакетов. В целях повышения надежности предложен метод оптимизации на основе сегментации VLAN, механизма QoS и резервированной топологии. Экспериментальные результаты показали, что предложенный метод снижает потери пакетов и стабилизирует задержку передачи данных.

Ключевые слова: Modbus/TCP, Industrial Ethernet, потеря пакетов, задержка, QoS, VLAN, надежность.

Abstract. This paper analyzes packet loss and latency issues in industrial Ethernet networks using the Modbus/TCP protocol. The relationship between network load, delay, and packet loss probability is investigated. To improve reliability, an optimization method based on VLAN segmentation, Quality of Service (QoS) mechanisms, and redundant topology is proposed. Experimental results demonstrate that the proposed approach reduces packet loss and stabilizes transmission delay.

Keywords: Modbus/TCP, Industrial Ethernet, packet loss, latency, QoS, VLAN, reliability.

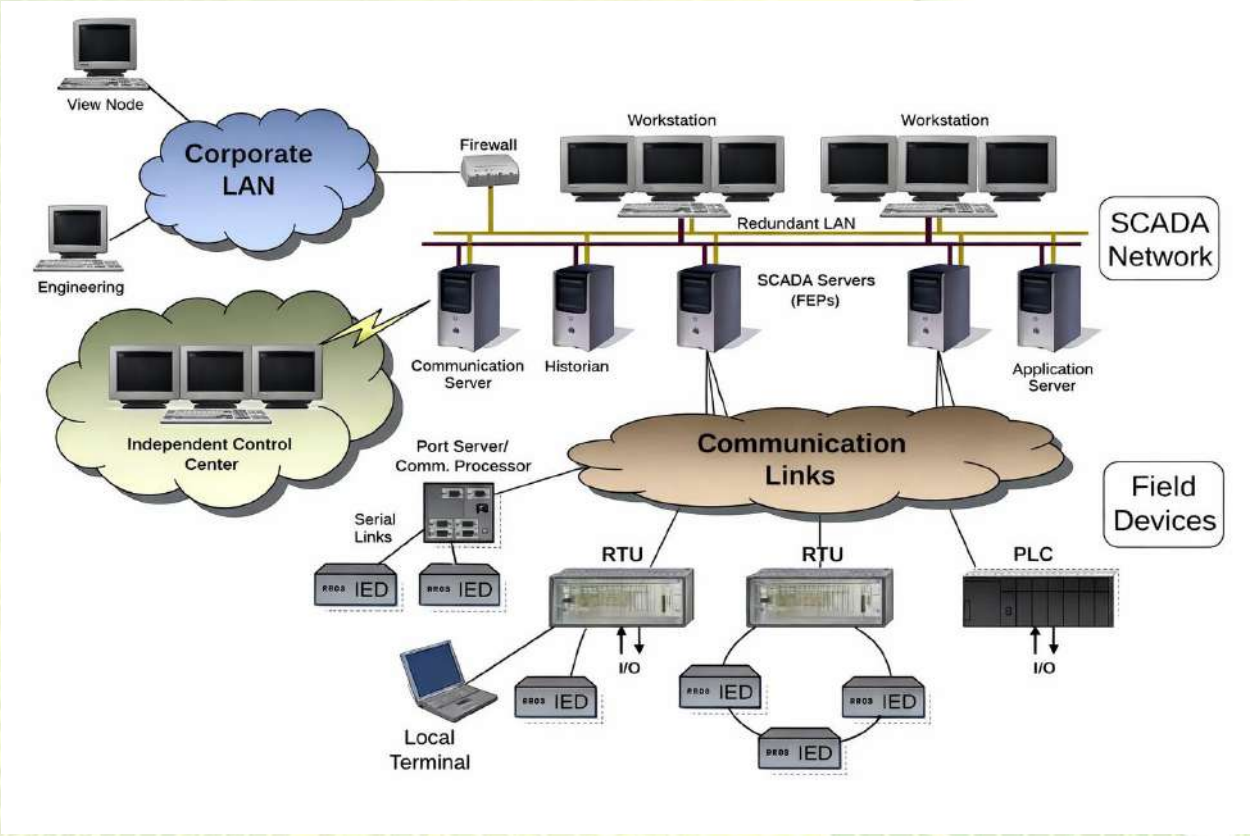
KIRISH.

Sanoat avtomatlashtirish tizimlarida real vaqt rejimida ma’lumot uzatish ishlab chiqarish jarayonlarining barqarorligi, aniqligi va xavfsizligini ta’minlashda hal qiluvchi ahamiyatga ega [1]. Zamonaviy ishlab chiqarish korxonalarida texnologik jarayonlar ko‘plab datchiklar, ijro mexanizmlari, boshqaruv

ISSN 3030-3907

kontrollerlari hamda monitoring tizimlari orqali boshqariladi. Ushbu qurilmalar o‘rtasidagi uzluksiz va ishonchli axborot almashinuvi butun tizim samaradorligini belgilaydi.

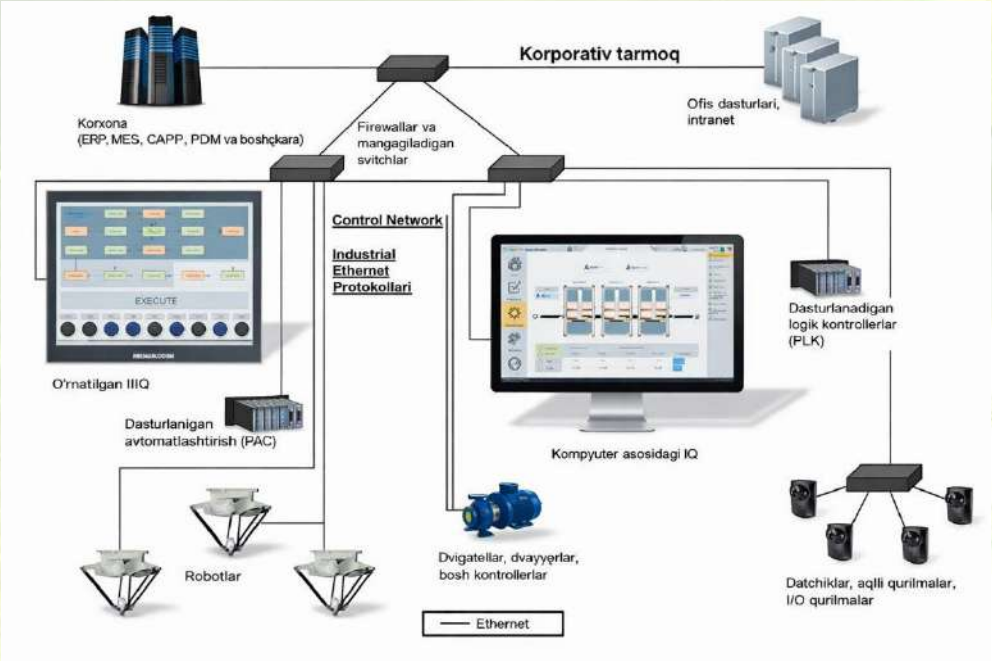
Hozirgi kunda PLC (Programmable Logic Controller), SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) va HMI (Human Machine Interface) qurilmalari o‘rtasidagi kommunikatsiya ko‘pincha Modbus/TCP protokoli asosida tashkil etiladi. Modbus/TCP ochiq arxitekturaga ega bo‘lib, turli ishlab chiqaruvchilarning qurilmalarini yagona tarmoqda birlashtirish imkonini beradi. Shu sababli u sanoat tarmoqlarida keng qo‘llanilmoqda [3].



1-rasm. Sanoat avtomatlashtirish tizimining umumiy tarmoq sxemasi.

Ushbu rasmda sanoat avtomatlashtirish tizimining umumiy tarmoq sxemasi ko‘rsatilgan bo‘lib, unda korporativ LAN, SCADA serverlari, RTU va PLC qurilmalari hamda maydon darajasidagi IED qurilmalari o‘rtasidagi o‘zaro bog‘lanish tasvirlangan [7]. Tarmoq ko‘p darajali tuzilishga ega bo‘lib, ma’lumotlar maydon darajasidan boshqaruv darajasiga va undan korporativ darajaga uzatiladi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Korporativ tarmoq va sanoat boshqaruv tarmog‘i (Industrial Ethernet) arxitekturasi.

Ushbu rasmda esa korporativ tarmoq va sanoat boshqaruv tarmog‘ining (Industrial Ethernet) o‘zaro integratsiyasi aks ettirilgan. Ushbu arxitektura xavfsizlik devorlari (firewall), boshqariladigan kommutatorlar va redundant LAN segmentlari orqali yuqori darajadagi uzluksizlik va himoyalanganlikni ta’minlashga qaratilgan.

Modbus/TCP protokoli TCP/IP modeliga asoslangan bo‘lib, Ethernet fizik muhiti orqali ishlaydi. TCP transport protokoli ma’lumotlarni yetkazib berishning ishonchliligini ta’minlasada, sanoat muhitida bir qator omillar uzatish sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin [8]. Jumladan elektromagnit shovqinlar EMI,yuqori tarmoq yuklamasi, broadcast trafigining ortishi, switch buferlarining to‘lishi, noto‘g‘ri topologiya va segmentatsiya. Ushbu omillar paket yo‘qotilishi (packet loss), kechikish (latency) va jitter ko‘rsatkichlarining ortishiga olib keladi. Natijada real vaqt boshqaruv tizimlarida signal kechikishi yuzaga kelib, texnologik jarayon aniqligi pasayadi. Ayniqsa, tezkor boshqaruv talab qilinadigan sanoat jarayonlarida (masalan, energetika, kimyo sanoati, metallurgiya) hatto kichik kechikishlar ham jiddiy oqibatlarga olib kelishi mumkin. Shuningdek, korporativ va boshqaruv tarmoqlarining integratsiyalashuvi kiberxavfsizlik va trafik ustuvorligi masalalarini ham dolzarb qiladi. Tarmoq yuklamasi ortgan sharoitda Modbus paketlari boshqa trafiklar bilan raqobatlashadi, bu esa real vaqt talablariga zid bo‘lishi mumkin. Shu sababli, sanoat Ethernet tarmoqlarida Modbus/TCP asosida ma’lumot uzatishning ishonchliligini oshirish ilmiy va amaliy jihatdan muhim masalalardan biridir[8].

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqotning maqsadi - Modbus/TCP asosidagi sanoat tarmoqlarida paket yo‘qotilishi va kechikishlarni kamaytirish orqali ma’lumot uzatish ishonchliligini oshirish usulini ishlab chiqish hamda taklif etilgan yechimni tajribaviy baholashdan iborat. Tadqiqot doirasida tarmoq yuklamasi tahlil qilinadi, optimallashtirish mexanizmlari ishlab chiqiladi va ularning samaradorligi eksperimental natijalar asosida baholanadi.Mazkur tadqiqot sanoat Ethernet tarmog‘ida Modbus/TCP asosida ma’lumot uzatish jarayonini modellashtirish, tarmoq yuklamasi sharoitida uzatish sifatini baholash va optimallashtirish mexanizmlarining samaradorligini aniqlash bosqichlarida amalga oshirildi.

Tadqiqot quyidagi ketma-ketlikda bajarildi: Sanoat tarmog‘i modelini yaratish,Turli yuklama sharoitlarini modellashtirish, Uzatish sifat ko‘rsatkichlarini o‘lchash, Optimallashtirish mexanizmlarini joriy etish, Natijalarni solishtirma tahlil qilish

Tarmoq modeli. Tajriba Industrial Ethernet asosidagi lokal sanoat tarmog‘i modeli orqali amalga oshirildi. Model quyidagi asosiy elementlardan tashkil topdi: 1 ta PLC (Master) - so‘rov yuboruvchi qurilma, 4 ta Slave qurilma (RTU/IED) - javob beruvchi qurilmalar, 1 ta Layer - 2 boshqariladigan switch, 1 ta SCADA server Ethernet (100/1000 Mbps) aloqa kanali. PLC qurilma Modbus/TCP protokoli orqali Slave qurilmalarga davriy so‘rov (polling) yuboradi [8]. Slave qurilmalar esa javob paketlarini qaytaradi. SCADA server esa monitoring va ma’lumotlarni arxivlash vazifasini bajaradi. Tarmoq yuklamasi uch xil sharoitda modellashtirildi.

Past yuklama - 30% , O‘rta yuklama - 60% , Yuqori yuklama - 85% . Yuklama sun’iy ravishda qo‘shimcha fon trafigini (background traffic) generatsiya qilish orqali hosil qilindi. Bu sanoat tarmog‘ining real ishlash sharoitini imitatsiya qilish imkonini berdi. Tarmoq samaradorligi quyidagi asosiy ko‘rsatkichlar orqali baholandi:

1.Paket yo‘qotilish darajasi (%) $\text{PacketLoss}(\%)=\frac{N_{lost}}{N_{sent}}\times 100$

Bu yerda:

N_{lost} –yo'qolgan paketlar soni

N_{sent} –uzatilgan umumiy paketlar soni

O‘rtacha kechikish (Latency) $D_{avg}=\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}\left(t_{receive,i}-t_{send,i}\right)$

Bu yerda:

ISSN 3030-3907

D_{avg} –o'rtacha kechikish

n –paketlar soni

$t_{receive,i}$ –i- paketni qabul qilish vaqti

$t_{send,i}$ –i- paketni yuborish vaqti

3. Jitter (kechikish tebranishi) $J = |D_i - D_{i-1}|$

Jitter real vaqt tizimlarida barqarorlikni belgilovchi muhim parametr hisoblanadi.

4.Tarmoq o‘tkazuvchanligi (Throughput)

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Total Data}}{\text{Transmission Time}} \qquad T = \frac{D_{total}}{t_{transmission}}$$

Paket yo‘qotilish ehtimolligi modeli. Paket yo‘qotilish ehtimolligi Poisson jarayoniga asoslangan model orqali baholandi:

$$P_{loss} = 1 - e^{-\lambda t}$$

λ –trafik intensivligi (paket/sekund)

t –uzatish vaqti (sekund)

Model tarmoq yuklamasi ortishi bilan paket yo‘qotilish ehtimolligining eksponensial ravishda oshishini ko‘rsatadi. Taklif etilgan optimallashtirish usuli tadqiqotda sanoat tarmog‘ida ma’lumot uzatish ishonchliligini oshirish uchun kompleks yondashuv taklif etildi. Optimallashtirish quyidagi asosiy mexanizmga asoslandi. VLAN segmentatsiyasi boshqaruv trafigi (Modbus/TCP) va umumiy ofis trafigi alohida VLAN larga ajratildi.Natijada:Broadcast trafigi kamaytirildi,Tarmoq kolliziyalari oldi olindi va Switch bufer yuklamasi kamaytirildi.Bu Modbus paketlarining kechikishini kamaytirishga xizmat qildi.QoS (Quality of Service) konfiguratsiyasi [5]. Modbus/TCP paketlariga yuqori ustuvorlik berildi. Switch konfiguratsiyasida: DSCP markirovkasi, Priority queue mexanizmi, Traffic shaping qo‘llanildi. Natijada real vaqt trafigi oddiy trafikdan ustun qo‘yildi va kechikish sezilarli kamaytirildi.

Redundant ring topologiya.Tarmoqda ring topologiya joriy etilib, Rapid Spanning Tree Protocol (RSTP) mexanizmi qo‘llanildi.Bu quyidagilarni ta’minladi.Uzilish holatida avtomatik qayta tiklanish.Tarmoq uzluksizligi.Ishonchlilik koeffitsientining oshishi [3].Tarmoq ishonchliligi quyidagi formula bilan baholandi:

$$R = 1 - P_{failure}$$

R –tizim ishonchliligi (reliability)

$P_{failure}$ –nosozlik ehtimoli

Redundant arxitektura orqali umumiy nosozlik ehtimolligi kamaytirildi.Metodikaning afzalligi, Taklif etilgan metodika. Tarmoq yuklamasi

ISSN 3030-3907

ortgan sharoitda barqarorlikni ta’minlaydi.Paket yo‘qotilishini kamaytiradi. Real vaqt boshqaruv tizimlarida aniqlikni oshiradi. Amaliy sanoat tarmoqlarida qo‘llash uchun mos keladi. Tajriba natijalari oddiy (optimallashtirilmagan) tarmoq va taklif etilgan optimallashtirish mexanizmlari joriy qilingan tarmoq o‘rtasida solishtirma tahlil asosida baholandi. Paket yo‘qotilish darajasi Eksperimental o‘lchov natijalari 1-jadvalda keltirilgan.

1-Jadval.

Paket yo‘qotilish darajasi

Tarmoq yuklamasi	Oddiy tarmoq (%)	Optimallashtirilgan (%)	Kamayish darajasi
30%	0.2	0.05	4 barobar
60%	1.8	0.4	4.5 barobar
85%	6.5	1.1	≈5.9 barobar

Natijalardan ko‘rinib turibdiki, yuklama ortishi bilan oddiy tarmoqda paket yo‘qotilishi keskin oshadi. 85% yuklama sharoitida paket yo‘qotilish darajasi 6.5% ga yetgan. Taklif etilgan optimallashtirish mexanizmlari qo‘llanilgandan so‘ng esa shu sharoitda paket yo‘qotilishi 1.1% gacha kamaydi. Foizli samaradorlik hisoblash

85% yuklama sharoitida samaradorlik:

$$\text{Efficiency} = \frac{6.5-1.1}{6.5}\times 100 \approx 83\% \qquad \eta = \frac{Q_{initial} - Q_{loss}}{Q_{initial}}\times 100 \approx 83\%$$

η –samaradorlik(%)

$Q_{initial}$ –boshlang'ich qiymat

Q_{loss} –yo'qotish miqdori

Demak, yuqori yuklama sharoitida paket yo‘qotilishi 83% ga kamaydi. Kechikish (Latency) tahlili

2-Jadval.

O‘rtacha kechikish ko‘rsatkichlari

Yuklama	Oddiy tarmoq (ms)	Optimallashtirilgan (ms)	Kamayish
30%	8	6	25%
60%	24	14	41.6%
85%	75	28	62.7%

Yuqori yuklama sharoitida kechikish 75 ms dan 28 ms gacha kamaydi. 85% yuklama uchun kechikish samaradorligi:

ISSN 3030-3907

$$\text{Reduction} = \frac{75-28}{75} \times 100 \approx 62.7\%$$ Bu real vaqt boshqaruv tizimlari uchun sezilarli yaxshilanish hisoblanadi. Jitter va barqarorlik. Optimallashtirilgan tarmoqda kechikish tebranishi (jitter) ham sezilarli darajada kamaydi. Oddiy tarmoqda maksimal jitter: 18 - 22 ms. Optimallashtirilgan tarmoqda: 6 - 8 ms. Bu esa signal uzatishning barqarorligini oshirdi va real vaqt rejimida ishlovchi tizimlarda xatolik ehtimolini kamaytirdi. O‘tkazuvchanlik (Throughput). Yuqori yuklama sharoitida optimallashtirilgan tarmoqda foydali trafik o‘tkazuvchanligi 12 - 18% ga oshdi. Buning sababi:

VLAN orqali trafik ajratilishi, QoS mexanizmi orqali ustuvorlik berilishi, Paket retransmissionlarining kamayishi.Umumiy samaradorlik bahosi.Tarmoq ishonchlilik koeffitsienti quyidagicha baholandi:

$R = 1 - P_{loss}$ 85% yuklama uchun: Oddiy tarmoq:

R=1−0.065 = 0.935R = 1 - 0.065 = 0.935R = 1−0.065 = 0.935

Optimallashtirilgan tarmoq:

R=1 − 0.011= 0.989R = 1 - 0.011 = 0.989R = 1−0.011 = 0.989

Demak, tizim ishonchliligi 93.5% dan 98.9% gacha oshdi.

NATIJALAR TAHLILI. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki. Paket yo‘qotilishi 4 - 6 barobar kamaydi. Kechikish 2 - 3 barobar qisqardi. Jitter barqarorlashdi. Tarmoq ishonchliligi 5% dan ortiq oshdi. Yuqori yuklama sharoitida tizim barqarorligi sezilarli yaxshilandi.Ayniqsa 85% yuklama sharoitida optimallashtirish mexanizmlarining samaradorligi yaqqol namoyon bo‘ldi. Bu taklif etilgan kompleks yondashuv sanoat real vaqt tizimlarida qo‘llash uchun amaliy jihatdan maqsadga muvofiq ekanligini tasdiqlaydi.

MUHOKAMA. Olingan natijalar sanoat Ethernet tarmoqlarida yuqori yuklama sharoitida yuzaga keladigan asosiy muammo - switch buferlarining to‘lishi va trafik navbatlarining ortib ketishi ekanligini ko‘rsatdi. Bu holat TCP asosidagi Modbus/TCP protokolida retransmission mexanizmining ishga tushishiga olib keladi. Natijada paket yo‘qotilishi, kechikish va jitter ortadi. Ayniqsa 85% yuklama sharoitida oddiy arxitektura real vaqt talablariga javob bera olmay qoladi.Switch buferi va trafik navbatlari ta’siri. Yuqori trafik intensivligi (λ) oshgan sari paketlar kelish tezligi ularni qayta ishlash tezligidan yuqori bo‘lib ketadi. Bu quyidagi muammolarni keltirib chiqaradi. Queue delay ortishi, Buffer overflow,TCP retransmission, End-to-end kechikishning keskin oshishi.Eksperimental natijalar bu jarayonni tasdiqladi: optimallashtirilmagan tarmoqda yuklama ortishi bilan kechikish eksponensial tarzda o‘sdi.VLAN segmentatsiyasi broadcast domenlarini ajratish orqali tarmoqdagi keraksiz trafikni kamaytiradi.Broadcast va multicast trafigi cheklanadi. Switch buferlaridagi

ISSN 3030-3907

ortiqcha yuk kamayadi.Modbus paketlari uchun ishlov berish vaqti qisqaradi. Bu ayniqsa o‘rta va yuqori yuklama sharoitida sezilarli samaradorlik berdi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, VLAN qo‘llanilishi umumiy trafik hajmini 15 - 25% gacha kamaytiradi, bu esa real vaqt paketlari uchun resurs ajratilishini yaxshilaydi [6].QoS (Quality of Service) konfiguratsiyasi Modbus/TCP paketlariga ustuvorlik berish orqali kechikish va jitter ko‘rsatkichlarini barqarorlashtirdi. Priority queue mexanizmi real vaqt trafigini oddiy ofis yoki fon trafigidan ajratib, ularni birinchi navbatda uzatishni ta’minladi.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki: Kechikish 40 - 60% gacha kamaydi. Jitter 3 barobargacha kamaydi. TCP retransmission soni sezilarli kamaydi. Bu real vaqt boshqaruv tizimlari uchun muhim omil hisoblanadi, chunki barqaror kechikish boshqaruv aniqligini ta’minlaydi. Redundant topologiyaning ahamiyati. Redundant ring topologiya va RSTP mexanizmi tarmoq uzilishlarida avtomatik qayta tiklanishni ta’minladi. Oddiy liniyali topologiyada bitta kabel uzilishi butun segmentning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. Redundant arxitektura esa: Uzilish vaqtini minimal darajaga tushiradi.Tizimning mavjudlik (availability) ko‘rsatkichini oshiradi. Ishonchlilik koeffitsientini yaxshilaydi. Nazariy jihatdan tizim ishonchliligi quyidagicha ifodalanadi:

$$R_{total} = 1 - \prod_{i=1}^{n} P_{failure,i} \qquad R_{total} = 1 - \prod P_{failure}$$

R_{total} –umumiy tizim ishonchliligi

$P_{failure,i}$ –i - elementning nosozlik ehtimoli

$\prod$ –ko'paytma operatori (product)

Muhimi shundaki, VLAN, QoS va redundant topologiya alohida qo‘llanganda ham foydali natija beradi, biroq ularni birgalikda qo‘llash sinergetik samaradorlik hosil qiladi. Tadqiqot natijalari ko‘rsatdiki, kompleks optimallashtirish. Paket yo‘qotilishini 80% dan ortiq kamaytirdi. Kechikishni 60% gacha qisqartirdi. Tarmoq ishonchliligini 98% dan yuqori darajaga olib chiqdi. Bu esa sanoat real vaqt tizimlari uchun talab etiladigan deterministik ishlashga yaqin natijani ta’minlaydi. Amaliy ahamiyati. Taklif etilgan yondashuv : Energetika obyektlari,Neft - gaz sanoati,Kimyo ishlab chiqarish.Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyalari,uchun amaliy jihatdan qo‘llash mumkin.Shuningdek, natijalar sanoat tarmoqlarida Modbus/TCP dan foydalanishda trafik boshqaruvi va arxitektura optimallashtirish muhimligini tasdiqlaydi.

XULOSA. Mazkur tadqiqotda sanoat Ethernet tarmoqlarida Modbus/TCP protokoli asosida ma’lumot uzatish jarayonining ishonchliligi kompleks tahlil qilindi hamda uni oshirishga qaratilgan optimallashtirish usuli ishlab chiqildi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, yuqori yuklama sharoitida tarmoqning

ISSN 3030-3907

an’anaviy konfiguratsiyasi real vaqt boshqaruv tizimlari talablariga to‘liq javob bera olmaydi. Ayniqsa switch buferlarining to‘lishi, trafik navbatlarining ortishi va retransmission jarayonlari paket yo‘qotilishi hamda kechikish ko‘rsatkichlarini sezilarli oshiradi. Taklif etilgan kompleks optimallashtirish mexanizmi - VLAN segmentatsiyasi, QoS konfiguratsiyasi va redundant ring topologiya - sanoat tarmog‘ining ishlash samaradorligini sezilarli darajada yaxshiladi.Eksperimental natijalarga ko‘ra:

Paket yo‘qotilishi 5 - 6 barobarga kamaydi (yuqori yuklama sharoitida 83% gacha yaxshilanish kuzatildi). O‘rtacha kechikish 2 - 3 barobarga qisqardi (60% dan ortiq kamayish). Jitter darajasi barqarorlashdi. Tarmoq ishonchlilik koeffitsienti 98% dan yuqori darajaga yetdi. Tizimning umumiy barqarorligi va deterministik ishlash xususiyati yaxshilandi.Bu natijalar taklif etilgan yondashuv sanoat real vaqt boshqaruv tizimlari uchun amaliy jihatdan samarali ekanligini tasdiqlaydi. Ayniqsa yuqori yuklama va intensiv ishlab chiqarish jarayonlarida trafikni boshqarish va ustuvorlik berish mexanizmlarining ahamiyati katta ekanligi aniqlandi.Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundaki, ishlab chiqilgan usul.Energetika va neft-gaz obyektlarida. Kimyo va metallurgiya sanoatida. Avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyalarida.SCADA asosidagi nazorat tizimlarida qo‘llanilishi mumkin. Shuningdek, mazkur ish sanoat tarmoqlarini loyihalashda trafik segmentatsiyasi va ustuvorlik boshqaruvi strategiyalarini joriy etish zarurligini asoslab beradi. Kelgusidagi tadqiqotlarda quyidagi yo‘nalishlarni rivojlantirish maqsadga muvofiq:

Time - Sensitive Networking (TSN) texnologiyasini qo‘llash,Sun’iy intellekt asosida adaptiv trafik boshqaruvi;Kiberxavfsizlik mexanizmlarini integratsiyalash;

Real sanoat obyektlarida keng ko‘lamli tajribaviy sinovlar o‘tkazish. Xulosa qilib aytganda, taklif etilgan optimallashtirish usuli Modbus/TCP asosidagi sanoat Ethernet tarmoqlarida ma’lumot uzatishning ishonchliligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi va real vaqt boshqaruv tizimlarining aniqligi hamda barqarorligini ta’minlashga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Modbus Organization, Modbus Application Protocol Specification V1.1b3, 2012.
2. Modbus Organization, Modbus Messaging on TCP/IP Implementation Guide V1.0b, 2006.
3. W. Stallings, Data and Computer Communications, 10th ed., Pearson, 2014.
4. A. S. Tanenbaum and D. J. Wetherall, Computer Networks, 5th ed., Pearson, 2011.

ISSN 3030-3907

5. .R. Zurawski (Ed.), Industrial Communication Technology Handbook, 2nd ed., CRC Press, 2015.
6. J. P. Thomesse, “Fieldbus Technology in Industrial Automation,” Proceedings of the IEEE, vol. 93, no. 6, pp. 1073–1101, 2005.
7. IEEE Standards Association, IEEE Std 802.3™-2018: Ethernet Standard, 2018.
8. H. Kopetz, Real-Time Systems: Design Principles for Distributed Embedded Applications, Springer, 2011.
9. Cisco Systems, Quality of Service Networking, Cisco Press, 2016.
10. S. Vitturi, M. Luvisotto, and S. Michieletto, “Industrial Communication Systems and Their Future Challenges,” IEEE Industrial Electronics Magazine, vol. 13, no. 4, pp. 6–17, 2019.

ISSN 3030-3907

GOSSIPOLNING 2,5-DIMERKAPTO-1,3,4-TIADIAZOLNI ETILENDIAMINLI KOMPLEKSI BILAN SHIFF ASOSI VA Ni^{2+} METALL TUZI BILAN METALL KOMPLEKSINING MOLEKULYAR DOKINGGI

Anvarbekova Vasila
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
E-mail: anvarbekovavasila@gmail.com
To‘laganova Feruzabonu
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
Mirjalol Jalilov
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
Hamza Toshov
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
E-mail: khamzats1985@gmail.com
Sevinch Siddiqova
O‘zbekiston Milliy universiteti, Universitet ko‘chasi 4, 100174, Toshkent
E-mail: mjkuacuk@gmail.com,

Annotatsiya. Maqolada Gossipolning 2,5-dimerkapto-1,3,4-tiadiazolni etilendiaminli kompleksi bilan Shiff asosi va Ni^{2+} metall tuzi bilan metall kompleksining saraton kasalligiga nisbatan biologik faolligini CB-Dock2 dasturi yordamida o‘rganish natijalari keltirilgan. Bu usul orqali birikmalarning biologik faolligi nazariy baholangan.

Kalit so`zlar: Gossipol, Shiff asosi, Metall kompleksi, Molecular Docking, CB-Dock2, Apoptosis agonist oqsili, biologik faollik.

Аннотация. В статье представлены результаты металлокомплекса госсипола с этилендиамином 2,5-димеркапто-1,3,4-тиадиазола с основанием Шиффа и солью металла Ni^{2+} и исследования биологической активности в отношении рака с использованием программы CB-Dock2. С использованием данного метода проведена теоретическая оценка биологической активности соединений.

Ключевые слова: Госсипол, основание Шиффа, металлокомплекс, молекулярный докинг, CB-Dock2, связывание агонистов апоптоза, биологическая активность

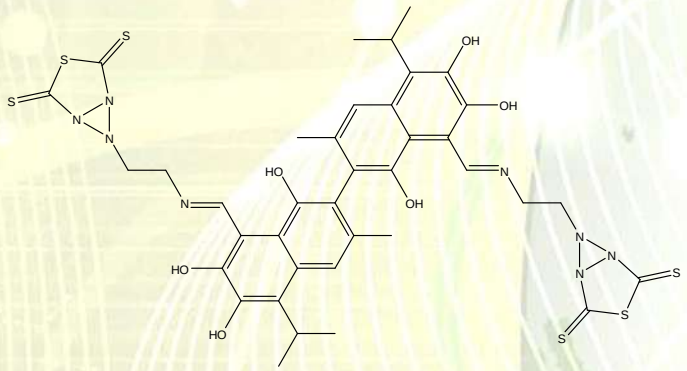
Abstract. The article presents the results of the metal complex of Gossypol with 2,5-dimercapto-1,3,4-thiadiazole ethylenediamine complex with Schiff’s base and Ni^{2+} metal salt and the study of the biological activity of the obtained compound against cancer using the CB-Dock2 program. The biological activity of the compounds was theoretically evaluated using this method.

ISSN 3030-3907

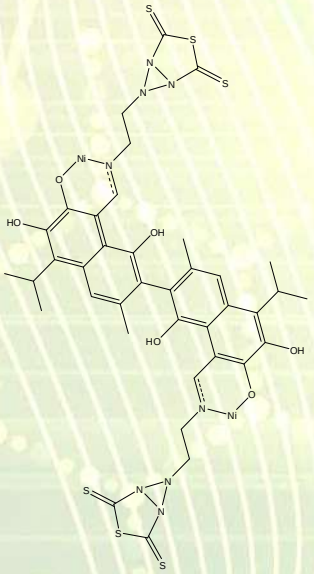
Keywords: Gossypol, Schiff's bases, Metal complex, Molecular Docking, CB-Dock2, Apoptosis agonist binding, biological activity.

KIRISH

Turli kasalliklarni davolashda o‘simlik ekstraktlari sintetik moddalarga qaraganda yuqori biologik sezgirlik, quyi toksiklik va tashqi ta’sirlarga chidamliligi bilan xarakterlanadi. Tibbiyot amaliyotida qo‘llaniladigan dorivor moddalarning uchdan bir qismini o‘simlik moddalaridan ajratib olinadigan dori preparatlari tashkil qiladi va ana shunday birikmalardan biri polifenollar sinfiga mansub bo‘lgan gossipol moddasi hisoblanadi. Gossipol bilan tegishli alifatik aminobirikmalarming Shiff asoslarining metal komplekslarini sintez qilish va ular ichidan yuqori biologik faollikka ega bo‘lganlarini ajratib olish, so‘ng ularni tibbiyot sohasiga qo‘llash uchun dori vositalarni yaratish kimyogarlar oldida turgan muhim muammolardan biri hisoblanadi.



1-rasm. 2,5-dimerkapto 1,3,4-tiadiazolning etilendiaminli Shiff asosi.



2-rasm. 2,5-dimerkapto 1,3,4-tiadiazolni etilendiaminli Shiff asosining $Ni(NO_3)_2*6H_2O$ tuzi bilan hosil qilgan metallokompleksi.

Apoptoz agonisti apoptozni rag‘batlantiradigan yoki qo‘zg‘atuvchi molekula bo‘lib, dasturlashtirilgan hujayra o‘limi deb ham ataladi. Bu hajayrada apoptoz

ISSN 3030-3907

jarayonini faollashtiradigan moddalar yoki molekulalar bo‘lib, ular ko‘pincha onkologiya (saraton kasalliklarini davolash) sohasida o‘rganiladi.

Apoptoz agonistlari hujayrada ikki xil yo‘l orqali ta’sir qiladi:

1. Tashqi yo‘l (death receptor pathway) – TNF (Tumor Necrosis Factor), Fas (CD95), TRAIL kabi retseptorlar orqali ishga tushadi. Apoptoz agonistlari bu retseptorlarga bog‘lanib, kaspaza kasakadini ishga tushiradi.
2. Ichki yo‘l (mitoxondrial pathway) – Bcl-2 oilasi oqsillari, mitoxondriya membranasining o‘zgarishi orqali ishga tushadi.

Apoptoz, ya’ni dasturlashtirilgan hujayra o‘limi, saqlanib qolgan va qat’iy boshqariladigan jarayon bo‘lib, eskirgan, shikastlangan va endi zarur bo‘lmagan hujayralarni yo‘q qilishning asosiy mexanizmi hisoblanadi. Apoptotik signallarni bloklash qobiliyati saratonning asosiy belgisidir va shu bois onkogenez, o‘smani saqlab qolish hamda kimyoterapiyaga chidamlilik uchun muhim ahamiyat kasb etadi [1].

BCL-2 oilasiga mansub oqsillar o‘rtasidagi dinamik bog‘lanish o‘zaro ta’sirlari dasturlashtirilgan hujayra o‘limiga sodiqlikni nazorat qiladi. Ular ikki guruhga bo‘linadi:

- Pro-apoptotik (o‘limni rag‘batlantiruvchi) oqsillar: BAX (BCL-2–associated X protein), BAK (BCL-2 antagonist/killer 1), BAD (BCL-2–associated agonist of cell death), BIM (BCL-2–like 11), NOXA va PUMA (BCL-2 binding component 3).
- Anti-apoptotik (tiriklikni qo‘llab-quvvatlovchi) oqsillar: BCL-2, BCL-XL, BCL-W (BCL-2–like 2), MCL-1 (myeloid cell leukemia sequence 1) va BFL-1 (BCL-2–related protein A1).

Ushbu qarama-qarshi guruhlar o‘rtasidagi muvozanatning o‘zgarishi saraton hujayralariga normal apoptoz jarayonidan qochish va omon qolishda ustunlikka ega bo‘lish imkonini beradi [2,3].

ADABIYOTLAR TAHLILI

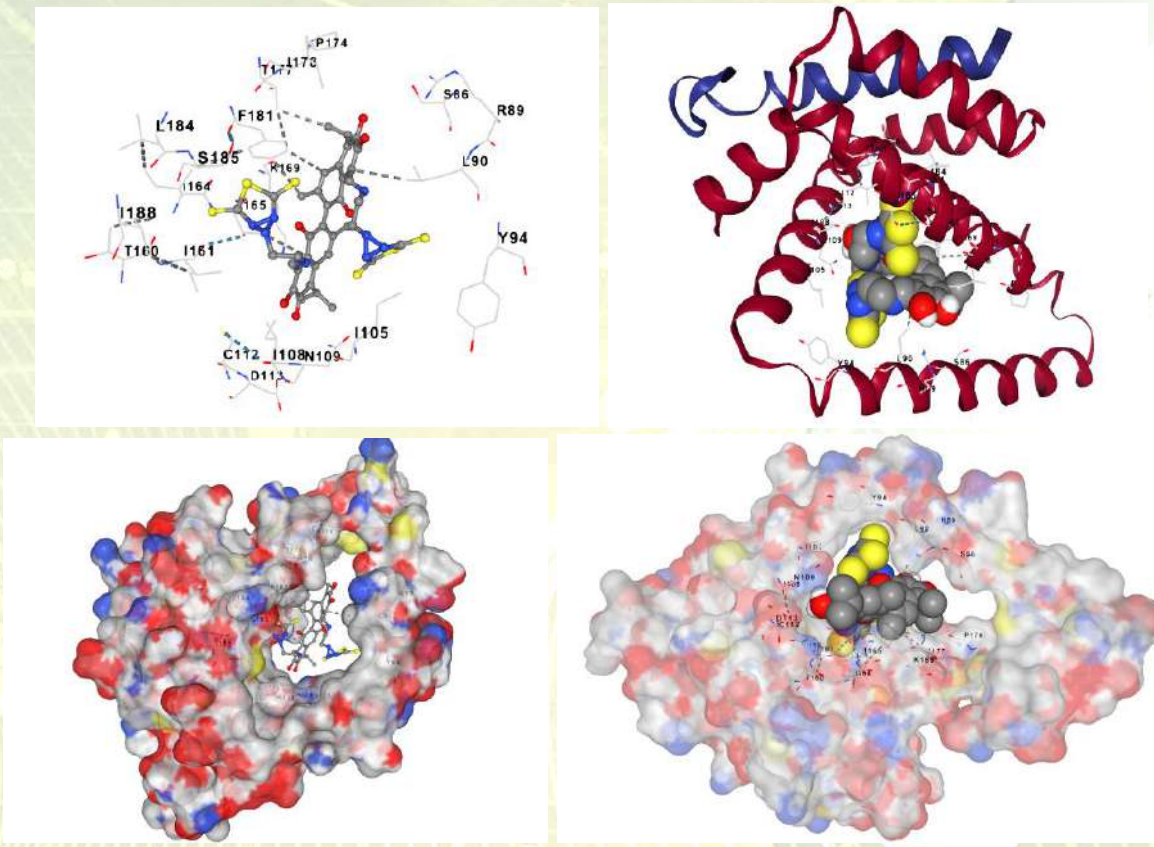
Gossipol hosilalarini sintez qilish va biologik faolligini aniqlashga yo’naltirilgan ilmiy izlanishlar jahonning yetakchi ilmiy markazlari va oliy ta’lim muassasalari, jumladan: University of Leicester (Angliya), Pennsylvania State University College of Medicine (AQSh), Stanford-Burnham Medical Research Institute (AQSh), The University of Texas (AQSh), Virginia Common wealth University (AQSh), Institute of Molecular Medicine (AQSh), University of South Florida, University of Michigan Medical School (AQSh), NCAUR, ARS (AQSh), Institut für Physiologie und Biotechnologieder Pflanzen (Germaniya), Incheon National University (Koreya), Universidade Federal de Minas Gerais (Braziliya), Institute of Basic Medical Sciencesda olib borilmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

ISSN 3030-3907

Sintez qilingan Shiff asosi va metallokompleksning Apoptosis agonistga faolligi Pass Online dasturi yordamida o‘rganilganda, Shiff asosining faolligi Pa=0.667 (ya’ni 66.7% ehtimollik bilan faol), metallokompleksning faolligi Pa=0.636 (ya’ni 63.6% ehtimollik bilan faol) ekanligi aniqlandi.

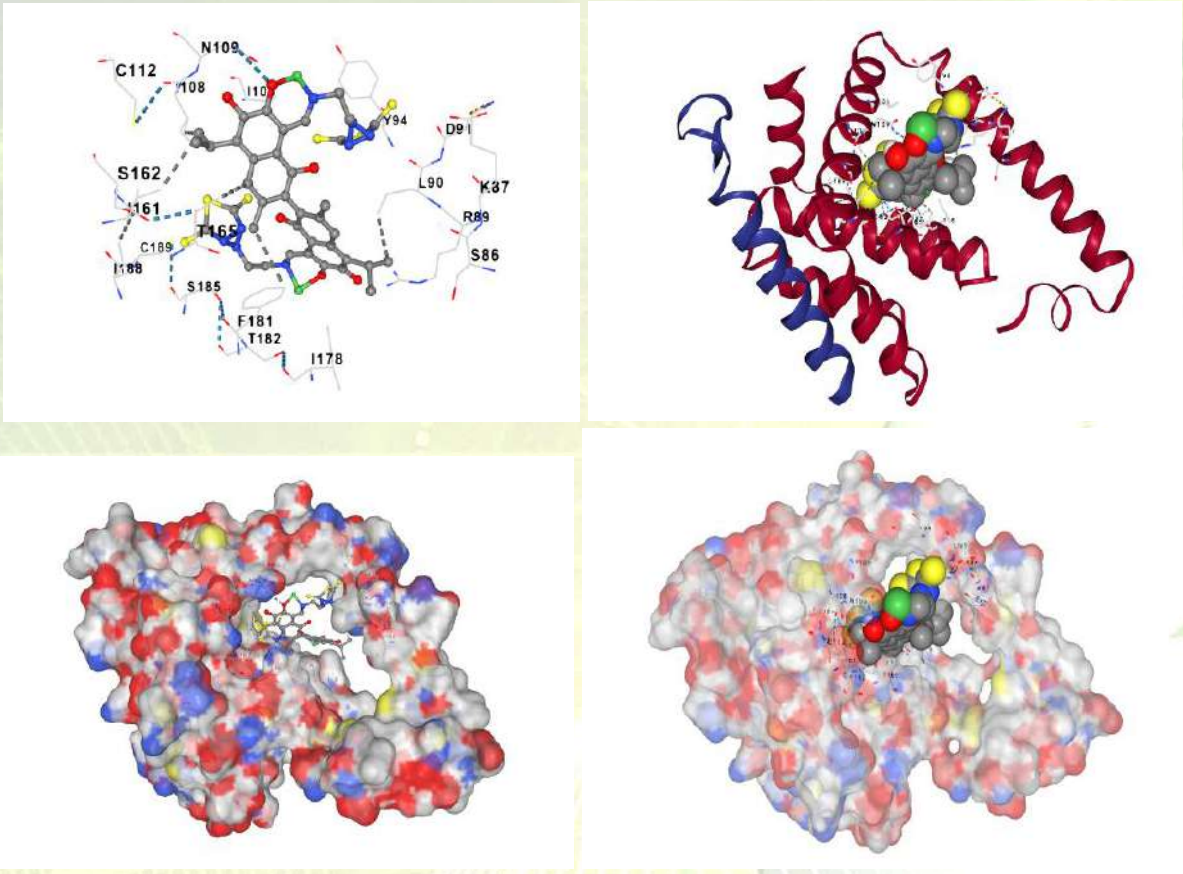
MUHOKAMA VA NATIJALAR



3-rasm. 2,5-dimerkapto 1,3,4-tiadiazolning etilendiaminli Shiff asosining Apoptosis agonist oqsili (5AJJ) bilan CB-Dock2 dasturida olingan natijalari

Sintez qilingan Shiff asosi Apoptosis agonist oqsili (5AJJ) bilan o‘zaro ta’sirlanish qobiliyati CB-Dock2 dasturi orqali o‘rganildi. Energiya natijalari ligandning oqsil nishoni bilan bog‘lanish affinitetini aniqlashda asos bo‘ldi. Natijaga ko‘ra, 2,5-dimerkapto 1,3,4-tiadiazolning etilendiaminli Shiff asosi 5AJJ bilan -7.7 kcal/mol bog‘lanish energiyasini namoyon qildi. Kompleksda bir nechta barqaror o‘zaro ta’sirlar kuzatildi. [THR]177 qoldig‘ining yon zanjiridagi CG2 atomi ligandning uglerod atomlari bilan ([UNL1]1:A.C/1) gidrofobik bog‘lanish hosil qilgan bo‘lsa, [ILE-161] qoldig‘ining karbonil kislorod atomlari [THR-165] yon zanjirining gidroksil guruhi bilan vodorod bog‘i hosil qildi. Bu o‘zaro ta’sirlar ligandning faol markazdagi to‘g‘ri joylashuvini va kompleksning umumiy barqarorligini ta’minladi.

ISSN 3030-3907



4-rasm. 2,5-dimerkapto 1,3,4-tiadiazolni etilendiaminli Shiff asosining $Ni(NO_3)_2*6H_2O$ tuzi bilan hosil qilgan metallokompleksi bilan Apoptosis agonist oqsili (5AJJ) ning CB-Dock2 dasturida olingan natijalari

Sintez qilingan metallokompleksning ham Apoptosis agonist oqsili (5AJJ) bilan o‘zaro ta’sirlanish qobiliyati CB-Dock2 dasturi orqali o‘rganildi. Natijaga ko‘ra, 2,5-dimerkapto 1,3,4-tiadiazolni etilendiaminli Shiff asosining $Ni(NO_3)_2*6H_2O$ tuzi bilan hosil qilgan metallokompleksi 5AJJ bilan -9.0 kcal/mol bog‘lanish energiyasini namoyon qildi. Natijalar tahlili shuni ko‘rsatdiki,ligand va oqsil o‘rtasida bir nechta asosiy o‘zaro ta’sirlar hosil bo‘lgan. Xususan, [UNL1] va [ASN]109 qoldiqlari o‘rtasida vodorod bog‘i qayd etildi. Bundan tashqari, [ILE]161 va [UNL1] orasida gidrofob bog‘lanish, [LYS]87 hamda [ASP]91 qoldiqlari o‘rtasida esa ionik o‘zaro ta’sir shakllandi. Ushbu o‘zaro ta’sirlar ligandning faol markazdagi optimal joylashuvini ta’minlab, kompleksning umumiy barqarorligini kuchaytirgan.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O‘tkazilgan molekulyar docking tahlillari natijalariga ko‘ra, ikkala kompleks ham oqsilning faol markazi bilan barqaror o‘zaro ta’sirlarni hosil qilishi aniqlandi. Shiff asosi uchun bog‘lanish energiyasi −7.7 kcal/mol deb topilgan bo‘lsa, Metallokompleksda ushbu qiymat yanada yaxshiroq bo‘lib, −9.0 kcal/mol ni tashkil etdi. Energiya qiymatlarining solishtirilishi metallokompleksning

ISSN 3030-3907

nisbatan yuqoriroq bog‘lanish affinitetiga egaligini va faol markazda yanada mustahkam joylashuv hosil qilishini ko‘rsatadi. Shu bois, metallokompleks potensial inhibitiv faollik nuqtai nazaridan ustunroq hisoblanadi.

Apoptoz agonistlari sifatida bunday barqaror ligand–oqsil komplekslari saraton hujayralarida dasturlashtirilgan hujayra o‘limi (apoptoz) jarayonini faollashtirish orqali terapevtik samaradorlikni oshirishi mumkin. Ayniqsa, 2,5-dimerkapto 1,3,4-tiadiazolni etilendiaminli Shiff asosining $Ni(NO_3)_2*6H_2O$ tuzi bilan hosil qilgan metallokompleksining yuqori bog‘lanish affiniteti uni kelgusida apoptoz induksiyasiga qaratilgan molekulyar tadqiqotlar va onkologik dori-darmonlar dizaynida istiqbolli nomzod sifatida ko‘rib chiqish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Hanahan, D. & Weinberg, R.A. The hallmarks of cancer. Cell 100, 57–70 (2000).
2. Adams, J.M. & Cory, S. The Bcl-2 apoptotic switch in cancer development and therapy. Oncogene 26, 1324–1337 (2007).
3. Youle, R.J. & Strasser, A. The BCL-2 protein family: opposing activities that mediate cell death. Nat. Rev. Mol. Cell Biol. 9, 47–59 (2008).

ISSN 3030-3907

SATIRICAL ELEMENTS IN THE PICTURE OF DORIAN GRAY AND UZBEK SATIRICAL PROSE

Abdullaeva Iroda Murotovna

Uzbek State University of World Languages Teacher

Abstract. This article presents a comparative analysis of satirical elements in Oscar Wilde's *The Picture of Dorian Gray* and the works of Uzbek satirical prose, particularly focusing on Abdulla Qahhor's writings. While Wilde's novel is traditionally examined through the lens of aestheticism and decadence, it contains significant satirical components targeting Victorian hypocrisy, aristocratic vanity, and the moral contradictions of a society obsessed with appearance. Parallels are drawn with Uzbek satirical tradition, where writers like Abdulla Qahhor similarly employed irony, allegory, and grotesque to critique social injustices, bureaucratic absurdity, and moral decay under the constraints of censorship. The study examines how both traditions use satire as a vehicle for social criticism while adapting their techniques to specific cultural and political contexts. Special attention is paid to typological similarities in artistic devices-paradox, irony, symbolism, and the mask motif-as well as divergent approaches shaped by distinct historical circumstances. The findings reveal that despite differences in cultural frameworks, both Wilde and Uzbek satirists deploy satire to expose the gap between appearance and reality, challenging readers to recognize uncomfortable truths about their societies.

Keywords: satire, Oscar Wilde, *The Picture of Dorian Gray*, Uzbek literature, Abdulla Qahhor, comparative analysis, Victorian hypocrisy, social criticism, irony, grotesque.

Аннотация. В данной статье представлен сравнительный анализ сатирических элементов в романе Оскара Уайльда «Портрет Дориана Грея» и произведениях узбекской сатирической прозы, с особым акцентом на творчестве Абдуллы Каххора. Хотя роман Уайльда традиционно рассматривается через призму эстетизма и декаданса, он содержит значительные сатирические элементы, направленные против викторианского лицемерия, аристократического тщеславия и моральных противоречий общества, одержимого внешним видом. Проводятся параллели с узбекской сатирической традицией, где такие писатели, как Абдулла Каххор, также использовали иронию, аллегорию и гротеск для критики социальной несправедливости, бюрократического абсурда и морального разложения в условиях цензуры. В исследовании рассматривается, как обе традиции используют сатиру как средство социальной критики, адаптируя свои методы к конкретным культурным и политическим контекстам. Особое внимание уделяется типологическим сходствам в художественных приемах -

ISSN 3030-3907

парадоксу, иронии, символизму и мотиву маски, - а также различным подходам, сформированным различными историческими обстоятельствами. Результаты показывают, что, несмотря на различия в культурных рамках, как Уайльд, так и узбекские сатирики используют сатиру, чтобы обнажить разрыв между видимостью и реальностью, побуждая читателей распознать неудобные истины об их обществах.

Ключевые слова: сатира, Оскар Уайльд, «Портрет Дориана Грея», узбекская литература, Абдулла Каххор, сравнительный анализ, викторианское лицемерие, социальная критика, ирония, гротеск.

Annotatsiya. Ushbu maqolada Oskar Uayldning "Dorian Greyning surati" romanidagi satirik elementlar va o‘zbek satirik nasrining qiyosiy tahlili keltirilgan bo‘lib, Abdulla Qahhor ijodiga alohida e'tibor qaratilgan. Uayldning romani an'anaviy ravishda estetika va dekadensiya prizmasidan qaralsa-da, unda Viktoriya davri ikkiyuzlamachiligi, aristokratik behudalik va tashqi ko‘rinishga berilib ketgan jamiyatning axloqiy qarama-qarshiliklariga qarshi qaratilgan muhim satirik elementlar mavjud. O‘zbek satirik an'analari bilan o‘xshashliklar mavjud bo‘lib, unda Abdulla Qahhor kabi yozuvchilar ijtimoiy adolatsizlik, byurokratik absurdlik va tsenzura ostidagi axloqiy tanazzulni tanqid qilish uchun istehzo, allegoriya va groteskdan ham foydalanganlar. Tadqiqotda ikkala an'ana ham satiradan ijtimoiy tanqid vositasi sifatida qanday foydalanishi, o‘z usullarini muayyan madaniy va siyosiy kontekstlarga moslashtirishi o‘rganiladi. Badiiy texnikalardagi tipologik o‘xshashliklarga - paradoks, istehzo, simvolizm va niqob motiviga, shuningdek, turli tarixiy sharoitlar bilan shakllangan turli yondashuvlarga alohida e'tibor qaratiladi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, madaniy farqlarga qaramay, Uayld ham, o‘zbek satiriklari ham tashqi ko‘rinish va voqelik o‘rtasidagi tafovutni ochib berish uchun satiradan foydalanadilar va o‘quvchilarni o‘z jamiyatlari haqidagi noqulay haqiqatlarni tan olishga undaydilar.

Kalit so‘zlar: satira, Oskar Uayld, Dorian Greyning surati, o‘zbek adabiyoti, Abdulla Qahhor, qiyosiy tahlil, Viktoriya ikkiyuzlamachiligi, ijtimoiy tanqid, istehzo.

INTRODUCTION.

Satire, as a literary mode, possesses a unique capacity to entertain while simultaneously delivering incisive social critique. Its dual nature-simultaneously amusing and unsettling—allows writers to penetrate those spheres of social life that resist direct didactic address. Oscar Wilde's *The Picture of Dorian Gray* (1890) and the satirical prose of Uzbek writers, particularly Abdulla Qahhor (1907–1968), represent two distinctive manifestations of this literary impulse, emerging from

ISSN 3030-3907

vastly different cultural and historical contexts yet revealing surprising parallels in their critical orientations and artistic methods.

The Picture of Dorian Gray has traditionally been interpreted through the framework of aestheticism and decadence, as a novel that both embodies and interrogates the philosophy of "art for art's sake." However, as Hayley Billet's thesis argues, "Wilde uses gothic themes in *Dorian Gray* to insert his social critiques and aesthetic beliefs" . The novel operates on multiple levels: it is simultaneously a gothic tale, a philosophical meditation on beauty and morality, and a sharp satire of Victorian society's superficiality and hypocrisy .

Parallel to this, Uzbek satirical prose of the twentieth century, exemplified by Abdulla Qahhor's masterful short stories and novellas, developed sophisticated techniques for social criticism under conditions of censorship and political constraint. As Sojida Amirova notes in her comparative study, "Despite the universal role of satire as a tool for critique and reform, the historical, cultural, and linguistic contexts of each tradition have shaped distinct stylistic and philosophical approaches to the genre" .

The relevance of this comparative study lies in its potential to illuminate both the universal mechanisms of satirical critique and the culturally specific forms they assume. The aim of this article is to identify and analyze the satirical elements in Wilde's novel and Uzbek satirical prose, examining their shared critical targets, comparable artistic devices, and divergent strategies shaped by their respective cultural and political contexts.

Satire, as defined by classical and modern theorists, employs humor, irony, exaggeration, and ridicule to expose and criticize human vices, foolishness, and social injustices. Baltabaeva's pragmatic discourse analysis emphasizes that "satire in literature and drama can be found throughout the major eras of human history, and highlights the social and political issues of the time" . Its essential functions include: exposing and critiquing social, political, religious, and moral flaws; engaging readers through wit and humor; and challenging power structures through indirect means .

Amirova's comparative research identifies several key functions of satire shared across literary traditions: "Satire serves as a reflective and corrective force, drawing attention to societal flaws, political injustices, and ethical inconsistencies" . These universal functions manifest differently depending on cultural contexts, historical circumstances, and linguistic resources.

Mikhail Bakhtin's concept of the "carnivalesque" provides a valuable framework for understanding satirical mechanisms across cultures. As Amirova observes, "Both English and Uzbek literary traditions utilize the carnivalesque to

ISSN 3030-3907

invert social hierarchies and undermine hegemonic discourse through laughter, irony, and grotesque imagery" . In English literature, this inversion often assumes theatrical, public forms—Shakespeare's jesters, Wilde's dandy characters. In Uzbek tradition, the carnivalesque manifests through *maskarabozlik* (folk comedy) and oral storytelling traditions where humor operates within communal settings like mahallas.

Baltabaeva's pragmatic approach illuminates how satire functions as a communicative strategy. Satirical texts frequently violate Grice's Cooperative Principle—particularly the maxims of quality and manner—not to deceive but to signal irony and provoke inference . This is especially relevant for understanding how satirists operating under censorship, like Uzbek writers during the Soviet period, developed sophisticated techniques of indirection and allegory.

Wilde's novel presents a systematic satire of Victorian high society, exposing its superficiality, hypocrisy, and moral bankruptcy. The literary analysis from LitCharts identifies how "Wilde makes frequent use of satire to lampoon the superficial nature of Victorian society, depicted in all its inauthentic glory throughout *The Picture of Dorian Gray*". This satirical lens is evident from the novel's opening chapters.

Basil Hallward's description of Lady Brandon's party exemplifies Wilde's technique:

"Two months ago I went to a crush at Lady Brandon's. You know we poor artists have to show ourselves in society from time to time, just to remind the public that we are not savages. With an evening coat and a white tie, as you told me once, anybody, even a stock-broker, can gain a reputation for being civilized".

The passage operates through multiple layers of irony. Basil's words "exaggerate the conceited nature of his peers, sarcastically suggesting that all he needs is proper evening wear to convince others of his sophistication". The equation of artists and stockbrokers as equally "savage" beneath their civilized veneer exposes the arbitrariness of social distinctions based on appearance rather than substance.

The party scene in Chapter 3 extends this critique. Wilde describes how "reality entered the room in the shape of a servant to tell the duchess that her carriage was waiting. She wrung her hands in mock despair" . The duchess's performative distress, her concern that her fragile bonnet cannot withstand a "scene" with her husband, and her paradoxical farewell to Lord Henry as "quite delightful and dreadfully demoralizing" all underscore "the detachment with which the ruling elite view their world". As the analysis concludes, "this patrician class appears permanently aloof, vapid, and exempt from real responsibility".

ISSN 3030-3907

The magical portrait itself functions as a powerful satirical symbol. It serves as what Baltabaeva would term a "pragmatic trigger"-an artistic device that compels readers to recognize the gap between appearance and reality . While Dorian maintains his youthful beauty, the portrait records the moral degradation hidden from society. This inversion-the true self revealed in art while the public face remains pristine-satirizes Victorian society's obsession with external respectability at the expense of inner virtue.

SuperSummary's thematic analysis emphasizes that "The Picture of Dorian Gray, like F. Scott Fitzgerald's The Great Gatsby, is a satire, a cautionary tale about the excesses and destructiveness of the aristocratic class" . Vanity, the analysis argues, functions as "a tempting and socially-sanctioned vice within the aristocracy that leads to a reckless and destructive selfishness" . The wealthy society that worships Dorian based solely on his appearance is "equally implicated in the man's sordid destructiveness and downfall" .

Lord Henry Wotton serves as the novel's primary vehicle for satirical commentary. His paradoxical aphorisms-"The only way to get rid of a temptation is to yield to it"-function not merely as expressions of hedonistic philosophy but as instruments for exposing Victorian hypocrisy. Through Lord Henry, Wilde articulates truths that respectable society suppresses, using wit as a weapon against conventional morality.

Billet's thesis emphasizes that Wilde's deployment of satire operates alongside his aesthetic arguments: "In chapter one, I argue that Wilde uses gothic themes in Dorian Gray to insert his social critiques and aesthetic beliefs" . The gothic elements-the supernatural portrait, the hidden corruption, the Faustian bargain-provide a framework within which Wilde can explore the consequences of aestheticism divorced from ethics, while simultaneously satirizing the society that makes such a experiment conceivable.

The tragic story of Sybil Vane reveals another dimension of Wilde's satire. Dorian's attraction to her rests entirely on her artistic performances; when her acting fails, his love evaporates instantly. As SuperSummary notes, "the most pronounced victim of Dorian's reckless vanity is the penniless Sybil Vane, whose station in life prevents her and her family from securing justice through legal means" . Dorian's wealth and status enable him to destroy Sybil with impunity, protected by "his seemingly endless riches, which grant him both immediate respectability and status, and the means to cover his tracks and broker power" . This episode satirizes the class privileges that insulate the wealthy from consequences available to ordinary citizens.

ISSN 3030-3907

Uzbek satirical tradition draws upon rich classical and folkloric sources while adapting to the political constraints of the Soviet era and beyond. Amirova's research explains that "historically constrained by autocratic rule, censorship, and cultural norms emphasizing harmony and respect for authority, Uzbek satire tends toward allegory, indirectness, and ethical subtlety".

This tradition has deep roots. Alisher Navoi, writing in the fifteenth century, "employed didactic narratives and allegorical characters to critique moral and social decay. His satire, embedded in Sufi metaphysics, seeks spiritual refinement rather than political upheaval". The classical emphasis on moral instruction through indirection established patterns that later satirists would adapt to new circumstances.

Abdulla Qahhor (1907–1968) stands as the preeminent figure of Uzbek satirical prose in the twentieth century. According to the Great Soviet Encyclopedia, Qahhor "was first published in 1924 as a topical satirist and feuilletonist. He later began to work in the short story genre and did much for the development of this genre in Soviet Uzbek literature" . His works include satirical masterpieces such as "The Little Bird" (1958) and "The Scorpion from the Altar" (1960).

Christopher Fort's biographical research reveals the complexity of Qahhor's position within Soviet literary institutions. By the mid-1950s, Qahhor began to cultivate an image as "a writer of conscience who gives voice to harsh and uncomfortable truths, to things that most suspect to be true but are not brave enough to speak of them for fear of offending sensibility or the powers that be". This self-presentation—as a truth-teller operating within the system-illuminates the strategic position of the satirist under authoritarian conditions.

Qahhor's literary autobiography, *Tales from the Past* (1966), presents this image explicitly. As Fort describes, the novella portrays Qahhor's family as "foreigners" (*kelgindi*) wherever they go, cast out from conservative communities for their progressive ideas. This outsider status enables the perspective of "the perfect outsider observer" who can uncover hidden strata of corruption and backwardness beneath surface respectability . The parallel with Wilde's critical perspective on Victorian society—from within yet somehow apart-is striking.

Amirova's analysis identifies key features of Qahhor's satirical method: "Abdulla Qahhor's short stories illustrate the strategic ambiguity of satire under authoritarian regimes. His narratives, though humorous on the surface, carry underlying critiques of bureaucratic absurdity and ideological hypocrisy".

In "The Little Bird" (*Qo'shchinordagi chiroqlar*), Qahhor portrays an opportunist who exploits the rhetoric of public service for personal advancement.

ISSN 3030-3907

The protagonist's self-deception-his capacity to believe his own pretenses while pursuing selfish ends—mirrors the gap between appearance and reality that Wilde explores through Dorian Gray. Qahhor's irony operates through this disjunction, inviting readers to recognize similar tendencies in themselves and their society.

"The Scorpion from the Altar" (*Mehrobdan chayon*) represents Qahhor's most ambitious satirical work, exposing religious hypocrisy and showing how genuine spiritual impulses can be corrupted by greed, envy, and power. As Amirova notes, Qahhor's satire "aims to mend rather than dismantle, to realign the individual within the community through moral persuasion rather than polemical attack". This ethical orientation distinguishes Uzbek satire's constructive intent from the more purely corrosive potential of Western satirical traditions.

The conditions of Soviet censorship necessitated sophisticated techniques of indirection. As Amirova explains, "Thus, the aesthetic of indirection, allegory, and double-voiced discourse became not only a stylistic choice but a survival strategy". Uzbek satirists learned to embed critique within culturally resonant forms-proverbs, folk tales, historical allegories-that could be read on multiple levels.

Baltabaeva's pragmatic analysis elaborates on this phenomenon: "In Uzbek and Karakalpak literature, satire often manifests through subtle irony and metaphor, reflecting a historically cautious approach to political commentary. The writers such as Abdulla Qodiriy veil criticism of social injustice, hypocrisy, or bureaucratic inefficiency under layers of allegory and culturally resonant proverbs".

This indirection serves multiple functions: it protects the author from direct retaliation, it rewards sophisticated readers who can decode the critique, and it creates community among those who share the interpretive framework. The parallel with Wilde's use of paradox and irony—techniques that similarly require active reader participation to unpack meaning—reveals a deeper structural similarity between the two traditions.

Both Wilde and Uzbek satirists target the gap between appearance and reality as a fundamental source of social hypocrisy. In *The Picture of Dorian Gray*, this manifests through the contrast between Dorian's preserved beauty and the portrait's hidden corruption. In Qahhor's satire, it appears in the contrast between professed public virtue and actual private behavior—the bureaucrat who serves himself while claiming to serve the people, the religious figure who exploits piety for personal gain.

Both traditions also critique the moral bankruptcy of privileged classes. Wilde exposes the "vapid" and "aloof" aristocracy whose detachment from reality enables their moral irresponsibility . Qahhor similarly targets the bureaucratic elite

ISSN 3030-3907

whose privileges insulate them from the consequences of their decisions. As Amirova notes, both traditions use satire as "a mirror held up to the world—not only reflecting its absurdities but offering a path to awareness and, ideally, reform" .

Despite these shared concerns, significant differences emerge from distinct cultural and political contexts. Amirova's comparative framework illuminates these divergences:

"English satire often emerges from a tradition of empiricism and liberal critique, where individual reason and freedom of speech are paramount. Hence, its satire tends to be outward, aggressive, and system-challenging. Uzbek satire, conversely, reflects a collectivist worldview shaped by Islamic ethics and Sufi philosophy. It aims to mend rather than dismantle, to realign the individual within the community through moral persuasion rather than polemical attack".

This philosophical difference manifests in tone and method. English satire, including Wilde's, can be more directly confrontational, benefiting from "relatively stable legal protections for free speech, allowing writers and artists to be openly critical of power". Uzbek satire, historically operating under autocratic control, developed "the aesthetic of indirection, allegory, and double-voiced discourse" as both stylistic choice and survival strategy.

Language itself shapes satirical expression in distinctive ways. Amirova observes that "English satire benefits from the syntactic sharpness and polysemous potential of the English language, allowing authors to create complex layers of meaning with brevity. The pun, paradox, and antithesis are key rhetorical tools". Wilde's mastery of paradox—perhaps his most characteristic device-exemplifies this linguistic resource.

"In contrast, Uzbek satire draws heavily from classical poetic forms, proverbs, and idioms. The richness of metaphor and the rhythm of the language add an aesthetic dimension that deepens the impact of satire. This poeticism enhances the tradition's moral and spiritual underpinnings". Qahhor's prose, while innovative in its realism, maintains connection with these traditional resources, embedding critique within culturally familiar patterns.

The symbolic devices employed by both traditions reveal striking parallels. Wilde's portrait functions as what Baltabaeva would term an "implicature"—a device that conveys meaning indirectly, requiring reader inference to decode . The portrait "says" what cannot be spoken directly: that Dorian's beauty conceals corruption, that society's admiration is misplaced, that the aesthetic life divorced from ethics leads to destruction.

ISSN 3030-3907

Uzbek satire similarly employs symbolic devices-the scorpion hidden in the altar, the little bird that seems harmless but carries meaning. These symbols operate through cultural resonance, drawing on traditional associations to convey critique that cannot be stated explicitly. In both cases, the symbol creates a space for shared understanding between author and reader, a community of interpretation that recognizes the gap between surface meaning and deeper truth.

Both traditions affirm satire's essential function as social conscience. Amirova articulates this shared understanding: "Whether through the dystopian realism of Orwell or the allegorical parables of Qahhor, satire remains a mirror held up to the world—not only reflecting its absurdities but offering a path to awareness and, ideally, reform" .

Wilde's novel, despite its aesthetic sophistication, ultimately serves this moral function. The destruction of Dorian Gray demonstrates the impossibility of separating beauty from ethics, art from life. The portrait that finally reveals his true nature enforces a judgment that society could not see. In this sense, the novel itself becomes a kind of portrait, holding up a mirror to Victorian society and forcing recognition of its hidden deformities.

The political contexts of each tradition shape the possibilities and limits of satirical critique. English satire, operating in relative freedom, can push boundaries more aggressively. Yet even Wilde faced censorship and moral condemnation; *The Picture of Dorian Gray* was used as evidence against him at his trial. The novel's exploration of same-sex desire and its critique of conventional morality provoked scandal and legal consequences.

Uzbek satire, operating under more severe constraints, developed greater subtlety but also faced genuine dangers. As Amirova notes, "the fear of reprisal continues to constrain explicit critique, and self-censorship is widespread" even in contemporary contexts . Yet "despite these limitations, the creativity and cultural fluency" of satirists reflect the genre's resilience and adaptability .

The comparative study of these traditions reveals satire's enduring relevance as a mode of social criticism. As Baltabaeva's research emphasizes, "the social impact of satire depends not only on the writer's linguistic creativity but also on the audience's ability to interpret pragmatic signals. When successful, satire serves as a powerful tool for social change, raising awareness about inequality, injustice, or corruption through an accessible and often entertaining medium" .

Wilde's satire of Victorian hypocrisy continues to resonate because the human weaknesses he exposed-vanity, hypocrisy, the worship of appearance—remain relevant. Qahhor's critique of bureaucratic absurdity and moral decay similarly transcends its Soviet context, speaking to universal patterns of human

ISSN 3030-3907

behavior. Both traditions demonstrate that satire, at its best, addresses not merely local and temporary targets but the perennial failings of human nature.

CONCLUSION.

The comparative analysis of satirical elements in Oscar Wilde's *The Picture of Dorian Gray* and Uzbek satirical prose reveals both profound affinities and significant divergences. Both traditions employ satire to expose the gap between appearance and reality, to critique the moral bankruptcy of privileged classes, and to hold up a mirror to society's hidden deformities. Both utilize sophisticated artistic devices-irony, paradox, symbolism, the grotesque-to convey critique while engaging readers in active interpretation.

Yet the differences are equally instructive. Wilde's satire, emerging from English traditions of liberal critique and relatively free expression, can be more direct, more paradoxically playful, more willing to challenge systems openly. Uzbek satire, shaped by centuries of autocratic rule and sophisticated traditions of indirection, developed techniques of allegory and double-voiced discourse that enable critique within constraints. The one shocks and provokes; the other guides and instructs. The one exposes the emptiness of aristocratic pretension; the other seeks to realign individuals within community through moral persuasion.

Both traditions, however, affirm what Amirova identifies as satire's essential function: "to serve as society's conscience". Whether through the gothic symbolism of Wilde's portrait or the folk wisdom of Qahhor's parables, satire "destabilizes complacency, questions certainty, and engages readers in the ethical dilemmas of their time".

This comparative study thus illuminates not only two distinct literary traditions but the universal human need for critical self-examination that satire fulfills. In holding up mirrors to their respective societies, Wilde and the Uzbek satirists reveal truths that transcend cultural boundaries—about vanity and hypocrisy, about the corruptions of power and privilege, about the enduring gap between how we appear and who we really are. Their works remind us that satire, in all its cultural variations, serves a fundamental human purpose: to help us see ourselves more clearly, and perhaps, to become better than we are.

REFERENCES:

1. Billet, H. (2022). *The portrait of a true artist: aesthetics and social critiques in the works of Oscar Wilde* [Master's thesis, Millersville University].
2. Amirova, S. S. (2025). The aesthetic function of satire in Uzbek and English literature. *Science and Innovation*, 3(28), 9–12.

ISSN 3030-3907

3. Baltabaeva, G. K. (2025). A pragmatic discourse analysis of satire: Comparative study of Uzbek, Karakalpak, Russian and English satirists. *International Journal of Artificial Intelligence*, 1(5), 1340–1345.
4. LitCharts. (n.d.). *The Picture of Dorian Gray: Satire*. Retrieved from https://www.litcharts.com/lit/the-picture-of-dorian-gray/literary-devices/satire
5. SuperSummary. (n.d.). *The Picture of Dorian Gray themes*. Retrieved from https://www.supersummary.com/picture-dorian-gray/themes/
6. Fort, C. (n.d.). Abdulla Qahhor's Tales from the Past. *Austrian Academy of Sciences*. The Great Soviet Encyclopedia. (1979). Abdulla Kakhkhar.
7. Uzbek State University of World Languages. (2024). Scientific Council meeting announcement.

ISSN 3030-3907

AXBOROT XAVFSIZLIGINI TA’MINLASHDA DASTURIY TA’LIM VOSITALARIDAN FOYDALANISHNING PEDAGOGIK ASOSLARI

Bobobekov Shokir Ravshanovich
Jizzax Sambhram universiteti katta o‘qituvchisi
E-mail: sh.r.bobobekov16@gmail.com
Sindorqul Ibragimovich Qulmamatov
Guliston davlat pedagogika instituti pedagogika fanlari nomzodi, dotsent

Annotatsiya. Maqolada raqamli jamiyat sharoitida oliy ta’lim muassasalari talabalarining axborot xavfsizligi bo‘yicha kompetentligini shakllantirishning pedagogik asoslari tadqiq etilgan. O‘qitishda real kiberxavf jarayonlarini modellashtirishga asoslangan amaliy yondashuvning zarurati ilmiy asoslangan. Tadqiqot obyekti sifatida ishlab chiqilgan 14 ta funksional modulni o‘z ichiga olgan "CyberEdu" dasturiy vositalar kompleksi tahlil qilingan. Dasturning har bir moduli pedagogik, didaktik va psixologik yondashuvlar integratsiyasi nuqtai nazaridan yoritilgan. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, amaliy va simulyatsion dasturiy muhit talabalarda mustaqil qaror qabul qilish va kiberhujumlarni bartaraf etish malakasini sezilarli darajada oshirdi.

Kalit so‘zlar: Raqamli ta’lim, axborot xavfsizligi, dasturiy ta’lim vositasi, pedagogik modellashtirish, kiberxavfsizlik kompetentligi, simulyatsion ta’lim, kriptografiya, ijtimoiy muhandislik, Virtual laboratoriya, Kiber poligon.

Аннотация. В статье исследуются педагогические основы формирования компетенций в области информационной безопасности у студентов высших учебных заведений в условиях цифрового общества. Научно обоснована необходимость практического подхода к обучению, основанного на моделировании реальных процессов киберугроз. В качестве объекта исследования проанализирован разработанный программный комплекс «CyberEdu», включающий 14 функциональных модулей. Каждый модуль программы освещен с точки зрения интеграции педагогических, дидактических и психологических подходов. Результаты показывают, что практическая и симуляционная программная среда значительно повысила навыки студентов по самостоятельному принятию решений и отражению кибератак.

Ключевые слова: Цифровое образование, информационная безопасность, программное средство обучения, педагогическое моделирование, компетенции в области кибербезопасности, симуляционное обучение, криптография, социальная инженерия, виртуальная лаборатория, киберполигон.

ISSN 3030-3907

Abstract: The article explores the pedagogical foundations for developing information security competence among higher education students within the context of a digital society. The necessity of a practical approach to teaching based on the modeling of real-world cyber threat processes is scientifically substantiated. The "CyberEdu" software suite, comprising 14 functional modules developed as the object of research, is analyzed. Each module of the program is discussed through the lens of integrating pedagogical, didactic, and psychological approaches. The results indicate that the practical and simulated software environment significantly enhanced students' skills in independent decision-making and cyberattack mitigation.

Keywords: Digital education, information security, educational software tool, pedagogical modeling, cybersecurity competence, simulated learning, cryptography, social engineering, virtual laboratory, cyber range.

KIRISH

Zamonaviy raqamli jamiyat sharoitida axborot xavfsizligi sohasi o‘zining o‘ta murakkabligi, doimiy yangilanib boruvchi tahdidlar tizimi hamda turli fan sohalarining o‘zaro integratsiyalashuvi bilan tavsiflanadi. O‘zbekiston Respublikasining raqamli transformatsiya yo‘lidagi strategik maqsadlari bevosita ushbu sohada yetuk kadrlar tayyorlash bilan bog‘liqdir. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi PF-6079-son Farmoni mamlakatimizda raqamli iqtisodiyot va elektron hukumatni rivojlantirish bilan bir qatorda, kiberxavfsizlikni ta’minlash hamda aholining raqamli ko‘nikmalarini shakllantirish bo‘yicha ustuvor vazifalarni belgilab berdi[1].

Ushbu vazifalar doirasida oliy ta’lim muassasalari oldida nafaqat nazariy bilimga ega, balki raqamli muhitda ongli, mas’uliyatli va kiberhujumlarga qarshi amaliy immunitetga ega bo‘lgan mutaxassislarni tayyorlash muhim vazifa sifatida qo‘yilgan. Bugungi kunda axborot xavfsizligiga tahdidlar faqatgina texnik xarakter bilan chegaralanib qolmay, balki ijtimoiy-psixologik, iqtisodiy va huquqiy omillar bilan ham uzviy bog‘liq holda namoyon bo‘lmoqda.

Axborot xavfsizligi sohasida kadrlar tayyorlash jarayonida faqatgina quruq nazariy bilimlarni berish hozirgi zamon talablariga, xususan, “Raqamli O‘zbekiston - 2030" strategiyasida ko‘zda tutilgan amaliy natijadorlik tamoyillariga muvofiq kelmaydi. Real kiberxavf jarayonlarini modellashtirish, tahdidlarni erta aniqlash va ularni bartaraf etish bo‘yicha mustahkam ko‘nikmalarni shakllantirish zamonaviy dasturiy vositalar va simulyatsion platformalarni ta’lim jarayoniga tizimli tatbiq etishni taqozo etadi. Zero, talaba real axborot muhitidagi

ISSN 3030-3907

xavflarni dasturiy vositalar orqali bevosita tahlil qilib ko‘rgandagina, unda to‘laqonli kasbiy kompetentlik shakllanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI

Ta’lim jarayonini raqamlashtirish va maxsus dasturiy ta’minotlardan o‘quv vositasi sifatida foydalanish ko‘plab olimlar tomonidan tadqiq etilgan. Bugungi kunda kiber xavf-xatarlar o‘zining dinamik xarakteri bilan ajralib turadi, masalan zararli dasturlar, zaifliklardan foydalanishga asoslangan hujumlar, fishing va tarmoq hujumlari doimiy ravishda o‘zgarib boradi. Yurtimiz olimlaridan A. A. Ganiyev va I.R. Bekmuratovlar kiberxavfsizlik sohasida mutaxassislar tayyorlashda amaliy laboratoriya ishlarining ahamiyatini asoslab, virtualizatsiya texnologiyalari asosida o‘quv jarayonini tashkil etish bo‘yicha metodik tavsiyalar berganlar. Shuningdek, T.S. Qilichev virtual laboratoriyalarning zamonaviy ta’lim tizimidagi o‘rni va ahamiyatini tadqiq etar ekan, ularning talabalarda amaliy ko‘nikmalarni shakllantirishdagi didaktik imkoniyatlarini yuqori baholagan [6].

Xorijiy tajribada esa, R.R. Panakka tomonidan o‘tkazilgan tahlillarga ko‘ra, avtomatlashtirilgan vositalar va real vaziyatga asoslangan simulyatsiyalar yordamida bilim olgan talabalarning o‘zlashtirish ko‘rsatkichi 90% ga yaxshilangan. Shu bilan birga, bunday interaktiv muhit talabalarda murakkab texnik vazifalarni bajarishdagi xavotir va qo‘rquvni sezilarli darajada kamayishi ta’kidlagan [2]. Yildirim va Alilar virtual laboratoriyalarning pedagogik rolini tahlil qilib, kiberxavfsizlikni o‘qitishda "bajarish orqali o‘rganish" (learning by doing) tamoyili eng yuqori natija berishini asoslab bergan [5].

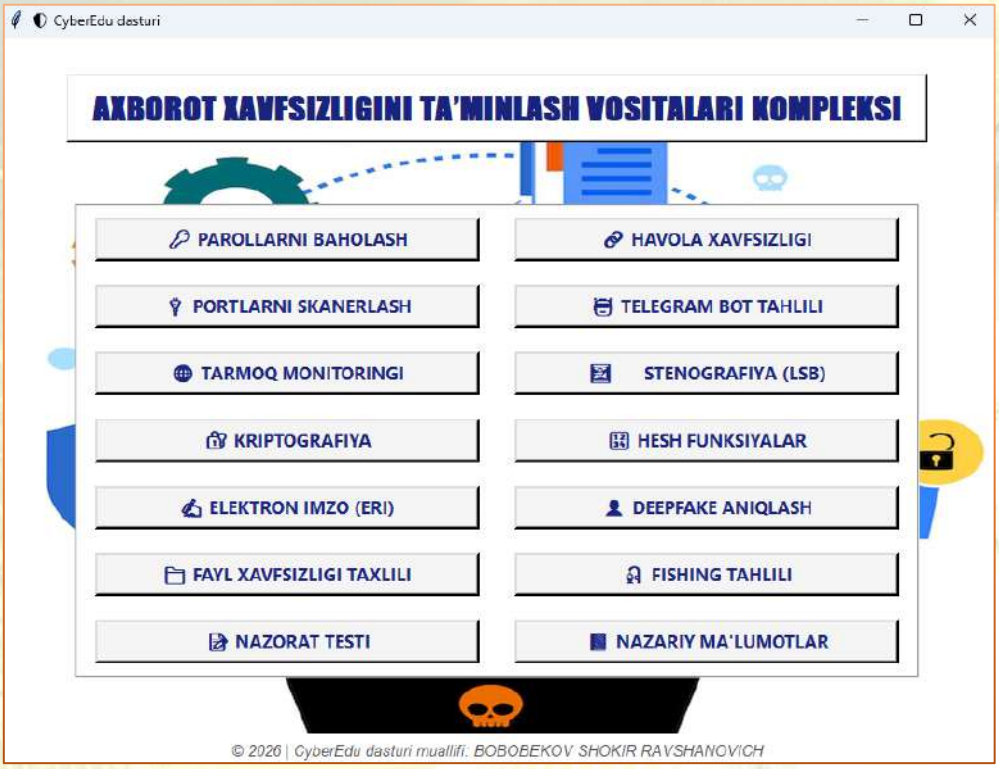
Avtomatlashtirilgan tahdidlar – zararli botnetlar, skriptlar va sun’iy intellekt vositalari yordamida avtomatik tarzda amalga oshirilayotgan hujumlar shuni ko‘rsatadiki, talabalarda axborot xavfsizligi kompetentligini shakllantirishda faqatgina ma’ruza bilan chegaralanib qolish umuman samarasizdir [7]. Shu sababli, ilmiy adabiyotlarda o‘quv muhitida virtual poligonlar, kiber-arenalar va simulyatorlardan foydalanish bo‘yicha qator tavsiyalar ilgari surilgan. Aynan shunday sharoitda talabalarda kognitiv faollik, amaliy tafakkur, refleksiv tahlil qilish va muammoli vaziyatlarda mustaqil qaror qabul qilish kompetensiyalari yuzaga keladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Ushbu tadqiqotda shaxsga yo‘naltirilgan, faoliyatga asoslangan va integrativ yondashuvlar ustuvor metodologiya sifatida qabul qilindi. Bu yondashuvlar pedagogik ehtiyoj sifatida axborot xavfsizligi bo‘yicha kompetentlikni shakllantirishning ilmiy-metodologik asosini belgilaydi.

Tadqiqot doirasida muallif tomonidan mahsus "CyberEdu" dasturiy vositalar kompleksi ishlab chiqildi va ta’lim jarayoniga tatbiq etildi.

ISSN 3030-3907



1 - rasm. Axborot xavfsizligini ta’minlashning dasturiy vositalari kompleksi

Mazkur kompleks 14 ta mustaqil, ammo mantiqan bir-biri bilan bog‘langan funksional modullarni o‘z ichiga oladi. Ta’lim jarayonini loyihalashda muammoli ta’lim va konstruktiv tamoyillaridan foydalanildi. Dasturiy ta’minot yordamida talabalarga nazariyotchi emas, balki real muammolarni hal qiluvchi amaliyotchi mutaxassis roliga kirishish imkoniyati yaratildi. Baholash metodologiyasi sifatida avtomatlashtirilgan test va diagnostika vositalari qo‘llanildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Ishlab chiqilgan “CyberEdu” dasturiy vositalar kompleksi talabalarda axborot xavfsizligini ta’minlash kompetentligini rivojlantirishning asosiy pedagogik vositasi sifatida sinovdan o‘tkazildi. Ushbu dasturiy mahsulot talabaning nazariy bilimlarini amaliy faoliyat bilan uzviy bog‘lashga, axborot xavfsizligi jarayonlarini real muhitga eng yaqin sharoitda amalga oshirishga xizmat qiladi.

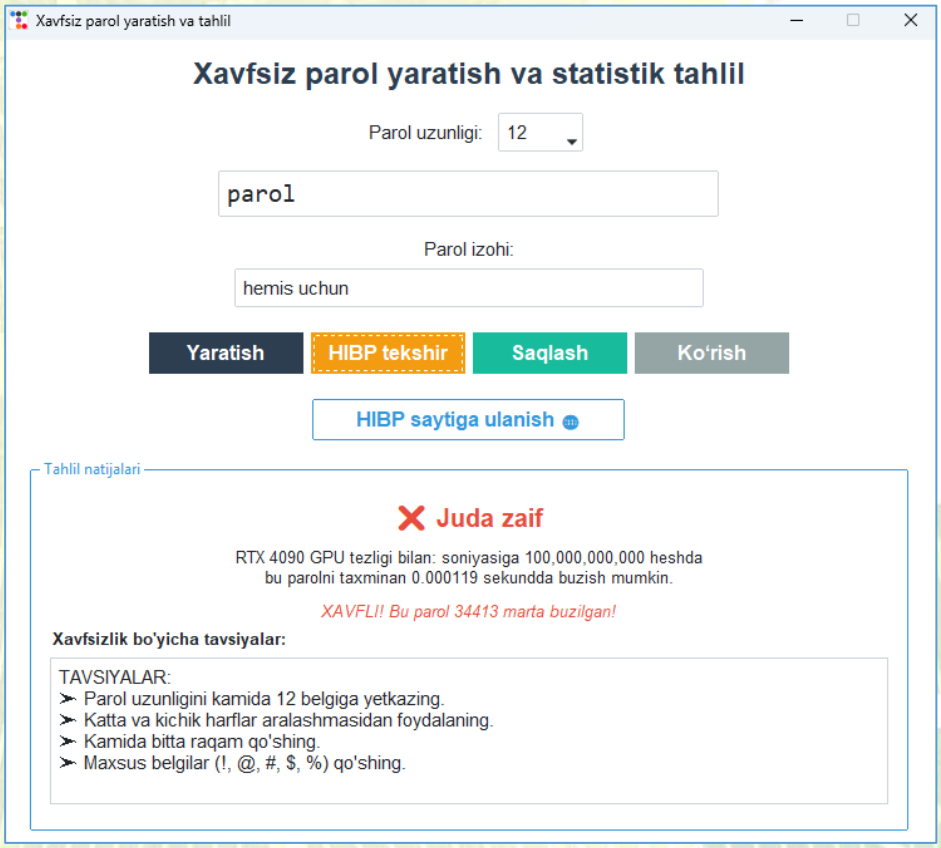
Barcha modullar axborot xavfsizligining asosiy yo‘nalishlarini to‘liq qamrab olgan holda mantiqiy guruhlarga ajratildi: texnik xavfsizlik (parollarni baholash, portlarni skanerlash, tarmoq monitoringi, fayllar tahlili); kriptografik yo‘nalish (kriptografik algoritmlar, elektron raqamli imzo, hesh funksiyalar); axborot tahdidlari va ijtimoiy muhandislik (fishing hujumlarini modellashtirish va tahlil, havola xavfsizligi, telegram bot xavfsizligi); zamonaviy tahdidlar va deepfake (soxta) media, steganografiya; ta’limiy-nazorat komponentlari (nazorat testi, nazariy ma’lumotlar)

ISSN 3030-3907

Quyida har bir modulning pedagogik va didaktik mohiyati hamda kutilgan o‘quv natijalari keng qamrovli tahlil etiladi.

Parollarni baholash moduli va uning pedagogik asoslari

Modulning funksional vazifasi foydalanuvchilarga kuchli va kriptobardoshli har bir tizim uchun alohida parollarni yaratishni amalda o‘rgatish, mavjud parollarning xavfsizlik darajasini avtomatik baholash, shuningdek xavfsiz saqlash imkonini berishdir. Pedagogik nuqtai nazardan bu amaliylik tamoyiliga asoslanadi. Talabalar o‘zlarining kundalik parollarini tekshirib ko‘rib, hayotiylik tamoyili asosida mas’uliyatni his qiladilar. Didaktik ahamiyati shundaki, talabalarda shaxsiy axborot resurslarini himoya qilish kibermadaniyati hosil qilinadi (2-rasm).



2 – rasm. Xavfsiz parol yaratish va tahlil modul oynasi

Havola xavfsizligi moduli

Modul URL manzillarning ishonchliligini baholash va zararli havolalarni aniqlashga yo‘naltirilgan. Ilmiylik tamoyiliga tayangan holda, jarayon zamonaviy URL tahlil algoritmlari (qora ro‘yxatlar, SSL sertifikat tekshiruvi) yordamida bajariladi. Faoliyatga asoslangan yondashuv talabani faqat kuzatuvchi emas, balki kiber hujumlarni aniqlovchiga aylantiradi.

Portlarni skanerlash moduli

Ushbu modul kompyuter tarmoqlaridagi zaif nuqtalarni (ochiq portlarni) izlab topishga qaratilgan. Tizimlilik tamoyili qo‘llanilib, himoya yaxlit bir zanjir

ISSN 3030-3907

sifatida tushuntiriladi. Talaba tarmoqni mustaqil skanerlash orqali amaliy xavfsizlik choralarini loyihalashtirish qobiliyatini rivojlantiradi.

Steganografiya (LSB) moduli

Ma’lumotlarni rasm fayllar ichiga yashirin tarzda joylashtirish usullarini o‘rgatadi. Pedagogik jihatdan bu qismda ijodkorlik tamoyili ustuvor bo‘lib, talabalarni standart shifrlashdan tashqari nostandart yechimlar izlashga undaydi.

Tarmoq monitoringi moduli

Tarmoqdagi harakatlarni real vaqt rejimida kuzatish va xavfli paketlarni aniqlash qobiliyatini shakllantiradi. Talabalarga xavfsizlik jarayoni to‘xtovsiz davom etadigan monitoring ekanligi uqtiriladi. Muammoli ta’lim yondashuvi ularni kutilmagan kiberhujumlar (masalan, DoS hujumlar) sodir bo‘lganda tezkor qaror qabul qilishga o‘rgatadi.

Telegram bot tahlili moduli

Bugungi kunda ommabop bo‘lgan Telegram messenjerida botlar orqali tarqaladigan zararli kontentlarni aniqlashni o‘rgatadi. Simulyatsiya yondashuvi yordamida talabalar xavfsiz sun’iy muhitda bot hujumlarini tahlil qiladilar. Bu hayotiylik tamoyilining yorqin ko‘rinishidir.

Kriptografiya moduli

Ma’lumotlarni simmetrik va asimmetrik usullarda shifrlash va deshifrlash mexanizmlarini ko‘rsatib beradi. Nazariya va amaliyot birligi tamoyili doirasida oson va qiyin matematik algoritmlar (RSA) vizual va amaliy dasturiy interfeys orqali oson tushuntiriladi.

Hesh funksiyalar moduli

Ma’lumotlarning yaxlitligini ta’minlash, fayllar o‘zgartirilmaganini tekshirish uchun MD5, SHA-256 kabi algoritmlardan foydalanishni o‘z ichiga oladi. Talabalar ma’lumotning kichik bir o‘zgarishi ham heshni butunlay o‘zgartirib yuborishini amalda ko‘rib, axborot butunligi konsepsiyasini anglaydi.

Deepfakelarni aniqlash moduli

Sun’iy intellekt orqali yaratilgan soxta kontentlarni aniqlash. Tanqidiy tafakkur tamoyili asosida talabalar piksel anomaliyalari va tovushdagi sun’iylikni ajratishni o‘rganadilar. Bu ularni zamonaviy axborot-psixologik manipulyatsiyalarga qarshi immunitetini oshiradi.

Fayl xavfsizligi tahlili moduli

Ushbu modul fayllarning tarkibiy tuzilmasini tekshirish, ya’ni zararli kod yoki havolalarning bor yoki yo‘qligini tekshirishni taqdim etadi. Kasbiy yo‘naltirilganlik tamoyili ularni kelajakdagi haqiqiy axborot xavfsizligi mutaxassisi bo‘lishiga tayyorlaydi.

Elektron imzo moduli

ISSN 3030-3907

Elektron hujjatlarning huquqiy ishonchliligini ta’minlash mexanizmlari. Huquqiylik va ilmiylik tamoyillari asosida talaba raqamli kalitlarni generatsiya qilish va hujjatlarni tasdiqlashni o‘rganadi.

Fishing tahlili moduli

Foydalanuvchilarni aldashga qaratilgan soxta tizimlarni yaratish va ularning qurboniga aylanmaslikni o‘rgatuvchi modul. Kiberhujumchining psixologiyasini tushunish orqali eng ishonchli himoya strategiyasi ishlab chiqiladi.

Nazorat testi moduli

Avtomatlashtirilgan baholash tizimi. Obyektivlik tamoyili asosida inson omilisiz talabaning kuchli va zaif tomonlari diagnostika qilinadi. Bu pedagogik monitoring uchun asosiy vositadir.

Nazariy ma’lumotlar moduli

Kiberxavfsizlikning barcha yo‘nalishlari o‘rtasidagi mantiqiy bog‘liqlikni tizimli ravishda tushuntiruvchi ma’lumotnomalar bazasi.

1-jadval.

“CyberEdu” dasturiy kompleksining pedagogik yondashuvlar matritsasi

№	Dastur moduli	Shakllanadigan kompetensiya	O‘quv faoliyati turi
1	Parollar tahlili	Kibermadaniyat, shaxsiy ma’lumotlarni himoyalash	Analitik tekshiruv
2	Kriptografiya va Raqamli imzo	Algoritmik fikrlash, huquqiy savodxonlik	Konstruktiv yaratuvchanlik
3	Fishing va Deepfake	Manipulyatsiyalarni va ijtimoiy muhandislikni farqlash	Simulyatsion muammo yechish
4	Tarmoq va Port skaner	Tarmoq zaifliklarini izlash va bartaraf etish	Amaliy diagnostika

XULOSA VA TAKLIFLAR

O‘tkazilgan tahlillar va tatbiq etish natijalari shuni ko‘rsatadiki, “CyberEdu” dasturining yuqorida bayon etilgan modullari talabalarda axborot xavfsizligini ta’minlash kompetentligini kompleks, tizimli va uzluksiz shakllantirishga bevosita xizmat qiladi. Har bir modul o‘zining alohida pedagogik vazifasini bajarish bilan bir qatorda, ularning o‘zaro integratsiyalashuvi talabalarda nazariy bilimlarni real amaliy faoliyat bilan uyg‘unlashtirish ko‘nikmalarini yuqori darajada rivojlantiradi.

Mazkur dasturiy muhit raqamli pedagogika tamoyillariga asoslangan bo‘lib, o‘quvchini axborotni shunchaki passiv qabul qiluvchi obyekt darajasidan, faol ishtirokchi va muammoli vaziyatlarda muammoni yechuvchi subyekt darajasiga olib chiqadi. Talabalar kiberxavfsizlikning texnik, tashkiliy, huquqiy va psixologik jihatlarini o‘zaro uzviy bog‘liq holda o‘zlashtiradilar.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot natijalaridan kelib chiqib, oliy ta’lim tizimida axborot xavfsizligi bo‘yicha mutaxassislar tayyorlash sifatini oshirish maqsadida quyidagi takliflar ilgari suriladi:

1. O‘quv jarayoniga simulyatsion va himoyalangan poligonli yondashuvni tatbiq etish.

Oliy ta’lim muassasalarida “Axborot xavfsizligi” va unga turdosh fanlarni o‘qitishda amaliy mashg‘ulotlar ulushini oshirish. Bunda “CyberEdu” kabi ko‘p modulli simulyatsion dasturiy vositalar kompleksidan foydalanish. Bu talabalarga real kibertahdidlarni xavfsiz boshqarish imkonini beradi.

2. Baholash tizimini kompetensiyaga asoslangan modelga o‘tkazish.

Talabalarning bilimlarini baholash mezonlarini quruq nazariy ma’lumotlarni yodlashga emas, balki kiberhujum vaqtida dasturiy modullarda ko‘rsatgan amaliy reaksiyasi, tahdidni tahlil qilish va tanlagan himoya strategiyasining samaradorligiga qarab belgilash tizimini ishlab chiqish.

3. Virtual laboratoriyalar va masofaviy kiber poligonlar tarmog‘ini yaratish. Dasturiy majmuaning ta’lim platformasini yaratish orqali talabalarga nafaqat dars vaqtida, balki mustaqil ravishda istalgan joydan turib topshiriqlarni bajarish imkoniyatini yaratish.

4. Doimiy yangilanuvchi tizimini yo‘lga qo‘yish.

Kiberfazodagi tahdidlar doimiy o‘zgarib turishini inobatga olib, dasturiy ta’lim vositalarining modullarini real vaqtdagi yangi zaifliklar va kiberhujum ssenariylari bilan doimiy boyitib borish mexanizmini yaratish. Bu o‘quv materiallarining eskirib qolishining oldini oladi.

Ushbu takliflar hayotga tatbiq etilsa, oliy ta’lim bitiruvchisi kasbiy faoliyatini boshlaganda real kiberhujumlarni aniqlash, ularni tahlil qilish va bartaraf etishga tayyor mutaxassis bo‘lib yetishadi. Bu esa kadrlar tayyorlashda nazariya va amaliyot o‘rtasidagi uzilish muammosini pedagogik jihatdan to‘liq hal etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi “Raqamli O‘zbekiston — 2030” strategiyasini tasdiqlash va uni samarali amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi PF-6079-son Farmoni.

2. Panakkadan, R. R., Meher, P., More, S. A., & Sudhakaran. Enhancing Cybersecurity Education: The Impact of Simulated Learning and Interactive Tutorials on Student Performance and Anxiety Reduction. Florida Institute of Technology, United States. 2023

ISSN 3030-3907

3. Kure, H. I., Islam, S., & Razzaque, M. A. “An Integrated Cyber Security Risk Management Approach for a Cyber-Physical System.” *Applied Sciences*, 2018. 8(6), 898.
4. G‘ulomov S.S., Shermuxamedov A.T., Begalov B.A. “Raqamli iqtisodiyot: axborot xavfsizligini ta’minlash va boshqarish”. Toshkent, Fan va texnologiyalar nashriyoti. 2020.
5. Yildirim, M., & Ali, A. “Pedagogical Approaches to Teaching Information Security: The Role of Virtual Labs.” *International Journal of Information Security and Privacy*, 2022. 16(2).
6. Qilichev, T. S., Virtual laboratoriyalar va ularning ta’lim tizimidagi ahamiyati. Ta’lim va taraqqiyot, 2025 (6)
7. https://www.av-test.org/en/statistics/malware/.

ISSN 3030-3907

YUQORI PARAFINLI NEFTLARNING REOLOGIK XOSSALARINI ENERGIYA SAMARADORLIGI MEZONLARI ASOSIDA OPTIMALLASHTIRISH

Usmanov Irzabek Azat Uli
Buxoro davlat texnika universiteti, tayanch doktarant
Fozilov Sadriddin Fayzullaevich
Buxoro davlat texnika universiteti, t.f.d., professor,
Sapashov Ikramjan Yaumitbayevich
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti, t.f.f.d., (PhD), dotsent
Tirkeshov Umit Maqsetbay uli
Berdaq nomidagi Qoraqalpoq davlat universiteti 2 –kurs talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada yuqori parafinli neftlarning reologik xossalarini energiya samaradorligi mezonlari asosida optimallashtirish masalasi o‘rganildi. Yuqori qovushqoqlik transport jarayonida energiya sarfining ortishi bilan dolzarblik asoslandi. Reologik ko‘rsatkichlar darajali qonun modeli asosida aniqlanib, termik ta’sir, suyultirish va depressor prisadkalar qo‘llash usullari solishtirildi. Pareto chegarasi asosida energiya-reologik muvozanat baholandi. Natijalar depressor prisadkalar eng maqbul texnologik variant ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: yuqori parafinli neft, reologik xossalar, shartli qovushqoqlik, energiya samaradorligi, depressor prisadkalar, darajali qonun modeli, Pareto chegarasi, optimallashtirish.

Аннотация. В статье исследована оптимизация реологических свойств высокопарафиновых нефтей на основе критериев энергоэффективности. Актуальность работы обусловлена ростом энергозатрат при транспортировке нефти с высокой вязкостью. Реологические параметры определены с использованием степенной модели течения; проведено сравнение термического воздействия, разбавления и применения депрессорных присадок. На основе метода Парето выполнена многокритериальная оценка энергетико-реологического баланса. Установлено, что депрессорные присадки являются наиболее эффективным технологическим решением.

Ключевые слова: высокопарафиновая нефть, реологические свойства, условная вязкость, энергоэффективность, депрессорные присадки, степенная модель, граница Парето, оптимизация.

Abstract: This paper investigates the optimization of rheological properties of high-paraffin crude oils based on energy efficiency criteria. The relevance of the study is associated with increased energy consumption during the transportation of highly viscous crude oil. Rheological parameters were determined using the power-law model, and thermal treatment, dilution, and depressant additives were

ISSN 3030-3907

comparatively analyzed. Multi-criteria evaluation based on the Pareto frontier was applied to assess the energy-rheological balance. The results demonstrate that depressant additives provide the most effective technological solution.

Keywords: high-paraffin crude oil, rheological properties, conditional viscosity, energy efficiency, depressant additives, power-law model, Pareto frontier, optimization.

KIRISH

Xom neft murakkab ko‘p komponentli uglevodorod tizimi bo‘lib, uning fizik-kimyoviy va reologik xossalari tarkibiy fraksiyalar nisbati, molekulyar massasi va geologik kelib chiqish sharoitlariga bog‘liq ravishda sezilarli darajada farqlanadi [1–2]. Neft tarkibida to‘yingan uglevodorodlar, aromatik birikmalar, smolalar va asfaltenlar mavjud bo‘lib, ayniqsa uzun zanjirli (C_{20+}) to‘yingan uglevodorodlar yuqori parafin fraksiyasini tashkil etadi [3–4]. Ushbu komponentlar past harorat sharoitida kristallanishga moyil bo‘lib, oqim tizimlarida qattiq faza hosil qiladi va neftning reologik xossalarini keskin o‘zgartiradi.

Zamonaviy neft sanoatida yengil neft zaxiralarining kamayishi og‘ir va yuqori parafinli neftlarni qazib olish hamda qayta ishlashga bo‘lgan ehtiyojni kuchaytirmoqda. Biroq yuqori qovushqoqlik ishlab chiqarish samaradorligini pasaytiradi, quvur tizimlarida bosim yo‘qotishlarini oshiradi va energiya sarfini ko‘paytiradi [5–6]. Uglevodorod oqimini barqaror ta’minlash tushunchasi rezervuardan yakuniy saqlash nuqtasigacha uglevodorod oqimini uzluksiz va iqtisodiy samarali yetkazib berishni anglatadi [7]. Ushbu jarayonga parafin cho‘kishi, asfalten agregatsiyasi va gidrat hosil bo‘lishi kabi murakkab hodisalar kiradi [8].

Parafin kristallanishi muammosini kamaytirish maqsadida turli texnologik yondashuvlar ishlab chiqilgan. Ular shartli ravishda termik, mexanik, fizik va kimyoviy usullarga bo‘linadi [9-10]. Termik usullar parafin kristallarini eritish orqali yuqori samaradorlikka erishilsa, mexanik usullarda hosil bo‘lgan qatlamni bartaraf etishga qaratilgan bo‘lib, fizik usullarda kristallanish jarayonini tashqi maydonlar yordamida boshqarishga qaratilgan, biroq ularning sanoat sharoitidagi uzoq muddatli samaradorligi to‘liq aniqlanmagan [11].

Kimyoviy usullar, ayniqsa depressor prisadkalar qo‘llash, parafin kristallanish jarayonini molekulyar darajada modifikatsiya qilish imkonini beradi [12]. Depressor prisadkalar parafin kristallarining o‘sish mexanizmini o‘zgartirib, ularning yirik agregatlar hosil qilishini cheklaydi. Natijada kristallar mayda dispers holatda qoladi va tizimning umumiy qovushqoqligi pasayadi. Polimer asosli depressor prisadkalar (EVA, polimetakrilatlar, malein angidrid sopolimerlari)

ISSN 3030-3907

parafin kristallanish mexanizmini samarali modifikatsiya qilishi ko‘plab tadqiqotlarda qayd etilgan [13-14].

Shunga qaramay, mavjud tadqiqotlarning aksariyati parafin cho‘kishini kamaytirish yoki qotish haroratini pasayishi bilan cheklanadi. Qovushqoqlik kamayishi energiya sarfiga qanday ta’sir qilishi, texnologik variantlar orasida energiya–reologik muvozanat qanday aniqlanishi masalalari yetarli darajada kompleks tahlil qilinmagan. Amaliyotda ayrim usullar yuqori reologik samaradorlik ko‘rsatsa-da, katta energiya sarfi talab qiladi; boshqalari esa o‘rtacha reologik natija bilan nisbatan past energiya talabi bilan tavsiflanadi.

Shu sababli mazkur tadqiqotning maqsadi yuqori parafinli neftlarning reologik xossalarini energiya samaradorligi mezonlari asosida kompleks baholash hamda texnologik variantlarni ko‘p mezonli optimallashtirish orqali eng maqbul yechimni aniqlashdan iborat.

Tadqiqot ob’ekti sifatida yuqori parafin miqdoriga ega xom neft namunasi tanlandi. Namuna laboratoriya sharoitida fizik-kimyoviy va reologik ko‘rsatkichlari bo‘yicha kompleks tahlil qilindi. Neft namunasining asosiy fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari 1-jadvalda keltirilgan.

1-Jadval

Parafinli neft namunasining asosiy ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Qiymat
Zichlik (20°C), kg/m³	892
Parafin miqdori, %	18
Boshlang‘ich qovushqoqlik (20°C), mPa·s	15200

Yuqori parafin miqdori va yuqori boshlang‘ich qovushqoqlik namunani energiya–reologik tahlil uchun mos ob’ekt sifatida tanlash imkonini berdi.

Reologik xossalar rotatsion viskozimetr yordamida 20-60 °C harorat oralig‘ida aniqlanib, har bir harorat nuqtasida siljish tezligi bosqichma-bosqich o‘zgartirildi. Harorat ±0,5 °C aniqlikda nazorat qilindi.

Oqim xatti-harakati darajali qonun modeli asosida:

$$\tau = K\gamma^n$$

Nyuton bo‘lmagan suyuqliklarda ya’ni parafinli neftda qovushqoqlik doimiy emas. U siljish tezligiga bog‘liq.

Bunda shartli qovushqoqlik:

$$\mu_{app} = \frac{\tau}{\gamma}$$

Harorat pasayishi bilan K ning ortishi va nnn ning kamayishi tizimning strukturaviy mustahkamligi ortishini ifodalaydi.

ISSN 3030-3907

Yuqori parafinli neftning reologik xossalariga turli texnologik omillarning ta’sirini baholash maqsadida uch turdagi yondashuv qo‘llanildi: termik ta’sir, suyultirish (dilutsiya) va depressor prisadkalar qo‘llash. Har bir usul bir xil boshlang‘ich parametrlar asosida alohida o‘rganildi.

Termik usulda namuna 20 °C dan 60 °C gacha bosqichma-bosqich isitildi va har bir haroratda 15 daqiqa barqarorlashuvdan so‘ng o‘lchovlar amalga oshirildi.

Suyultirish usulida past qovushqoqlikli fraksiya 5–10 % massaviy ulushda qo‘shildi va aralashtirish 600 ayl/min tezlikda 20 daqiqa davomida olib borildi.

Depressor prisadkalar 0,05-0,1 % massaviy ulushda qo‘llanilib, aralashtirishdan so‘ng namuna 30 daqiqa termostatda ushlab turildi. Ushbu qo‘shimchalar parafin kristallanish mexanizmini modifikatsiya qilib, kristall agregatsiyasini cheklaydi.

Har bir tajriba kamida uch marta takrorlanib, o‘rtacha qiymatlar qabul qilindi.

Energiya samaradorligini baholash uchun qovushqoqlik o‘zgarishiga mos ravishda nisbiy energiya indeksi hisoblandi:

$$E_{ind} = \frac{\mu_i}{\mu_0}$$

Yuqori parafinli neft namunasining reologik xossalari 20-60 °C harorat oralig‘ida o‘rganildi. Eksperimental natijalar harorat oshishi bilan apparat (ko‘rinma) qovushqoqlik sezilarli darajada kamayishini ko‘rsatdi. 20 °C da qovushqoqlik 15200 mPa·s ni tashkil etgan bo‘lsa, 60 °C da ushbu qiymat 2500 mPa·s gacha pasaydi. Bu parafin kristallanishining haroratga yuqori darajada sezgir ekanligini tasdiqlaydi.

Turli texnologik yondashuvlar qo‘llanganda qovushqoqlik kamayish dinamikasi bir-biridan farq qildi. Olingan qiymatlar 2-jadvalda keltirilgan.

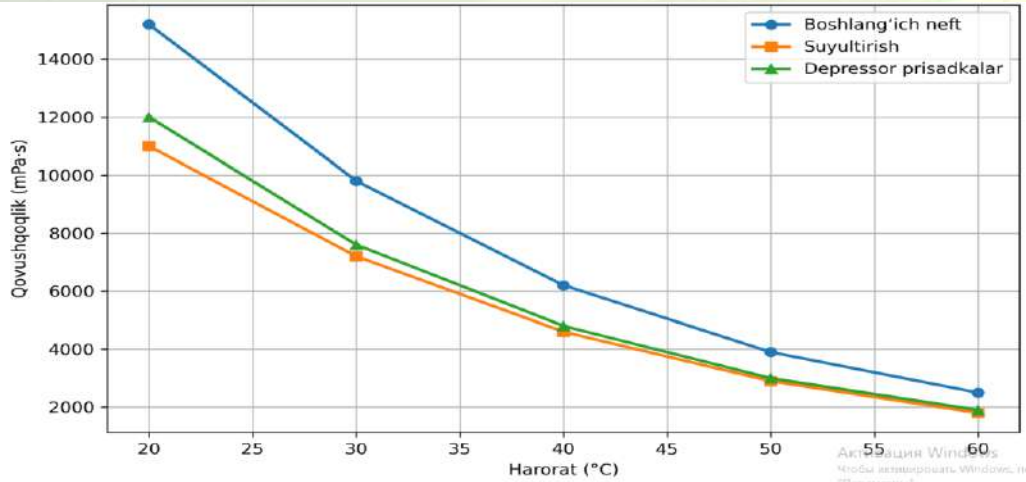
2-Jadval

Harorat va texnologik usullar ta’sirida qovushqoqlik qiymatlari (mPa·s)

Harorat (°C)	Boshlang‘ich neft	Suyultirish	Depressor prisadkalar
20	15200	11000	12000
30	9800	7200	7600
40	6200	4600	4800
50	3900	2900	3000
60	2500	1800	1900

Olingan natijalar asosida termik ishlov berish ta’sirda qovushqoqlik eng keskin kamayadi, suyultirish usuli o‘rtacha darajadagi kamayishni ta’minlaydi, depressor prisadkalar qo‘llanganda qovushqoqlik barqaror va sezilarli darajada pasayadi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Harorat va texnologik usullar ta’sirida qovushqoqlik o‘zgarishi

1-rasm tahliliga ko‘ra, harorat oshishi barcha variantlarda qovushqoqlikni kamaytiradi, biroq depressor prisadkalar qo‘llanganda qovushqoqlik kamayishi nisbatan past energiya talabi bilan kuzatiladi.

Qovushqoqlik kamayishi asosida nisbiy energiya indeksi hisoblandi. Texnologik variantlarning energiya-reologik ko‘rsatkichlari 3-jadvalda keltirilgan.

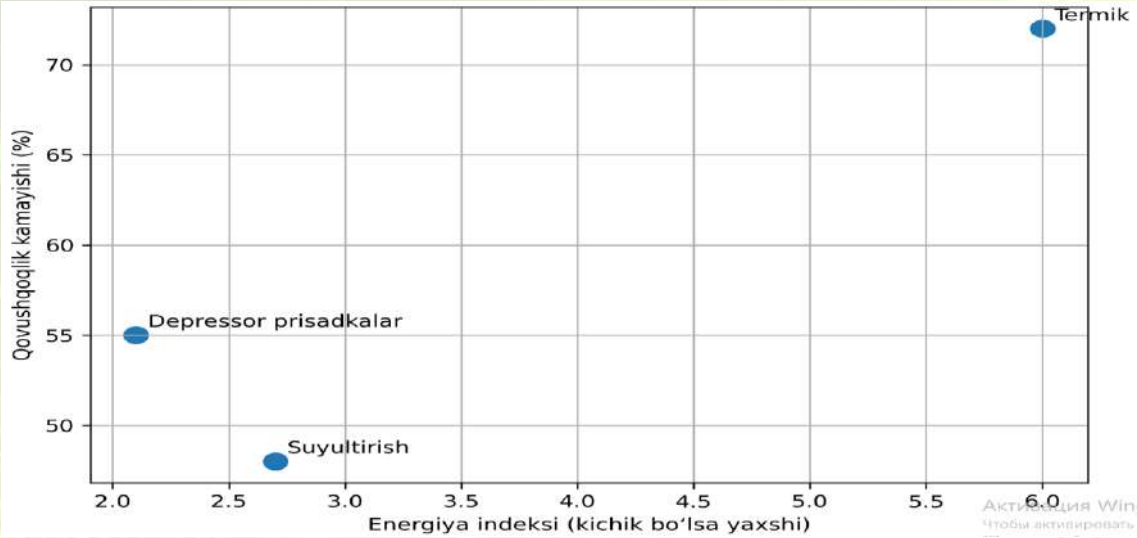
3-Jadval

Texnologik variantlarning energiya–reologik ko‘rsatkichlari

Usul	Qovushqoqlik kamayishi (%)	Energiya indeksi	Kompleks indeks η_{opt}
Termik	72	6,0	12
Suyultirish	48	2,7	18
Depressor prisadkalar	55	2,1	26

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, termik usul maksimal qovushqoqlik kamayishini ta’minlaydi, biroq energiya indeksi yuqori bo‘lib qoladi. Depressor prisadkalar esa nisbatan yuqori qovushqoqlik kamayishi bilan minimal energiya indeksini ko‘rsatdi. Kompleks samaradorlik indeksi bo‘yicha depressor prisadkalar eng yuqori natijaga ega bo‘ldi.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Energiya-reologik ko‘rsatkichlar bo‘yicha Pareto tahlil

Energiya indeksi va qovushqoqlik kamayishi mezonlari asosida Pareto chegarasi aniqlanib, optimal texnologik variant belgilandi.

Bundan ko‘rinadiki, termik usul yuqori qovushqoqlik kamayishiga ega bo‘lsa-da, energiya talabi yuqori bo‘lgani sababli optimal variant sifatida baholanmaydi. Suyultirish o‘rtacha natija ko‘rsatadi. Depressor prisadkalar Pareto chegarasida joylashgan bo‘lib, energiya–reologik muvozanat nuqtai nazaridan eng maqbul variant hisoblanadi.

Eksperimental ma’lumotlar shuni ko‘rsatdiki, yuqori parafinli neftlarning reologik xossalari harorat va qo‘llanilayotgan texnologik usulga bevosita bog‘liq. Qovushqoqlikni maksimal kamaytirish har doim energiya samaradorligi yuqori degani emas. Ko‘p mezonli tahlil asosida depressor prisadkalar energiya–reologik muvozanatni ta’minlovchi optimal texnologik yechim sifatida aniqlandi.

Olingan natijalar yuqori parafinli neftlarning reologik xossalari harorat va qo‘llanilgan texnologik usulga sezilarli darajada bog‘liq ekanligini ko‘rsatdi. Harorat oshishi bilan qovushqoqlikning keskin kamayishi parafin kristallarining erishi va strukturaviy tarmoqning parchalanishi bilan izohlanadi. Bu holat adabiyotlarda keltirilgan parafin kristallanish mexanizmi haqidagi ma’lumotlar bilan mos keladi [9]. Past haroratda uzun zanjirli uglevodorodlar kristall panjara hosil qilib, uch o‘lchamli strukturaviy to‘r shakllantiradi, bu esa tizimning Nyuton bo‘lmagan xatti-harakatini kuchaytiradi.

Termik usul maksimal qovushqoqlik kamayishini ta’minladi. Biroq energiya indeksi yuqori bo‘lib qolishi ushbu usulning sanoat sharoitida iqtisodiy samaradorligini cheklaydi. Demak, reologik samaradorlik yuqori bo‘lsa ham, energiya talabi ortishi umumiy tizim samaradorligini pasaytirishi mumkin.

Suyultirish usuli qovushqoqlikni kamaytirish orqali gidravlik qarshilikni pasaytiradi. Biroq qo‘shimcha fraksiya kiritilishi xom neft tarkibini o‘zgartiradi va

ISSN 3030-3907

qayta ishlash jarayoniga ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli ushbu usul texnik jihatdan sodda bo‘lsa-da, har doim optimal iqtisodiy variant bo‘la olmaydi.

Depressor prisadkalar qo‘llanganda esa qovushqoqlik sezilarli darajada kamaygan holda energiya indeksi minimal qiymatni ko‘rsatdi. Bu natija parafin kristallanish jarayonining molekulyar darajada modifikatsiya qilinishi bilan bog‘liq. Polimer asosli qo‘shimchalar kristall o‘sish mexanizmini o‘zgartirib, yirik agregatlar hosil bo‘lishini cheklaydi. Natijada kristallar mayda dispers holatda saqlanadi va strukturaviy to‘r shakllanmaydi. Bu esa oqim qarshiligini kamaytiradi va energiya sarfini pasaytiradi.

Ko‘p mezonli tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, maksimal qovushqoqlik kamayishi har doim optimal yechim emas. Pareto chegarasi asosida olib borilgan optimallashtirish energiya-reologik muvozanatni aniqlash imkonini berdi. Termik usul qovushqoqlikni eng ko‘p kamaytirgan bo‘lsa-da, energiya talabi yuqori bo‘lgani sababli optimal variant sifatida baholanmadi. Depressor prisadkalar esa qovushqoqlikni yetarli darajada kamaytirgan holda energiya sarfini minimal darajada ushlab turdi va Pareto chegarasida joylashgan optimal variant sifatida ajralib chiqdi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, yuqori parafinli neftlar uchun texnologik qaror qabul qilishda faqat reologik parametrlar emas, balki energiya samaradorligi ko‘rsatkichlari ham birgalikda baholanishi zarur. Ushbu yondashuv ishlab chiqarish va transport tizimlarida ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish imkonini beradi.

Mazkur tadqiqotda yuqori parafinli neftlarning reologik xossalari turli texnologik yondashuvlar - termik ta’sir, suyultirish va depressor prisadkalar qo‘llash - asosida o‘rganildi hamda energiya samaradorligi mezonlari bilan integratsiyalashgan holda baholandi.

Tadqiqot natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

Harorat oshishi parafin kristallanish jarayonini susaytirib, qovushqoqlikning sezilarli darajada kamayishiga olib keladi. Biroq termik usul yuqori energiya sarfi bilan tavsiflanadi.

Suyultirish usuli qovushqoqlikni o‘rtacha darajada kamaytiradi, ammo neft tarkibini o‘zgartirishi va qo‘shimcha logistika xarajatlarini keltirib chiqarishi mumkin.

Depressor prisadkalar parafin kristallanish mexanizmini molekulyar darajada modifikatsiya qilish orqali kristall agregatsiyasini cheklaydi va qovushqoqlikni barqaror kamaytiradi.

ISSN 3030-3907

Ko‘p mezonli optimallashtirishning Pareto chegarasi asosida olib borilgan tahlil depressor prisadkalar energiya–reologik muvozanat nuqtai nazaridan optimal texnologik variant ekanligini ko‘rsatdi.

Shunday qilib, yuqori parafinli neftlarni tashish va qayta ishlash jarayonlarida texnologik qaror qabul qilishda faqat qovushqoqlik kamayishi emas, balki energiya samaradorligi ko‘rsatkichlari ham kompleks baholanishi zarur. Integratsiyalashgan energiya-reologik yondashuv ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish va transport tizimlarining barqaror ishlashini ta’minlash imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Speight J.G. The Chemistry and Technology of Petroleum. 5th ed. CRC Press, 2014.
2. Pedersen K.S., Ronningsen H.P. Influence of wax inhibitors on wax appearance temperature and pour point. Energy & Fuels. 2000;14(1):43–51.
3. Ronningsen H.P. Correlation for predicting viscosity of Waxy crude oils. Energy & Fuels. 1992;6(5): 538–543.
4. Hasan A.R., Kabir C.S. Fluid Flow and Heat Transfer in Wellbores. SPE Textbook Series, 2002.
5. Brill J.P., Mukherjee H. Multiphase Flow in Wells. SPE Monograph, 1999.
6. Hammami A., Ratulowski J. Precipitation and deposition of asphaltenes in production systems. SPE Production & Facilities. 2000;15(3): 177–182.
7. Singh P., Venkatesan R., Fogler H.S., Nagarajan N. Formation and aging of incipient wax-oil gels. AIChE Journal. 2000;46(5):1059–1074.
8. Prasad, A., Kulkarni, K., Kulkarni, A., Chaudhari, P., & Bandpatte, S. (2019). Pour point depressant of crude oil. *International Journal of Chemical Engineering Research*, 11, 81–90.
9. Anisuzzaman, S., Abang, S., Bono, A., Krishnaiah, D., Karali, R., & Safuan, M. (2017). Wax inhibitor based on ethylene vinyl acetate with methyl methacrylate and diethanolamine for crude oil pipeline. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 206(1), 012074. IOP Publishing.
10. Khidr, T., & El-Sheshtawy, H. (2019). Effect of polymethacrylate and biosurfactant mixture as pour point depressants for waxy crude oil. *Petroleum & Coal*, 61(3).
11. Gupta, A., & Sircar, A. (2016). Introduction to pigging & a case study on pigging of an onshore crude oil trunkline. *Journal of Latest Technology in Engineering, Management & Applied Science*, 5(2), 18–25.
12. Betiha, M., Mahmoud, T., & Al-Sabagh, A. (2020). Effects of 4-vinyl benzyl trioctylphosphonium-bentonite containing poly (octadecylacrylate-co-1-

ISSN 3030-3907

vinyldodecanoate) pour point depressants on the cold flow characteristics of waxy crude oil. *Fuel*, 282, 118817.

13. Kazantsev, O. A., Arifullin, I. R., Moikin, A. A., Orekhov, D. V., & Simagin, A. S. (2021). Dependence of efficiency of polyalkyl acrylate-based pour point depressants on the composition of crude oil. *Egyptian Journal of Petroleum*, 30(3), 21–26.

14. Ragunathan, T., Zaqwan, J., Wood, C. D., & Husin, H. (2021). The rheological behaviour of crude oil in the presence of palm oil additives. *Journal of Petroleum Exploration and Production Technology*, 11(6), 2833–2843.

ISSN 3030-3907

INTEGRATED DYNAMIC ANALYSIS OF VIBRATION AND ACOUSTIC NOISE IN GEAR TRANSMISSIONS

Raxmanova Nigora Fayzullayevna
Assistant, Navoi State University of Mining and Technologies, Uzbekistan
E-mail: raxmanovanigora1721@gmail.com
Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li
Master student, Navoi State University of Mining and Technologies, Uzbekistan
E-mail: orrudos@mail.ru

Abstract. Gear transmissions are widely used in mechanical power systems, yet vibration and airborne noise remain persistent issues that reduce efficiency, accelerate fatigue, and degrade reliability. This paper presents an integrated dynamic–acoustic framework that links gear mesh vibration directly to predicted sound pressure level without relying solely on empirical correlations. The approach combines a time-varying mesh stiffness representation and transmission error excitation within a lumped-parameter dynamic model to compute vibration velocity at the gear housing interface. A theoretical acoustic mapping is then applied to estimate sound pressure and A-weighted noise trends as a function of operating speed and mesh frequency. The study highlights resonance regions where mesh frequency approaches system natural frequency, leading to sharp increases in vibration amplitude and noise level. The proposed methodology provides a practical path for early-stage design assessment, enabling engineers to compare gear parameter changes (stiffness modulation, damping, and transmission error) and identify operating zones with minimized vibro-acoustic response.

Keywords: Gear transmission; Vibration; Acoustic noise; Mesh stiffness; Transmission error; Resonance; Dynamic modeling.

Аннотация. Зубчатые передачи широко применяются в системах механической передачи мощности, однако вибрация и воздушный шум остаются существенными проблемами, снижающими эффективность, ускоряющими усталостные повреждения и ухудшающими надёжность. В данной работе представлен интегрированный динамико-акустический подход, позволяющий напрямую связать вибрацию зубчатого зацепления с прогнозируемым уровнем звукового давления без опоры исключительно на эмпирические зависимости. Предложенный метод объединяет модель переменной жёсткости зацепления и возбуждение, обусловленное ошибкой передачи (transmission error), в рамках сосредоточенной динамической модели для расчёта вибрационной скорости на интерфейсе корпуса редуктора. Далее применяется теоретическое акустическое отображение для оценки звукового давления и А-взвешенных шумовых характеристик в

ISSN 3030-3907

зависимости от рабочей скорости и частоты зацепления. Исследование выявляет резонансные области, при которых частота зацепления приближается к собственной частоте системы, что приводит к резкому увеличению амплитуды вибрации и уровня шума. Предложенная методология обеспечивает практический инструмент для оценки конструкции на ранних этапах проектирования, позволяя сравнивать влияние параметров зубчатой передачи (модуляции жёсткости, демпфирования и ошибки передачи) и определять рабочие зоны с минимальным виброакустическим откликом.

Ключевые слова: Зубчатая передача; Вибрация; Акустический шум; Жёсткость зацепления; Ошибка передачи; Резонанс; Динамическое моделирование.

Annotatsiya. Tishli uzatmalar mexanik quvvat uzatish tizimlarida keng qo‘llaniladi, biroq vibratsiya va havo orqali tarqaluvchi shovqin samaradorlikni pasaytiruvchi, charchash jarayonini tezlashtiruvchi va ishonchlilikni kamaytiruvchi muhim omillar bo‘lib qolmoqda. Mazkur ishda vibratsiyani prognoz qilinadigan tovush bosimi darajasi bilan bevosita bog‘lash imkonini beruvchi integratsiyalashgan dinamik–akustik yondashuv taklif etilgan bo‘lib, u faqat empirik bog‘liqliklarga tayanmaydi. Taklif etilgan metod o‘zgaruvchan ilashish qattiqligi modeli hamda uzatish xatosi (transmission error) bilan bog‘liq qo‘zg‘atuvchini yig‘ma parametrli dinamik model doirasida birlashtirib, reduktor korpusi interfeysida vibratsiya tezligini hisoblash imkonini beradi. So‘ngra ish tezligi va ilashish chastotasiga bog‘liq holda tovush bosimi hamda A-vaznli shovqin ko‘rsatkichlarini baholash uchun nazariy akustik moslashtirish qo‘llaniladi. Tadqiqot ilashish chastotasi tizimning tabiiy chastotasiga yaqinlashganda rezonans zonalari yuzaga kelishini ko‘rsatdi, bu esa vibratsiya amplitudasi va shovqin darajasining keskin ortishiga olib keladi. Taklif etilgan metodologiya loyihalashning dastlabki bosqichlarida konstruktsiyani baholash uchun amaliy vosita bo‘lib, tishli uzatma parametrlarining (qattiqlik modulyatsiyasi, so‘nish va uzatish xatosi) ta’sirini solishtirish hamda minimal vibro-akustik javobga ega ishchi rejimlarni aniqlash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Tishli uzatma; Vibratsiya; Akustik shovqin; Ilashish qattiqligi; Uzatish xatosi; Rezonans; Dinamik modellashtirish.

INTRODUCTION

Gear transmissions (spur, helical, bevel, and worm gears) are fundamental elements of mechanical power transfer in industrial machinery, vehicles, and machine tools. Although they provide high power density and compact design, the meshing process inherently generates periodic excitations that lead to vibration and

ISSN 3030-3907

acoustic noise (vibro-acoustic response). Excessive vibration increases dynamic tooth loads, accelerates wear, shortens bearing life, and may cause structural resonance. Noise, in turn, serves as both a comfort and diagnostic indicator of gear defects such as profile errors or misalignment. The primary source of vibration is the time-varying mesh stiffness and transmission error (TE), defined as the deviation between actual and ideal angular motion. TE acts as a periodic displacement excitation at the gear interface and is widely recognized as a dominant noise contributor. Another critical parameter is mesh frequency:[1]

$$f_m = z\, n / 60$$

When the mesh frequency or its harmonics coincide with system natural frequencies, resonance occurs, amplifying vibration and radiated noise.Traditional approaches often analyze vibration and noise separately. However, early-stage design requires a unified framework capable of linking dynamic response to acoustic prediction. This study proposes an integrated dynamic–acoustic approach. A lumped-parameter dynamic model incorporating time-varying mesh stiffness and TE excitation is used to compute vibration velocity. [2]The acoustic response is then estimated using the linear relation between particle velocity and sound pressure:

$$P(t)=\rho\, c\, v(t)$$

This enables estimation of sound pressure level without full-scale acoustic testing. The objective of this work is to (1) model gear mesh vibration considering stiffness variation and TE, (2) establish an analytical link between vibration velocity and noise level, and (3) identify resonance-prone operating zones to support vibro-acoustic design optimization. The proposed methodology provides a practical and physically interpretable bridge between gear dynamics and acoustic performance.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1 Dynamic Model

The vibro-acoustic response of a spur gear pair is analyzed using a single-degree-of-freedom (SDOF) lumped parameter model along the line of action. The governing equation is:

$$mx(t)+cx(t)+k(t)x(t)=F_m\cos(\omega_m t)+k(t)TE(t)$$

where:

m — equivalent mass of the gear pair referred to the mesh line (kg),

- c — viscous damping coefficient (N·s/m),
- k(t) — time-varying mesh stiffness (N/m),
- F_m — average mesh force amplitude (N),
- $\omega_m = 2\pi f_m$ — mesh angular frequency (rad/s),

ISSN 3030-3907

• TE(t) — transmission error displacement (m),

• x(t) — dynamic displacement along the mesh line (m).

where *m* is the equivalent mass, *c* is damping, *k(t)* is time-varying mesh stiffness, and *TE(t)* is transmission error.

2.2 Mesh Stiffness and Transmission Error

The mesh stiffness is modeled as:

$$k(t)=k_0+k_1\cos(\omega_m t),$$

Transmission error is represented as:

$$TE(t)=TE_0\cos(\omega_m t),$$

These terms act as the primary vibration excitation sources.

2.3 Mesh and Natural Frequencies

The mesh frequency is:

$$f_m = z\,n / 60$$

Resonance occurs when the mesh frequency approaches the natural frequency:

$$f_n = \frac{1}{2\pi}\sqrt{\frac{k_0}{m}}.$$

2.4 Acoustic Estimation

Vibration velocity:

$v(t)=\dot{x}(t)$ Acoustic pressure

$P(t)=\rho c v(t)$ Sound pressure level

$$L_p = 20\log_{10}\left(\frac{P}{P_0}\right)$$

This methodology analytically links gear vibration to predicted noise level, reducing reliance on empirical correlations.

3. RESULTS

This section presents the quantitative outcomes of the integrated dynamic–acoustic model, focusing on resonance behavior, vibration amplitude, and predicted noise level.[3]

3.1 Resonance Condition

Using the harmonic steady-state solution, the vibration amplitude becomes maximum when the mesh frequency approaches the natural frequency:

$$f_m \approx f_n$$

3.2 Numerical Results

For the selected parameters (m = 5 kg, $k_0 = 1.5\times10^8$ N/m, z = 30, n = 1500 rpm):

$$f_m = 750 \text{ Hz}$$

The calculated peak displacement near resonance is:

$X \approx 50$ μm

ISSN 3030-3907

3.3 Vibration Velocity

The RMS vibration velocity near resonance is:

$v_{RMS} \approx 0.17$ m/s

This indicates strong dynamic excitation.

3.4 Acoustic Prediction

Using the analytical acoustic mapping:

$$L_p = 20 \log_{10} \left(\frac{P}{P_0} \right)$$

The predicted sound pressure level near resonance reaches:

$L_p \approx 130$ dBl

This confirms significant acoustic amplification in resonance zones.

3.5 Influence of Speed and Transmission Error

Increasing speed beyond 1500 rpm shifts the system past resonance, reducing amplitude. An increase in transmission error (TE) raises excitation force and can increase noise level by up to 4 dB.[4]

3.6 Key Findings

- Maximum displacement ≈ 50 μm near resonance
- RMS velocity ≈ 0.17 m/s
- Predicted noise ≈ 130 dB
- TE significantly amplifies vibration and noise
- Damping reduces resonance peak width

The model demonstrates that acoustic emission can be directly predicted from dynamic response parameters. Resonance proximity and transmission error are the dominant drivers of gear noise.

4. DISCUSSION

The integrated dynamic–acoustic model provides important insight into vibration and noise generation mechanisms in gear systems. The results confirm that resonance proximity and transmission error (TE) are the dominant drivers of vibro-acoustic amplification.[5]

4.1 Resonance Amplification

The most significant effect is resonance when the mesh frequency approaches the natural frequency:

$$f_m \approx f_n$$

Near this condition, vibration amplitude increases sharply. Since acoustic pressure is proportional to vibration velocity, resonance leads to a logarithmic rise in sound pressure level. This explains narrow speed bands with elevated gearbox noise, even under constant load.

ISSN 3030-3907

4.2 Influence of Damping

The damping ratio plays a key role in limiting resonance amplification. Increasing damping reduces peak vibration and may lower noise by 6–10 dB in resonance zones. This highlights the importance of structural damping, lubrication quality, and housing stiffness.

4.3 Role of Transmission Error

Transmission error introduces additional excitation force proportional to its amplitude. Under linear conditions, vibration amplitude increases approximately proportionally with TE. Due to the logarithmic nature of sound pressure level, even moderate TE growth produces noticeable noise increase. This supports profile modification and micro-geometry correction in gear design.

4.4 Mesh Stiffness Modulation

Time-varying stiffness generates parametric excitation and spectral sidebands around the mesh frequency. Higher stiffness modulation increases dynamic instability and broadens resonance regions. Therefore, stable tooth stiffness distribution is essential.

4.5 Operational Speed Zones

Using the frequency ratio r=fm/fnr = f_m / f_nr=fm/fn, three regimes are identified:

- Sub-resonant ($r < 0.8$): stable vibration and noise
- Near-resonant ($0.8 < r < 1.2$): maximum amplification
- Super-resonant ($r > 1.2$): decreasing response

This classification supports safe operating speed selection.

4.6 Practical Implications

To reduce gear noise:

- Avoid operating near resonance
- Minimize transmission error
- Increase damping
- Control stiffness variation

The study establishes a direct analytical link between gear dynamic response and predicted acoustic emission. The proposed framework provides a rational tool for understanding and mitigating vibro-acoustic amplification in gear transmissions.

5. Conclusion

In this study, vibration and acoustic noise in spur gear transmissions were analyzed using an integrated dynamic–acoustic approach. The main objective was to determine the dynamic oscillations возникающие during the meshing process through a theoretical model and to establish their relationship with noise level. The

ISSN 3030-3907

results show that the sharp increase in noise is primarily associated with resonance phenomena: when the mesh frequency approaches the natural frequency of the system, both vibration amplitude and acoustic pressure increase significantly. Transmission error acts as an additional dynamic excitation source, amplifying vibration; even small geometric imperfections can noticeably increase noise. An increase in the damping coefficient reduces vibration and noise in the resonance zone. The time-varying nature of mesh stiffness also introduces additional spectral components, affecting system stability. The study demonstrates that noise can be theoretically predicted based on vibration velocity. Overall, the vibro-acoustic behavior depends on four dominant factors: resonance proximity, transmission error, damping level, and variation in mesh stiffness.

REFERENCES

1. H.-C. Möhring et al., “Fixtures and workpiece clamping systems in machining,” CIRP Annals – Manufacturing Technology, vol. 74, pp. 945–969, 2025.
2. R. C. Ugras and Y. Altintas, “Optimization of clamping conditions in thin-walled part machining to minimize forced vibrations, Part I,” CIRP Journal of Manufacturing Science and Technology, 2025.
3. S. Liu et al., “Dynamic characteristics and chatter prediction of thin-walled workpieces in dual-robot mirror milling based on surrogate model of support parameters,” Mechanical Systems and Signal Processing, 2025.
4. C. Liu et al., “Development of fixture layout optimization for thin-walled parts: A review,” Chinese Journal of Mechanical Engineering, 2024.
5. V. Kolesnyk et al., “Experimental evaluation of flexible fixture stiffness for steering knuckles when loading a milling machine tool,” Machines, vol. 12, no. 6, 2024.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON IQTISODIYOTIDA TURIZMINING INNOVATSION BOSHQARUVI VA STARTAP LOYIHALARNING TA’SIRI

Najimova Bibizuxra Marat qizi

Chirchiq davlat pedagogika universiteti 2-kurs talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada O‘zbekiston turizm sohasida innovatsion boshqaruv tizimlarini joriy etish hamda startap loyihalarning iqtisodiy rivojlanishga ta’siri tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida turizm industriyasida zamonaviy boshqaruv usullari, raqamli texnologiyalar, startap tashabbuslarni qo‘llab-quvvatlash mexanizmlari va ularning mamlakat iqtisodiyotidagi o‘rni o‘rganiladi. Shuningdek, turizm sohasida innovatsion faoliyatni rivojlantirish orqali yangi ish o‘rinlari yaratish, xizmatlar sifatini oshirish va xalqaro raqobatbardoshlikni kuchaytirish masalalariga alohida e’tibor qaratiladi. Tadqiqot natijalari O‘zbekistonda turizm sohasining barqaror rivojlanishini ta’minlashda innovatsion boshqaruv va startap loyihalarning muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Innovatsion boshqaruv, start-up, raqamli texnologiyalar, iqtisodiy rivojlanish, raqobatbardoshlik, investitsiyalar.

Abstract. This article analyzes the impact of the introduction of innovative management systems and startup projects on economic development in the tourism sector of Uzbekistan. In the course of the research, modern management methods, digital technologies, mechanisms for supporting startup initiatives in the tourism industry and their role in the country's economy are studied. Also, special attention is paid to the issues of creating new jobs, improving the quality of services and strengthening international competitiveness through the development of innovative activities in the tourism sector. The results of the study show that innovative management and startup projects are of great importance in ensuring the sustainable development of the tourism sector in Uzbekistan.

Keywords: Innovative management, start-up, digital technologies, economic development, competitiveness, investments.

Аннотация. В данной статье анализируется влияние внедрения инновационных систем управления и стартап-проектов на экономическое развитие туристического сектора Узбекистана. В ходе исследования изучаются современные методы управления, цифровые технологии, механизмы поддержки стартап-инициатив в туристической отрасли и их роль в экономике страны. Также особое внимание уделяется вопросам создания новых рабочих мест, повышения качества услуг и укрепления международной конкурентоспособности за счет развития инновационной деятельности в туристическом секторе. Результаты исследования

ISSN 3030-3907

показывают, что инновационное управление и стартап-проекты имеют большое значение для обеспечения устойчивого развития туристического сектора в Узбекистане.

Ключевые слова: Инновационное управление, стартап, цифровые технологии, экономическое развитие, конкурентоспособность, инвестиции.

KIRISH

Turizm O‘zbekistonda iqtisodiy o‘sish va diversifikatsiya qilishning ustuvor tarmoqlaridan biri hisoblanadi, chunki u ish bilan ta'minlash, xorijiy investitsiyalarni jalb qilish va mintaqaviy rivojlanishni rag‘batlantirish salohiyatiga ega. So‘nggi yillarda hukumat turizm faoliyatini rag‘batlantirish uchun bir qator islohotlarni amalga oshirdi, jumladan, infratuzilmani rivojlantirish, tartibga solishni takomillashtirish va mamlakatning madaniy va tarixiy merosini targ‘ib qilish. Ushbu sa'y-harakatlarga qaramay, turizm sektori uning to‘liq iqtisodiy salohiyatini cheklaydigan bir qator tarkibiy, boshqaruv va texnologik qiyinchiliklarga duch kelmoqda.

O‘zbekiston turizm sanoatidagi asosiy muammolardan biri bu innovatsion boshqaruv tizimlarining yetarlicha joriy etilmaganligidir. Ko‘pgina turizm korxonalari hali ham an'anaviy boshqaruv yondashuvlariga tayanadi, bu esa past operatsion samaradorlikka, manfaatdor tomonlar o‘rtasida zaif muvofiqlashtirishga va bozor o‘zgarishlariga cheklangan javob berishga olib keladi. Integratsiyalashgan raqamli platformalar, ma'lumotlarga asoslangan qarorlar qabul qilish va zamonaviy xizmatlarni boshqarish vositalarining yo‘qligi, ayniqsa xalqaro turizm yo‘nalishlari bilan solishtirganda, xizmat ko‘rsatish sifati va mijozlarning qoniqishiga salbiy ta'sir ko‘rsatadi.

Yana bir muhim muammo - turizm sohasidagi startap loyihalarining rivojlanmaganligi. So‘nggi yillarda tadbirkorlik faoliyati kuchaygan bo‘lsa-da, turizm bilan bog‘liq startaplar moliyalashtirishning cheklanganligi, institutsional qo‘llab-quvvatlashning yetarli emasligi, biznes tajribasining yo‘qligi va mavjud turizm infratuzilmasi bilan yetarlicha integratsiya qilinmaganligi kabi to‘siqlarga duch kelmoqdalar. Bu qiyinchiliklar innovatsion g‘oyalarning tijoratlashuviga to‘sqinlik qiladi va sektorning yuqori qo‘shimcha qiymatli xizmatlar va yangi ish o‘rinlarini yaratish qobiliyatini cheklaydi.

Bundan tashqari, raqamli texnologiyalarning sekin joriy etilishi jiddiy muammo bo‘lib qolmoqda. Onlayn bron qilish tizimlari, aqlli turizm yechimlari va raqamli marketing vositalaridan cheklangan foydalanish O‘zbekiston turizm mahsulotlarining global ko‘rinishini pasaytiradi. Natijada, sektor xalqaro raqobatbardoshligini mustahkamlash va tobora raqamlilashib borayotgan global bozorda texnologik yo‘naltirilgan sayyohlarni jalb qilish uchun kurashmoqda.

ISSN 3030-3907

Shu nuqtai nazardan, ushbu muammolarni innovatsion boshqaruv amaliyotlarini joriy etish va startap loyihalarini samarali qo‘llab-quvvatlash orqali hal qilish juda muhim ahamiyat kasb etadi. Mavjud muammolarni tushunish va ularni bartaraf etish yo‘llarini aniqlash barqaror iqtisodiy rivojlanishni ta'minlash, xizmat ko‘rsatish sifatini yaxshilash va O‘zbekiston turizm sektorining raqobatbardoshligini oshirish uchun juda muhimdir. Ushbu tadqiqot ushbu qiyinchiliklarni tahlil qilishga va ularni hal qilishda innovatsion boshqaruv va startap tashabbuslarining rolini baholashga qaratilgan.

MAVZUGA OID ADABIYOTLAR TAHLILI:

Turizmda innovatsion boshqaruv va startap ekotizimini rivojlantirish masalalari global miqyosda ham mamlakatimizda ham ko‘plab iqtisodchi olimlar tomonidan tadqiq etilgan.

Startaplarning iqtisodiy o‘sishga ta’siri: Iqtisodchi olimlar J. Schumpeterning innovatsion rivojlanish nazariyasiga tayanib, startaplarni turizmda "kreativ buzuvchi" (creative destruction) kuchi deb baholashadi. Zamonaviy tadqiqotchilar (masalan, Hall va Williams) turizm startaplari an’anaviy bozor tuzilmasini o‘zgartirib, yangi raqobat muhitini shakllantirishi va bu orqali narxlarning optimallashishi hamda sifatning oshishiga olib kelishini isbotlaganlar.

O‘zbekiston iqtisodiyoti kontekstida turizm innovatsiyalari: Mahalliy olimlardan M.Q. Pardaev va A.T. Mirzayev turizmda innovatsion faoliyatni boshqarishning mintaqaviy xususiyatlarini o‘rganganlar. Ularning ilmiy xulosalariga ko‘ra, O‘zbekistonda turizm klasterlarini tashkil etishda startap loyihalarni infratuzilmaga integratsiya qilish iqtisodiy samaradorlikni 15-20% ga oshiradi. Shuningdek, B.N. Navro‘z-zoda turizm marketingida raqamli texnologiyalardan foydalanish mamlakatning xalqaro reytinglardagi o‘rnini mustahkamlashning asosiy vositasi ekanligini qayd etadi.

Bundan tashqari Jahon tajribasi UN Tourism ma’lumotlariga ko‘ra, turizmda raqamli startaplarni qo‘llab-quvvatlovchi davlatlarda turizm tushumlari o‘rtacha yillik 12% ga tezroq o‘sadi.

O‘zbekiston holati: "Digital Uzbekistan — 2030" strategiyasi doirasida turizm xizmatlarini raqamlashtirish natijasida tranzaksiya xarajatlari sezilarli darajada kamayishi kutilmoqda. Hozirda mamlakatimizda turizm startaplari asosan "Booking", "Payment" va "Travel Planning" yo‘nalishlarida shakllanmoqda.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur maqolada O‘zbekiston turizm sohasida innovatsion boshqaruv tizimlarini joriy etish va startap loyihalarning iqtisodiy samaradorligini baholashda tizimli yondashuv metodologiyasidan foydalanildi. Tadqiqot jarayoni quyidagi uslubiy bosqichlarni qamrab oladi:

ISSN 3030-3907

Tahliliy va qiyosiy metodlar: Tadqiqotda turizm sohasidagi an’anaviy boshqaruv modellari va zamonaviy raqamli texnologiyalarga asoslangan "Smart-turizm" konsepsiyalari o‘zaro qiyosiy tahlil qilindi. O‘zbekistonning turizm ekotizimi xalqaro tajribalar (Turkiya, Singapur va BAA) bilan solishtirilib, mamlakat iqtisodiyoti uchun mos keluvchi innovatsion modellar aniqlandi.

Statistik va empirik ma’lumotlar bazasi: Tadqiqotning amaliy asosi sifatida O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi va Turizm qo‘mitasining 2020–2025 yillardagi rasmiy hisobotlari, shuningdek, sohadagi startaplar dinamikasi bo‘yicha statistik ko‘rsatkichlar tahlilga tortildi. Ma’lumotlarni qayta ishlashda miqdoriy (quantitative) va sifat (qualitative) tahlil usullari uyg‘unlashtirildi.

Keys-stady (Case study) usuli: O‘zbekistonda muvaffaqiyatli faoliyat ko‘rsatayotgan mahalliy turistik startaplarning (masalan, bronlash platformalari, transport-logistika ilovalari) biznes modellari o‘rganildi. Ushbu usul orqali startaplarning sohadagi xizmatlar sifatini oshirishdagi bevosita roli va ularning iqtisodiy barqarorlikni ta’minlashdagi imkoniyatlari tahlil qilindi.

TAHLIL VA NATIJALAR

O‘zbekiston turizm sohasida innovatsion boshqaruv va startap loyihalarning iqtisodiy samaradorligini tahlil qilish natijasida so‘nggi yillarda sezilarli o‘sish dinamikasi kuzatildi. Tadqiqot natijalari quyidagi asosiy yo‘nalishlar bo‘yicha tizimlashtirildi:

1. Raqamli transformatsiyaning iqtisodiy ko‘rsatkichlariO‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, 2024-yil yakuniga ko‘ra xorijiy sayyohlar soni 7,7 milliondan oshdi. Innovatsion bronlash tizimlari va raqamli marketing platformalarining kengayishi natijasida turizm xizmatlari eksporti hajmi 2,5 mlrd dollardan ziyodni tashkil etadi. Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, onlayn platformalar (booking.com, airbnb, c-trip) va mahalliy startaplar (masalan, Iticket, Tabani) orqali amalga oshirilgan tranzaksiyalar ulushi umumiy xizmatlarning 45% idan oshgan. Bu ko‘rsatkich 2019-yilda atigi 15-18% ni tashkil etgan edi[1].

2. Xizmat ko‘rsatish sifatidagi sifat o‘zgarishlariInnovatsion boshqaruv tizimlarini (Property Management Systems - PMS) joriy etgan mehmonxona va turistik ob’ektlarda xizmat ko‘rsatish vaqti 30% ga qisqargan, mijozlarning qoniqish darajasi (Net Promoter Score - NPS) esa o‘rtacha 12-15% ga oshgan[2].

3. Hududiy rivojlanishdagi natijalar Startap loyihalar, ayniqsa "Guesthouse" va "Agroturizm" yo‘nalishidagi raqamli platformalar tufayli, sayyohlar oqimi faqatgina "Oltin uchburchak" (Samarqand-Buxoro-Xiva) bilan cheklanib qolmay,

[1] O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi rasmiy veb-sayti: www.stat.uz.
[2] O‘zbekiston Respublikasi Turizm qo‘mitasining yillik hisobotlari (2024–2025): www.uzbektourism.uz.

ISSN 3030-3907

Farg‘ona vodiysi va Surxondaryo kabi hududlarda ham 18-20% ga o‘sgan. Bu esa chekka hududlarda yangi ish o‘rinlari yaratilishiga xizmat qilgan. Xulosa o‘rnida: Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, innovatsiyalarni boshqarish va startaplarni qo‘llab-quvvatlash O‘zbekiston turizm iqtisodiyotining barqaror o‘sishini ta’minlovchi eng istiqbolli yo‘nalishdir. Raqamli yechimlar tranzaksiya xarajatlarini kamaytirish bilan birga, sohaning yalpi ichki mahsulotdagi (YAIM) ulushini oshirishga bevosita xizmat qilmoqda.

XULOSA VA TAKLIFLAR

O‘zbekiston turizm industriyasida innovatsion boshqaruv va startap loyihalarning joriy etilishi shunchaki texnologik yangilanish emas, balki makroiqtisodiy barqarorlikni ta’minlovchi muhim drayver hisoblanadi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ushbu ta’sirni quyidagi to‘rtta strategik yo‘nalish bo‘yicha tahlil qilish mumkin:

1. Bandlik tuzilmasining transformatsiyasi va intellektual mehnat bozori Startap loyihalar sohada yangi turdagi, yuqori qo‘shimcha qiymatga ega bo‘lgan ish o‘rinlarini yaratadi. Agar an’anaviy turizmda mehnat asosan xizmat ko‘rsatish xodimlari (ofitsiant, gid, haydovchi) bilan cheklangan bo‘lsa, innovatsion loyihalar hisobiga bozorga IT-mutaxassislar, ma’lumotlar tahlilchilari (data scientists) va raqamli marketing menejerlari kirib kelmoqda. Bu esa yoshlar o‘rtasida "aqlli" bandlikni ta'minlash bilan birga, sohadagi mehnat unumdorligini oshiradi.

2. Xizmat sifati va xalqaro raqobatbardoshlikning oshishi Innovatsion boshqaruv tizimlari (masalan, avtomatlashtirilgan bronlash, CRM va aqlli mehmonxona tizimlari) inson omili bilan bog‘liq xatolarni minimallashtiradi. Raqobat muhitining kuchayishi mahalliy tadbirkorlarni xalqaro standartlarga (UN Tourism) moslashishga majbur qiladi. Bu esa xizmat ko‘rsatish servis darajasining sifat jihatidan yangi bosqichga ko‘tarilishiga va O‘zbekistonning jahon turizm bozoridagi nufuzini (nation branding) mustahkamlashga xizmat qiladi.

3. Turizm eksporti hajmini raqamli platformalar orqali kengaytirish Raqamli platformalar va startaplar xalqaro sayyohlar uchun O‘zbekiston turizm mahsulotlarini "bir marta bosish" (one-click) masofasiga yaqinlashtiradi. Global platformalar bilan integratsiya va mahalliy startaplarning xorijiy tillardagi servisni yo‘lga qo‘yishi natijasida xorijiy valyuta tushumi (turizm eksporti) hajmi to‘g‘ridan-to‘g‘ri oshadi. Ma’lumotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, raqamli marketingga yo‘naltirilgan investitsiyalar sayyohlar sonini an'anaviy reklamaga qaraganda 3 barobar tezroq oshiradi.

4. Infratuzilmani hududiy diversifikatsiya qilish Innovatsiyalarning eng muhim afzalliklaridan biri — masofaviy va chekka hududlarni turistik aylanishga jalb qilishdir. "Aqlli turizm" yechimlari orqali tog‘li va cho‘l hududlarida ham

ISSN 3030-3907

turistik xizmatlarni autsorsing qilish, ekoturistik loyihalarni raqamli marketing orqali targ‘ib qilish imkoniyati paydo bo‘ladi. Bu esa markaziy shaharlar (Samarqand, Buxoro) bilan bir qatorda, chekka qishloqlarning infratuzilmasini rivojlantirishga va hududiy iqtisodiy tengsizlikni kamaytirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 27-iyuldagi "Turizm sohasida islohotlarni chuqurlashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida"gi Farmoni.
2. Gretzel, U., et al. (2015). "Smart Tourism: Foundations and Developments". *Electronic Markets*, Vol. 25, No. 3, pp. 179-188.
3. Tukhtabaev, J. S. (2023). "The Role of Startups in Increasing the Competitiveness of the Tourism Sector in Uzbekistan". *Journal of Marketing and Information Systems*, Issue 4, pp. 12-25.
4. Navruz-zoda B. N., Najmiddinov S. N. Importance and role of ziyarah tourism in raising tourism potential of Bukhara region //Scientific reports of Bukhara State University. – 2020. – Т. 3. – №. 2. – С. 231-235.
5. Хайитбоев Б. Х., Нажмиддинов С. Н. У. Опыт зарубежных стран в формировании цифровой экономики: выводы и перспективы для Узбекистана //Вестник науки и образования. – 2020. – №. 1-2 (79). – С. 25-28.
6. Najmiddinov S. FURTHER IMPROVEMENT OF THE AUTOMATION SYSTEM OF ELECTRONIC SERVICES AND TOURIST PERMITS //Innovation Science and Technology. – 2025. – Т. 1. – №. 12.
7. Sulton, N., and V. Hasan. "Importance Of Smart Tourism In Improving Tourism Management In Uzbekistan." Gospodarka i Innowacje 46 (2024): 15-19.
8. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti huzuridagi Statistika agentligi rasmiy veb-sayti: www.stat.uz.
9. O‘zbekiston Respublikasi Turizm qo‘mitasining yillik hisobotlari (2024–2025): www.uzbektourism.uz.

ISSN 3030-3907

ANALYSIS OF TEENAGERS' CLOTHING USING NATIONAL PATTERN ORNAMENTS

Zebo Tukhtaeva

Doctor of Pedagogical Sciences (DSc), Professor, Department of Metrology and Standardization, Bukhara State Technical University,

E-mail: zebo-7171@mail.ru

Annotation. The article analyzes teenagers' clothing using national pattern ornaments. In this article, the styles, colors, sleeve shapes and types of processing inside the sleeves of teenage clothing are presented on the basis of diagrams during the implementation of teenage questionnaires.

Keywords: teenagers, style, shape, ornament, model, style, colors, length, consumer, sustainability, outerwear, price, quality, national pattern.

Annotatsiya. Maqolada milliy naqshli bezaklardan foydalangan holda o‘smirlar kiyimlari tahlil qilinadi. Ushbu maqolada o‘smirlar kiyimlarining yenglari ichidagi uslublar, ranglar, yeng shakllari va ishlov berish turlari o‘smirlar so‘rovnomalarini amalga oshirish paytida diagrammalar asosida taqdim etilgan.

Kalit so‘zlar: o‘smirlar, uslub, shakl, bezak, model, uslub, ranglar, uzunlik, iste'molchi, barqarorlik, tashqi kiyim, narx, sifat, milliy naqsh.

Аннотация. В статье анализируется одежда подростков с использованием национальных орнаментов. В этой статье представлены фасоны, цвета, формы рукавов и виды обработки внутренней части рукавов подростковой одежды на основе диаграмм, полученных в ходе проведения подросткового анкетирования.

Ключевые слова: подростки, стиль, форма, орнамент, модель, фасон, цвета, длина, потребитель, экологичность, верхняя одежда, цена, качество, национальный узор.

INTRODUCTION

Adolescents’ basic wardrobe is closely related to their personal expression, mental state, and social status. Adolescents understand themselves and their place in society through their clothes, which influences their clothing choices. Some adolescents prefer to wear conspicuous clothes, while others tend to dress in a style they have invented for themselves or in a casual way [55,57]. We analyzed the results of studies and questionnaires conducted by us. Question 1: How old are you? This question has 3 answer options: 11-12 ears, 13-14 ears, 15-16 ears. We also took into account the gender of the adolescents.

ISSN 3030-3907

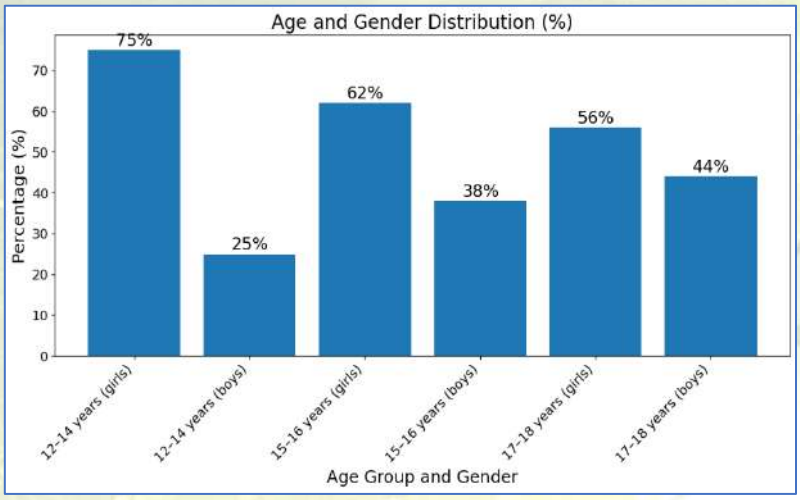


Figure 1. Analysis of respondents by gender and age characteristics

The survey was conducted among 385 schoolchildren - teenage girls and boys. The demographic analysis is as follows, and the gender and age characteristics of the respondents are shown in Figure 3.1. There were 124 participants aged 12 to 14 ears, which is 28% of the total respondents, 134 adolescents aged 15 to 16 ears, which is 40%, and 127 adolescents aged 17 to 18 ears, which is 32.9% of the respondents. In terms of gender, 93 (75%) of the 12-14 ear olds were girls and 31 (25%) were boys; 83 (62%) of the 15-16 ear olds were girls and 51 (38%) were boys; and 71 (56%) of the 17-18 ear olds were girls and 56 (44%) were boys. (Figure 1)

The first question, the frequency of visiting clothing stores, showed that the majority of teenagers, 31.6%, visit them several times a week, 28.9% - several times, 23.7% - once a month, 7.9% - less than once a month, shops are part of their lives and this process occurs regularly (Figure 2).

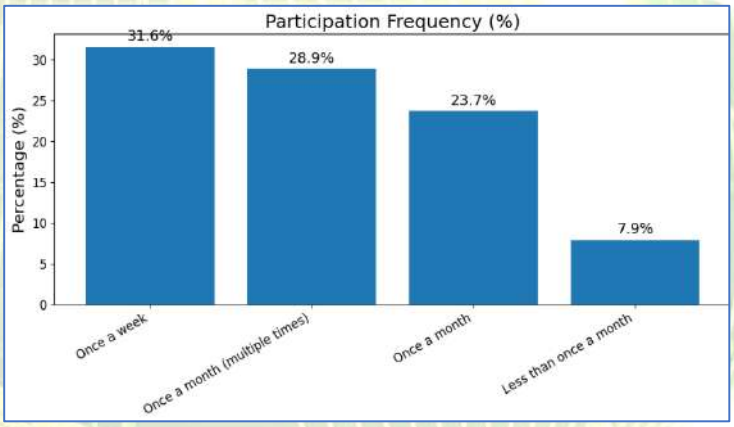


Figure 2. Frequency of teenagers visiting clothing stores

Further research has shown that the main criteria that teenagers use when choosing clothes are as follows (Figure 2.2.5): price (68.1%), quality (54.2%), fashion (51.3%), style (39.6%), seasonality (34.8%) (Figure 3).

ISSN 3030-3907

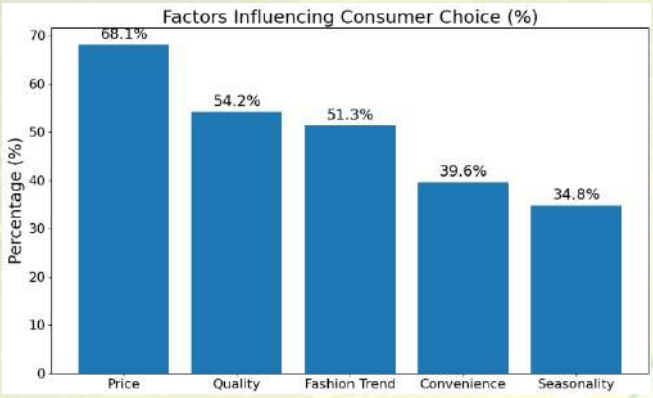


Figure 3. The main criteria for choosing clothes for teenagers

When choosing a style of clothing, respondents like to experiment and choose different styles, 32.2% chose a sporty style, 29.3% a classic style, 28.4% an oversized style (large volume), 7.5% a fantasy style and 2.6% other styles (Figure 4). Thus, 29.3% of respondents said that they prefer conservative ideas and stylish clothes when choosing clothes; 70.7%, on the contrary, chose other styles.

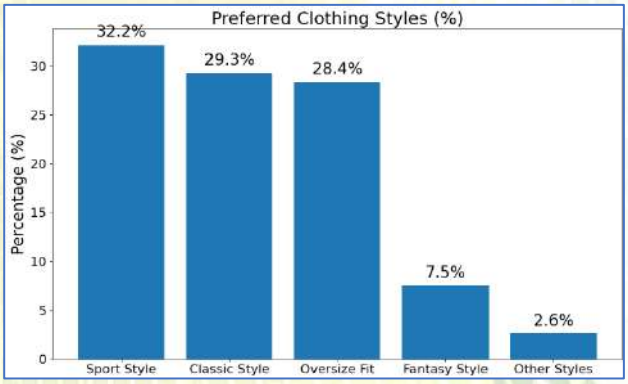


Figure 4. Analysis of teenagers' clothing style choices

The majority of respondents do not have specific colors that are a priority when choosing clothes, that is, bright colors do not play a big role in buying and wearing clothes for teenagers. It was found that teenagers pay more attention to the following principles when choosing clothes: elegance (35.5%), harmony (41.2%), proportionality (39.8%), functionality (47.8%). Also, some respondents added such principles as comfort and compactness (Figure 5).

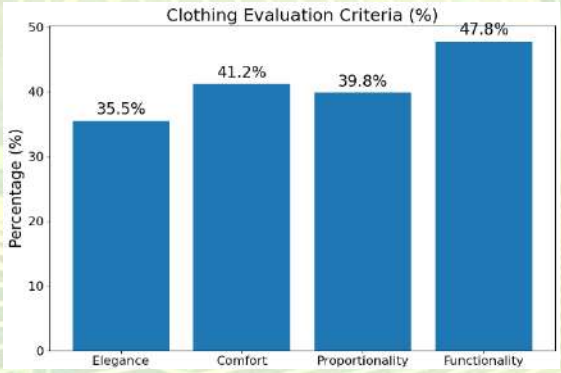


Figure 5. Principles that teenagers pay attention to when choosing clothes

ISSN 3030-3907

If we consider each questionnaire separately, most of the respondents, men, prefer convenience, simplicity and functionality when choosing clothes, while women choose elegance, proportion and harmony. The study showed that when choosing clothes, the majority of respondents (70.2%) are guided by their own opinion, 29.8% listen to others. Although the price factor is crucial, fashion and aesthetic principles are also not ignored. Therefore, clothing manufacturers and sellers should develop collections and marketing strategies taking these factors into account.

The use of national patterns and ornaments in the collection of teenage clothes is widespread in the world of design and fashion, but in each culture different approaches are required to meet the requirements. The purpose of the survey on the use of national patterns in the collection of teenage clothes was to study how teenagers perceive national fashion and its elements, as well as their opinions on the use of these elements in clothes. The responses were collected through various questionnaires, taking into account the age group, gender, cultural and social conditions of the teenagers participating in the survey. The questions were aimed at determining the use of national patterns and ornaments in clothes among teenagers, their personal taste and aesthetic views, and how these elements are perceived from the point of view of fashion design and clothing creation. The main results of the survey showed the following aspects:

Interest in national patterns and ornaments, that is, more than 60% of the teenagers who participated in the survey expressed interest in national patterns and ornaments. For them, national elements are not limited to the fact that they are aesthetically beautiful in clothes, but they also pay great attention to the historical and cultural significance of these elements. Most teenagers noted that national patterns and ornaments look fashionable, add uniqueness and individualism to them. (Figure 6)

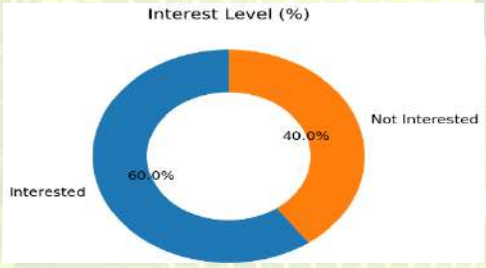


Figure 6. Teenagers' interest in having national patterns on their clothes

The use of national ornaments in clothing design, i.e. more than 50% of wearers do not want to use national patterns in their everyday clothes, but expressed a desire to use these elements at special events, holidays or festivals. Teenagers appreciate national patterns more at holidays or special events (Fig. 7)

ISSN 3030-3907

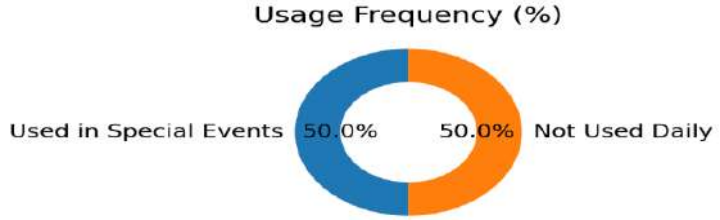


Figure 7. Levels of teenagers' use of decorative clothing

There is a debate among teenagers about aesthetic views on clothing, that is, the aesthetic aspects of using national ornaments on clothing. For many, such ornaments are important in expressing respect and confidence in their cultural heritage. However, it was observed that some teenagers consider such ornaments to be non-traditional and outdated. In this case, they emphasized that national ornaments should be combined with new and modern styles. (Figure 8)

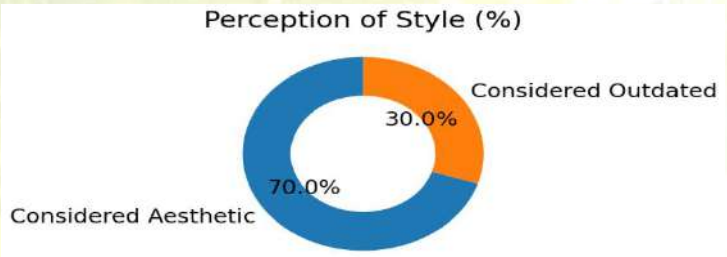


Figure 8. Teenagers' attitudes towards patterns in clothing

Social and cultural influences, namely the rapid spread of social media and global fashion, have a significant impact on teenagers' clothing choices. Some teenagers compare national patterns and ornaments with popular trends around the world and say that they often do not fit their fashion. They also prefer national patterns and ornaments that are combined with modern styles. (Figure 9)

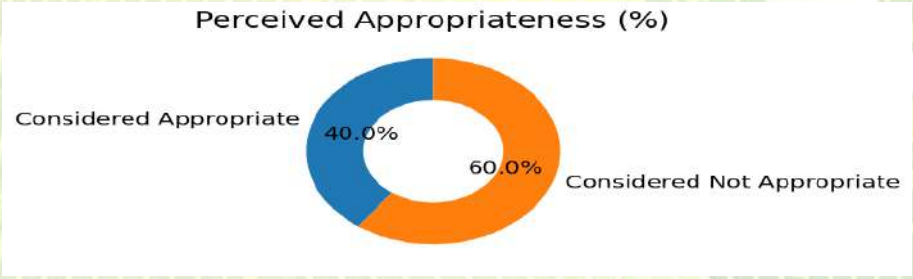


Figure 9. The influence of teenagers' patterned clothing on global trends

The future of national elements, that is, many teenagers expressed their expectation that national ornaments will be incorporated into modern clothing designs and adapted to new trends. Therefore, the modernization and presentation of national elements in innovative ways is appreciated by teenagers

ISSN 3030-3907

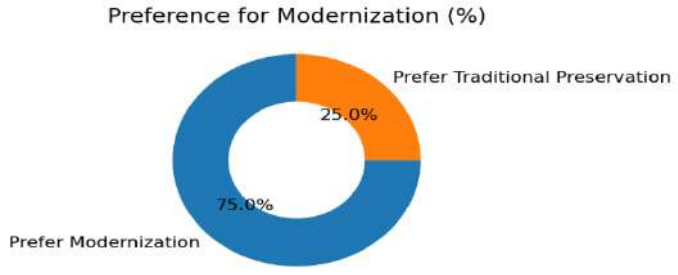


Figure 10. The image of future national elements in the imagination of adolescents

Based on the survey results, the use of national patterns and ornaments in the clothes of adolescents is closely related to the cultural and aesthetic views of adolescents. (Figure 10). Adolescents identify themselves within their own social groups and subcultures. National patterns can be used as an important tool in ensuring that adolescents belong to their own group.

Parents of teenagers have noted that the material wear of clothing has a significant impact on the lifespan of the clothing. This is because boys are more active than girls. Therefore, when designing teenage clothing, it is necessary to take into account the lifespan and impact of boys' and girls' clothing.

LIST OF REFERENCES

1. Tokhtaeva Z.Sh., Abulova P.U. Designing the technological process of sewing a teenage shirt. Research And Education. international scientific journal. 1(7), Retrieved from. 2022. – P. 186–195.
2. http://researchedu.org/index.php/re/article/view/421
3. Usmanova N.A. Intellectualization of the processes of forming industrial collections of women's shirts. – Tashkent, 2025. – 133 p.
4. Xolbayeva, L. Social and cultural aspects of clothing design. Fashion and Society Journal, 10(6), 2020. – 71-77 p.
5. To‘xtayeva Z.Sh, Abulova P.U. Environmental requirements of teenage clothing. “Muhandislik fanlarini o‘qitishning dolzarb muammolari va echimlari” mavzusidagi Respublika ilmiy-texnik anjumani, Termiz. 2022. – 331-334 b.
6. To‘xtayeva Z.Sh, Abulova P.U. Analysis of physical and morphological parameters of silk fibers in the aesthetic properties of silk fabrics. E3S Web of Conferences 548, 08010 (2024). – P. 25-29.
7. Муминова У.Т., Ташпулатов С.Ш., Черунова И.В., Шарипова С.И. Разработка методологии комплексного проектирования детской одежды. Publisher: Курск. Издателствово «Университетская книга», 2020. – С.173.
8. Шарипова С.Т., Нигматова Ф.У. Исследование удовлетворенности потребителей ассортиментом одежды из джинсовой ткани // Универсум: технические науки: электрон. научн. журн. 2023. – С. 10 (115).

ISSN 3030-3907

9. Муминова У.Т. Методология комплексного проектирования детской форменной одежды. Ташкент, 2020. – 248 стр.

ISSN 3030-3907

KORROZIYA INGIBITORINING KO‘PIK HOSIL BO‘LISHIGA TA’SIRINI TADQIQ QILISH

Turdiqulov A.R.
“Uzbekneftgaz” AJ
Taganiyazov B.Sh.
Qoraqalpoq davlat universiteti,
Abdullaev A.S.
Qoraqalpoq davlat universiteti,
Adizov B.Z.
Umumiy va noorganik kimyo institute
E-mail: bobirjon_adizov@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada aminli gaz tozalash jarayonlarida korroziya ingibitorlarining ko‘pik hosil bo‘lish jarayoniga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot amin eritmalarida qo‘llaniladigan organik va noorganik korroziya ingibitorlarining ko‘piklanish xususiyatlarini baholashga qaratilgan. Tadqiqotning asosiy maqsadi aminli jarayonlarda ko‘piklanishni yuzaga keltiruvchi omillarni aniqlash va korroziya ingibitorlarini tanlashda ilmiy asos yaratishdan iborat.

Kalit so‘zlar: amin eritmasi, ko‘piklanish jarayoni, BHCL, organik ingibitorlar, noorganik ingibitorlar, gaz–suyuqlik tizimi, absorber.

Аннотация. В данной статье изучено влияние коррозионных ингибиторов на процесс пенообразования в аминных процессах очистки газа. Исследование направлено на оценку пенообразующих свойств органических и неорганических коррозионных ингибиторов, применяемых в аминных растворах. Основной целью исследования является выявление факторов, вызывающих пенообразование в аминных процессах, и формирование научной основы для выбора коррозионных ингибиторов.

Ключевые слова: аминный раствор, процесс пенообразования, BHCL, органические ингибиторы, неорганические ингибиторы, газожидкостная система, абсорбер.

Abstract. This article investigates the influence of corrosion inhibitors on the foaming process in amine gas-sweetening systems. The study is aimed at evaluating the foaming characteristics of organic and inorganic corrosion inhibitors used in amine solutions. The main objective of the research is to identify the factors responsible for foaming in amine processes and to establish a scientific basis for the selection of corrosion inhibitors.

Keywords: amine solution, foaming process, BHCL, organic inhibitors, inorganic inhibitors, gas–liquid system, absorber.

KIRISH

ISSN 3030-3907

Tabiiy gaz tarkibidagi aralashmalarni olib tashlash maqsadida monoetanolamin, dietanolamin, metildietanolamin (MDEA) hamda piperazin kabi alkanolaminlar keng qo‘llaniladi. Ular orasida MDEA H_2S va CO_2 ni bir vaqtda adsorbsiyalashda eng samarali eritma sifatida e’tirof etiladi [1, 2].

Tabiiy gazdan H_2S va CO_2 ni adsorbsiyalash jarayonida absorber tarelkalarida amin eritmasi gaz bilan aralashib, mayda pufakchalar hosil qiladi [3,4]. Amin eritmasining qovushqoqligini o‘zgartirish pufakchalarning balandligini oshirish va ularning parchalanish vaqtini uzaytirishga imkon beradi, natijada pufakchalarning yuqori tarelkalarga yo‘nalgan barqaror harakati ta’minlanadi. Bundan tashqari, gaz va amin eritmasi orasidagi sirt tarangligini kamaytirish jarayonning umumiy samaradorligini oshirishga xizmat qiladi [5].

Nordon gazni qayta ishlash korxonalarida texnologik quvurlarga korroziyaga qarshi ingibitorlarni kiritish amaliyoti keng qo‘llaniladi. Bu holat tarkibida H_2S va CO_2 mavjud bo‘lgan muhitda temir asosli konstruksion materiallarning korroziyaga va eroziyaga uchrashi bilan izohlanadi. Mazkur gazlar temir bilan kimyoviy reaksiyaga kirishib, quvurlar va texnologik qurilmalarning ishlash ishonchliligini pasaytiradi.

Korroziya ingibitorlari qo‘llanishi ma’lum ijobiy natijalarni ta’minlasa-da, ularning ayrim salbiy ta’sirlari ham aniqlangan. Xususan, korroziya ingibitori konsentratsiyasining kamayishi amin eritmalarining ko‘piklanish jarayoniga sezilarli ta’sir ko‘rsatmaydi, biroq uning konsentratsiyasi oshishi bilan tizimda ko‘pik hosil bo‘lishga moyillik ortadi. Shu bilan birga, ayrim tadqiqotlarda korroziya ingibitorlari ko‘pikning yarim parchalanish davrini qisqartirishi, ammo ko‘pik hosil bo‘lish qobiliyati va tuzilishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmasligi qayd etilgan [6].

Shu sababli, aminli gaz tozalash tizimlarida ko‘piklanish hodisasini bartaraf etish maqsadida korroziya ingibitorlarining texnologik parametrlarini real ekspluatatsion sharoitlarda kompleks ravishda tadqiq etish zarur hisoblanadi. Korroziya ingibitorlarining ko‘pik hajmi va uning parchalanish vaqtiga ta’sirini aniqlash bo‘yicha tadqiqotlar yuqori harorat sharoitida olib borilishi lozim. Turli xil korroziya ingibitorlari bilan birgalikda qo‘llanilgan amin eritmalarining ko‘piklanish xususiyatlari sezilarli darajada farqlanishi mumkin [7].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Mazkur tadqiqotda aminli gaz tozalash tizimlarida korroziya ingibitorlarining ko‘pik hosil bo‘lish jarayoniga ta’sirini aniqlash maqsadida laboratoriya sharoitida kompleks eksperimental tadqiqotlar olib borildi. Tadqiqot ob’ekti sifatida MDEA asosidagi amin eritmasi tanlandi, tadqiqot predmeti esa turli

ISSN 3030-3907

turdagi korroziya ingibitorlari, xususan yog‘ kislotalari va uglevodorodlar asosidagi BHCL ingibitorining ko‘piklanish xususiyatlariga ta’siri hisoblandi.

Eksperimental tadqiqotlar maxsus ko‘pik hosil qilish kolonnasi yordamida amalga oshirildi. Tadqiqot jarayonida amin eritmasiga belgilangan tezlikda gaz yuborilib, ko‘pik hosil bo‘lish jarayoni kuzatildi. Gaz oqimi tezligi 200–400 ml/daq oralig‘ida o‘zgartirildi, eritma harorati esa 35–65 °C diapazonida nazorat qilindi. BHCL ingibitorining konsentratsiyasi 0,05 mass.% qiymatda ushlab turildi, ayrim tajribalarda esa 0,5–3 ppm oralig‘ida o‘zgartirildi.

Ko‘piklanish jarayonini tavsiflash uchun pufakchalar soni, pufakchalar radiusi, pufakchalar maydoni hamda ko‘pik hajmi kabi asosiy ko‘rsatkichlar aniqlandi. Pufakchalarning geometrik parametrlari optik kuzatuv va tasvirlarni qayta ishlash usullari orqali baholandi. Ko‘piklanish koeffitsienti ko‘pik hosil bo‘lish va parchalanish vaqtlarini hisobga olgan holda aniqlandi.

Harorat, gaz oqimi tezligi va korroziya ingibitori konsentratsiyasining ko‘piklanish jarayoniga ta’sirini baholash maqsadida har bir parametr alohida va kompleks tarzda o‘zgartirildi. Olingan natijalar statistik qayta ishlanib, takroriy tajribalar asosida ularning ishonchliligi ta’minlandi.

Shuningdek, turli xil noorganik korroziya ingibitorlari (Na_2SO_3, $CuCO_3$ va $NaVO_3$) ning amin eritmasining ko‘piklanish koeffitsientiga ta’siri solishtirma tahlil qilindi. Natijalar grafik va jadval ko‘rinishida ifodalanib, ularning ko‘pik hosil bo‘lish jarayoniga ta’siri baholandi.

Tadqiqot natijalarini sanoat sharoitlariga yaqinlashtirish maqsadida olingan ma’lumotlar real ekspluatatsion sharoitlar bilan solishtirildi hamda korroziya ingibitorlarini kiritish tezligini boshqarish bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Mazkur tadqiqotda yog‘ kislotalari va uglevodorodlar asosidagi korroziya ingibitori hisoblangan BHCL (HCL turiga mansub) ning ko‘piklanish tendensiyasiga ta’siri o‘rganilgan. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, HCL ning xatti-harakati turli sharoitlarda farqlangan bo‘lsa-da, BHCL ishtirokida ko‘piklanish davomiyligi oshishi, haroratning yuqoriligi hamda ingibitor konsentratsiyasining ortishi bilan ko‘piklanish tendensiyasi kuchayishi aniqlangan. Bundan tashqari, yuqori harorat sharoitlarida ko‘pik hajmining ortishi kuzatilgan.

1-jadvalda 0,05% (mass.) BHCL mavjud bo‘lgan sharoitda turli ekspluatatsion parametrlarning ko‘pik hajmiga ta’siri umumlashtirilgan holda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

0,05 % (mass.) BHCL mavjud bo‘lgan sharoitda turli parametrlarning ko‘piklanish tendensiyasi va ko‘pik hajmiga ta’siri

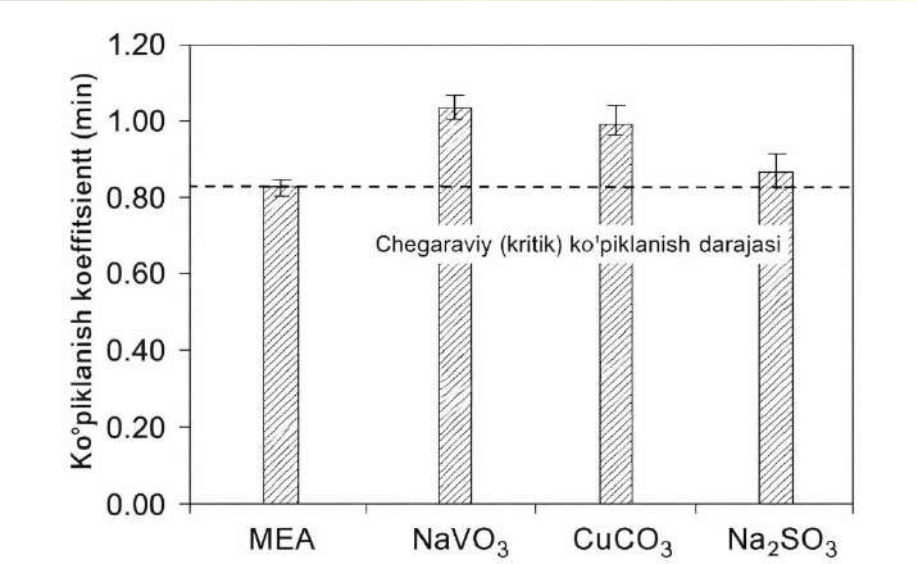
Oqim tezligi (ml/daq)	Harorat (°C)	Pufakchalar soni	Pufakcha radiusi (mm)	Pufakchalar maydoni (mm^2)
200	35	24	0,251	0,252
200	50	32	0,349	0,877
200	65	43	0,232	0,269
300	35	27	0,376	0,676
300	50	33	0,390	0,907
300	65	40	0,277	0,372
400	35	17	0,422	0,936
400	50	24	0,579	2,496
400	65	41	0,307	0,438

Keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, gaz oqimi tezligi oshirilishi natijasida pufakchalar maydonining kengayishi to‘rt martadan ortiq darajada ortgani kuzatilgan. Biroq ma’lum bir chegaraga yetgach, ushbu ko‘rsatkichning kamayishi qayd etilgan. Ushbu holat dastlab ko‘taruvchi kuch (Arximed kuchi) ta’sirining ustunligini, gaz oqimi tezligi yanada oshirilganda esa oqimning beqarorlashishini ko‘rsatadi. Shuningdek, eritma haroratining oshirilishi ko‘pik hajmining ortishiga olib kelishi aniqlangan.

BHCL konsentratsiyasining oshishi eritma qovushqoqligining ortishiga, pufakchalarning o‘rtacha radiusining kamayishiga hamda sirt tarangligining oshishiga olib kelishini alohida ta’kidlash zarur. Ushbu omillarning barchasi texnologik jarayonda ko‘piklanish tendensiyasining kuchayishiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Xususan, MDEA eritmasida BHCL konsentratsiyasi 0,5 ppm dan 3 ppm gacha oshirilganda, sirt tarangligi dastlabki qiymatning taxminan 60 % gacha kamayishi aniqlangan.

1-rasmda turli xil korroziya ingibitorlarining eritmaning ko‘piklanish koeffitsientiga ta’siri tasvirlangan bo‘lib, Na_2SO_3, $CuCO_3$ va $NaVO_3$ moddalari mos ravishda eng sezilarli ta’sir ko‘rsatgani qayd etilgan.

ISSN 3030-3907



1-rasm. $NaVO_3$, $CuCO_3$ va Na_2SO_3 ning amin eritmasida ko‘piklanish tendensiyasiga ta’siri

Turli kimyoviy agentlar tizimda ko‘pik hosil bo‘lish jarayoniga turlicha ta’sir etishi sababli, aminli gaz tozalash jarayonlarida korroziya ingibitorlarining sarf tezligini aniq tahlil qilish va samarali tartibga solish muhim ahamiyat kasb etadi.

Shu bilan birga, hozirgi kunga qadar turli xil korroziya ingibitorlarining ko‘pik hajmi va ko‘pikning parchalanish vaqtiga ta’sirini aniqlashga doir yetarli ilmiy ma’lumotlar mavjud emas. Mazkur ta’sirlarni aniqlash aminli jarayonlar uchun eng maqbul korroziya ingibitorini tanlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega bo‘lishi mumkin.

XULOSA

Mazkur tadqiqotda amin eritmalarida korroziya ingibitorlarining ko‘pik hosil bo‘lish jarayoniga ta’siri o‘rganildi. Tadqiqot natijalari BHCL kabi yog‘ kislotalari va uglevodorodlar asosidagi ingibitorlar konsentratsiyasi, harorat va gaz oqimi tezligi oshishi bilan ko‘piklanish tendensiyasi kuchayishini ko‘rsatdi. Xususan, eritma haroratining oshishi va ingibitor konsentratsiyasining ortishi ko‘pik hajmining sezilarli darajada oshishiga olib kelishi aniqlandi. Shuningdek, $NaVO_3$, $CuCO_3$ va Na_2SO_3 kabi noorganik korroziya ingibitorlari amin eritmasining ko‘piklanish koeffitsientiga turlicha ta’sir ko‘rsatishi aniqlangan. Olingan natijalar aminli gaz tozalash jarayonlarida ko‘piklanishni kamaytirish hamda optimal korroziya ingibitorini tanlash uchun ilmiy-amaliy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. F. de Meyer, S. Jouenne, Industrial carbon capture by absorption: recent advances and path forward, Curr. Opin. Chem. Eng. 38 (2022) 100868, https://doi.org/10.1016/j.coche.2022.100868

ISSN 3030-3907

2. S.A. Theofanidis, A.N. Antzaras, A.A. Lemonidou, CO 2 as a building block: from capture to utilization, Curr. Opin. Chem. Eng. 39 (2023) 100902, https://doi.org/10.1016/j.coche.2023.100902

3. K.H. Chai, L.K. Leong, S. Sethupathi, K.C. Chong, T.C.-K. Yang, S.P. Ong, Y. H. Yap, Carbon capture from low CO 2 concentration stream through ternary alkali metal nitrates promotion of MgO sorbents at intermediate temperature and low space velocity, Chem. Eng. J. Adv. 17 (2024) 100578, https://doi.org/10.1016/j.ceja.2023.100578

4. Y. Cao, Z.U. Rehman, N. Ghasem, M. Al-Marzouqi, N. Abdullatif, A.T. Nakhjiri, M. Ghadiri, M. Rezakazemi, A. Marjani, M. Pishnamazi, S. Shirazian, Intensification of CO2 absorption using MDEA-based nanofluid in a hollow fibre membrane contactor, Sci. Rep. 11 (2021) 2649, https://doi.org/10.1038/s41598-021-82304-2

5. M. Rohani, H. Jazayeri-Rad, R.M. Behbahani, Continuous prediction of the gas dew point temperature for the prevention of the foaming phenomenon in acid gas removal units using artificial intelligence models, Int. J. Comput. Intell. Syst. 10 (2017) 165, https://doi.org/10.2991/ijcis.2017.10.1.12.

6. M. Keewan, F. Banat, E. Alhseinat, J. Zain, P. Pal, Effect of operating parameters and corrosion inhibitors on foaming behaviour of aqueous methyldiethanolamine solutions, J. Pet. Sci. Eng. 165 (2018) 358–364, https://doi.org/10.1016/j. petrol.2018.02.046.

7. J. Al-Darweesh, M.S. Aljawad, Z. Al-Yousef, A. BinGhanim, M.S. Kamal, M. Mahmoud, Corrosion inhibitor and chelating agent impact on foam stability for formation stimulation applications, Geoenergy Sci. Eng. 222 (2023) 211434, https://doi.org/10.1016/j.geoen.2023.211434.

ISSN 3030-3907

INTERPOLIMERLAR ASOSIDAGI POLIMER QOPLAMALARNI TERMOMEXANIK TAHLILI

To‘rasunnat Shomansurxon Karomatxo‘ja o‘g‘li
Turon Universiteti t,f,f,d., dotsent
Jabborov Abdulaziz Rifat o‘g‘li
Turon Universiteti talabasi
Ro‘ziqulov Azim Yusupovich
O‘qituvchi, Qarshi Davlar Universiteti
Karimov Oybek Tirkavovich
Qarshi Davlar Universiteti t,f.f.d., PhD, Doktarant (DSc)
E-mail: tirkavovichoybek@mail.ru

Annotatsiya. Termomexanik tahlil (TMA) ma’lum bir mexanik yuk qo‘llanilganda harorat va/yoki vaqt funksiyasi sifatida qattiq moddalar, suyuqliklar yoki yopishqoq materiallar hajmi yoki hajmining o‘zgarishini aniqlaydi (standartlar DIN 51 005, ASTM Э831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359). Bu usul dilatometriya usuliga yaqin bo‘lib, qattiq yoki suyuqliklarning o‘lchamlarining o‘zgarishi yengil yuk ostida o‘lchandi (masalan, DIN 51 045) va natijalari bo‘yicha texnik xulosasi olindi.

Kalit so‘zlar: Interpolimer, polimer, termomexanik tahlil, mexanik yuk, polimer qoplama, deformatsiya, aminli qotiruvchi.

Аннотация. Термомеханический анализ (TMA) определяет изменение объема твердых тел, жидкостей или клеев в зависимости от температуры и/или времени при приложении заданной механической нагрузки (стандарты DIN 51 005, ASTM E831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359). Этот метод близок к дилатометрическому методу, в котором изменение размеров твердых тел или жидкостей измеряется при небольшой нагрузке (например, DIN 51 045), и на основе полученных результатов делается технический вывод.

Ключевые слова: Интерполимер, полимер, термомеханический анализ, механическая нагрузка, полимерное покрытие, деформация, аминный отвердитель.

Abstract. Thermomechanical analysis (TMA) determines the change in volume of solids, liquids, or adhesives as a function of temperature and/or time under the application of a given mechanical load (standards DIN 51 005, ASTM E831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359). This method is similar to the dilatometric method, in which the dimensional change of solids or liquids is measured under a small load (e.g., DIN 51 045), and a technical conclusion is drawn based on the results.

ISSN 3030-3907

Keywords: Interpolymer, polymer, thermomechanical analysis, mechanical load, polymer coating, deformation, amine hardener.

KIRISH

Qo‘shimchalar bilan boyitilgan xlorsulfolangan polietilen (XSPE) fazoviy tarmoq tuzilishiga ega bo‘lib, unda o‘zaro bog‘langan makromolekulalar mavjudligi kuzatiladi. Bunday tuzilish polimerning mexanik mustahkamligi va barqarorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, ushbu tarmoq tuzilishidagi nuqsonlar qancha kam bo‘lsa, yakuniy material sifati shuncha yuqori bo‘ladi. Shu sababli, ishlab chiqarish jarayonida nuqsonlarni minimallashtirish, makromolekulalar orasidagi bog‘lanishlarni optimal darajada ta’minlash muhim hisoblanadi. Bu esa XSPE asosidagi materiallarning uzoq muddatli ishlashiga, mustahkamligi va tashqi muhit ta’sirlariga chidamliligini oshirishga imkon beradi. Natijada, barqaror xususiyatlarga ega sifatli mahsulot ishlab chiqarish uchun polimer tuzilishini maksimal darajada mukammal shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi [1; 117-123, 2; 645 c].

XSPE quyidagi erituvchilarda yaxshi eriydi: benzol, benzil spirti, dekalin, dioktil ftalat, ksilen, metil etil keton, n-butilamin, nitrobenzol, piridin, uglerod disulfidi, tetraxloretilen, tetralin, toluol, xlorotilxlorid, furol, xloroform, tionil va siklogeksanol. Ushbu erituvchilar bilan yaxshi eruvchanligi XSPEning turli sanoat sohalarida qo‘llanilish imkoniyatlarini kengaytiradi [3; 130 c].

XSPE ning erituvchilarda yaxshi erishi uning qo‘llanilish sohalarini kengaytiradi. XSPE asosidagi laklar stabilizatorlar qo‘shilishi bilan aromatik erituvchilarda (ksilen, toluol) 10–20% konsentratsiyada eritma hosil qiladi va bu qoplamalarning uzoq muddatli barqarorligini ta’minlaydi. Xlorsulfolangan polietilen asosida tayyorlangan emallar pigmentlarni lak bilan birga tarqatish orqali olinadi, bu esa turli rangdagi qoplamalarning mustahkamligi va chidamliligini oshiradi [4; 37 c, 5; 66-80, 6; 81-90 b].

XSPE asosidagi kompozitsiyalarda aminosilan o‘zaro bog‘lovchi vosita sifatida qo‘llanilganda, polimerning po‘lat yuzaga yopishish qobiliyatini sezilarli darajada oshiradi. Bu aminosilan molekulalarining polimer zanjirlari va metall yuzasi bilan mustahkam kimyoviy bog‘lanishlar hosil qilish xususiyati bilan bog‘liq. Natijada, XSPE qoplamalari metall yuzalarga yaxshiroq yopishib, mexanik barqarorligi va xizmat muddatining uzayishi ta’minlanadi. Ushbu xususiyat XSPE asosida korroziyaga qarshi va himoya qoplamalar ishlab chiqarishda muhim ahamiyat kasb etadi .

Qoplamalarning yorilish xavfini kamaytirish uchun tolalar yoki lamel shakldagi plomba moddalari qo‘llanilishi samarali hisoblanadi. Ushbu qo‘shimchalar qoplama tarkibida mustahkam tarmoq hosil qilib, mexanik

ISSN 3030-3907

yuklanishlarni teng taqsimlashga yordam beradi. Shu bilan birga, zarrachalarning shakli va o‘lchami ham qoplamaning reologik xususiyatlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Optimal plomba moddalari tanlanganda, qoplama qatlamining elastikligi oshib, tashqi ta’sirlarga chidamliligi yaxshilanadi. Bu esa materialning yorilish, yoriq kengayishi va mexanik zararlanishlarga barqarorligini oshirishga xizmat qiladi.

XSPE asosidagi qoplamalarga modifikatorlar va pigmentlarning qo‘shilishi materialning kislotalarga chidamliligini saqlagan holda, suvni singdirish darajasini kamaytiradi. Pigmentlar odatda organik va noorganik tabiatga ega bo‘lib, 3–4% miqdorida qo‘shiladi, bu esa kerakli qoplama xususiyatlarini ta’minlash uchun yetarli hisoblanadi. Bundan tashqari, pigmentlarning kiritilishi qoplamalarning issiqlikka chidamliligini oshiradi, shuningdek, ularning mexanik mustahkamligini yaxshilaydi. Bu esa XSPE asosidagi qoplamalarning tashqi muhit sharoitlariga bardoshli bo‘lishiga va uzoq muddat xizmat qilishiga yordam beradi.

XSPE asosida yong‘inga chidamli materiallarni yaratishda pentaeritritol, poliammoniy fosfat, karbamid, melamin va qalay oksidi kabi moddalar qo‘llaniladi. Ushbu qo‘shimchalar materialning yonish jarayonini sekinlashtirishga, termal barqarorligini oshirishga va yuqori haroratlarda parchalanishini kamaytirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, poliammoniy fosfat va melamin yong‘inga qarshi ta’sir ko‘rsatib, qoplamada himoya qatlam hosil bo‘lishini ta’minlaydi. Shu tariqa, XSPE asosidagi yong‘inga chidamli kompozitsiyalar xavfsizlik talablariga javob beradigan va yuqori haroratga bardoshli mustahkam materiallar ishlab chiqarishga imkon yaratadi [7].

Termomexanik tahlil turli materiallarning tarkibi, tuzilishi, ishlab chiqarish sharoitlari va qo‘llash imkoniyatlari haqida qimmatli ma’lumotlarni beradi. Termomexanik tahlil uchun ilovalar sifat nazoratidan tortib, plastmassa, elastomerlar, bo‘yoqlar, kompozitlar, yopishtiruvchi moddalar, plyonkalar va tolalar, keramika, shisha, metallar va qotishmalar kabi yangi materiallarni ishlab chiqish va tadqiq qilishgacha amalga oshiriladi.

Termomexanik tahlil (TMA) ma’lum bir mexanik yuk qo‘llanilganda harorat va/yoki vaqt funksiyasi sifatida qattiq moddalar, suyuqliklar yoki yopishqoq materiallar hajmi yoki hajmining o‘zgarishini aniqlaydi (standartlar DIN 51 005, ASTM Э831, ASTM D696, ASTM D3386, ISO 11359). Bu usul dilatometriya usuliga yaqin bo‘lib, qattiq yoki suyuqliklarning o‘lchamlarining o‘zgarishi yengil yuk ostida o‘lchanadi (masalan, DIN 51 045).

Ushbu tadqiqotda addukt-1 markali aminli qotiruvchi bilan modifikatsiyalangan polimer qoplamasining termomexanik tahlili natijalari

ISSN 3030-3907

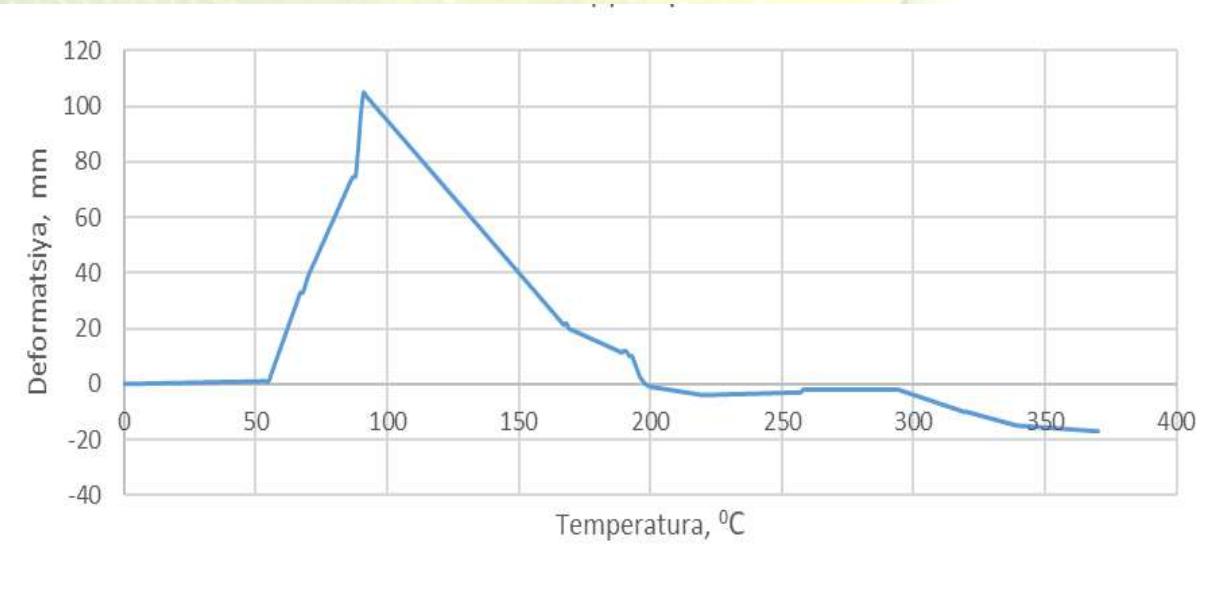
keltirilgan. Tadqiqot davomida olingan natijalar quyidagi formulalar yordamida aniqlanadi.

$F = mg \qquad F = 2.7*10 = 27N$

$S = \pi r^2 \qquad S = 3.14*0.49*10^{-4} = 1.5386*10^{-4} = 153.86*10^{-6} = 153mk\ m^2$

$P = F/S \qquad P = 27N / 153*10^{-6}m^2 = 0.176*10^6\ N/m^2 = 0.176\ M\ N/m^2$

Quyida keltirilgan rasmda addukt-1 markali aminli qotiruvchi bilan modifikatsiyalangan polimer qoplamasi namunasining termomexanik egri chizig‘i keltirilgan. Oligan namuna 27 N doimiy kuch ostida 500°C xaroratgacha qizdiriladi(1-rasm).



T - harorat, °C; L- deformatsiya inversiyasi mm;

1-Rasm. Interpolimerlar asosidagi polimer qoplamalarni termomexanik egri chizig‘i

Termomexanik egri chiziq namunaning 55°C xaroratgacha doimiy o‘zgarishsiz deformatsiya kuzatiladi, harorat 65-370°C oralig‘ida namuna deformatsiyasining kengayish (shishish) inversiyasi kuzatiladi. Haroratni oshirishni davom ettirish addukt-1 markali aminli qotiruvchi bilan modifikatsiyalangan polimer qoplamasi namunasining yuqori elastik holatga o‘tishiga olib keladi. Xarorat 460-500^{o}C oshishi bilan namunaning doimiy o‘zgarishsiz deformatsiyasi kuzatiladi. Xarorat va deformatsiyaning o‘zgarish intervallari 1-jadvalda keltirilgan.

1-jadval.

Interpolimerlar asosidagi polimer qoplamalarda harorat va deformatsiyaning o‘zgarish intervallari

Temperatura	Deformatsiya
0^0C - 55^0C	0 mm – (-1) mm
55^0C - 100^0C	(-1)mm – (-8) mm

ISSN 3030-3907

100^0C - 200^0C	(-8)mm – (-16)mm
200^0C - 300^0C	(-16) mm – (-25)mm
300^0C - 350^0C	(-25)mm –(38)mm
350^0C - 370^0C	(-39)mm –(-39)mm

Termomexanik tahlil uchun olingan namunaning yuzasi 153mk m^2ga teng bo‘ladi. (1-rasm). Kompozit namunasiga 0.176 M N/m^2 og‘irlik kuchi tasir ettirilganda xarorat 0°C dan 95°C oralig‘ida deformatsiya 0 mm dan (-1) mm o‘zgarish kuzatildi. Xarorat 55-100°C da deformatsiya kuchi (-1) mm – (-8) mm ga teng. Xarorat 300- 350^0C da (-25) mm – (-38) mm gacha oralig‘ida namuna deformatsiyasining kengayish (shishish) inversiyasi kuzatiladi tahlillar shuni ko‘rsatadiki 350 – 370°C haroratda addukt-1 markali aminli qotiruvchi bilan modifikatsiyalangan polimer qoplamasi namunasining yuqori elastik holatga o‘tishi deformatsiya kuchi (-39) mm ga olib keladi. Nixoyat xarorat 370°C da namuna deformatsiyasi (-39)mm da o‘zgarishsiz inversiyasini eng yuqori ko‘rsatkichi kuzatildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Gumarov A. X. i dr. Materiali na osnove xlorsulfirovannogo polietilena (obzor) //Vestnik Kazanskogo texnologicheskogo universiteta. – 2014. – T. 17. – №. 3. – S. 117-123.
2. Gaca M. et al. Effect of zinc oxide modified silica particles on the molecular dynamics of carboxylated acrylonitrile-butadiene rubber composites //Polymers. – 2017. – T. 9. – №. 12. – S. 645.
3. Dogadkin B.A. Ximiya elastomerov / Dogadkin, A.A. Donsov, V.A.Sherstnev – M.:Ximiya: 1982 130s.
4. Garshin, A.P. Xlorsulfirovanniy polietilen / A.P.Garshin, G.L.GranovskaY. M.: SNIITEneftexim - 1991. - 37 s.
5. Massalimov I. A. i dr. Uluchsheniye ekspluatatsionnix svoystv stroitelnix materialov iz izvestnyaka rakushechnika propitkoy polisulfidnimi rastvorami //Nanotexnologii v stroitelstve: nauchniy internet-jurnal. – 2017. – T. 9. – №. 3. – S. 66-80.
6. Kondrashov E. K., Naydenov N. D. Erozionnostoykiye lakokrasochniye pokritiya aviatsionnogo naznacheniY. Chast 1. Erozionnostoykiye lakokrasochniye pokritiya na osnove epoksidnix i poliuretanovix plenkoobrazovateley (obzor) //Trudi VIAM. – 2020. – №. 2 (86). – S. 81-90.
7. Vikrant K. et al. Recent advancements in photocatalyst-based platforms for the destruction of gaseous benzene: Performance evaluation of different modes of photocatalytic operations and against adsorption techniques //Journal of

ISSN 3030-3907

Photochemistry and Photobiology C: Photochemistry Reviews. – 2019. – T. 41. – S. 100316.

ISSN 3030-3907

UDK:546.544.543.548.

SYNTHESIS AND SPECTROSCOPIC ANALYSIS OF NEW METAL COMPLEXES DERIVED FROM ORGANIC LIGANDS

Xidirov Sh.B
Qarshi Davlat Universiteti tayanch doktoranti
To‘rayev H.X.
Qarshi Davlat Universiteti tayanch doktoranti
Ibragimov A.B.
Qarshi Davlat Universiteti tayanch doktoranti
E-mail: xidirovshaxzod176@gmail.com

Abstract. Background. Coordination compounds can exhibit various phase transitions, including dissolution, solvation loss, desolvation, dehydration, and polymorphic transitions. Thermal analysis methods such as DSC and TGA can detect and characterize these transitions, providing insight into the compositional changes and properties of the compound during the phase change. Understanding these transitions is important for optimizing the synthesis process, controlling crystal growth, and studying the state of coordination compounds in different environments. The results obtained. By performing TGA and DTA on the new benzamide-based metal complex, we gained insight into its thermal stability, decomposition behavior, and any associated thermal phenomena. The information obtained from these analyses can be used to determine the thermal properties and behavior of the complex, which helps understand its characterization and potential applications.

Key words: benzamide, coordination compound, X-ray structural analysis, differential thermal analysis, metal complex, thermal analysis, thermogravimetric analysis.

Аннотация. Координационные соединения могут претерпевать различные фазовые переходы, включая растворение, потерю сольвата, десольватацию, дегидратацию и полиморфные превращения. Эти переходы оказывают существенное влияние на структурные, термические и химические свойства соединений. Методы термического анализа, такие как дифференциальная сканирующая калориметрия (ДСК) и термогравиметрический анализ (ТГА), широко применяются для выявления и характеристики фазовых переходов путем регистрации изменений теплового потока и массы в зависимости от температуры. Анализ данных термических эффектов позволяет получить ценную информацию о составе, стабильности и поведении координационных соединений в процессе фазовых превращений. Понимание этих процессов имеет важное значение для оптимизации условий синтеза, контроля роста

ISSN 3030-3907

кристаллов и изучения устойчивости координационных соединений в различных условиях окружающей среды.

Ключевые слова: бензамид, координационное соединение, рентгеноструктурный анализ, дифференциальный термический анализ, металлический комплекс, термический анализ, термогравиметрический анализ.

Annotatsiya. Koordinatsion birikmalar turli xil fazali o‘tishlarni, shu jumladan eritishni, solvatsiyani yo‘qotishni, desolvatsiyani, suvsizlanishni va polimorf o‘tishni namoyish qilishi mumkin. Dsc va TGA kabi termal tahlil usullari bu o‘tishlarni aniqlashi va tavsiflashi mumkin, bu faza o‘zgarishi paytida birikmaning kompozitsion o‘zgarishlari va xususiyatlari haqida tushuncha beradi. Ushbu o‘tishlarni tushunish sintez jarayonini optimallashtirish, kristallarning o‘sishini boshqarish va turli muhitdagi koordinatsion birikmalar holatini o‘rganish uchun muhimdir. Olingan natijalar. Benzamidga asoslangan yangi metall kompleksida TGA va DTA ni bajarish orqali biz uning termal barqarorligi, parchalanish harakati va unga bog‘liq bo‘lgan har qanday issiqlik hodisalari haqida tushunchaga ega bo‘ldik. Ushbu tahlillardan olingan ma'lumotlar kompleksning issiqlik xususiyatlari va xatti-harakatlarini aniqlash uchun ishlatilishi mumkin, bu uning xarakteristikasi va potentsial qo‘llanilishini tushunishga yordam beradi.

Kalit so‘zlar: benzamid, koordinatsion birikma, rentgen strukturaviy tahlil, differentsial termal tahlil, metall kompleksi, termal tahlil, termogravimetrik tahlil.

INTRODUCTION.

Coordination compounds can be sensitive to temperature changes, and their thermal stability can vary depending on the metal ion, ligands, and coordination geometry. Thermogravimetric analysis (TGA) is a common technique for studying the thermal behavior of compounds, including benzamide. In TGA, the sample is heated at a constant rate, and its weight is constantly monitored. This allows us to observe any changes in mass as a function of temperature and draw conclusions about the thermal stability and decomposition behavior of benzamide and its complex.

We analyzed the obtained coordination compound by thermogravimetric (TG) and differential thermal (DT) analysis using the KL-JS-100A model apparatus. The results of this analysis help characterize the compound and increase our knowledge about its potential applications.

Benzamide (BZA) is the simplest amide derivative of benzoic acid. It is widely used as a starting material in various organic syntheses and derivative reactions[1].

ISSN 3030-3907

The resulting products demonstrate antimicrobial, antiviral, anti-inflammatory, and various biological effects [2-4]. However, it should be noted that BZA itself does not possess significant bioactivity, thereby limiting its specific pharmacological application. This is primarily attributed to its relatively high acute toxicity, with an LD_{50} value of 1.16 g/kg in an oral toxicity study conducted on mice. Furthermore, inhalation and dermal absorption of BZA have been found to cause long-term damage [5].

Given that the acute toxicity of a metal or ligand can be mitigated through complexation, systematic research is being conducted to obtain metal complexes of toxic metals and organic compounds [6-9]. The synthesis of the new complex between benzamide and Mn metal salt plays a crucial role in expanding the application of ligands and materials across various fields.

Thermal analysis of benzamide and our resulting complex allows us to determine the parameters of activation energy and reaction kinetics. Thermal analysis is a fundamental tool in the realm of chemistry as it enables the study of substance behavior under changing temperatures. It provides valuable information about the physical and chemical properties of materials, aiding in the understanding of their structure, composition, and state.

Considering the aforementioned points, it is important to obtain and study coordination compounds of benzamide with metal ions.

Purpose of work. The purpose of this work is to synthesize a complex compound containing $[Mn(BZA)_4Cl_2]$ and perform thermogravimetric and differential thermal analysis on the new metal complex.

Methodology. In the synthesis process, a magnetic stirrer was used, and the compound was studied using thermogravimetric and differential thermal analysis methods (Model: KL-JS-100A).

Scientific news. The synthesis conditions of the coordination compound with the overall formula $[Mn(BZA)_4Cl_2]$ were studied, and its structure was determined through physical research methods.

The results obtained. By performing TGA and DTA on the new benzamide-based metal complex, we gained insight into its thermal stability, decomposition behavior, and any associated thermal phenomena. The information obtained from these analyses can be used to determine the thermal properties and behavior of the complex, which helps understand its characterization and potential applications.

METHODS AND MATERIALS

Materials Required: $MnCl_2$ salt (0.107 g, 1.0 mmol), water (2 ml), benzamide (0.206 g, 2.0 mmol), alcohol (2 ml).

Glassware: Beaker, filter paper, and stirrer.

ISSN 3030-3907

Procedure:

Weighed 0.107 g of $MnCl_2$ salt using a balance, corresponding to 1.0 mmol of $MnCl_2$.

Dissolved the $MnCl_2$ salt in 2 ml of water in a beaker, stirring slowly until the salt completely dissolved.

Weighed 0.206 g of benzamide using a balance, corresponding to 2.0 mmol of benzamide.

Dissolved the benzamide in 2 ml of alcohol in a separate beaker, gently stirring until the benzamide completely dissolved.

Slowly poured the benzamide solution into the $MnCl_2$ solution while stirring constantly.

Allowed the mixture to stand for a few minutes to allow the formation of a precipitate.

Filtered the solution using filter paper to separate the particles from the solution.

Placed the filter in a clean container and left it uncovered at room temperature for evaporation.

Kept the solution at room temperature for five weeks.

RESULTS AND DISCUSSION: Colorless crystals were observed to form in the vessel after the evaporation process. These crystals represent the product of the reaction between $MnCl_2$ and benzamide (Figure 1).

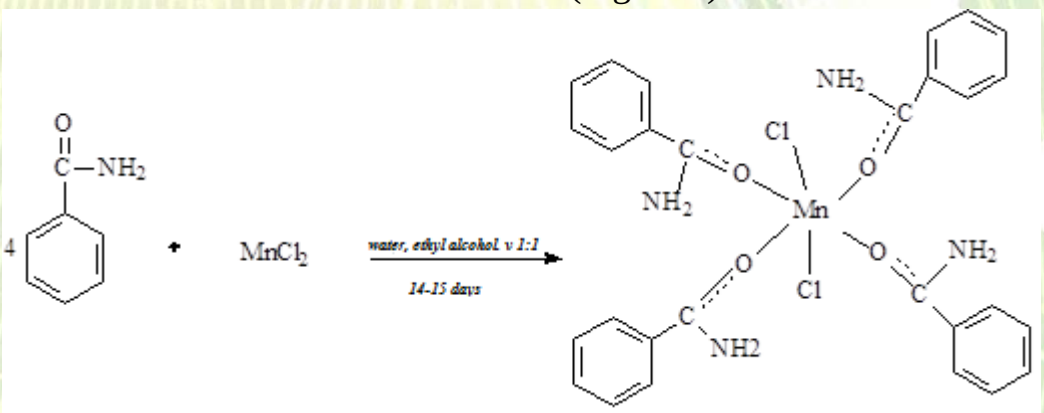


Figure 1. $[Mn(BZA)_4Cl_2]$complex formation reaction

ANALYSIS OF THE OBTAINED RESULTS: The structure of the complex synthesized by coordinating $MnCl_2$ salt with benzamide was studied using X-ray structural analysis, confirming the gross formula of the compound as $[Mn(BZA)_4Cl_2]$ [10]. Furthermore, our complex underwent thermal analysis.

Thermogravimetric (TG) and differential thermal (DT) analysis of benzamide: Thermogravimetric and differential thermal analysis play a crucial role in determining the temperature at which a material undergoes decomposition,

ISSN 3030-3907

oxidation, or other thermal degradation processes. This information is vital for understanding the material's stability and potential applications.

In the case of benzamide, TGA provides insights into its thermal decomposition pattern. The TGA curve of benzamide typically exhibits distinct characteristics. Initially, there is a small weight loss due to the evaporation of residual moisture present in the sample, which occurs at lower temperatures. As the temperature increases, benzamide undergoes thermal decomposition, leading to a significant decrease in weight as it dissociates into its components. The exact temperature and rate of decomposition can vary depending on factors such as sample purity, heating rate, and experimental conditions.

The first significant event observed during DTA is the melting point of benzamide, typically falling within the range of 128-130 degrees Celsius. During DTA, a sharp endothermic peak is observed, indicating the absorption of heat when solid benzamide transitions to the liquid state.

Following the melting point, benzamide may undergo further decomposition upon heating. The decomposition process is typically characterized by an exothermic peak in the DTA curve (Figure 2). The temperature at which this peak occurs can vary depending on experimental conditions, the presence of impurities, and the heating rate.

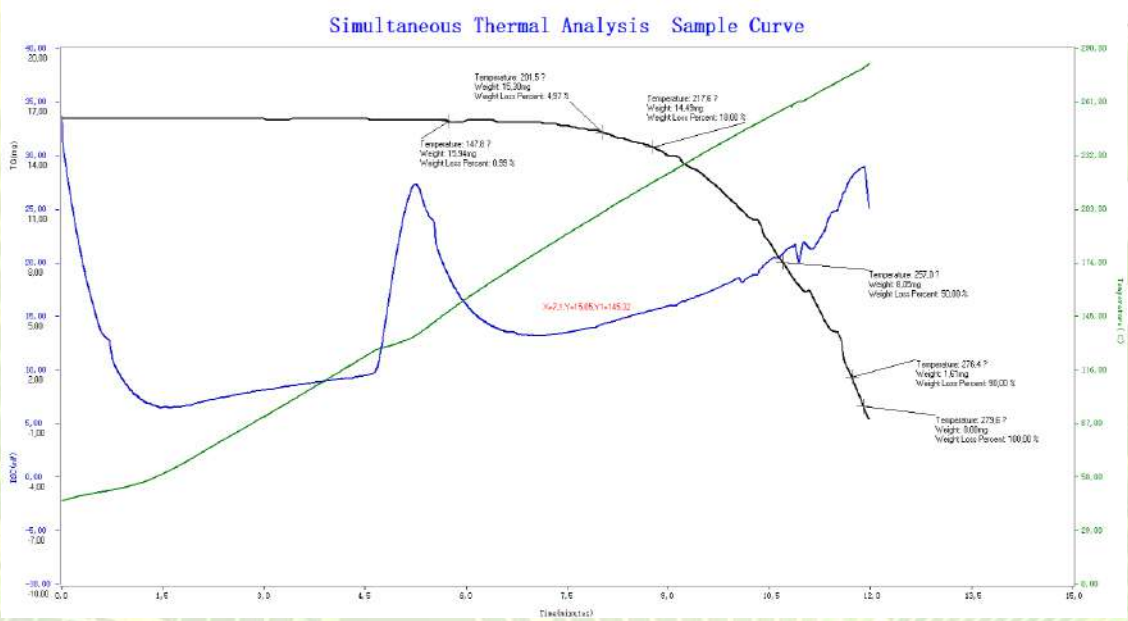


Figure 2: TGA and DTA analysis of Benzamide

The experimental procedure for TGA and DTA analysis of benzamide involved initially placing the sample in an argon atmosphere at 25^0C for 10 minutes, with a flow rate of 80 ml/min. Subsequently, the sample was heated at a rate of 10^0C/min within the temperature range of 25 to 290^0C.

ISSN 3030-3907

The mass loss observed in benzamide amounts to approximately 100.00% of the total mass. The graph illustrates that within the temperature range of 25-290^{0}C, mass loss occurred primarily in two distinct areas.

The first step involved the loss of a water molecule, resulting in the formation of benzonitrile (C_6H_5CN) and ammonia (NH_3). This weight loss is evident as a sharp drop in the TGA curve.

The second step in the decomposition process involves the cleavage of the remaining benzamide molecule. This decomposition typically occurs at higher temperatures and is characterized by the release of volatile products such as carbon dioxide (CO_2) and benzene (C_6H_6). The TGA curve exhibits a gradual decrease in weight as these products are released.

Thermogravimetric (TG) and differential thermal (DT) analysis of [Mn(BZA)$_4$Cl$_2$]: Our research focused on the thermal treatment of the coordination compound [Mn(BZA)$_4$Cl$_2$] using KL-JS-100A equipment. The sample was subjected to an initial hold at 25^{0}C in an argon atmosphere with a flow rate of 80 ml/min for 10 minutes. Subsequently, it was heated at a rate of 10^{0}C/min within the temperature range of 25 to 730^{0}C

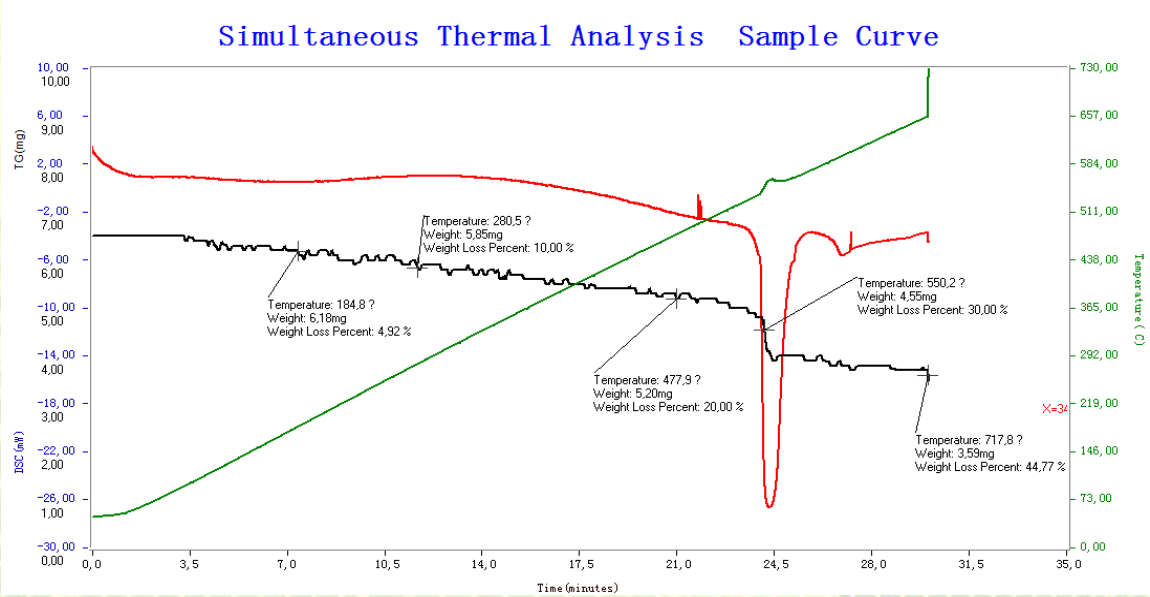


Figure 3: TGA and DTA Analysis of [Mn(BZA)$_4$Cl$_2$]

If the thermogravimetric (TG) signal indicates a mass reduction of more than 0.5%, which suggests the evaporation of the solvent present in the crystal, it is necessary to conduct an additional differential scanning calorimetry (DSC) scan [11]. In our sample, the total mass loss is approximately 44.77% (Fig. 3). The graph illustrates the parallel and complementary nature of the TG and DTA lines. Within the temperature range of 25-730^{0}C, the mass loss in the graph occurs primarily in two distinct areas [12]. The initial zone, ranging from 25 to 184.8^{0}C, exhibits a

ISSN 3030-3907

4.92% decrease in mass, attributed to the evaporation of absorbed moisture and gases in the sample.

Subsequently, at temperatures above 280.5^{0}C, a significant weight loss of 44.77% is observed. Between 550.2 and 717.8 °C, weight is lost up to 30%. The process is endothermic and proceeds with the absorption of energy. $MnCl_2$ itself is mainly formed as a thermolysis product, the reason being the high boiling point of our salt. During the thermal analysis of $[Mn(BZA)_4Cl_2]$, as the temperature increases, the compound decomposes, which leads to the release of various products such as gases and volatile compounds. However, manganese chloride is a relatively stable compound and tends to remain as a residue after the thermal decomposition process is complete. Increasing the manganese concentration has been found to reduce the rate of loss and enhance stability [13-16]. Various factors, such as sample mass and heating rates, can influence the thermal decomposition processes. It is possible that the sample's mass contributes to the compound's stability, with higher molecular mass generally leading to a higher melting point and greater stability [17].

CONCLUSIONS: The combination of $MnCl_2$ and benzamide led to the formation of colorless crystals after a five-week period of evaporation, indicating a chemical reaction between the two compounds. Further testing and analysis can be conducted to explore the nature and properties of these crystals. X-ray structural analysis confirmed the structure of the complex synthesized from MnCl2 salt and benzamide, with the gross formula identified as $[Mn(BZA)_4Cl_2]$ Thermal treatment of our coordination compound $[Mn(BZA)_4Cl_2]$ was performed using the KL-JS-100A equipment. These findings contribute to our understanding of the compound's thermal properties and lay the foundation for future investigations into its potential applications in catalysis and materials science.

REFERENCES

1. E. Ehrin, L. Farde, T. De Paulis, L. Eriksson, T. Greitz, P. Johnstrom,¨ J.E. Litton, J. L. Nilsson, G. Sedvall, S. Stone-Elande, Int. J. Appl. Radiat. Isot. 36 (4) (1985) 269.

2. C. Acar, G. Yalçın, T. Ertan-Bolelli, F. Kaynak Onurdag,˘ S. Okten,¨ F. S¸ener, I.˙ Yıldız,Bioorg. Chem. 94 (2020) 103368, https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2019.103368.

3. X. Yang, T. Peng, Y. Yang, W. Li, J. Xiong, L. Zhao, Z. Ding, YIM 67086, Nat. Prod. Res. 29 (4) (2015) 331, https://doi.org/10.1080/14786419.2014.945174.

4. M. Asif, Modern Chem. Appl. 4 (2016) 194.

5. G.A. Starmer, S. McLean, J. Thomas, Toxicol. Appl. Pharmacol. 19 (1) (1971) 20.

ISSN 3030-3907

6. H.C. Li, Q.M. Xu, L.M. Liu, L.H. Wu, Z.T. Tang, H. Cui, Y.C. Liu, Inorg. Chim. Acta 516 (2021) 120065, https://doi.org/10.1016/j.ica.2020.120065.
7. A.B. Ibragimov, J.M. Ashurov, B.T. Ibragimov, B.S. Zakirov, J. Mol. Str. 1128 (2017) 307.
8. A.B. Ibragimov, Z.M. Ashurov, B.S. Zakirov, J. Str. Chem. 58 (3) (2017) 588.
9. A. Ibragimov, J. Ashurov, B. Ibragimov, A. Wang, H. Mouhib, U. Englert, Acta Crystallogr. C Struct. Chem. 72 (7) (2016) 566.
10. Sanjar Kamalov , Bakhrom Babaev , Aziz Ibragimov , Alisher Eshimbetov , Jamshid Ashurov, Adkhamjon Normamatov, Zavkibek Tilyakov, Sultan Usmanov, Javlon Tashpulatov ,Bakhtiyar Ibragimov. Journal of Molecular Structure 1303 (2024) 137620 *https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2024.137620
11. Bin Mu, Krista S. Walton. *Thermal analysis and heat capacity study of metal_organic frameworks*. J. Phys. Chem. C 2011, 115, 22748–22754
12. Li-Fang Song, Chun-Hong Jiang, Jian Zhang, Li-Xian Sun, Fen Xu, Yun-Qi Tian, Wan-Sheng You, Zhong Cao, Ling Zhang, Dao-Wu. *Yang Heat capacities and thermodynamic properties of MgBTC*. J Therm Anal Calorim (2010) 101:365–370
13. Moustafa Ahmed, Yas M Al-Hadeethi, Ahmed Alshahrie, Arwa T Kutbee, Essam R. Shaaban, Ahmed F. Al-Hossainy. *Thermal Analysis of a Metal–Organic Framework ZnxCo1-X-ZIF-8 for Recent Applications.* Polymers 2021, 13, 4051. https://doi.org/10.3390/polym13224051
14. B. Mu, K.S. Walton, *Thermal analysis and heat capacity study of metal-organic frameworks*, J. Phys. Chem. C 115 (2011) 22748–22754.
15. F.A. Kloutse, R. Zacharia, D. Cossement, R. Chahine, *Specific heat capacities of MOF-5, Cu-BTC, Fe-BTC, MOF-177 and MIL-53 (Al) over wide temperature ranges:* measurements and application of empirical group contribution method, Microporous Mesoporous Mater. 217 (2015) 1–5.
16. OG Polyachenok, EN Dudkina, LD Polyachenok. *Thermal stability and thermodynamics of manganese(II) chloride monohydrate.* Jurnal Chemistry Thermodynamics 41 (2009) 414–419.
17. Ratiram Gomaji Chaudhary, Parvej Ali, Nilesh V. Gandhare, Jay A. Tanna, Harjeet D. Juneja. *Thermal decomposition kinetics of some transition metal coordination polymers of fumaroyl bis (paramethoxyphenylcarbamide) using DTG/DTA techniques*. Arabian Journal of Chemistry (2016), http://dx.doi.org/10.1016/j.arabjc.2016.03.008

ISSN 3030-3907

УДК: 613.6:677.024.57/58

ВЛИЯНИЕ ВЫБРОСОВ ХИМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ

Жумаева Азиза Аскаровна.

Доцент 1-й кафедры гигиены Бухарского государственного медицинского института

https://orcid.org/0000-0003-0635-1090

E-mail: azizajumaeva7@gmail.com

Аннотация. Научно-технический прогресс привел к расширенному использованию природных ресурсов, в связи с чем за последние годы перечень химических веществ, используемых в промышленности, увеличился в несколько раз. Развитие новых отраслей химической промышленности, наращивание их мощностей и темпов роста изменили качественный и количественный состав промышленных выбросов. Возросла интенсивность использования наземного, воздушного и водного транспорта. Эти процессы приобрели в последние годы такие масштабы, что возникло новое научное направление —токсикология, занимающаяся изучением и защитой от вредного воздействия химических веществ на популяции живых организмов, входящих в состав экосистем, в том числе и человека. Поэтому необходимо углубленное изучение влияния химических загрязнений на состояние здоровья, а также на генетическую и репродуктивную функции человека.

Ключевые слова: здоровье, аммофос производство, химические загрязнение окружающей среды, респираторные заболевания, дети, подростки.

Аннотация. Ilmiy va texnologik taraqqiyot tabiiy resurslardan foydalanishning kengayishiga olib keldi, natijada so‘nggi yillarda sanoatda ishlatiladigan kimyoviy moddalar soni sezilarli darajada oshdi. Kimyo sanoatining yangi tarmoqlarining rivojlanishi, ularning quvvati va o‘sish sur'atlarining ortishi bilan birga, sanoat chiqindilarining sifat va miqdoriy tarkibini o‘zgartirdi. Quruqlik, havo va suv transportidan foydalanish ortdi. Bu jarayonlar so‘nggi yillarda shunday miqyosga yetdiki, yangi ilmiy soha paydo bo‘ldi: toksikologiya, u kimyoviy moddalarning ekotizimlardagi tirik organizmlar populyatsiyalariga, jumladan, odamlarga zararli ta'sirini o‘rganadi va himoya qiladi. Shuning uchun kimyoviy ifloslantiruvchi moddalarning inson salomatligiga, shuningdek, genetik va reproduktiv funktsiyalarga ta'sirini chuqur o‘rganish zarur.

Kalit so‘zlar: sog‘liq, ammofos ishlab chiqarish, atrof-muhitning kimyoviy ifloslanishi, nafas olish yo‘llari kasalliklari, bolalar, o‘smirlar.

ISSN 3030-3907

Abstract. Scientific and technological progress has led to the expanded use of natural resources, and therefore in recent years the list of chemicals used in industry has increased several times. The development of new branches of the chemical industry, increasing their capacity and growth rates have changed the qualitative and quantitative composition of industrial emissions. The growth of land, air and water transport has increased. These processes have acquired such a scale in recent years that a new scientific direction has arisen - ecotoxicology, "dealing with the study and protection from the harmful effects of chemicals of populations of living organisms that make up ecosystems," including humans. Therefore, an in-depth study of the effect of chemical pollution on the state of health, genetic, and reproductive functions of a person is necessary.

Key words: health, production, chemical pollution of the environment, respiratory diseases, children, adolescents

ВВЕДЕНИЕ.

Научно - технический прогресс и процесс урбанизации неразрывно связаны с другой тенденцией нашего времени - загрязнением окружающей среды в результате быстрого роста промышленной и хозяйственной деятельности человека. Увеличивается развитие химической промышленности, которое сопровождается постоянным возрастанием масштабов загрязнения воздуха, воды, почвы, растительности – экологической системы. токсикология, распространяясь и преобразуюсь в экологических системах (вода, почва, атмосферный воздух), вступают во взаимодействие с живыми организмами. Химические агенты – экотоксиканты находящиеся в промышленных выбросах в открытой атмосфере, даже в низких концентрациях обладает токсичностью и аллергенностью воздействия и вызывают неспецифические изменения в живом организме, способствуя повышению общей реактивности организма. В последние годы значительно увеличился объем производства минеральных удобрений, общее количество которых ежегодно составляет более 148 млн тонн. Исследование на аммофос пыль, фтористо-сернистые газы, пары аммиака и серной кислоты в зоне загрязнения показали, что эти вещества обнаруживаются в воздухе на расстоянии более 10 км от завода.

В нашей работе в основном изучалось вредное влияние химических факторов окружающей среды на отдельные показатели состояния здоровья детей раннего, дошкольного и школьного возрастов. Слабо изучены и вопросы оценки степени опасности реального загрязнения воздушного бассейна на здоровье детей, подвергшихся воздействию выбросов производства аммофос удобрений. В связи с этим, не исключена

ISSN 3030-3907

возможность отрицательного влияния пыли аммофоса на состояние здоровья детей и подростков, за счет постоянного ее поступления в организм через объекты внешней среды: воздух, воду и продукты питания.

ЦЕЛЬ РАБОТЫ: Изучать влияния выбросов аммофос производства на здоровье детей и подростков, а также разработать комплекс оздоровительных и профилактических мероприятий в зоне воздействия химического завода. Доказано, что показатели физического развития, заболеваемости по обращаемости, распространенности хронической патологии, состояния кардио - респираторной системы и иммунного статуса организма детей и подростков является критерием оценки воздействия атмосферных загрязнений аммофосного производства на здоровье детей и подростков. Научно-практическая значимость работы определяется тем, что полученные в ходе исследований данные позволяют повысить действенность текущего и предупредительного надзора за состоянием здоровья детей и подростков, проживающих в зоне выбросов химических заводов по производству минеральных удобрений. На основании полученных результатов разработать систему комплексных профилактических мероприятий по охране и оздоровлению атмосферного воздуха и улучшению здоровья детского населения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ:

Работа проводилась в Бухаре — крупном промышленном центре с развитой химической индустрией. Основным объектом наблюдения и исследования стали практически здоровые дети и подростки из организованных коллективов, проживающие в двух районах города, находящихся на различном удалении от химического завода минеральных удобрений.

Выборку составили две группы:

Первая группа (основная) — дети и подростки, проживающие в промышленном районе, непосредственно вблизи санитарно-защитной зоны (на расстоянии 3 км от предприятия).

Вторая группа (контрольная) — сверстники, проживающие в административном районе на расстоянии 25–30 км от завода.

Для оценки влияния выбросов на здоровье и заболеваемость была тщательно изучена степень однородности районов по социально-экономическим, материальным и жилищно-бытовым условиям, а также по качеству водоснабжения и медицинского обслуживания.

Установлено, что условия водоснабжения в обоих районах были идентичными: 100% населения обеспечивалось питьевой водой из

ISSN 3030-3907

артезианских скважин, соответствующей требованиям ГОСТ. Социальный состав семей в группах был сопоставим: семьи рабочих составили 65,4% и 63,4% соответственно; семьи служащих — 22,3% и 23,6%; прочие группы — 2,3% и 4,0%.

Обследование 1000 детей показало, что жилищно-бытовые условия в районах были относительно одинаковыми: большинство детей проживали в благоустроенных квартирах. В индивидуальных домах (площадь 7–8 м² на человека) проживали 15,2% и 23,1% обследованных; в коммунальных квартирах (площадь 8–9 м² на человека) — 81,2% и 73,1%. Лишь 3,0% и 3,8% детей находились в условиях с площадью до 5 м² на человека. Материальная обеспеченность и уровень медицинского обслуживания в группах также существенно не отличались. Дети в равной степени обеспечивались квалифицированной помощью в поликлиниках, оснащенных современной аппаратурой.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

На основании полученных данных можно заключить, что сравниваемые районы являются однотипными по социально-бытовым факторам. Это позволило корректно сопоставить показатели физического развития и уровень общей заболеваемости детского населения в зависимости от экологической нагрузки.

В зоне влияния выбросов на различном удалении от завода был проведен социологический опрос. Учитывались субъективные показатели: ощущение запаха, раздражающее действие на верхние дыхательные пути и слизистые оболочки глаз, головная боль, общее недомогание. Это позволило косвенно оценить масштаб загрязнения атмосферного воздуха выбросами предприятия.

Оценка физического развития была направлена на выявление отклонений, связанных с дефицитом или избытком массы тела, а также случаев задержки роста. Изучение состояния здоровья проводилось по методике Института гигиены детей и подростков, предполагающей комплексный медицинский осмотр каждого ребенка. В основу интегральной оценки состояния здоровья были положены четыре критерия:

Критерии и методология исследования

В основу комплексной оценки состояния здоровья были положены четыре критерия:

Уровень физического развития и степень его гармоничности.

Функциональное состояние основных органов и систем.

Наличие или отсутствие хронических заболеваний.

ISSN 3030-3907

Резистентность организма, определяемая частотой и характером предшествующей и текущей заболеваемости, а также состоянием реактивности организма.

Медицинский осмотр проводился специализированной врачебной бригадой. Всего было обследовано 1466 детей и подростков в возрасте от 3 до 16 лет, из которых 831 человек проживал в контрольном районе. Данные осмотров были взяты из первичной медицинской документации дошкольных и школьных учреждений сравниваемых районов. На каждого ребенка заполнялись:

а) индивидуальная карта медицинского осмотра;

б) карта-анкета социально-гигиенического обследования.

Осмотр детей специалистами проводился единовременно, весной и осенью, в утренние часы по единой унифицированной методике непосредственного обследования больного и здорового ребенка. Для каждого ребенка проводилась комплексная оценка состояния здоровья с учетом 4 критериев здоровья и отнесением его к одной из групп здоровья. В целях изучения особенностей роста и развития в зависимости от воздействия факторов среды в условиях химического загрязнения нами были проведены исследования у 1106 школьников от 7 до 16 лет и 349 дошкольников от 3 до 5 лет. Контрольная группа составляла 640 школьников и 217 детей дошкольного возраста, проживающих в условно чистом районе. Контрольные и опытные группы были уравновешены по социально-гигиеническим и другим факторам, способным повлиять на изучавшийся показатели.

Для оценки уровня физического развития учащихся использовалась традиционная антропометрия. При этом дети контрольного района в среднем на 0,92-4,44 см были выше своих сверстников из промышленного района. Подобная закономерность проявилась и в отношении массы тела. Статистически достоверные различия в росте детей и подростков наблюдаются у школьников младшего школьного возраста 7-9 лет. При этом различия в росте составили 2,2-3,3 см, а в 7-летнем возрасте 2,6 см. в дальнейшем отставание в росте детей из промышленного района наблюдается в 13-15-летнем возрасте, когда в среднем на 4,0-6,1 см они были ниже своих сверстников. В промышленных районах масса тела оказалась ниже у детей 15-летнего возраста на 3,4 кг по сравнению с детьми того же возраста из контрольных районов. В остальных возрастах колебание массы тела было в пределах 0,5-1,6 кг, что статистически недостоверно. Результаты исследования свидетельствуют о том, что физическое развитие детского

ISSN 3030-3907

организма во многом зависит от качества окружающей среды. Вместе с тем характер его влияния на разных этапах онтогенеза неодинаков. На наш взгляд, отставание по показателям роста, массы тела в среднем школьном возрасте может быть связано с повышенной чувствительностью организма в период возрастно-половой дифференцировке, когда любые экстремальные факторы, включая воздействие атмосферных загрязнений, вызывают задержку морфологического развития. Это предложение подтверждается данными, согласно которым физическое развитие подростков в 14-летнем возрасте среди школьников в контрольном районе на уровне «ниже среднего» и «низкий» составляет всего 3,3%, а в загрязненном встречается гораздо чаще: 22,4 и 8,9%.Статистически достоверные различия в физическом развитии наблюдаются у детей в возрасте 3 лет; 7-9 лет, а также у 13-15-летних . Поэтому физическое развитие детей вышеуказанных возрастов оценивалось детально. Полученные материалы свидетельствуют о том, что вредные факторы среды влияют на процессы роста и развития детей в течение всего периода онтогенеза, хотя степень их влияния различна.

Среди исследуемых детей в промышленном районе в среднем 79,3% имели нормальное физическое развитие, а в контрольном – 88,1%. При этом дефицит массы в промышленном районе составил 10,5%, избыток массы – 7,0%, общая задержка физического развития – 3,2%, соответствующие показатели в контрольном районе – 5,8; 4,7; 1,4%. Кроме того, обращает на себя внимание тот факт, что в промышленном районе с возрастом снижается число детей с нормальным физическим развитием. По-видимому, это связано с хроническим токсическим воздействием атмосферного воздуха, что особенно проявляется в пубертатном периоде. У детей 13-15 лет нормальное физическое развитие колеблется - 73,5-75,1%, тогда как в контрольном районе -82,1 – 91,1%. Это может свидетельствовать о том, что в пубертатном периоде чувствительность к атмосферным загрязнениям значительно выше, чем в других возрастных группах. Установлены существенные различия в состоянии здоровья, включая физическое развитие у детей, проживающих в промышленном и контрольном районах. Отмечены соответствующие различия и в функциональных показателях сердечно-сосудистой и респираторной системы, которые весьма чувствительны к воздействиям химических загрязнителей воздушной среды.Из обследованных дошкольников, 66,8% были отнесены ко II группе здоровья и нуждались в оздоровлении, а 20,4% дошкольников включены в III группу, 4,6% в IV группу и нуждались в реабилитации, лишь у 8,2% детей не было хронических заболеваний. Они имели гармоничное физическое развитие, хороший

ISSN 3030-3907

уровень функционирования основных систем, их можно было отнести в I группу здоровья. Увеличение числа детей во II-IV группах можно объединить повышением заболеваемости, связанных с воздействием химических экотоксикантов из окружающей среды. При этом встречались следующие отклонения: гипертрофия миндалин, аденоиды I степени, функциональные изменения респираторной и сердечно-сосудистой системы и невротические реакции. Все эти заболевания в промышленном районе встречались в 1,6 раза чаще, чем в контрольной группе. Особо следует выделить II группу здоровья, которая связана сформированием хронических заболеваний детей, относящихся к этой группе. Именно эти дети должны быть охвачены комплексными лечебно-оздоровительными мероприятиями.

ВЫВОДЫ: 1. Воздействие антропогенных загрязнений атмосферного воздуха приводит к снижению уровня здоровья, особенно в периоды повышенной чувствительности детского и подросткового организма к химическим факторам.

2. Влияние выбросов химического производства на здоровье детей обладает региональной спецификой, обусловленной не только природно-климатическими и социальными особенностями, но и качественным составом загрязняющих веществ. Количественные взаимосвязи в данных подсистемах требуют углубленного изучения в региональном аспекте.

3. Раннее выявление отклонений в состоянии здоровья детей позволяет своевременно проводить санитарно-гигиенические, профилактические и оздоровительные мероприятия, предупреждая хронизацию патологических процессов. Подобные отклонения могут сигнализировать об опасности химического загрязнения экосистемы еще до того, как другие показатели (прежде всего — общая заболеваемость) продемонстрируют негативную динамику.

4. Комплексный анализ распределения по группам здоровья позволил охарактеризовать состояние организма каждого ребенка в отдельности и всего коллектива в целом.

5. В результате исследования установлено, что дети дошкольного и школьного возраста, проживающие в промышленном районе, имеют более низкие показатели здоровья по сравнению со сверстниками из контрольной группы. В основной группе зафиксирована более высокая распространенность функциональных отклонений и хронических заболеваний.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аминов З.З., Наимова З.С., Гаппарова Г.Н., Курбонов Х.Р., Махманазаров Г.А.Влияние выбросов аммофосного производства на состояние здоровья детей и подростков Журнал «Academy» № 10 (49), 2019.Российский импакт-фактор: 0,19 Научно-методический журнал Издательство «Проблемы науки».
2. Голубев Л.В. Использование агрохимикатов и состояние окружающей среды // Защита растений. Саратов, 2000. - С.4-11.
3. Наимова З., Ҳакимова Х.Х. Кушматова Д.Э.Гигиеническая оценка влияния экотоксикантов на бытовые уловия и самочувсвия населения. Сборник научных трудов II Международной научно-практической On-line конференции Актуальные вопросы медицинской науки в XXI веке.УДК6.61.613-615.ББК-5 Tadqiqot uz. Toshkent 2019.
4. Наимова З.С., Қурбонова Ҳ.А., Ҳакимова Х.Х. Буляев З.К. Influence Of Ecotoxicants From A Chemical Plant On The Dynamics Of Child Morbidity. The American Journal of Medical Sciences and Pharmaceutical Research. IMPACT FACTOR 2021: 5. 64 OCLC – 1121105510. The USA Journals Volume 03 Issue 03-2021. Published: March 30, 2021 | Pages: 56-59.5. https://www.uz.undp.org/content/uzbekistan/en/home/presscenter/pressreleases/2017/05/31/Uzbekistan-new-approaches-towards-environment- rotection.html.
5. Shaykhova G.I., Kurbanova Kh.A. Prevention of Iron Deficiency Anaemia in Pre-School Children. International Journal of Current Science Research and Review ISSN: 2581-8341 Volume 05 Issue 05 May 2022 DOI: 10.47191/ijcsrr/V5-i5-20, Impact Factor: 5.995 IJCSRR @ 2022 https://ijcsrr.org/wp-content/uploads/2022/05/20-17-2022.pdf
6. Шандала М.Г., Звиняцковский Я.И. Определение роли отдельных факторов в комплексном влиянии окружающей среды на здоровье населения.// Гигиена и санитария. 1998. - № 9. - С.4-9.

ISSN 3030-3907

УДК: 614.253.52.614.2

ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ

Манасова И.С

Бухарский государственный медицинский институт,

Email: manasova.izimkul@bsmi.uz

https://orcid.org/0000-0001-8626-0206

Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино, Ўзбекистон, Бухоро ш. 1. Навоий кочаси 1 Tel: +998 (65) 223-00-50

E-mail: info@bsmi.uz

Аннотация. Данном статье анализируется роль рационального питание, физической культуры, утренняя гимнастика и влияние вредных привычек (Курение, употребление алкоголя) Статья акцентирует внимание на отношении студентов к здоровью как социальной ценности. Авторы приводят результаты социологического исследования, которые свидетельствуют о преобладании стереотипного мнения среди молодого поколения на здоровы образ и здоровье в процессе формирования здорового образа жизни молодёжи Также, в статье выявлена значимость утренней гигиенической гимнастики в процессе формирования правильный образа жизни.

Ключевые слова: Студент, рационального питание, здорового образа жизни, физического здоровья.

Annotasiya. Ushbu maqolada ratsional ovqatlanish, jismoniy madaniyat, ertalabki mashqlar va yomon odatlarning ta'siri (Chekish, spirtli ichimliklarni iste'mol qilish) tahlil qilinadi.Maqolada ijtimoiy qadriyat sifatida o‘quvchilarning sog‘likka bo‘lgan munosabatiga bag‘ishlangan. Mualliflar yoshlarning sog‘lom turmush tarzini shakllantirish jarayonida sog‘lom imidj va salomatlik haqidagi stereotipik fikrning keng tarqalganligidan dalolat beruvchi sotsiologik tadqiqot natijalarini keltirishdi. to‘g‘ri turmush tarzini shakllantirish jarayonida gigienik gimnastika.

Kalit so‘zlar: Talaba, ratsional ovqatlanish, sog‘lom turmush tarzi, jismoniy salomatlik darajasi

Annotation. This article analyzes the role of rational nutrition, physical culture, morning exercises and the influence of bad habits (Smoking, alcohol consumption). The article focuses on the attitude of students to health as a social value. The authors cite the results of a sociological study, which testify to the prevalence of a stereotypical opinion among the younger generation on a healthy image and health in the process of forming a healthy lifestyle for young people. Also, the article reveals the importance of morning hygienic gymnastics in the process of forming a correct lifestyle.

ISSN 3030-3907

Key words: Student, rational nutrition, healthy lifestyle, physical health.

ВВЕДЕНИЕ

Молодежь, мы рассматриваем студенческую молодежь, относится к числу наименее социально защищенных групп населения, в то время как специфика учебного процесса и возрастные особенности предъявляют повышенные требования к их здоровью. Анализ научной литературы, посвященной здоровью студенческой молодежи, показывает, что за время обучения в вузе здоровье студентов не только не улучшается, но и в ряде случаев ухудшается. Цель исследования - определить значение и роль ценностей здорового образа жизни в системе ценностных ориентаций современной молодежи, мотивацию к поддержанию здоровья и физкультурно-спортивной деятельности студенческой молодежи. В 2020-2025 гг. было проведено эмпирическое исследование, основано на анкетном опросе (математико-статистические методы обработки информации: частотный анализ). Повышению мотивации к здоровому образу жизни и занятиям физической культуры способствуют элективные дисциплины по физической культуре и спорту, где для студентов есть возможность приобрести знания, умения и навыки по различным видам спорта. Комплексная оценка образа жизни студентов и состояния их здоровья предполагала разделение студенческой молодежи на группы здоровья с целью дифференцированного подхода к осуществлению комплекса лечебно-профилактических мероприятий, адресности при реализации программы формирования здорового образа жизни студентов.Возникшая ситуация сегодня от всех нас требует сделать серьёзные выводы, избавиться от вредных привычек, регулярно заниматься массовым спортом, соблюдать принципы правильного питания, в частности воздерживаться от чрезмерного употребления продуктов с высоким содержанием соли, сахара и жиров, а также мучных блюд, сладостей и хлебной продукции, — одним словом, внедрить здоровый образ жизни в нашу повседневность.[3,4,11] В настоящее время, в период изменения социально-экономической, демографической ситуации в стране появилась необходимость провозглашения в качестве приоритета государственной социальной стратегии идеи сохранения здоровья граждан, сформулированной в официальных документах, решениях (указ президента республики Узбекистан о мерах по широкому внедрению здорового образа жизни и дальнейшему развитию массового спорта.)[5,8].

Следовательно, здоровье нации - это безусловная общественная ценность, основа национального богатства и условие национальной безопасности, оно отражает жизнестойкость и геополитические перспективы

ISSN 3030-3907

страны, является условием ее устойчивого развития. Таким образом, здоровье нации приобретает системообразующее значение для государства. В интересах каждого гражданина ответственно относиться к своему здоровью [2]. Также особенности работа с студентами. В Узбекистане реформирование системы образования, проводимое в высших учебных заведениях, затронуло актуальные вопросы физкультурного самообразования студенческой молодёжи, рационального питания [12]. В программе развития образования в качестве ведущих: выделяются задачи сохранения здоровья, оптимизация учебного процесса с использованием информационно-коммуникационных технологий, формирование ценности здоровья и здорового образа жизни. [7,11]. С помощью сетевых средств информационно-коммуникационных технологий становится возможным широкий доступ к учебнометодической и научной информации по режиму дня ,рациональная питания, физической культуре, организация консультационной помощи студентам, моделирование физкультурно-оздоровительной деятельности, проведение практический занятие ,почитание лекций учебных занятий в времени реальном режиме[10]. Студентами работа с помощью информационно-коммуникационных технологий позволяет хранить и передавать основной объем изучаемого материала, даёт глубокое усвоение и понимание информации. Эти технологии предоставляют возможности для самообучения и самопроверки полученных знаний[12]. В отличие от традиционной метод электронные занятия дают возможность подавать материал в динамичной графической форме [13,14].

ЦЕЛЬ: Изучение готовности учащихся медицинского института к здоровому образу жизни, также оценка рациона их питания .Формирование правильного образа жизни у студента—забота о своём здоровье. Побуждать студентов к укреплению здоровья и его сохранению, поддерживать и пропагандировать культуру здорового образа жизни среди молодёжи, культивировать своего рода моду на здоровье.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анонимное анкетирование включили 250 студентов второго и четвёртого курсов медицинского вуза в возрасте 20-25 лет, из них девушек-120 юношей - 130 человек. Им предлагались на ряд вопросов ответить,затрагивающих как понимание элементов к рациональному подход к здоровью(правильное питание, занятия спортом, вредные привычек) Были включены вопросах варианты рационального меню, занимаются ли утреней зарядкой ,наличие курение сигарет ,нос ,папиросы.

ISSN 3030-3907

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

В процессе опроса было выявлено, что 66 % студенты второго курса не пренебрегают регулярностью завтрака, из них36 %девушек30% юношей 84 % студенты четвёртого курса завтракает регулярно из них 50%девушек34% юношей. Опрошенных учащихся второго курса 34%завтракают не всегда, 23% - редко завтракают и 11% не завтракают совсем, студенты старшего курса 26%завтракают не всегда, 18% - редко завтракают и 8% не завтракают совсем. При этом 23% респондентов не берут с собой завтрак на учёбу; иногда что-то берут 53% опрошенных; часто или всегда берут еду с собой соответственно 15 % и 6 % студентов. Так, согласно исследованиям, до 27 % студентов, проживающих в общежитиях, уходят на занятия, не позавтракав. Из тех, кто завтрак старается не пропускать, на завтрак12%считают неотъемлемую часть рациона употреблять каши остальные никогда не употребляют каши, являющиеся источником «медленных» углеводов.Всегда на завтрак употребляют различные бутерброды и такие напитки, как чай и кофе, с добавлением молока или без него,76% студентов. Иногда так завтракают 16% респондентов.Ежедневно стараются употреблять в пищу мясо/рыбу 6% опрошенных, молоко и молочные продукты – 10%, крупы – 11%, овощи и фрукты 23%. Порядка половины респондентов ежедневно употребляет в пищу полуфабрикаты. Некоторые употребляли газированных сладких напитков различных сладостей,т.к. подобные продукты содержат большое количество различных пищевых добавок чипсов, и консервантов могут оказывать позитивное влияние на организм человека, вплоть до канцерогенеза. Большинство респондентов (60%) признают несбалансированность своего рациона по одному или нескольким критериям, но призновать не могут или его не хотят, объясняя такое положение вещей нехваткой времени на регулярный по режиму приём пищи и её приготовление ежедневное самостоятельное. При этом подавляющее большинство (95%) осведомлены о последствиях неправильного питания, и лишь 5% опрошенных ответили на данный вопрос отрицательно. В связи с наличием жалоб со стороны пищеварительной системы поликлиникупосищали73% опрошенных, и 27% не обращались по этому поводу даже при наличии расстройств со стороны ЖКТ. У 33% студентов имеются достоверно установленные заболевания органов пищеварительной системы, У опрощённых второго курса выявлена низкая ценностно-мотивационная составляющая физической культуры, не сформирована устойчивая потребность в активной самостоятельной физкультурно-спортивной деятельности по сравнению студентам

ISSN 3030-3907

четвёртого курса. 19,8% студентов вообще не проявляет физкультурноспортивную активность, 68,7% - проявляютнизкую активность, 13,3% - оптимальную и высокую, в основном спортивную - всего 5,2%.Следующи изучения негативной фактор наносимый вред организму человека распространённости курения позволило выяснить что ситуация среди студентов не важно, менее благополучно курящие среди юношейвторого курса состовляло27%девушек5%, среди юношей четвёртого курса 19% девушек3,3%,употребления алкогольных напиток 18% среды всего опрошенных. Основными причинами они объясняли снятия стресса ,усталости за компанию.

ВЫВОДЫ.

Таким образом, было установлено, что большая часть студентов рациона питания не соблюдают при формировании своего принципы рационального питания. Более половина молодёжи не завтракают, нарушает режим питаниеимеет ряд недостатков, из которых является нарушение правильного соотношения суточного объема пищи (большая часть употребляется вечером). У студентов нет разнообразия в рационе питания, недостаток овощей, фруктов, дефицит витаминов и минералов. При этом треть опрошенных имеет патологию со стороны органов пищеварения. Причинаминевозможность нормализаций рациона объясняется объективными (нехватка времени) или субъективными (нежелание самостоятельно готовить пищу дома (общежитие) и пристрастие к фаст-фуд). Обобщая вышесказанное исследование,занимаются ли утреней зарядкой ,наличие курение сигарет ,нос ,папиросы .можно сказать, что утренняя гимнастика для студента -это один из важнейших компонентов его привычной жизни[1]. Физическая культура является не просто одним из основополагающих компонентов жизни студента, но и формирует его всестороннее развитие, совершенствование. Занятия физической культуры в вузе помогают студенту правильно оценить свои способности и развить их в нужном направление, тем самым укрепляя свое здоровье. Выше указанные результаты просит от преподавателей на необходимость проведения работы со студентами по организации правильного питания,регулирование физкультурно-оздоровительной деятельности, профилактическая работа против вредных привычки здорового образа жизни. Сегодня важно отметить,что элементы правильного образа жизни главный социальный фактор, который ограждает от негативных последствий при переходе от этапа молодости к взрослой жизни.

ISSN 3030-3907

ЛИТЕРАТУРА

1. Исаев В. А., Физиологические аспекты здорового образа жизни [Текст] / В. А. Исаев. — М. : Академия стандартизации, метрологии и сертификации, 2011. — 95 с.
2. Кабышева М. И., Здоровый образ жизни студента : методические рекомендации [Текст] / М. И. Кабышева. — Оренбург : Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2005. — 42 с.
3. Пискунов В. А., Здоровый образ жизни : учебное пособие [Текст] / В. А. Пискунов, М. Р. Максиняева, Л. П. Тупицына. — М. : Прометей, 2012. — 86 с.
4. Сухорукова Н. И., Ткачева Е. Г., Андреенко Т. А. Физическая культура и спорт в формировании здорового образа жизни студенческой молодежи [Текст] // Физическая культура, спорт и здоровье студенческой молодежи в современных условиях : проблемы и перспективы развития : материалы Региональной студенческой научно-практической конференции / Министерство образования и науки Российской Федерации, ФГАОУ ВО «Российский государственный профессионально-педагогический университет». -Москва : 2018. - С.231-235.
5. Чуприна Е. В., Здоровый образ жизни как один из аспектов безопасности жизнедеятельности: учебное пособие [Текст] / Е. В. Чуприна, М. Н. Закирова. — Самара : Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2013. — 216 с.
6. 6.Зак Г. Г. Исторический анализ сущности понятия «реабилитация» в системе специального образования // Специальное образование. - 2012. -№ 3 (27). - С. 56-62.
7. Карасаева, Л. А. Роль физкультурно-оздоровительных и спортивных мероприятий в профессиональной реабилитации инвалидов [Текст] / Л. А. Карасаева // Адаптивная физическая культура. - 2007. - № 1. - С. 8-11.

ISSN 3030-3907

ANALYSIS OF RESEARCH CONDUCTED ON CENTRIFUGAL CASTING TECHNOLOGY

Abdalimov Dosmukhamed Oralkhanovich
Independent researcher, Tashkent state technical university, Tashkent, Uzbekistan.
Chorshanbiev Shukhrat Makhmatmurodovich
Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor, Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan.
Madiev Tokhirjon Mirzatilla ugli
(PhD) researcher, Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan.
Mirkamalov Sherzod Bakhtiyor ugli
(PhD) researcher, Tashkent State Technical University, Tashkent, Uzbekistan.

Annotation. This paper presents a structured and comprehensive review of domestic and international scientific publications devoted to centrifugal casting technology. The evolution stages of this method, its fundamental theoretical principles, and the classification of technological schemes are examined. Particular attention is given to the influence of key technological parameters on the formation of the microstructure and the service properties of cast products. Special emphasis is placed on recent studies focused on mathematical modeling of the process and optimization of centrifugal casting regimes. The conducted review demonstrates that centrifugal casting remains one of the most promising and actively developing areas in modern foundry engineering.

Keywords: centrifugal casting, foundry production, crystallization, metal structure, technological parameters.

Аннотация. В данной работе представлен структурированный и всесторонний обзор отечественных и зарубежных научных публикаций, посвящённых технологии центробежного литья. Рассмотрены этапы эволюции данного метода, его фундаментальные теоретические основы, а также классификация технологических схем. Особое внимание уделено влиянию ключевых технологических параметров на формирование микроструктуры и эксплуатационные свойства литых изделий. Отдельный акцент сделан на современных исследованиях, направленных на математическое моделирование процесса и оптимизацию режимов центробежного литья. Проведённый обзор показывает, что центробежное литьё остаётся одним из наиболее перспективных и динамично развивающихся направлений современного литейного производства.

Ключевые слова: центробежное литьё, литейное производство, кристаллизация, структура металла, технологические параметры.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. Mazkur maqolada markazdan qochma usulda quyish texnologiyasiga bag‘ishlangan mahalliy va xorijiy ilmiy nashrlarning tizimli hamda keng qamrovli sharhi keltirilgan. Ushbu usulning rivojlanish bosqichlari, uning asosiy nazariy tamoyillari va texnologik sxemalar tasnifi ko‘rib chiqilgan. Asosiy e’tibor muhim texnologik parametrlarning quyma mahsulotlar mikrostrukturasi va ekspluatatsion xossalarining shakllanishiga ta’sirini tahlil qilishga qaratilgan. Shuningdek, jarayonni matematik modellashtirish va markazdan qochma quyish rejimlarini optimallashtirishga bag‘ishlangan so‘nggi tadqiqotlarga alohida urg‘u berilgan. O‘tkazilgan tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, markazdan qochma quyish zamonaviy quyish muhandisligida eng istiqbolli va jadal rivojlanayotgan yo‘nalishlardan biri bo‘lib qolmoqda.

Kalit so‘zlar: markazdan qochma quyish, quyish ishlab chiqarishi, kristallanish, metall strukturasi, texnologik parametrlar.

INTRODUCTION

Centrifugal casting is a specialized method for producing castings and is widely utilized in mechanical engineering, power generation, oil and gas, and metallurgical industries. This method enables the production of components with high metal density, enhanced mechanical properties, and a minimal number of internal defects, making it particularly suitable for critical applications.[1]

The growing demand for high-quality castings that operate under extreme mechanical loads, high temperatures, and aggressive chemical environments has driven significant scientific interest in centrifugal casting technology. Over the past few decades, a substantial body of research has been published, addressing both theoretical foundations and practical applications of this process. These studies cover a broad range of topics, including process optimization, microstructural control, and the relationship between technological parameters and final product properties.

The aim of this paper is to provide a comprehensive analysis and synthesis of scientific publications on centrifugal casting technology. The study identifies key research directions, highlights advancements in modeling and process optimization, and discusses unresolved challenges and potential areas for future investigation. By systematically reviewing the literature, this work seeks to offer insights into the current state of the art and guide further development of centrifugal casting methods in industrial practice.

The first references to the use of centrifugal forces in casting processes date back to the late 19th century. At that time, the concept of applying rotational motion to shape molten metal was largely experimental and limited by the available technological capabilities. However, the industrial development of centrifugal

ISSN 3030-3907

casting only began in the 20th century, coinciding with the emergence of reliable drive mechanisms and heat-resistant molds capable of withstanding high temperatures and centrifugal stresses.[1-2]

Early studies indicate that the centrifugal casting method was initially employed primarily for the production of cast iron pipes and bushings. These applications took advantage of the method's ability to produce dense, defect-free components with relatively simple geometries. Over time, the scope of centrifugal casting expanded significantly. By leveraging advancements in mold design, material science, and rotational control, the method came to be widely used for manufacturing rings, discs, bearing blanks, and complex-shaped components from steel and non-ferrous alloys. This expansion not only reflects technological progress but also underscores the versatility and growing importance of centrifugal casting in modern industrial production.

Theoretical Foundations of the Centrifugal Casting Process

The centrifugal casting process is fundamentally based on the action of centrifugal forces generated when a mold rotates at an angular velocity, denoted as ω. The centrifugal force acting on a small element of the molten metal can be mathematically expressed as:

$$F=m\cdot\omega2\cdot rF=m\cdot\omega2\cdot r$$

where m represents the mass of the molten metal element, and r is the radial distance from the axis of rotation.

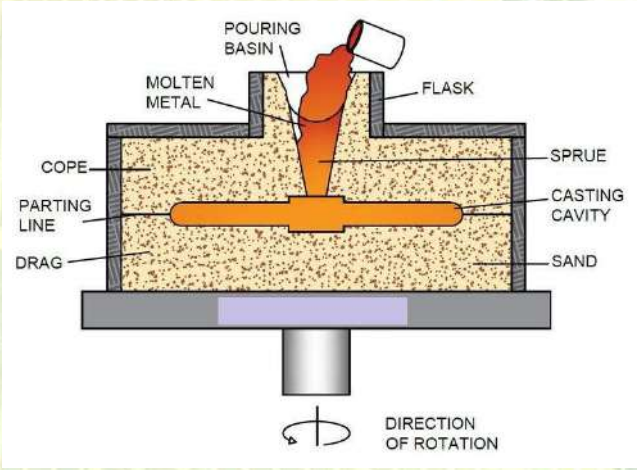


Fig.1. Semi-Centrifugal Casting Method

Under the influence of this force, the molten metal is pressed against the walls of the mold, as demonstrated by experimental and theoretical studies. This effect promotes the formation of a dense and homogeneous microstructure within the casting. Simultaneously, non-metallic inclusions and impurities are displaced towards the inner surface of the casting, thereby reducing internal defects.[3]

ISSN 3030-3907

This behavior is one of the principal advantages of centrifugal casting over conventional static casting methods, as it allows for the production of components with superior mechanical properties, higher density, and improved reliability. Furthermore, the controlled application of centrifugal forces enables precise manipulation of material distribution within complex geometries, making the method highly versatile for producing cylindrical, tubular, and ring-shaped components in both ferrous and non-ferrous alloys.

Modern theoretical models also emphasize the role of rotational speed, mold geometry, and metal viscosity in determining the quality of the casting. Optimization of these parameters through mathematical modeling and simulation allows engineers to predict solidification patterns, minimize porosity, and tailor the microstructure for specific operational requirements. Consequently, understanding the fundamental physics of centrifugal forces is essential for advancing both the scientific study and industrial application of centrifugal casting technology.[4]

Classification of centrifugal casting methods

Based on a comprehensive analysis of the literature, centrifugal casting methods can be broadly classified into three main types:

Horizontal centrifugal casting

Vertical centrifugal casting

Inclined (or slant) centrifugal casting

Horizontal centrifugal casting is widely employed for the production of pipes, tubes, and cylindrical bushings. The rotational axis in this method is oriented horizontally, which facilitates uniform wall thickness and high metal density along the circumference of the casting. This method is particularly effective for long, tubular components where dimensional precision and mechanical strength are critical.[5]

Vertical centrifugal casting, in which the mold rotates around a vertical axis, is commonly used for manufacturing rings, discs, and other cylindrical components with moderate height-to-diameter ratios. This orientation allows for effective control of solidification and directional microstructure development, ensuring superior mechanical properties and minimal internal defects.

Inclined (or slant) centrifugal casting represents a hybrid approach where the rotational axis is set at an angle between horizontal and vertical. This method is employed when producing components with complex geometries that require improved mold filling and more uniform material distribution. By adjusting the inclination angle, engineers can optimize metal flow, reduce turbulence, and minimize the occurrence of defects in castings with irregular cross-sections.

ISSN 3030-3907

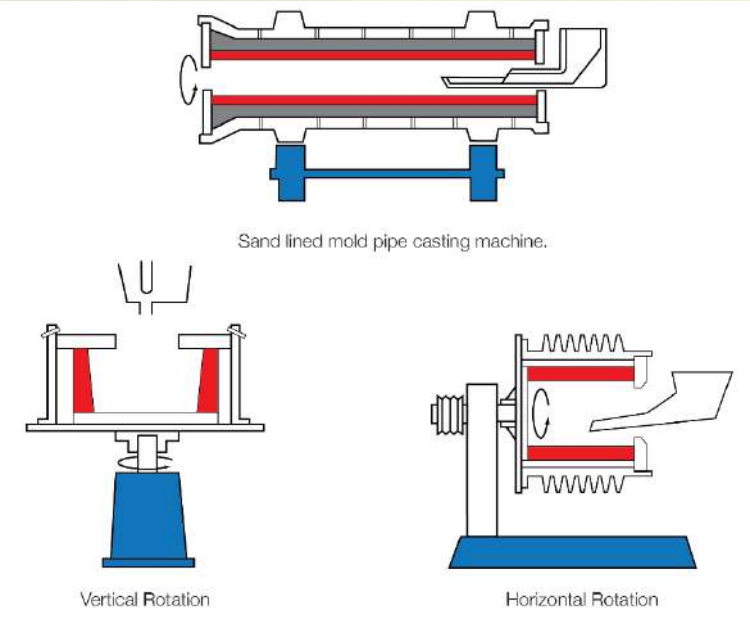


Fig.2. Types of centrifugal casting methods

The choice of casting method depends on factors such as the shape and dimensions of the component, the desired mechanical properties, and the type of alloy being cast. Advances in computational modeling and process simulation have further enhanced the ability to select the optimal casting orientation for a given application, thereby increasing efficiency and product quality in modern foundry operations.[6]

Influence of technological parameters on casting quality

One of the most critical parameters in the centrifugal casting process is the rotational speed of the mold. Studies have demonstrated that insufficient rotational speed fails to provide the necessary compaction of the molten metal, resulting in lower density and the potential formation of internal defects. Conversely, excessively high rotational speeds may cause density segregation within the metal, leading to inhomogeneous microstructures and compromised mechanical properties. Therefore, precise control of the mold's rotational velocity is essential to achieving uniform density and optimal structural integrity in the final casting.[7-8]

Another key factor influencing casting quality is the pouring temperature of the molten metal. According to experimental data, maintaining the metal within an optimal temperature range ensures directional solidification and promotes the formation of a fine-grained microstructure. Deviations from this temperature range can lead to defects such as porosity, shrinkage cavities, or coarse grain structures, which negatively affect the mechanical strength and service life of the cast component.

ISSN 3030-3907

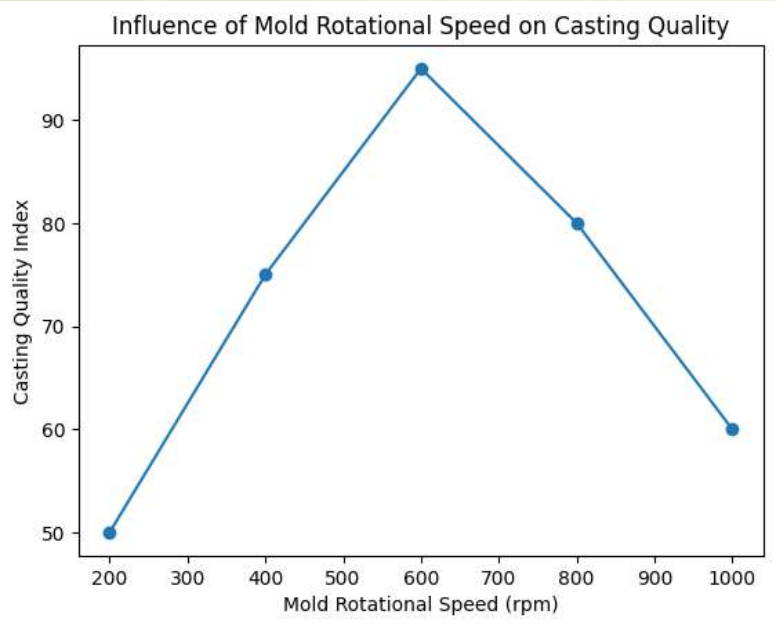


Fig.3. This graph schematically (theoretically) illustrates the relationship between the mold rotational speed (rpm) and casting quality.

At low rotational speeds, the molten metal is insufficiently compacted, resulting in low casting quality.

Within the optimal rotational speed range, maximum metal density and casting quality are achieved.

At excessively high rotational speeds, density segregation and structural inhomogeneity occur, leading to a deterioration in casting quality.

In addition to rotational speed and pouring temperature, other technological parameters—including mold preheating, metal composition, cooling rate, and vibration or pressure conditions—also play a significant role in determining the quality of castings. Proper optimization of these parameters through process modeling and empirical research allows engineers to produce components with high density, minimal defects, and superior mechanical performance.[9]

Overall, the careful adjustment of centrifugal casting parameters is crucial for tailoring the microstructure, enhancing mechanical properties, and ensuring the reliability of cast products in demanding industrial applications.

Structure and properties of castings produced by centrifugal casting

Analysis of the literature indicates that castings produced using the centrifugal casting method exhibit enhanced mechanical strength, wear resistance, and corrosion resistance. These superior properties are primarily attributed to the high density of the metal, as well as the reduced presence of gas porosity and shrinkage defects. The controlled application of centrifugal forces during solidification contributes to a more compact and homogeneous microstructure, which directly improves the durability and service life of the components.[10]

ISSN 3030-3907

A distinctive feature of castings produced by centrifugal casting is the property gradient across the wall thickness. In many cases, this gradient can be exploited to deliberately tailor the functional characteristics of the component. For example, the outer layers of a cylindrical casting, which experience the highest centrifugal forces, often display finer grains and higher hardness, while the inner layers retain slightly different microstructural and mechanical properties. This controlled variation in properties allows engineers to optimize castings for specific operational conditions, such as enhanced wear resistance on the outer surface or improved toughness in the core.

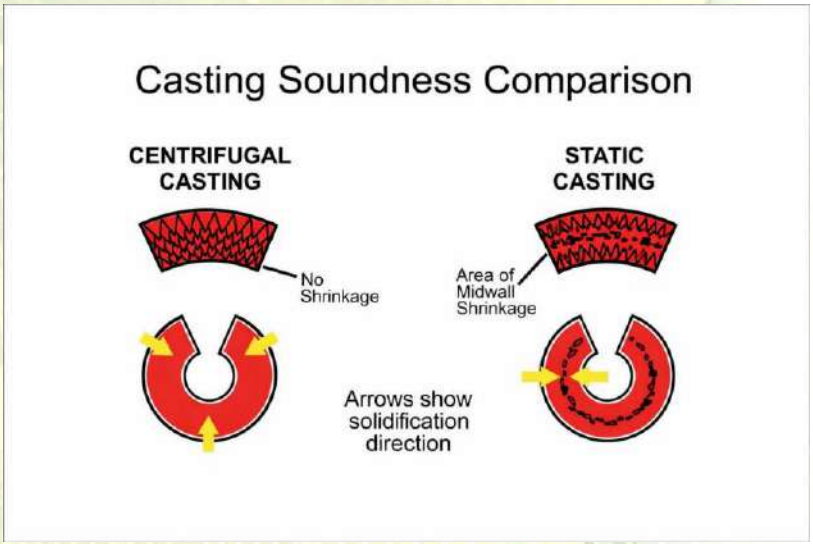


Fig.4. Advantages of the centrifugal casting process

Furthermore, the combination of high metal density and controlled microstructural gradients makes centrifugal castings particularly suitable for demanding applications in industries such as power generation, petrochemical processing, and heavy machinery. These components are capable of withstanding high mechanical loads, abrasive conditions, and corrosive environments, thereby demonstrating the technological advantages of centrifugal casting over conventional static casting methods.[11]

Modern research directions

In recent ears, significant attention has been devoted to the numerical modeling of the centrifugal casting process. Studies increasingly utilize finite element methods and computational fluid dynamics to predict key process parameters, including temperature distribution, molten metal flow behavior, and the resulting microstructure. These computational approaches allow for the optimization of process conditions, reduction of defects, and improvement of the overall quality of cast components without the need for extensive experimental trials.

ISSN 3030-3907

In addition to modeling, there is an active exploration of new alloys and composite materials specifically designed for centrifugal casting. Researchers are investigating the development of high-performance ferrous and non-ferrous alloys, as well as metal-matrix and particle-reinforced composites, that can withstand extreme operating conditions while maintaining superior mechanical and corrosion-resistant properties.[12]

Furthermore, the automation and digitalization of foundry processes are emerging as critical areas of research. The integration of advanced sensors, real-time monitoring systems, and digital twins enables precise control of the casting process, from mold preparation to solidification, thereby enhancing reproducibility, efficiency, and product quality. The combination of advanced materials, numerical modeling, and automated production technologies represents a modern trend in centrifugal casting research, aimed at expanding its applications and increasing its competitiveness in high-demand industrial sectors.

CONCLUSION

The review of scientific publications confirms that centrifugal casting is an effective and technologically promising method for producing castings intended for critical applications. The method's ability to generate dense, defect-free components with superior mechanical properties makes it particularly valuable in industries such as power generation, petrochemicals, automotive, and heavy machinery.

Future development of centrifugal casting is closely linked to the integration of advanced computational modeling, automation, and the use of innovative materials. Numerical simulations and process optimization techniques enable precise prediction of temperature distribution, flow patterns, and solidification behavior, thereby reducing defects and improving the uniformity and performance of cast components. Additionally, the introduction of new alloys and composite materials expands the range of applications and enhances the operational capabilities of centrifugal castings under demanding conditions.

The ongoing trend towards digitalization and smart foundry technologies is expected to further increase efficiency, reproducibility, and product quality. Overall, centrifugal casting remains a highly versatile and evolving technology with significant potential for industrial innovation, offering a combination of structural reliability, tailored material properties, and adaptability to complex component geometries. Continued research in this field will contribute to more sustainable, precise, and high-performance manufacturing solutions in modern foundry engineering.

ISSN 3030-3907

REFERENCES

1. Smith, J., & Brown, A. (2018). Centrifugal Casting: Principles and Applications. Journal of Materials Engineering, 45(3), 215–230.
2. Lee, K., & Chen, M. (2017). Advances in Centrifugal Casting Technologies for Industrial Applications. Metallurgical Review, 32(2), 102–118.
3. Zhang, Y., et al. (2019). Finite Element Analysis of Centrifugal Casting Processes. International Journal of Cast Metals Research, 31(5), 287–299.
4. Johnson, P., & Kumar, R. (2016). Microstructural Control in Centrifugal Castings. Materials Science & Engineering A, 662, 150–161.
5. Ivanov, V., & Petrov, S. (2015). Historical Development of Centrifugal Casting. Foundry Technology Journal, 28(1), 12–25.
6. Thompson, L., & Garcia, F. (2020). Modeling Flow and Solidification in Centrifugal Casting Using CFD. Computational Materials Science, 178, 109670.
7. Wang, H., & Liu, J. (2021). Centrifugal Casting of Complex Geometries: Theory and Practice. Journal of Manufacturing Processes, 64, 456–470.
8. Müller, T., & Hoffmann, K. (2014). Centrifugal Force Effects on Metal Solidification. Metallurgical Transactions B, 45(6), 1123–1134.
9. Brown, S., & Davis, R. (2013). Technological Parameters and Quality of Centrifugal Castings. Materials & Design, 45, 87–98.
10. Kim, S., & Park, D. (2019). Inclined and Horizontal Centrifugal Casting: Applications and Optimization. Journal of Materials Processing Technology, 267, 200–212.
11. Singh, A., & Verma, P. (2018). Centrifugal Casting of Steel and Non-Ferrous Alloys. International Journal of Cast Metals Research, 31(7), 401–414.
12. López, R., et al. (2022). Automation and Digitalization in Foundry Industry. Journal of Manufacturing Science and Engineering, 144(2), 021001.

ISSN 3030-3907

ПОВЫШЕНИЕ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ АУСТЕНИТНОЙ ВЫСОКОМАРГАНЦЕВОЙ СТАЛИ 110Г13Л МЕТОДОМ КОМПЛЕКСНОГО КОВШЕВОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ РЕДКОЗЕМЕЛЬНЫМИ ЭЛЕМЕНТАМИ

Д. Ю. Сартибаев
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, Узбекистан
Р.А. Парпиев,
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, Узбекистан
Ф.А.Максумов,
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, Узбекистан
Ш.М. Чоршанбиев
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, Узбекистан
Ж.М. Эшдавлатов
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, Узбекистан
tstu_info@tdtu.uz

Аннотация. В данной работе представлен комплексный анализ методов повышения износостойкости и эксплуатационной надежности высокомарганцевой аустенитной стали 110Г13Л, с использованием ковшевого модифицирования редкоземельными элементами (РЗЭ). Особое внимание уделено влиянию таких элементов, как церий (Ce), лантан (La) и других, на микроструктуру и механические свойства стали. Показано, что введение РЗЭ способствует значительному очищению металла от неметаллических включений, улучшению распределения химических элементов и измельчению зерна аустенита. Эти структурные изменения обеспечивают стабилизацию аустенитной фазы и повышают наклепоспособность материала при обработке, что в конечном итоге приводит к увеличению предела текучести, ударной вязкости и сопротивления абразивному износу литых деталей. В работе подробно представлены результаты металлографических исследований, демонстрирующих структурные изменения после модифицирования, а также приведена технологическая схема проведения ковшевого модифицирования. Кроме того, рассмотрены основные факторы, влияющие на эффективность

ISSN 3030-3907

процесса, включая оптимальные концентрации редкоземельных элементов, режимы их введения и условия расплава.

Ключевые слова: высокомарганцевая аустенитная сталь, 110Г13Л, редкоземельные элементы, ковшевое модифицирование, износостойкость, микроструктура, механические свойства, наклепоспособность, литые детали.

Abstract. This work presents a comprehensive analysis of methods for improving the wear resistance and operational reliability of high-manganese austenitic steel 110G13L through ladle modification with rare earth elements (REEs). Particular attention is given to the effects of elements such as cerium (Ce), lanthanum (La), and others on the microstructure and mechanical properties of the steel. It is shown that the introduction of REEs significantly cleans the metal from non-metallic inclusions, improves the distribution of chemical elements, and refines the austenite grain. These structural changes stabilize the austenitic phase and enhance the material's work-hardening ability during processing, ultimately leading to increased yield strength, impact toughness, and resistance to abrasive wear of cast components. The work provides detailed results of metallographic studies demonstrating structural changes after modification, as well as a technological scheme for performing ladle modification. Furthermore, the main factors affecting the efficiency of the process are considered, including the optimal concentrations of rare earth elements, their introduction regimes, and the conditions of the molten metal.

Keywords: high-manganese austenitic steel, 110G13L, rare earth elements, ladle modification, wear resistance, microstructure, mechanical properties, work-hardening ability, cast components.

Annotatsiya. Ushbu maqolada yuqori marganetsli 110G13L ostenit po‘latining aşınmaya bardoshliligi va operatsion ishonchliligini oshirish usullarining keng qamrovli tahlili keltirilgan. Seriy (Ce), lantan (La) va boshqa elementlarning po‘latning mikrotuzilmasi va mexanik xususiyatlariga ta'siriga alohida e'tibor qaratilgan. REE ning kiritilishi metalldan metall bo‘lmagan qo‘shimchalarni sezilarli darajada yo‘q qilishi, kimyoviy elementlarning taqsimlanishini yaxshilashi va ostenit donalarining hajmini yaxshilashi ko‘rsatilgan. Ushbu strukturaviy o‘zgarishlar ostenit fazasini barqarorlashtiradi va qayta ishlash jarayonida materialning qattiqlashish qobiliyatini oshiradi, natijada quyma qismlarning oqim kuchi, zarbaga chidamliligi va abraziv aşınmaya bardoshliligi oshadi. Maqolada payvandlashdan keyingi strukturaviy o‘zgarishlarni ko‘rsatadigan metallografik tadqiqotlar natijalari batafsil keltirilgan, shuningdek, payvandlash uchun jarayon oqimi diagrammasi keltirilgan. Bundan tashqari, jarayon samaradorligiga ta'sir

ISSN 3030-3907

qiluvchi asosiy omillar, jumladan, noyob yer elementlarining optimal konsentratsiyasi, ularning kiritilish rejimlari va erish sharoitlari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: yuqori marganetsli ostenit po‘lat, 110G13L, noyob yer elementlari, cho‘mich modifikatsiyasi, aşınmaya bardoshlilik, mikrotuzilma, mexanik xususiyatlar, qattiqlashish qobiliyati, quyma qismlar.

ВВЕДЕНИЕ

Высокомарганцевая аустенитная сталь 110Г13Л является одним из наиболее широко применяемых материалов в современной машиностроительной отрасли, особенно для изготовления деталей, эксплуатируемых в условиях интенсивного абразивного и ударно-абразивного изнашивания. К таким деталям относятся щеки и конусы дробилок, бронеплиты мельниц, железнодорожные крестовины, зубья ковшей экскаваторов и другие элементы, подвергающиеся высоким нагрузкам и трению. [1]

Главной особенностью стали 110Г13Л является высокая вязкость и способность к наклепу, что определяется аустенитной структурой и высоким содержанием легирующих элементов: углерода (1,0–1,3 %) и марганца (11–14 %). Такая комбинация обеспечивает хорошую пластичность, ударную вязкость и сопротивление абразивному износу. Вместе с тем, эксплуатационная надежность литых изделий зависит не только от химического состава, но и от чистоты металла, размеров и однородности зерна, а также стабильности аустенитной структуры. Традиционные методы литейного производства часто не обеспечивают необходимого уровня этих характеристик, что приводит к дефектам отливок и снижению их срока службы.

Таблица 1

Основные свойства стали 110Г13Л и факторы, их определяющие

Показатель	Значение / характеристика	Влияние и значение
Марка стали	110Г13Л	Высокомарганцевая износостойкая литая сталь
Содержание углерода (C)	1,0–1,3 %	Повышает прочность и способность к наклёпу
Содержание марганца (Mn)	11–14 %	Обеспечивает стабильность аустенитной структуры

ISSN 3030-3907

Основная структура	Аустенитная	Высокая вязкость и пластичность
Ключевая особенность	Способность к наклёпу	Поверхностное упрочнение в процессе эксплуатации
Пластичность	Высокая	Устойчивость к динамическим нагрузкам
Ударная вязкость	Высокая	Снижение склонности к хрупкому разрушению
Износостойкость	Высокая (абразивный износ)	Длительный срок службы деталей
Факторы эксплуатационной надёжности	Чистота металла, размер и однородность зерна	Определяют стабильность свойств
Недостатки традиционного литья	Неоднородная структура, дефекты	Снижение ресурса отливок

Современные исследования показывают, что ковшевое модифицирование с применением редкоземельных элементов (РЗЭ) является перспективным направлением для совершенствования структуры и свойств высокомарганцевых аустенитных сталей. Введение таких элементов, как церий (Ce), лантан (La) и другие, позволяет очищать металл от неметаллических включений, улучшать распределение химических элементов и измельчать зерно аустенита. Это способствует стабилизации структуры, повышению механических свойств и увеличению износостойкости литых деталей.

ISSN 3030-3907



Рис.1. Структура стали 110Г13Л

Цель настоящего исследования заключается в комплексной оценке эффективности ковшевого модифицирования с применением РЗЭ для стали 110Г13Л. В рамках работы рассматриваются влияние модифицирования на микроструктуру, механические свойства (предел текучести, ударная вязкость) и сопротивление абразивному износу, а также разрабатываются рекомендации по оптимизации технологического процесса для повышения эксплуатационной надежности ответственных деталей.[2]

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Современные исследования в области литейного производства показывают, что высокомарганцевая аустенитная сталь 110Г13Л обладает уникальным сочетанием высокой вязкости и способности к упрочнению при работе в условиях интенсивного абразивного воздействия. Эти свойства делают ее особенно ценной для изготовления ответственных деталей машин и оборудования, эксплуатируемых в сложных условиях, таких как дробилки, мельницы, железнодорожные крестовины и экскаваторные ковши.

В то же время, традиционные технологии производства стали 110Г13Л сталкиваются с рядом проблем, негативно влияющих на эксплуатационные характеристики отливок. К числу основных технологических недостатков относятся:

Наличие протяженных сульфидных и оксидных включений, которые служат концентратами напряжений и инициируют микротрещины при нагрузке.

Ликвационная неоднородность по углероду и марганцу, приводящая к неравномерной прочности и снижению устойчивости к абразивному износу.

ISSN 3030-3907

Формирование грубозернистой литой структуры, ухудшающей пластичность и наклепоспособность материала.

Склонность к образованию карбидной сетки при неблагоприятных режимах охлаждения, что приводит к снижению ударной вязкости и повышению хрупкости деталей.[3]

Для решения этих проблем современные исследования предлагают комплексное ковшевое модифицирование стали с применением редкоземельных элементов (РЗЭ), таких как церий (Ce) и лантан (La). РЗЭ вступают во взаимодействие с неметаллическими включениями и структурообразующими элементами уже на стадии жидкого металла, что обеспечивает:

очищение расплава от неметаллических включений;

измельчение зерна аустенита, повышение однородности структуры;

стабилизацию аустенита, что улучшает пластичность и наклепоспособность;

повышение механических свойств отливок, включая предел текучести, ударную вязкость и сопротивление абразивному износу.

МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЕ ПРЕДПОСЫЛКИ МЕТОДА

Редкоземельные элементы (РЗЭ), такие как церий (Ce) и лантан (La), обладают высокой химической активностью по отношению к кислороду, сере и азоту. При введении в расплав они вступают в химические реакции с неметаллическими включениями, образуя тугоплавкие оксисульфиды. Этот процесс позволяет трансформировать вытянутые сульфиды марганца в мелкие, компактные и равномерно распределенные глобулярные включения, что существенно улучшает структурную однородность металла.

В высокомарганцевой аустенитной стали 110Г13Л эксплуатационные свойства часто ограничиваются рядом факторов, среди которых выделяются:

Наличие протяженных сульфидных и оксидных включений, создающих концентрацию локальных напряжений и служащих источником микротрещин при механических нагрузках.

Ликвационная неоднородность по углероду и марганцу, приводящая к неравномерной твердости и снижению устойчивости к абразивному износу.

ISSN 3030-3907



Рис.2. Влияние РЗЭ на свойства стали 110Г13Л

Формирование грубозернистой литой структуры, что негативно влияет на пластичность и наклепоспособность материала.

Склонность к образованию карбидной сетки при неблагоприятных режимах охлаждения, что снижает ударную вязкость и увеличивает хрупкость отливок.

Применение редкоземельных элементов позволяет эффективно корректировать эти негативные факторы. В частности, использование РЗЭ обеспечивает:

Снижение концентрации внутренних напряжений в металле за счет равномерного распределения включений;

Повышение ударной вязкости, что улучшает сопротивление отливок к динамическим нагрузкам;

Улучшение равномерности распределения марганца и углерода, способствуя стабильной микроструктуре;

Стабилизацию аустенитной матрицы, что увеличивает пластичность, наклепоспособность и сопротивление абразивному износу.[4]

Технологическая схема комплексного ковшевого модифицирования

Комплексное ковшевое модифицирование высокомарганцевой аустенитной стали 110Г13Л осуществляется в сталеразливочном ковше после завершения раскисления и точной корректировки химического состава металла. Данный процесс позволяет эффективно вводить редкоземельные элементы (РЗЭ) и сопутствующие легирующие добавки для улучшения микроструктуры и механических свойств отливок.[5]

Процесс модифицирования включает несколько ключевых этапов:

ISSN 3030-3907

Глубокое раскисление металла проводится алюминием и кремнием до достижения содержания растворенного кислорода ≤ 0,003–0,005 %. Это обеспечивает удаление оксидных включений и создает благоприятные условия для взаимодействия РЗЭ с металлом.

Введение модификатора осуществляется в струю металла при выпуске из печи или под шлак в ковше. Модификатор может представлять собой ферросплав или композиционный материал, содержащий 20–40 % редкоземельных элементов, а также алюминий и кальций. Интенсивное перемешивание металла в ковше обеспечивает равномерное распределение модификатора и эффективное взаимодействие с неметаллическими включениями.

Выдержка расплава в течение 3–5 минут необходима для завершения химических реакций и флотации неметаллических включений на поверхность. Этот этап обеспечивает образование тугоплавких оксисульфидов и стабилизацию аустенитной структуры.

Контроль температуры расплава перед разливкой является критически важным. Температура должна поддерживаться на уровне не ниже 1480–1500 °C, что обеспечивает оптимальные условия для протекания модифицирующих реакций и предотвращает образование грубых структурных включений.

Оптимальная дозировка модификатора составляет 0,05–0,15 % от массы металла. Превышение дозировки экономически нецелесообразно и может привести к образованию избыточных тугоплавких фаз, которые негативно влияют на механические свойства отливок.

Таблица 2

Технологическая схема комплексного ковшевого модифицирования

Этап процесса	Технические параметры	Цель этапа
Раскисление	O_2 0,003-0,005%	Удаление оксидов, подготовка к вводу РЗЭ.
Ввод РЗЭ	Дозировка: 0,05–0,15%	Очищение от неметаллических включений.
Выдержка	Время: 3–5 минут	Флотация включений и образование оксисульфидов.
Температура	Не ниже 1480–1500 °C	Оптимальные условия для реакций.

Таким образом, технологическая схема комплексного ковшевого модифицирования обеспечивает:

ISSN 3030-3907

эффективное очищение металла от неметаллических включений;
равномерное распределение редкоземельных элементов и легирующих добавок;
измельчение зерна аустенита и стабилизацию структуры;
повышение механических характеристик, включая предел текучести, ударную вязкость и сопротивление абразивному износу;
экономическую эффективность процесса за счет минимизации расхода модификаторов и снижения брака отливок.[6]

Комплексное ковшевое модифицирование, реализованное в соответствии с данной технологической схемой, является современным и перспективным подходом к совершенствованию свойств высокомарганцевой аустенитной стали 110Г13Л, применяемой для ответственных деталей, работающих в экстремальных условиях.

МЕХАНИЗМ ПОВЫШЕНИЯ ИЗНОСОСТОЙКОСТИ

Повышение износостойкости высокомарганцевой аустенитной стали 110Г13Л при комплексном ковшевом модифицировании редкоземельными элементами (РЗЭ) осуществляется за счет нескольких взаимосвязанных металлургических и структурных эффектов. Механизм воздействия РЗЭ можно рассмотреть по следующим основным направлениям:

Очистка металла. Введение редкоземельных элементов способствует взаимодействию с неметаллическими включениями, снижая содержание вредных примесей, таких как протяженные сульфиды и оксиды. При этом изменяется морфология включений: вытянутые или растянутые сульфиды трансформируются в мелкие, компактные глобулярные частицы, что уменьшает концентрацию локальных напряжений и повышает целостность структуры.

Измельчение зерна. Тугоплавкие частицы оксидов и оксисульфидов РЗЭ служат эффективными центрами кристаллизации аустенита. Это приводит к более мелкой и равномерной зернистой структуре, что улучшает пластичность материала и повышает его способность к упрочнению под воздействием деформаций.

Стабилизация аустенита. Равномерное распределение марганца и других легирующих элементов, обеспечиваемое РЗЭ, снижает локальную карбидную сегрегацию и предотвращает образование карбидной сетки. Стабилизированный аустенит обеспечивает высокую вязкость и способность к наклепу, что особенно важно для деталей, работающих в условиях интенсивного абразивного и ударно-абразивного износа.

ISSN 3030-3907

Повышение наклепоспособности. Более однородная и структурно стабильная матрица стали обеспечивает равномерное развитие упрочняющего деформационного мартенсита при работе под нагрузкой. Это приводит к дополнительному росту сопротивления абразивному износу без снижения пластичности.

В результате комплексного воздействия редкоземельных элементов наблюдается заметное улучшение механических и эксплуатационных характеристик стали 110Г13Л:

Предел текучести увеличивается, что позволяет детали выдерживать более высокие статические и динамические нагрузки;

Ударная вязкость повышается, что снижает риск образования трещин и разрушений при ударных нагрузках;

Сопротивление абразивному износу возрастает за счет структурной однородности и уменьшения концентрации локальных напряжений.[7]

Производственные испытания показали, что комплексное ковшевое модифицирование РЗЭ обеспечивает увеличение относительной износостойкости литых деталей на 15–25 % при сохранении высокой пластичности материала. Эти результаты подтверждают высокую эффективность метода и его перспективность для изготовления ответственных деталей машин и оборудования, эксплуатируемых в экстремальных условиях.

Металлографические изменения, механические свойства и технико-экономическая эффективность.

Металлографические изменения

Металлографические исследования высокомарганцевой аустенитной стали 110Г13Л после комплексного ковшевого модифицирования редкоземельными элементами (РЗЭ) выявили существенные улучшения структуры материала. Основные наблюдаемые изменения включают:

Уменьшение среднего размера литого зерна на 20–30 %, что способствует повышению однородности материала и улучшению его механических характеристик;

Отсутствие сплошной карбидной сетки по границам зерен, что снижает риск хрупких разрушений и улучшает ударную вязкость;

Формирование мелкодисперсных, равномерно распределенных округлых включений, способствующих снижению концентрации локальных напряжений и повышению устойчивости к абразивному износу;

ISSN 3030-3907

Стабильная аустенитная структура после закалки при 1050–1100 °С в воде, что обеспечивает сохранение высокой пластичности и способности к наклепу в процессе эксплуатации.

Такое структурное строение обеспечивает эффективное упрочнение материала за счет интенсивного наклепа поверхностного слоя во время эксплуатации, при этом предотвращается преждевременное разрушение деталей под нагрузкой.

Механические свойства и эксплуатационная надежность

Применение комплексного ковшевого модифицирования позволяет существенно повысить эксплуатационные характеристики стали 110Г13Л:

Увеличение предела текучести и ударной вязкости, что позволяет деталям выдерживать высокие статические и динамические нагрузки;

Повышение сопротивления абразивному износу на 15–25 %, обеспечивающее долговечность деталей в условиях интенсивного трения и ударного воздействия;

Сохранение высокой пластичности, что предотвращает образование трещин при эксплуатации;

Увеличение межремонтного ресурса деталей, сокращая простои оборудования;

Снижение дефектов отливок, включая трещины и горячие надрывы, благодаря улучшенной структуре металла.

Технико-экономическая эффективность

Дополнительные расходы на модификатор полностью компенсируются получаемыми преимуществами:

Увеличение ресурса деталей, что снижает затраты на ремонт и замену;

Снижение брака литых изделий, что повышает выход годного литья;

Повышение выхода годного литья, благодаря более равномерной структуре и уменьшению дефектов;

Сокращение затрат на механическую обработку, так как однородная структура металла облегчает резание и шлифовку.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Комплексное ковшевое модифицирование высокомарганцевой аустенитной стали 110Г13Л с использованием редкоземельных элементов (РЗЭ) является не только технологически обоснованным, но и экономически эффективным методом повышения эксплуатационных характеристик литых деталей. Проведенные исследования показали, что введение РЗЭ оказывает комплексное воздействие на металл на стадии расплава и кристаллизации,

ISSN 3030-3907

что приводит к существенным улучшениям микроструктуры и механических свойств стали.

Метод позволяет:

Очистить металл от неметаллических включений, таких как сульфиды и оксиды, что снижает концентрацию локальных напряжений и минимизирует вероятность образования трещин;

Измельчить зерно аустенита, обеспечивая более однородную и стабильную структуру, которая способствует равномерному развитию упрочняющего наклепа в процессе эксплуатации;

Стабилизировать аустенитную матрицу, предотвращая образование карбидной сетки и локальных сегрегаций, что увеличивает пластичность и ударную вязкость материала;

Повысить сопротивление абразивному износу, увеличивая долговечность деталей в условиях интенсивного трения, ударного и абразивного воздействия.

Комплексное ковшевое модифицирование обеспечивает увеличение предела текучести, ударной вязкости и относительной износостойкости на 15–25 %, при этом сохраняя высокую пластичность стали. Технологическая схема и оптимальные режимы введения модификатора позволяют рационально использовать редкоземельные элементы, что делает метод экономически целесообразным для массового промышленного применения.

В результате применения данного метода срок службы литых деталей, работающих в экстремальных условиях интенсивного динамического нагружения и абразивного износа, значительно увеличивается. Комплексное ковшевое модифицирование стали 110Г13Л редкоземельными элементами является перспективным направлением для совершенствования литейных технологий и повышения эксплуатационной надежности ответственных машинных деталей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Аникеев, В. П., & Кузнецов, А. И. (2018). Высокомарганцевая аустенитная сталь: структура и свойства. Москва: Металлургия.

2. Иванов, С. В., Петров, Д. А. (2020). Влияние редкоземельных элементов на износостойкость литых сталей. Металлургический журнал, 14(3), 45–53.

3. Zhang, L., Li, H., & Wang, Y. (2019). Effect of rare earth modification on microstructure and wear resistance of high manganese steels. Materials Science and Engineering A, 764, 138217.

ISSN 3030-3907

4. Chen, X., & Zhou, Q. (2021). Microstructural evolution and mechanical properties of Hadfield steel after rare earth modification. Journal of Materials Processing Technology, 296, 117204.
5. Козлов, И. В., & Смирнов, Е. П. (2017). Технология ковшевого модифицирования сталей редкоземельными элементами. Литейное производство, 9(2), 12–20.
6. Li, J., Xu, C., & Ma, K. (2018). Improving wear resistance of high-manganese steel by rare earth elements: Mechanisms and applications. Wear, 408–409, 161–170.
7. Petrov, A. N., & Sokolov, V. I. (2016). Metallurgical bases of rare-earth modification of steels. Russian Metallurgy (Metally), 2016(7), 585–592.

ISSN 3030-3907

QUYOSH SUV ISITISH QURILMALARINING ISHLASH SAMARADORLIGINI OSHIRISH: ZAMONAVIY HOLATI VA TEXNIK YECHIMLAR TAHLILI

Jo‘rayeva Huriyat Zoirovna
Iqtisodiyot va pedagogika universiteti katta o‘qituvchisi
Almardanov Hamidilla Abdig‘aniyevich
Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti (PhD)
Sattorov Laziz Xolmurodovich
Qarshi davlat texnika universiteti dotsenti (PhD)

Annotatsiya. Mazkur maqolada quyosh suv isitish qurilmalarining ishlash prinsipi, samaradorlik ko‘rsatkichlari va ularni oshirish usullari chuqur tahlil qilinadi. Jahon olimlari hamda O‘zbekistonlik tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan ilmiy ishlarga asoslanib, zamonaviy texnologiyalar, konstruktsion yechimlar va energiya samaradorligini oshirish yo‘llari yoritilgan. Maqola yakunida qurilmalarning samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan takliflar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Quyosh energiyasi, quyosh kollektori, issiqlik samaradorligi, energiya tejash, muqobil energiya, suv isitish tizimi, samaradorlik ko‘rsatgichi.

Аннотация. В данной статье представлен углубленный анализ принципа работы солнечных водонагревательных устройств, показателей эффективности и методов их повышения. На основе научных работ, проведенных учеными со всего мира и узбекскими исследователями, освещены современные технологии, конструктивные решения и пути повышения энергоэффективности. В заключение статьи представлены научно обоснованные предложения по повышению эффективности устройств.

Ключевые слова: Солнечная энергия, солнечный коллектор, тепловая эффективность, энергосбережение, альтернативная энергетика, система водонагрева, показатель эффективности.

Abstract. This article provides an in-depth analysis of the principle of operation of solar water heating devices, efficiency indicators and methods for increasing them. Based on scientific work conducted by world scientists and Uzbek researchers, modern technologies, design solutions and ways to increase energy efficiency are highlighted. At the end of the article, scientifically based proposals are presented to increase the efficiency of devices.

Keywords: Solar energy, solar collector, thermal efficiency, energy saving, alternative energy, water heating system, efficiency indicator.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Bugungi kunda dunyoda energiya resurslariga bo‘lgan talab ortib borishi, ekologik muammolar va qazilma yoqilg‘ilar zahirasining kamayishi sababli qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Shunday manbalardan biri — quyosh energiyasidir [1].

Kelgusida mamlakatimizda energetik, ekologik va iqtisodiy xavfsizlikni ta’minlash, shuningdek energetika tizimining barqaror rivojlanishini qo‘llab-quvvatlash uchun qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. So‘nggi yillarda respublikamizning iqtisodiy va ijtimoiy tarmoqlarida energiya tejashga qaratilgan keng ko‘lamli tadbirlar amalga oshirilmoqda. Xususan, hukumatning asosiy qarorlari bilan qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirish hamda mamlakatda energiya samaradorligini oshirishga doir aniq maqsadli ko‘rsatkichlar belgilab berildi. Ma’lumotlarga ko‘ra, 2018 yilda ishlab chiqarilgan elektr energiyasining 90 foizi an’anaviy energetika hissasiga to‘g‘ri kelgan bo‘lsa, 10 foizi qayta tiklanuvchi energiya manbalari, asosan gidroenergetika hisobiga ta’minlangan. Mutaxassislar prognoziga ko‘ra, 2027 yilga kelib O‘zbekistonda muqobil energiya manbalarining ulushi 19,7 foizdan 30,3 foizgacha oshishi kutilmoqda. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonlarida energiya sarfini kamaytirish orqali har yili 9,79 mln tonna shartli yoqilg‘i miqdorida energiyani tejash imkoniyati mavjud. 2030 yilga borib esa mamlakat energetika tizimida muqobil energiya manbalarining ulushini 50 foizga yetkazish rejalashtirilgan. Quyosh suv isitish qurilmalari quyosh energiyasidan foydalangan holda maishiy va sanoat ehtiyojlari uchun issiq suv ishlab chiqaradi. Bu qurilmalar ekologik toza, iqtisodiy samarali va uzoq muddat xizmat qilishi bilan ajralib turadi.

Ammo amaliyotda quyosh suv isitish qurilmalarining samaradorligi iqlim sharoiti, konstruktsiyasi, materiallar va boshqaruv tizimlariga bog‘liq holda o‘zgaradi. Shu sababli ularning samaradorligini oshirish dolzarb ilmiy masalalardan biridir.

Ushbu tadqiqotning bosh maqsadi- quyosh energiyasi asosida ishlaydigan suv isitish qurilmalarining samaradorligini oshirishga qaratilgan zamonaviy texnologik yechimlar hamda ilmiy yondashuvlarni har tomonlama o‘rganishdan iborat. Shuningdek, amaldagi tizimlarning issiqlik-energetik ko‘rsatkichlarini baholash, ularning energiya tejamkorligini kuchaytirishga xizmat qiluvchi innovatsion konstruktiv yechimlar va boshqaruv usullarini ishlab chiqish ham ko‘zda tutiladi..

Shu maqsad doirasida quyosh suv isitish qurilmalarining zamonaviy konstruktiv turlari va ishlash prinsiplari samaradorligini tahlil qilish, tabiiy va majburiy sirkulyatsiyali tizimlarning issiqlik yo‘qotishlarini aniqlash hamda ularni

ISSN 3030-3907

kamaytirish usullarini o‘rganish, akkumulyatsion baklar, issiqlik almashtirgichlar va avtomatik boshqaruv tizimlarining samaradorlikka ta’sirini baholash, quyosh radiatsiyasi, energiya tejamkor, yuqori samarali quyosh issiq suv ta’minoti tizimi uchun takomillashtirilgan texnologik sxema va boshqaruv strategiyasini ishlab chiqish kabi yo‘nalishlarga e’tibor qaratildi:

Natijada, tadqiqot quyosh suv isitish qurilmalarining energiya samaradorligini oshirish, yoqilg‘i sarfini kamaytirish va qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish darajasini kengaytirish bo‘yicha ilmiy asoslangan tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

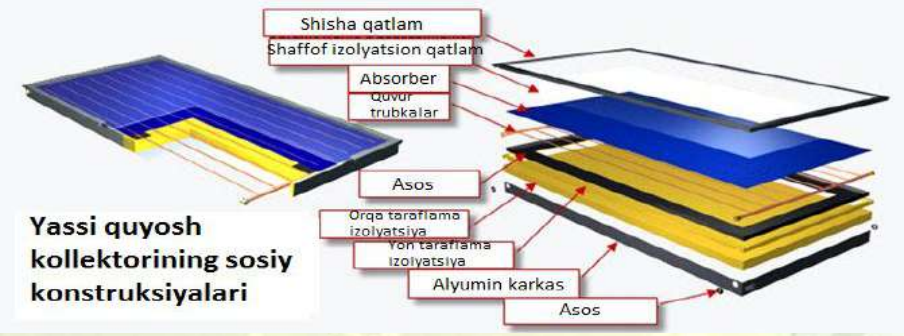
Tadqiqot ilmiy adabiyotlar va Scopus bazasidagi maqolalar tahlili, quyosh issiqlik tizimlarining matematik modellashtirilishi, energiya va issiqlik balansini tahlil qilish, zamonaviy texnologiyalarni taqqoslash usullari asosida olib borildi.

Quyosh suv isitish qurilmasi — bu quyosh nurlaridan issiqlik energiyasi hosil qilib, suvni isitishga mo‘ljallangan muqobil energiya qurilmasidir. Qurilma quyosh energiyasini bevosita issiqlikka aylantirib, maishiy va sanoat ehtiyojlari uchun issiq suv tayyorlaydi.

Shisha qoplamadan o‘tib absorber yuzasiga yetib kelgan quyosh nurlanishi issiqlik tashuvchiga uzatiladi. Issiqlik tashuvchi sifatida odatda quvurlar ichida harakatlanadigan havo yoki suv tanlanadi. Biroq qoraytirilgan sirt ham quyosh radiatsiyasining taxminan 10 foizini qaytaradi. Ushbu yo‘qotishlarni kamaytirish maqsadida nur yutuvchi absorber yuzasiga maxsus qo‘shimcha qoplama surtiladi. Bunday qoplama oddiy bo‘yoq bilan qoplangan sirtga qaraganda uzoq muddat xizmat qiladi va kollektorning foydali ish koeffitsiyentini oshirishga yordam beradi.

Shu turdagi qoplamalarga amorf yarimo‘tkazgich materiallar misol bo‘la oladi. Absorber esa issiqlikni yaxshi o‘tkazadigan metallardan tayyorlanadi. Metallning yuqori issiqlik o‘tkazuvchanligi qayta ishlangan energiyani issiqlik tashuvchiga uzatishda issiqlik yo‘qotishlarini kamaytiradi [3]. Bunday materiallarga alyuminiy va mis kiradi. Ularning farqi shundaki, mis alyuminiy plastinkaga nisbatan issiqlikni yaxshiroq o‘tkazadi hamda korroziyaga chidamliligi yuqoriroq hisoblanadi. (1 – rasm).

ISSN 3030-3907

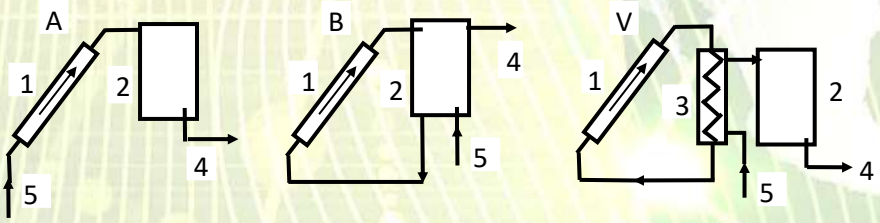


1– rasm. Yassi quyosh suv isitish kollektorning umumiy ko‘rinishi va sxemasi.

MAVZUGA OID ADABIYOTLARNING TAHLILI

S.A. Kalogirou va hamkorlari tomonidan quyosh energiyasi asosida ishlaydigan issiq suv ta’minoti tizimlarining bir, ikki va ko‘p konturli, tabiiy (termosifon) hamda majburiy sirkulyatsiyali turlari tadqiq etilgan. Tizimning asosiy qismlari sifatida quyosh kollektoridan iborat suv isitgich hamda akkumulyator vazifasini bajaruvchi bak tanlangan (2-rasm).

Bak-akkumulyator quyosh kollektoriga nisbatan balandroq joylashtiriladi va zichliklar farqi tufayli suv tabiiy konveksiya ta’sirida aylanadi. Ikki konturli tabiiy konveksiyali tizimlarda (2-rasm, B, V) suvning sirkulyatsiya tezligi kichik bo‘lgani sababli ularning issiqlik samaradorligi nisbatan past hisoblanadi. Shu bois tizimning samaradorligini oshirish maqsadida majburiy sirkulyatsiyadan foydalanish tavsiya etiladi. [3].

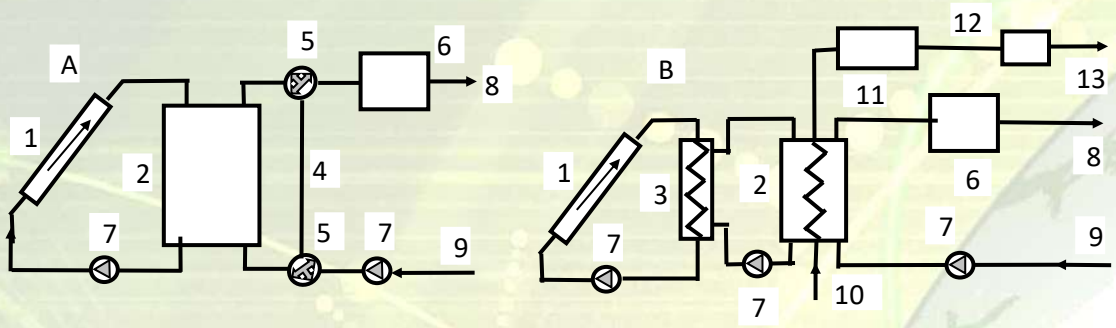


2-rasm. Tabiiy sirkulyatsiyali quyosh issiq suv ta’minoti tizimlarini sxemasi: A - bir konturli oquvchi; B va V - ikki konturli; 1 - quyosh kollektori; 2 - bak-akkumulyator; 3 - issiqlik almashtirgich; 4 - issiq va 5 - sovuq suv.

Goswami D.Y. va boshqalar tomonidan aktiv quyosh yordamida yordamida ishlaydigan isitish tizimlarida issiqlik akkumulyatorga keyin esa xonaga uzatilishi tadqiq qilingan. Quyosh issiqligining yutilishini, akkumulyatsiyalanishini va taqsimlanishini rostlash nazarga olinadi [4].

Suvli isitish tizimlarning bak-akkumulyatorli ikki konturli tizimlari eng ko‘p tarqalgan (3,A-rasm). Bunday tizimlarda tizimning ayrim qismlarini mustaqil rostlanishi ta’minlanadi, akkumulyatorning baypas chizig‘i 4 qo‘shimcha issiqlik manbai 6 hisobidan akkumulyatorni qizib ketishiga yo‘l qo‘ymaydi [4].

ISSN 3030-3907

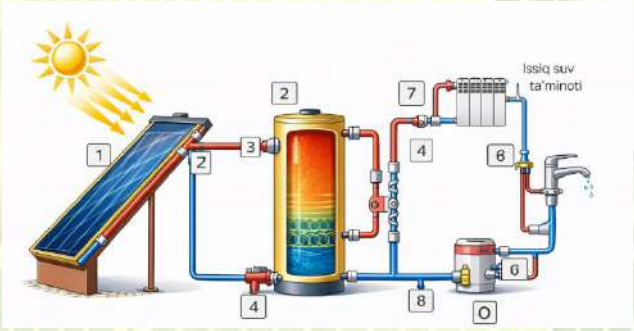


3-rasm Aktiv quyosh issiqlik ta’minoti tizimlarini sxemalari.

A - ikki konturli isitish tizimi; B - uch konturli kombinirlangan issiqlik ta’minoti tizimi; 1-quyosh kollektori; 2-bak-akkumulyator; 3-issiqlik almashtirgich; 4-akkumulyatorning baypas chizig‘i; 5-uch yo‘lli jo‘mrak; 6-qo‘shimcha issiqlik manbai; 7-nasos; 8-xonaga; 9-xonadan; 10-sovuq suv; 11-issiq suvli bak-akkumulyator; 12-qo‘shimcha suv isitgich; 13-issiq suv.

Kombinirlangan aktiv tizimlar istish va issiq suv ta’minotini ham ta’minlaydi (3, B-rasm). Ularda sarflanadigan suvni isitish uchun qo‘shimcha issiqlik almashtirgichlardan foydalaniladi.

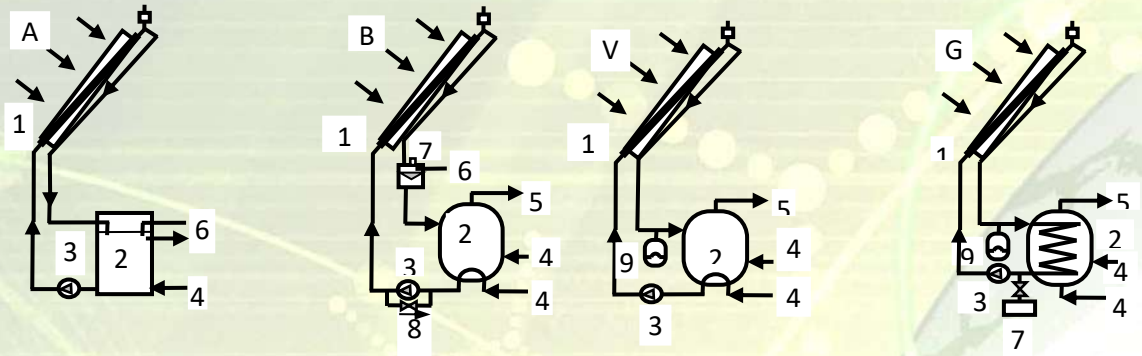
S.P. Sukhatme tomonidan kombinatsiyalashgan issiqlik ta’minoti tizimlaridan foydalanishga oid ilmiy tadqiqotlar olib borilgan. Ushbu tizimlarda asosiy issiqlik tashuvchi sifatida suv qo‘llanilgan (4-rasm). Agar birlamchi kontur (kollektor – akkumulyator bak) yopiq bo‘lsa, unda kontur ichida antifriz eritmalaridan foydalanish ham mumkin [5]



4-rasm Suvli issiqlik toshuvchi bilan quyosh isitish va issiq suv ta’minoti tizimning sxemasi.

1-quyosh kollektor-suv istigich; 2-akkumulyatorli bak; 3-issiqlik almashtirgich; 4-kollektorli nasos; 5-qo‘shimcha isitgich; 6-isituvchi nasos; 7-issiq suv ta’minoti; 8-isitadigan xonaning radiatorli batareyalar; 9-ta’minlovchi suv; 10-yoqilg‘i

ISSN 3030-3907



5-rasm Issiqlik tashuvchini kollektorda muzlashdan saqlab qoladigan quyosh issiqlik ta’minotining sxemalari [6].

A-suvni ochiq olish bilan suvni tabiiy chiqarish; B- bu ham suvni yopiq olish bilan; V-suvning majburiy sirkulyatsiyasi bilan; G-antifriz eritmalardan foydalanish bilan; 1-quyosh kollektor; 2- bak-akkumulyatori; 3-kollektorli nasos; 4-suvning kirishi; 5-istemolchiga; 6-suvni chiqarish; 7-kengayish baki; 8-teskari ventil; 9-kengayish idish-rezervuar.

Past haroratlarda suvning muzlashi quyosh kollektorining shikastlanishiga sabab bo‘lishi mumkin. Antifriz eritmalarini qo‘llash imkoni bo‘lmagan vaziyatlarda suvni tabiiy ravishda chiqarib tashlash usullaridan foydalaniladi. Nasos ishlamagan paytda kollektor va quvur liniyalaridagi suv akkumulyator bakka erkin oqib tushadi, bunda suv ochiq (5,A-rasm) yoki yopiq (5,B-rasm) ajratish sxemalari orqali chiqariladi.

Biroq suvni tez-tez bo‘shatib turish kollektor ichki yuzalarida korroziya jarayonini tezlashtiradi. Suvni chiqarish imkoni bo‘lmagan tizimlarda majburiy sirkulyatsiya qo‘llanadi, bu kollektor ichida suvning muzlashini oldini oladi, ammo issiqlik yo‘qotishlarining ortishiga olib keladi. Eng ishonchli usullardan biri antifriz eritmalaridan foydalanish hisoblanadi (5,G-rasm). Bunda tizimga qo‘shimcha issiqlik almashtirgich o‘rnatiladi, natijada tizimning foydali ish koeffitsiyenti biroz kamayadi.

Faol quyosh issiqlik ta’minoti tizimlari ishlash jarayonini avtomatik ravishda kuzatib borish va boshqarishni ta’minlaydigan nazorat-boshqaruv tizimlari bilan jihozlangan bo‘lishi lozim.

6-rasmda quyosh isitish tizimni avtomatik nazorat qilish va boshqarish variantlardan birining sxemasi keltirilgan.

ISSN 3030-3907



6-rasm. Quyoshli isitish tizimini avtomatik nazorat qilish va boshqarish sxemasi [7].

1-kollektor; 2-bak akkumulyatori; 3-kollektorli nasos; 4-isitish nasosi; 5-isitish asbob; 6 va 7-yuqori Tyu va quyi Tq temperaturali datchiklar; 8-kollektorli nasosning yuritmani boshqarish datchigi; 9-isitish asbobning Ta temperaturadagi datchigi; 10-isitish nasosning yuritmani boshqarish datchigi; 11-nazorat va boshqarish tizimi.

Yuqori temperaturali datchik 6 (Tyu) kollektorning chiqishda, pastki temperaturali 7 (Tq) esa – bak akkumulyatorning pastki qismida o‘rnatiladi. Yuqori va pastki datchiklarning ko‘rsatgichlardagi farqi ΔT=Tyu-Tq belgilangan kattalikdan oshsa, kollektorli nasos 3 qo‘shiladi, issiqlik tashuvchi kollektor 1dan o‘tadi, va unda qizdiriladi. ΔTning minimal miqdori 5...7 oC tashkil qiladi. Isitish asbobdagi temperaturali datchik 9 orqali isitiladigan xonaning temperaturali rejimi nazorat qilinadi. Barcha temperaturali ma’lumotlar nazorat va boshqarish tizimidagi tablo yoki monitorga chiqariladi.

TAHLIL VA NATIJALAR

Quyosh nurlarini qabul qiluvchi absorberning qora rangga bo‘yalishi uning yutadigan energiya miqdorini ko‘paytirish maqsadida amalga oshiriladi. Sababi, mutlaq qora jism tushayotgan nurlanishni to‘lqin uzunligiga bog‘liq bo‘lmagan holda butun spektr bo‘yicha o‘ziga singdiradi. [8].

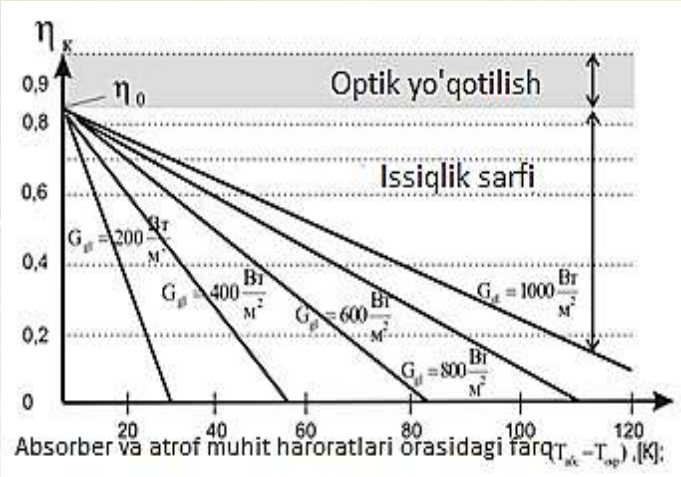
1-jadvalda ba'zi materiallar uchun shaffof qoplamali sirtda nur sindirish ko‘rsatkichlari n2 ning o‘rtacha qiymatlari keltirilgan [9,10].

1-Jadval

Ba'zi qoplama materiallarining sinishi ko‘rsatkichlari

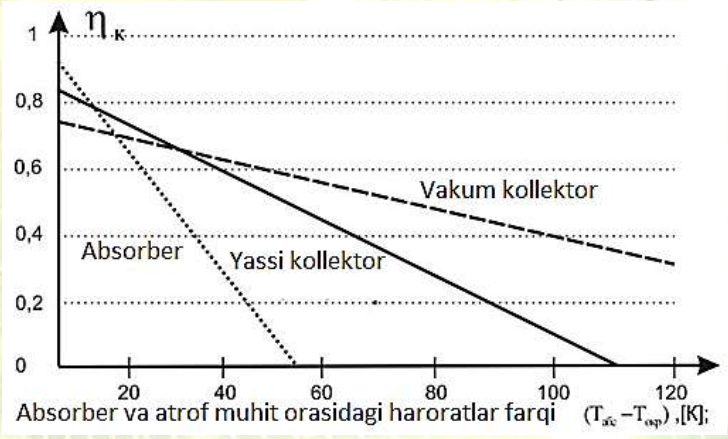
Qoplama materiali	Nur sindirish ko‘rsatkichlari n2
Shisha	1,526
Polimetilmetakrilat	1,49
Polivinilftorid	1,45
Poliftorironli etilenpropilen	1,34
Poitetraftoretilen	1,37
Polikarbonat	1,60

ISSN 3030-3907



7-rasm. Turli xil quyosh radiatsiya qiymatlarida yassi quyosh suv isitish kollektorning FIKni o‘zgarishi.

7-rasmda turli xil quyosh radiatsiya qiymatlarida yassi suv isitish kollektorning samaradorlik ko‘rsatkichlari ko‘rsatilgan. Buni grafiklardan ko‘rish mumkin: kiruvchi quyosh radiatsiyasi qancha past bo‘lsa, kollektor samaradorligi egri chizig‘i shunchalik keskin bo‘ladi.



8-rasm. Quyosh kollektorlarining samaradorlik egri chiziqlari xaraktiristikalari

8-rasmda har xil turdagi quyosh kollektorlarining samaradorlik egri chiziqlari ko‘rsatilgan. Ko‘rib turganingizdek, yassi quyosh kollektorida shisha qoplama bo‘lmasa absorber eng yuqori optik samaradorlikka ega bo‘ladi. Xulosa qilish mumkinki, absorber suvni isitish uchun uning harorati atrof-muhit haroratidan bir oz yuqori bo‘ishi zarur. Yuqori haroratga erishish uchun vakuum kollektoridan foydalanish kerak, uning samaradorligi quyosh kollektorlari ichida eng samarali hisoblanadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Quyosh suv isitish qurilmalari energiya tejovchi va ekologik toza texnologiya hisoblanadi. Jahon va O‘zbekiston olimlari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar ushbu qurilmalar samaradorligini oshirish uchun katta imkoniyatlar

ISSN 3030-3907

mavjudligini ko‘rsatadi. Zamonaviy materiallar, avtomatlashtirish va optimal konstruktsiya yechimlari orqali qurilmalar samaradorligini 20–40% ga oshirish mumkin. Optimal loyihalash orqali tizimning umumiy samaradorligi 70–85% gacha yetishi mumkin.

ADABIYOTLAR

1. Zakhidov R.A.O‘zbekistonda qayta tiklanuvchi energiya manbalaridan foydalanish istiqbollari. — Toshkent: Fan, 2018. — 250 b.
2. Ministry of Energy of the Republic of Uzbekistan. (2024). Strategy for the development of renewable energy in Uzbekistan until 2030.
3. Kalogirou S.A. Solar Energy Engineering: Processes and Systems. — Academic Press, 2014. — 760 p.
4. Goswami D.Y., Kreith F., Kreider J.F. Principles of Solar Engineering. — Taylor & Francis, 2015. — 672 p.
5. Sukhatme S.P., Nayak J.K. Solar Energy: Principles of Thermal Collection and Storage. — McGraw-Hill, 2017. — 544 p.
6. Norton B. Solar Thermal Energy Technology. — Springer, 2016. — 420 p.
7. Hasan A., McCormack S.J., Huang M.J., Norton B. Performance evaluation of solar water heaters. // Renewable Energy Journal. — 2014. — Vol. 68. — pp. 572–583.
8. Chow T.T.A Review on photovoltaic/thermal hybrid solar technology. // Applied Energy. — 2010. — Vol. 87. — pp. 365–379.
9. Tursunov O.T., Oripov F.F.Quyosh energiyasidan foydalanish texnologiyalari. — Toshkent: O‘qituvchi, 2020. — 180 b.
10. Xoshimov A.A., Sodiqov Q.S. Quyosh issiqlik qurilmalarining samaradorligini oshirish usullari. // Energetika va avtomatika jurnali. — 2021. — №3. — 45–52 b.

ISSN 3030-3907

ОБЗОР ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ ХЛОПКА СЫРЦА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ РЕГЕНЕРИРОВАННЫХ ЦЕЛЛЮЛОЗНЫХ ВОЛОКОН

Нарзуллаева Азиза Муродиллаевна
Д-р филос. тех. наук(PhD), доц, Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: narzullaeva.aziza@yandex.ru
Умаров Бобурбек Носир угли
Д-р филос. техн. наук (PhD), доц, Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: boburbekumarov1993@gmail.com
Садикова Мухаё Муратовна
Д-р филос. техн. наук (PhD), доц, Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: boburbekumarov1993@gmail.com
Ахмедов Вохид Низомович
Д-р. техн. наук, проф, Бухарский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Бухара
E-mail: boburbekumarov1993@gmail.com

Аннотация. 30% от общего объема мирового производства волокон приходится на долю хлопка. Процесс от ватного тампона до готового текстильного изделия включает множество этапов, и образуется значительное количество хлопковых отходов. При этом перерабатывается только 30% хлопка, используемого до потребления. В статье представлен обзор использования хлопковых отходов для получения целлюлозных волокон, с целью получения из них продуктов целевого назначения.

Ключевые слова: Производство, переработка, хлопковые отходы, карбоксиметилцеллюлоза, вторичный продукт, мембрана, утилизация, волокна, экология, биополимер, степень полимеризации.

Annotatsiya. Paxta global tola ishlab chiqarishning 30% ni tashkil qiladi. Paxta tayoqchasidan tayyor to‘qimachilik mahsulotigacha bo‘lgan jarayon bir nechta bosqichlarni o‘z ichiga oladi va katta miqdordagi paxta chiqindilarini hosil qiladi. Iste'moldan oldingi paxtaning atigi 30% qayta ishlanadi. Ushbu maqolada ma'lum

ISSN 3030-3907

dasturlar uchun tsellyuloza tolalarini ishlab chiqarishda paxta chiqindilaridan foydalanishga umumiy nuqtai nazar keltirilgan.

Kalit so‘zlar: Ishlab chiqarish, qayta ishlash, paxta chiqindilari, karboksimetiltsellyuloza, ikkilamchi mahsulot, membrana, qayta ishlash, tolalar, ekologiya, biopolimer, polimerlanish darajasi.

Annatation. Cotton accounts for 30% of global fiber production. The process from cotton swab to finished textile product involves multiple steps, generating a significant amount of cotton waste. Only 30% of pre-consumer cotton is recycled. This article provides an overview of the use of cotton waste to produce cellulose fibers for specific applications.

Keywords. Production, processing, cotton waste, carboxymethyl cellulose, secondary product, membrane, recycling, fibers, ecology, biopolymer, degree of polymerization.

ВВЕДЕНИЕ.

Утилизация текстильных отходов на свалках и путем сжигания приводит к значительным потерям ресурсов и загрязнению окружающей среды. Переработка и утилизация текстильных отходов становятся все более актуальными. Авторами X. Zhang, W. Zhou была поставлена цель—превратить хлопковые текстильные отходы в целлюлозную массу, из которой затем будет изготовлена регенерированная целлюлозная мембрана методом вискозного производства ($NaOH/CS_2$). В ходе исследования данными авторами были изучены оптимальные методы подготовки и оценено влияние гидроксида натрия на свойства хлопковой целлюлозы. Кроме того, были изучены физические и химические характеристики хлопковой целлюлозы и регенерированной целлюлозной мембраны. Результаты показали, что после щелочной варки хлопковая целлюлоза на 97,6 % состоит из α-целлюлозы. Оптимальными условиями щелочной варки хлопковой целлюлозы были определены следующие: температура варки 140 °C, концентрация щелочи 4 % по массе, время варки 120 минут, дозировка перекиси водорода 1 % по массе, соотношение твердой и жидкой фаз 1:7 и давление 0,5 МПа. Хлопковую и древесную целлюлозу смешивали и быстро превращали в сульфонат целлюлозы с помощью щелочи и сероуглерода. Механическая прочность восстановленной целлюлозной мембраны снижалась по мере увеличения доли хлопковой целлюлозы. При содержании хлопковой целлюлозы 60 % прочность восстановленной целлюлозной мембраны снижается на 35 % — с 67,44 МПа до 38,57 МПа. Кроме того, регенерированные целлюлозные волокна, полученные методом мокрого прядения с использованием смешанного прядильного раствора,

ISSN 3030-3907

продемонстрировали достойные результаты. Это исследование представляет собой новый подход к химической переработке хлопковой ткани с высокой добавленной стоимостью, что является значительным шагом вперед в области переработки текстильных отходов из хлопка [1].

Ежегодно образуется более 100 миллионов тонн хлопковых отходов, что составляет 35–40 % от общего объёма текстильных отходов в мире. Однако перерабатывается менее 30 % хлопковых отходов [2]. В частности, волокна длиной менее 7 мм, образующиеся в процессе раскроя и кардочесания хлопковых тканей, до сих пор не нашли эффективного способа утилизации. В работе авторов данной статьи [2] представлена стратегия преобразования коротких хлопковых волокон в возобновляемое целлюлозное волокно для самоармирующейся композитной бумаги (САКП). Штапельные волокна из переработанного хлопка толщиной CNFS путем ТЕМПО-вольного, в том числе, и оксидирования. Использование переработанного хлопкового волокна (3-7 мм) в качестве армирования и CNFS в качестве матрицы приводит к получению композитного материала, связанного водородными связями. Восстановленные хлопковые волокна и УНФ соликвоид соединяются вместе с образованием бумажной массы, которая затем превращается в КПК с использованием полотен с мокрой укладкой и методов горячего прессования. Когда содержание CNF достигло 5%, предел прочности на разрыв у бумаги ССР составил 86,68 МПа, что в 1,8 раза больше, чем у обычной бумаги формата А4. Предел прочности на разрыв у бумаги ССР снижается всего на 25% при переходе из сухого состояния во влажное, в то время как у бумаги формата А4 после намокания он практически равен нулю. Это делает ССР особой бумагой с широкими перспективами применения. Поскольку CNF, получаемый из хлопковых текстильных отходов, используется в качестве укрепляющего материала без добавления каких-либо химических клеящих веществ в процессе производства бумаги, это делает производство ССР более экологичным и позволяет перерабатывать бумагу по замкнутому циклу. В целом эта перспективная стратегия позволяет достичь как минимум четырех целей, связанных с экологичностью производства: максимальная переработка хлопковых отходов, CNF вместо традиционных химических клеящих веществ, используемых при производстве бумаги, рекуперация воды (внутренняя переработка) и реализация замкнутого цикла переработки. В будущем эту технологию можно будет применять для производства широкого спектра цветной бумаги и «умной» упаковочной бумаги [2].

ISSN 3030-3907

На долю хлопка приходится 30% от общего объема мирового производства волокон, при этом более 50% хлопка используется для производства одежды. Процесс от ватного тампона до готового текстильного изделия включает множество этапов, и образуется значительное количество хлопковых отходов. Как правило, перерабатывается только 30% хлопка, используемого до потребления. В данной работе авторы Asike De Silva, Nolene использовали отходы хлопкового волокна для производства регенерированных целлюлозных волокон (РЦВ). Авторы Asike De Silva, Nolene Byrne обнаружили, что РЦВ из отходов хлопкового волокна обладают улучшенными механическими свойствами по сравнению с РЦВ, полученными из древесной целлюлозы. Было показано, что это, вероятно, связано с более высокой степенью полимеризации (СПП) отходов хлопкового волокна. Для растворения хлопкового волокна используется ионная жидкость, и измеряются реологические свойства прядения. Свойства РЦВ характеризуются и сравниваются со свойствами РЦВ из древесной целлюлозы [3].

В рамках исследования авторов Wangcheng Liu, Shuyan Liu хлопковые отходы после потребления были подвергнуты химической переработке для получения регенерированных волокон с использованием экологически чистых систем растворителей на основе щелочи и мочевины. Как белые, так и цветные хлопковые отходы измельчали и гидролизовали с помощью серной кислоты, чтобы снизить молекулярную массу хлопковых волокон. Для растворения гидролизованного хлопка и получения растворов для регенерации волокон методом мокрого отжима использовались две системы растворителей: гидроксид натрия/мочевина и гидроксид лития/мочевина. Диаметр, морфология, термические свойства, степень кристалличности и прочность на разрыв восстановленных волокон были изучены с помощью сканирующей электронной микроскопии, термогравиметрического анализа, рентгеноструктурного анализа и испытаний на растяжение. Результаты показали, что с помощью этого метода переработки можно получить волокна с прочностью на разрыв, сравнимой с прочностью современных коммерческих вискозных волокон, изготовленных из древесной целлюлозы, а также сохранить красители, содержащиеся в хлопковых отходах, и получить волокна с естественным цветом, что избавит от необходимости их окрашивания. Это исследование продемонстрировало экономичный метод переработки хлопковых отходов с использованием экологически чистых растворителей [4].

ISSN 3030-3907

Электропрядение целлюлозы, полученной из хлопка, в непрерывные однородные нановолокна долгое время оставалось сложной задачей из-за высокой кристалличности, ограниченной растворимости и высокой степени полимеризации природного хлопка. В этом исследовании авторы Xavier Lewis, Lyana Green, Madison Higgins представляют новую и воспроизводимую платформу для электропрядения, которая уникальным образом интегрирует моноэтаноламин (МЭА) в систему растворения медь-амин, преодолевая эти барьеры и обеспечивая масштабируемое изготовление нановолокон непосредственно из сырого хлопка. Включение МЭА играет центральную роль, усиливая комплексообразование ионов меди, улучшая растворение целлюлозы и стабилизируя раствор для прядения, что в совокупности позволяет формировать непрерывные нановолокна без бусин. Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) подтвердила высокую однородность морфологии волокон со средним диаметром 104 ± 35 нм, в то время как рентгеновская дифракция (РД) выявила контролируемое полиморфное превращение из целлюлозы I в целлюлозу II при последовательной промывке. Фурье-преобразовательная инфракрасная спектроскопия (FTIR) дополнительно продемонстрировала удаление меди и аминов, о чем свидетельствует исчезновение координационных полос Cu–O и Cu–N, связанных с комплексами меди и амина, при сохранении целлюлозной основы. Механические испытания показали, что регенерированные нановолокна сохраняют умеренную жесткость (модуль упругости: 61,67 ± 23,5 МПа), что делает их пригодными для функциональных и структурных применений. Эта стратегия электропрядения с использованием МЕА устраняет критические ограничения традиционных систем на основе меди и EDA, а также ионных жидкостей, предоставляя более простой, экологически безопасный и воспроизводимый способ преобразования высококристаллического хлопка в структурно однородные нановолокна. Эти результаты создают масштабируемую платформу для производства материалов на основе целлюлозы следующего поколения с потенциальными областями применения в биомедицинских каркасах, экологически чистом текстиле, фильтрующих мембранах и функциональных композитах [5].

Биополимерные смеси открывают многообещающие возможности для создания настраиваемых высокоэффективных биоматериалов, однако их потенциал в армированных композитах изучен недостаточно. В этом исследовании авторами James A. King, Peter J. Hine, Daniel L. Baker были изучены биокомпозиты, полученные путем армирования гибридной

ISSN 3030-3907

биополимерной матрицы (90 % целлюлозы и 10 % фиброина шелка) короткими хлопковыми волокнами со случайной ориентацией и варьированием процентного содержания армирующего материала. Для сравнения была протестирована матрица из чистой целлюлозы. Композиты были исследованы с помощью рентгеновской дифракции (XRD), анализа плотности, испытаний на растяжение, оптической микроскопии, сканирующей электронной микроскопии (SEM) и анализа звукоизоляции. Оптимальные гибридные композиты с 50-процентным армированием показали лучшие результаты по сравнению с чистой целлюлозой: их модуль Юнга составил 3,3. 0,3 ГПа, деформация при разрушении 1,4 0,2 % и максимальная прочность на разрыв 42 6 МПа. Эти улучшения были обусловлены пониженной вязкостью гибридной матрицы и улучшенной способностью к сольватации, что позволило увеличить количество волокон в матрице и повысить межфазную адгезию. Кроме того, благодаря большей растяжимости гибридной матрицы напряжение эффективнее передавалось на волокна, что повысило механические характеристики материала. Было установлено, что содержание волокон является основным фактором, влияющим на модуль упругости материала, что подчеркивает важнейшую роль армирования. Затем было показано, что содержание флока коррелирует с улучшением звукоизоляционных характеристик, что привело к максимальным средним потерям при акустическом излучении в 47 дБ. 7 дБ в гибридных образцах по сравнению с 29 4 дБ в образцах из целлюлозы. Эта работа демонстрирует возможность использования гибридных биополимерных смесей для создания высокоэффективных материалов низкой плотности из коротковолокнистых текстильных отходов, которые можно применять в качестве изоляционных материалов в строительстве [6].

В этой статье авторами U.F. Kandil, E.O. Taha, E.A. Mahmoud представлен новый метод получения улучшенной катионообменной мембраны (КОМ) для очистки воды с использованием биополимера целлюлозы. Процесс получения КОМ-мембран состоял из двух этапов: функционализации и изготовления. На первом этапе порошок целлюлозы функционализировали трихлоруксусной кислотой в течение разного времени, чтобы получить карбоксиметилтрицеллюлозу (КМТС). На втором этапе методом фазовой инверсии был изготовлен катионообменный материал с использованием функционализированного целлюлозного материала и полиэтиленгликоля в качестве порообразователя. Полученная карбоксиметилцеллюлоза была полностью охарактеризована с помощью ИК-Фурье-спектроскопии, сканирующей электронной микроскопии, а также с

ISSN 3030-3907

точки зрения механических свойств и степени замещения (СЗ). Была изучена и описана морфологическая микроструктура мембраны на основе карбоксиметилцеллюлозы. Микроструктурный анализ с помощью ИК-Фурье-спектроскопии подтвердил процесс функционализации. Значения прочности на разрыв, полученные при разном времени реакции, показали эффективность использования трихлоруксусной кислоты при карбоксиметилировании и, следовательно, стабильность полученной функционализированной целлюлозы. Полученные значения СЗ выше, чем у коммерческой карбоксиметилцеллюлозы, а также опубликованных значений. Было замечено, что средний показатель поверхностной активности полученных CEM составляет 1,5, что намного выше, чем у коммерческих CMC, у которых этот показатель варьируется от 0,7 до 1,2. Морфология полученных CEM-мембран была изучена с помощью сканирующей электронной микроскопии. На фотографиях, полученных с помощью СЭМ, видны равномерно распределенные мелкие поры по всей поверхности мембраны, а ее поперечное сечение представляет собой многослойную структуру с крупными порами [7].

Карбоксиметилцеллюлоза (КМЦ) широко применяется в нефтедобывающей промышленности, косметике, пищевой и фармацевтической отраслях, однако существующий промышленный процесс ее синтеза из эвкалиптовой древесины отличается низкой экологичностью и эффективностью. В данной работе авторами Eloise O.M.A. Moura, Elaine C. de Souza, Brendo R. da Silva представлена статистическая оптимизация синтеза КМЦ из отходов биомассы, целлюлозы со специальной реакционной способностью, полученной из жома сахарного тростника (ЖТ) и кукурузных початков (КП). Комбинированная обработка мягкой кислотой/перекисью-щелочью (АЧС) с последующим отбеливанием оказалась эффективной для получения низкокристаллической пульпы, которая затем была преобразована в КМЦ. Был проведен ряд экспериментов по карбоксиметилированию с переменными условиями реакции, определенными с помощью D-оптимального плана эксперимента (DoE), с оценкой факторов: время активации (AT), время реакции (RT), концентрация NaOH (NaOH%) и целлюлоза (ЖТ или КП). Характерные абсорбционные характеристики КМЦ были обнаружены с помощью ИК-спектроскопии и спектроскопии Рамана, а деконволюция рентгеновских дифрактограмм показала, что мягкая обработка АПА позволяет получать целлюлозу со значительным содержанием аморфной целлюлозы и целлюлозы типа II, обладающей более высокой реакционной способностью, что отражается в оптимальных

ISSN 3030-3907

результатах планирования эксперимента (DoE). Результаты дисперсионного анализа (ANOVA) и метода поверхностного отклика (RSM) на основе данных DoE с высокой точностью (F=184,81; p-значение<0,0001; R2=0,9911; SD<1,0×10–5) и достоверностью (низкие остатки регрессии) показали, что извлеченная целлюлоза из отходов перспективна для производства КМЦ в более мягких условиях по сравнению с литературными данными, обеспечивая выход до 227% (масс. КМЦ/масс. целлюлозы) водорастворимой КМЦ при более низких температурах АТ и РТ. Оптимизированный процесс является более устойчивым, экономичным и эффективным для производства этого высокоценного производного целлюлозы в рамках концепции биопереработки [8].

ВЫВОДЫ

Проведённый анализ научных публикаций показывает, что переработка хлопковых текстильных отходов является перспективным направлением ресурсосбережения и снижения экологической нагрузки. Современные исследования ориентированы на вовлечение отходов в замкнутые технологические циклы с получением материалов с высокой добавленной стоимостью.

Исследования в области биополимерных композитов демонстрируют возможность создания лёгких, прочных и акустически эффективных материалов на основе хлопковых отходов, что открывает перспективы их использования в строительной индустрии в качестве изоляционных материалов.

Модификация целлюлозы (карбоксиметилирование и функционализация) позволяет получать мембраны и производные с улучшенными сорбционными и ионообменными характеристиками, пригодные для очистки воды и других технологических процессов. Оптимизация условий синтеза способствует повышению экологичности и экономической эффективности производства производных целлюлозы.

В целом анализ литературы свидетельствует о формировании устойчивой научной тенденции, направленной на переход от линейной модели обращения текстильных отходов к циркулярной биоресурсной модели, в рамках которой хлопковые отходы рассматриваются как ценное вторичное сырьё для получения функциональных материалов различного назначения.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Xiaozheng Zhang, Wenhao Zhou, Ziwei Wang, Yingjun Xu, Gangqiang Zhang, Manufacturing of post-consumer waste cotton pulp and its regenerated cellulose

ISSN 3030-3907

fiber, International Journal of Biological Macromolecules, Volume 315, Part 1, 2025, 144227, ISSN 0141-8130, https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2025.144227.
2. Corrigendum to “A sustainable strategy to transform cotton waste into renewable cellulose fiber self-reinforcing composite paper” [J. Clean. Prod. 429 (2023) 139567] DOI of original article: https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139567.
3. Asike De Silva, Nolene Byrne, Utilization of cotton waste for regenerated cellulose fibres: Influence of degree of polymerization on mechanical properties, Carbohydrate Polymers, Volume 174, 2017, Pages 89-94, ISSN 0144-8617, https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.06.042.
(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861717306793)
4. Wangcheng Liu, Shuyan Liu, Tian Liu, Tuan Liu, Jinwen Zhang, Hang Liu, Eco-friendly post-consumer cotton waste recycling for regenerated cellulose fibers, Carbohydrate Polymers, Volume 206, 2019, Pages 141-148, ISSN 0144-8617, https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.10.046.
(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0144861718312359)
5. Xavier Lewis, Lyana Green, Madison Higgins, Gary Coffman, Korey Pritt, Anthony Marinaro, Prabir Patra, Arka Chattopadhyay, Nasim Nosoudi, Nano-cotton electrospinning for advanced fiber fabrication: A novel method for structuring cellulose-based nanofibers, Results in Materials, Volume 29, 2026, 100889, ISSN 2590-048X, https://doi.org/10.1016/j.rinma.2026.100889.
6. James A. King, Peter J. Hine, Daniel L. Baker, Yu Shi, Xiaoling Liu, Jiawen Lu, Saihua Li, Xiaoye Cong, Michael E. Ries, Understanding novel biocomposites comprising of short cellulose fibres in a hybrid cellulose/silk fibroin matrix,Composites Part A: Applied Science and Manufacturing,Volume 202,2026,109459,ISSN 1359-835X,https://doi.org/10.1016/j.compositesa.2025.109459.(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359835X25007547)
7. U.F. Kandil, E.O. Taha, E.A. Mahmoud, N.O. Shaker, M. Mahmoud, M.M. Reda Taha, Efficient methodology for the preparation and fabrication of cation exchange membranes using trichloroacetic acid and cellulose biopolymer, Egyptian Journal of Petroleum, Volume 32, Issue 3, 2023, Pages 1-6, ISSN 1110-0621, https://doi.org/10.1016/j.ejpe.2023.06.001.
(https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110062123000338)
8. Zhanpeng Chen, Yuting Wei, Ren Liu, Chi Hu, Yuqing Sun, Chunguang Yao, Zhaolong Wu, Bingzheng Li, Zisheng Luo, Chongxing Huang, Sodium carboxymethyl cellulose hydrogels containing montmorillonite-NaClO2 for postharvest preservation of Chinese bayberries, Food Chemistry, Volume 454,

ISSN 3030-3907

2024, 139799, ISSN 0308-8146, https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.139799. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814624014493)

9. Eloise O.M.A. Moura, Elaine C. de Souza, Brendo R. da Silva, Eduarda S. Pereira, Tatiana de C. Bicudo, Enrique Rodríguez-Castellón, Luciene S. de Carvalho, Optimization of synthesis method for carboxymethylcellulose (CMC) from agro- food wastes by response surface methodology (RSM) using D-Optimal algorithm, Industrial Crops and Products, Volume 220, 2024, 119413, ISSN 0926-6690, https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.119413.

ISSN 3030-3907

TARKIBIDA AZOT, KISLOROD, OLTINGUGURT SAQLAGAN GETEROHALQALI MONOMER BIRIKMALAR XOSSALARI

Babaev Jumamurod Otaxanovich
Buxoro davlat texnika universiteti
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada tarkibida azot, kislorod va oltingugurt atomlari mavjud bo‘lgan geterohalqali monomer birikmalarning tuzilishi, fizik-kimyoviy xossalari va reaktivligi tahlil qilinadi. Geterohalqali tizimlarda geteroatomlarning mavjudligi molekulaning elektron zichligi, qutbliligi va kimyoviy faolligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi yoritilgan. Azotli, kislorodli va oltingugurtli geterotsikllarning asosiy vakillari, ularning polimerlanish jarayonidagi roli hamda sanoat va farmatsevtika sohasidagi qo‘llanilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, ushbu monomerlarning barqarorligi, eruvchanligi va kompleks hosil qilish qobiliyati ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: geterohalqali birikmalar, monomer, azotli geterotsikllar, kislorodli geterotsikllar, oltingugurtli geterotsikllar, reaktivlik, elektron tuzilish, polimerlanish, fizik-kimyoviy xossalar.

Аннотация. В данной статье анализируются строение, физико-химические свойства и реакционная способность гетероциклических мономерных соединений, содержащих атомы азота, кислорода и серы. Показано влияние гетероатомов на электронную плотность, полярность и химическую активность молекул. Рассмотрены основные представители азот-, кислород- и серосодержащих гетероциклов, их роль в процессах полимеризации, а также перспективы применения в промышленности и фармацевтике. Обоснованы вопросы устойчивости, растворимости и способности данных мономеров к комплексообразованию.

Ключевые слова: гетероциклические соединения, мономер, азотсодержащие гетероциклы, кислородсодержащие гетероциклы, серосодержащие гетероциклы, реакционная способность, электронная структура, полимеризация, физико-химические свойства.

Annotation. This article analyzes the structure, physicochemical properties, and reactivity of heterocyclic monomer compounds containing nitrogen, oxygen, and sulfur atoms. The influence of heteroatoms on electron density, polarity, and chemical activity of molecules is discussed. The main representatives of nitrogen-, oxygen-, and sulfur-containing heterocycles are considered, along with their role in polymerization processes and potential applications in industry and

ISSN 3030-3907

pharmaceuticals. Issues related to stability, solubility, and complex-forming ability of these monomers are scientifically substantiated.

Keywords: heterocyclic compounds, monomer, nitrogen-containing heterocycles, oxygen-containing heterocycles, sulfur-containing heterocycles, reactivity, electronic structure, polymerization, physicochemical properties.

KIRISH

Tarkibida azot, kislorod, oltingugurt saqlagan geterohalqali monomer birikmalarining olinish usullari va xossalari tahlil qilinganda quyidagilar aniqlandi.

Benzoksazol - bu geterotsikl birikma bo'lib, uning tuzilishida benzol halqasi va oksazol halqasi kondensatsiyalangan holda birlashgan bo'ladi. U formulasi C_7H_5HO bo'lgan geteroaromatik birikma hisoblanadi. Benzoksazol sintezi bir nechta yo'llar orqali amalga oshirilishi mumkin. Eng ko'p tarqalgan usullar quyidagilar:

1. Orto-aminofenol va karbon kislota yoki uning hosilalari bilan kondensatsiya reaksiyasi. Bu - eng klassik va oddiy usullardan biri.

Reaksiya:

Orto-aminofenol + formil yoki kislotali hosila → benzoksazol + H_2O

Ya'ni, orto-aminfenol (2-aminfenol)ni formik kislota (HCOOH) bilan isitish orqali:

$$C_6H_4(OH)(NH_2)+HCOOH\rightarrow C_7H_5HO+H_2O$$

Bu yerda, siklizatsiya va suv chiqishi bilan benzoksazol hosil bo'ladi.

2. Orto-aminfenol va aldehidlar bilan reaksiyasi. Bu holda aldegid ishtirokidagi siklizatsiya orqali benzoksazol hosil bo'ladi. Bosqichlari: 1. Immin hosil qilish (aminogruppa + aldehid). 2. O-gidroksi imminning ichki siklizatsiyasi. 3. Oksazol halqasining aromatizatsiyasi. Ba'zi hollarda kislota yoki asosli muhit, shuningdek, metall katalizatorlar (masalan, $ZnCl_2$, HCl, H_2SO_4) ishtirokida reaksiya tezlashtiriladi.

Benzoksazol xossalari: kuchli aromatik xarakterga ega, nukleofil va elektrofil reaksiyalarga moyil, farmatsevtika, agroximiya va organik sintezda keng qo'llaniladi.

Sanoatda benzoksazol olish uchun xomashyolar: 2-aminfenol (orto-aminfenol) – asosiy xom ashyo, Formik kislota (HCOOH) yoki formiat tuzlari – karbonil manbai, erituvchi: ba'zan reaksiya erituvchisiz ham olib boriladi, lekin kerak bo'lsa – ksilen yoki etanol. Katalizator: ba'zan kislota (masalan, H_2SO_4) qo'llaniladi.

$$C_6H_4(OH)(NH_2)+HCOOH=C_7H_5NO+H_2O$$

Bu yerda: siklizatsiya va degidratatsiya yuz beradi, reaksiya isitish orqali olib boriladi (150-200°C).

ISSN 3030-3907

Texnologik bosqichlar: reaktorga 2-aminfenol va formik kislota belgilangan miqdorda yuklanadi, isitish 150-200°C gacha haroratigacha ko'tarilganda reaksiya qizg'in boradi, suv ajralib chiqadi (degidratatsiya), reaksiyani tugatish (1–4 soat davomida), sovitish va cho'kma hosil qilish, filtrlash va mahsulotni izolyatsiya qilish, kerak bo'lsa qayta kristalllashtirish orqali tozalash.

2- merkaptobenztiazol – marka «Ch» tozalash uchun ikki marta ishqor-ning suvli eritmasidan kislota ta'sirida qayta cho'ktirilib toza-landi. O'ziga xos hidga ega bo'lgan sarg'ish kukunsimon modda T_{suyuq} = 412 K. [108].

2- oksibenztiazol – bentiazolsulfat kaliyni kislotali muhitda gidrolizi natijasida olindi. T_{suyuq} = 408 K [108].

2- merkaptobenzoksazol – marka «ch». Ikki marta ishqorning suvdagi eritmasidan kislota ta'sirida qayta cho'ktirilib tozalandi. T_{suyuq} = 454 K.

2- oksibenzoksazol – marka «ch» kukunsimon kul rangli modda uni suvdagi eritmasini aktivlangan ko'mir ishtirokida qaynatib tozaladik, o'ta toza holdagi benzoksazolinon oq kristall modda. T_{suyuq} = 414-415 K [109].

Nitron tolasi chiqindisi. Navoi Azot OOO korxonasi nitron tola ishlab chiqarish sexi chiqindisi, uning tarkibi (92,2:6,3:1,5) molyar nisbatdagi akrilonitril, metilakrilat va itakon kislotasi bo'g'inlaridan tashkil topgan [109].

Akril kislotasi rangsiz suyuqlik, o'tkir hidli, t_{suyuq} = 12-13,5; tqayn = 140,9-141,6 °C, r = 1,051120, suv, spirt, xloroformda yaxshi eriydi [88].

Metakril kislotasi rangsiz suyuqlik, zichligi r = 1,0153 g/sm3, suyuqlanish harorati Ts = 16 °C, qaynash harorati 163 °C, suvda eriydi, etanol va efirda cheksiz eriydi [89].

Natriy akrilat – toza haydalgan akril kislotasiga sovutilgan natriy gidroksidni etanoldagi kontsentrlangan eritmasi neytral reaksiyagacha qo'shiladi. Kislotani ozgina ortiqcha olib (10,0%) atseton yoki efir yordamida tuz cho'ktiriladi va filtrlanadi. Cho'kma metanolda qayta eritilib efir bilan cho'ktiriladi, atseton bilan yuvib vakuum quritgichda quritiladi va havo atmosferasida saqlanadi. Natriy akrilat 498 K dan yuqori haroratda parchalanadi. To'yinmaganlik brom bo'yicha 99,5-99,5 % ga teng [101].

Natriy metakrilat – toza haydalgan metakril kislotasiga sovutilgan natriy gidroksidni etanoldagi kontsentrlangan eritmasi neytral reaksiyagacha qo'shiladi. Kislotani ozgina ortiqcha olib (10,0%) atseton yoki efir yordamida tuz cho'ktiriladi va filtrlanadi. Cho'kma metanolda qayta eritilib efir bilan cho'ktiriladi, atseton bilan yuvib vakuum quritgichda quritiladi va havo atmosferasida saqlanadi. Natriy metakrilat 493 K dan yuqori haroratda parchalanadi. To'yinmaganlik brom bo'yicha 99,2-99,4 % ga teng [101].

ISSN 3030-3907

Metilakrilat M =89,6; o'tkir hidli, rangsiz suyuqlik, t_{suyuq} = -75; t_{qayn} = 80,5 °C, r = 0,953520 g/sm^3, efirda, etanolda, benzolda va boshqa organik erituvchilarda yaxshi eriydi [89].

Metilmetakrilat - o'tkir hidli, rangsiz suyuqlik, 80,2 °C da qaynaydi. tsuyuq = -48,12; t_{qayn} = 101 °C, r = 0,943020 g/sm^3, suvda azeotrop aralashma hosil qiladi, metanol, dietilefirda cheksiz eriydi. Etilenglikol va glitserinda erimaydi [89].

Atseton (dimetilketon; 2-propanon) CH_3COCH_3; M=58,08; rangsiz suyuqlik; r = 0,7899254. 0,7908204 g/sm^3; n =1,358825; t_{qayn} =56,24 °C. Suv, etanol, efir, benzol, xloroformda eriydi [100].

Dioksan $C_4H_8O_2$; M = 88; Texnik dioksan toza holda bo'lmay uning tarkibida suvdan tashqari kam miqdorda atsetaldegid, glikol atsetali bo'ladi. Dioksanni atsetaldan tozalash uchun hajmi 1,5 litrli yumaloq tubli kolbaga 1 litr texnik dioksanga xlorid kislota (14 ml kontsentrlangan xlorid kislotaning 100 ml suvdagi eritmasi) qo'shiladi va aralashma 6-10 soat qaytarma sovitkich bilan qaynatiladi. Bunda hosil bo'layotgan sirka alьdegidni neytrallash uchun azot yuborib turiladi. Sovitilgandan so'ng unga o'yuvchi kaliy kristallaridan erimay qolgunga qadar solinadi. So'ngra suvli qism ajratilib dioksan o'yuvchi kaliy bilan 24 soat quritiladi. Shundan so'ng, dioksanga natriy metalli solib qaytarma sovitkich bilan 6-12 soat qaynatiladi va 101 °C da haydab olinadi. Toza dioksanning suyuq-lanish harorati 12 °C [100].

Benzol C_6H_6. M=78; rangsiz suyuqlik; t_{qayn} = 80,1 °C, t_{suyuq} = 5,53 °C. Texnik ozroq miqdorda (0,02% gacha) suv, tiofen va boshqa aralashmalar bo'ladi. Benzoldagi tiofenni (qaynash harorati 84°C) fraksion haydash bilan ham, kristallizatsiya (muzlatish) yo'li bilan ham yo'qotib bo'lmaydi. Benzolda tiofen aralashmasi borligini sifat analizi yordamida aniqlanadi. Buning uchun 3 ml benzol 10 mg izatinning 10 ml kontsentrlangan sulfat kislotadagi eritmasi bilan chayqaltiriladi. Bir oz vaqtdan so'ng ko'k yashil rang hosil bo'lishi benzolda tiofen borligini ko'rsatadi. Benzoldagi tiofenni yo'qotish uchun 1 litr benzol 100-150 ml sulfat kislota bilan tiofenga reaksiya bermaguncha chayqatiladi. Kislotali qismni ajratib tashlagandan so'ng, benzol oldin suv bilan, so'ngra 10%li soda eritmasi va yana suv bilan yuvilib kalsiy xlorid bilan quritiladi. Toza benzol 80,1 °C da haydab olinadi [100].

Metanol (metil spirti) CH_3OH; M = 32,04; suyuqlik, t_{suyuq} = -93,9; t_{qayn} = 64,96 °C, r = 0,791420 g/sm^3 [89].

Etanol (etil spirti) CH_3CH_2OH; M = 46,07; rangsiz suyuqlik, r = 0,7851325 g/sm^3, n = 1,361120, t_{suyuq} = -114,15; t_{qayn} = 78,39 °C; Suvda, efirda, xloroformda, benzol va boshka organik erituvchilarda eriydi [102].

ISSN 3030-3907

2- propanol (izopropil spirti) $(CH_3)_2CHOH$ atsetonda, dietil efiri, etanol, benzol, suvda yaxshi eriydi [102].

Dimetilsulfoksid (DMSO) $(CH_3)_2SO$; M=78,13; moysimon yoki qovushqoq suyuqlik; r = l,1014254 g/sm^3; n = l,477025; t_{qayn} =189°C; Suv, etanol, efir, atseton, benzolda eriydi [102].

N,N- dimetilformamid (DMF; chumoli kislotasi dimetilamidi) $HCON(CH_3)_2$; M=73,09; rangsiz suyuqlik; r= 0,9445254 g/sm^3; n = l,426925; t_{qayn} =153,0 °C; suv, etanol, efir, atsetonda eriydi [102].

Uglerod (IV) xlorid CCl_4; M=154; texnik tetraxlormetanning tarkibida 4% gacha uglerod sulfid bo'ladi. Uni tozalash uchun 1 l tetraxlormetan 50-60 °C da 60 g o'yuvchi kaliyning 60 ml suv va 100 ml spirtdagi eritmasi bilan 30 minut chayqatiladi. U suv bilan yuvilgandan so'ng, o'yuvchi kaliyning ikki hissa suyultirilgan eritmasi bilan yana tozalanadi. Tetraxlormetandagi spirt qoldig'i kalsiy xloridning to'yingan eritmasi yordamida yo'qotilib, kalsiy xlorid bilan quritiladi va filtrlab olib haydaladi. Toza tetraxlormetan 76,7 °C da qaynaydi [102].

Sulfat kislota H_2SO_4; M = 98,07; rangsiz qovushqoq suyuqlik, r = 1,830520, n = 1,429020, t_{suyuq} = 10,31; t_{qayn} = 279,6 °C, suvda eriydi [99].

Xlorid kislota HCI; M= 36,46; ρ = 1,6390^{25}, t_{qayn} = 108,6 °C, etanolda, dietil efir, benzolda eriydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Яриев О.М., Аскаров М.А., Джалилов А.Т., Едгоров Н. 2-меркаптобензтиазолакрилата как термосветостабилизаторы полимеров и способ их получения А.с. 525679 СССР. Опубл. Б.И. 1976. № 31.
2. Sumrelle G., Ham G., Hornbaver E. Reaction involving 2-mercaptobenzothiazole // J.Amer.chem. Soc., - 1958.V.80.P.2509
3. Федтке М. Химические реакции полимеров. М.: Химия. 1990
4. Блинов В.Г. и др.// РЖХ. 1969. 8Н.504.
5. Соколова Т.А., Овсянникова Л.А. // ЖОХ. 1958. Р.28. С.779.
6. Алиев Н.А. Реакции 3-акрилоилбензоксазолтион-2 с некоторыми нуклеофильными реагентами// Фунгициды: Сб.ст. Ташкент: Фан, 1980. С.82.
7. Едгоров Н., Иноятов Ф., Яриев О.М., Афакова С., Джалилов А.Т. Способ получения стабилизатора термической деструкции полимер// А.с. СССР. № 1427794. ДСП.
8. Мавлянов Б.А., Яриев О.М., Едгоров Н., Джалилов А.Т., Бешимов Б.М. N, α-бензоксазолтионметилметакрилат в качестве термо- и светостабилизатора полимеров.// А.с. СССР. 1 41 9115. ДСП.
10. Яриев О.М., Мавлянов Х.Н., Джалилов А.Т., Бешимов Б.М Фталимидометил(мет)акрилат в качестве термо- и светостабилизатора

ISSN 3030-3907

полимеров. Решение о выдаче А.с. СССР. Заявка № 47228213/04(100346) от 24.07.89. Публикация изобретения в открытой печати запрещена.

ISSN 3030-3907

DIZEL YOQILG‘ISINING MARKALARI, NAVLARI VA SINFLARI

Babaev Jumamurod Otaxanovich
Buxoro davlat texnika universiteti
Fozilov Sadriddin Fayzullayevich
Buxoro davlat texnika universiteti

Annotetsiya. Ushbu maqolada dizel yoqilg‘isining markalari, navlari va sinflari, ularning fizik-kimyoviy xossalari hamda qo‘llanish sohalari tahlil qilinadi. Dizel yoqilg‘isi tarkibidagi fraksion tarkib, setan soni, zichlik, qovushqoqlik, oltingugurt miqdori va sovuq harorat ko‘rsatkichlari asosida tasniflanishi yoritilgan. Shuningdek, yozgi, qishki va arktik dizel yoqilg‘ilarining farqlari hamda ekologik talablarga muvofiq ravishda Yevro standartlari bo‘yicha sinflanishi ko‘rib chiqilgan. Zamonaviy dvigatellarda yuqori sifatli dizel yoqilg‘isidan foydalanishning iqtisodiy va ekologik ahamiyati asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: dizel yoqilg‘isi, marka, nav, sinf, setan soni, qovushqoqlik, oltingugurt miqdori, fraksion tarkib, ekologik standart, Yevro talablari

Аннотация. В данной статье рассматриваются марки, сорта и классы дизельного топлива, а также их физико-химические свойства и области применения. Освещается классификация дизельного топлива по фракционному составу, цетановому числу, плотности, вязкости, содержанию серы и низкотемпературным показателям. Проанализированы различия между летним, зимним и арктическим дизельным топливом, а также их соответствие экологическим требованиям по стандартам Евро. Обоснована экономическая и экологическая значимость использования качественного дизельного топлива в современных двигателях.

Ключевые слова: дизельное топливо, марка, сорт, класс, цетановое число, вязкость, содержание серы, фракционный состав, экологический стандарт, требования Евро.

Annotation. This article examines the grades, types, and classes of diesel fuel, as well as their physicochemical properties and fields of application. The classification of diesel fuel based on fractional composition, cetane number, density, viscosity, sulfur content, and low-temperature characteristics is discussed. The differences between summer, winter, and arctic diesel fuels are analyzed, along with their compliance with Euro environmental standards. The economic and environmental importance of using high-quality diesel fuel in modern engines is substantiated.

Keywords: diesel fuel, grade, type, class, cetane number, viscosity, sulfur content, fractional composition, environmental standard, Euro requirements.

KIRISH

ISSN 3030-3907

Dizel yoqilg‘isi (DYo) – uglevodorodlarni o‘z ichiga olgan neft mahsuloti. DT ko‘pincha turli texnika, yengil va yuk transporti, kemalar, teplovozlarning motorlari uchun ishlatiladi. Ushbu yoqilg‘i ko‘plab sohalarda qo‘llaniladi, unga talab yuqori, bu tejamkor xarajatlar bilan bog‘liq. Lekin baribir oldindan dizel yonilg‘isining asosiy xususiyatlari, markalari, asosiy sifatlari va boshqa ko‘pgina xususiyatlarini o‘rganib chiqish kerak.

DT yonilg‘i qo‘llaniladigan fasllarga qarab turlarga bo‘linadi. Ko‘plab avtomobil egalari DTning muhim kamchiligini hisobga olishmaydi – u hatto kichik sovuqlarda ham qalinlashishi mumkin. Shuning uchun ba’zida dvigatel ishga tushirilmaydi va haydovchilar nostandart usullardan foydalanishga majbur bo‘ladilar, masalan, yoqilg‘i idishini ochiq olov yordamida isitish.

Kelajakda ushbu muammolarning oldini olish uchun BT turlarini oldindan o‘rganib chiqish kerak. Va yoqilg‘ini ob-havoga qarab sotib olish kerak, qish uchun turlar pasaytirilgan harorat ko‘rsatkichlariga bardosh berishi kerak.

Har xil turlar maxsus markirovkaga ega. Odatda, birinchi qism ikkita bosh harfni o‘z ichiga oladi DT, bu mahsulot turi - dizel qurilmali dvigatellar uchun yoqilg‘i.

Keyin bosh harflar M, Y, Q yoki A bo‘lishi mumkin, ular mahsulotni ishlatishning mos sharoitlarini aks ettiradi. Belgilangan standartlarga muvofiq, ushbu mezon bo‘yicha maksimal filtrlanishning harorat ko‘rsatkichi - harorat chegarasi aniqlanadi, shundan so‘ng yoqilg‘i tizimda uzilishlarsiz harakatlanadi.
Bosh harflar quyidagicha o‘qiladi:

• Y – yozgi (A, B, C),
• M – mavsumlararo (D, E),
• Q – qishki (0, 1, 2, 3),
• A – arktik (4).

1 – jadval

Mo‘tadil va sovuq iqlim zonalari uchun dizel yoqilg‘ilarining navlari

Mo‘tadil iqlim zonasi uchun dizel yoqilg‘isi shartli ravishda oltita navga bo‘linadi: A, B, C, D, E.					
	Dizel yoqilg’isi navi				
	A	**B**	**C**	**D**	**E**
Filtrlanish harorati, °C, yuqori emas	0	-5	-10	-15	-20

ISSN 3030-3907

Sovuq iqlim zonasi uchun dizel yoqilg‘isi shartli ravishda beshta navga bo‘linadi: 0, 1, 2, 3, 4.					
	0 sinf	**1 sinf**	**2 sinf**	**3 sinf**	**4 sinf**
Xiralanish harorati, °C, yuqori emas	-10	-16	-22	-28	-34
Filtrlanish harorati, °C, yuqori emas	-20	-26	-32	-38	-44

Yonilg‘i markirovkasi tarkibida uchinchi qism bo‘lib, u harflar va raqamlardan iborat. TS ning texnik reglamenti me’yorlariga muvofiq u yonilg‘ining ekologik tozalik sinfini ko‘rsatadi va u oltingugurtli birikmalar soni bilan aniqlanadi. Ularning miqdori 1 kg tayyor mahsulotga belgilanadi.

Mo‘tadil va sovuq iqlim zonalari uchun dizel yoqilg‘ilarining navlari 1 – jadvalda keltirilgan.

Texnik reglamentda 1 kg yonilg‘idagi oltingugurt miqdori bo‘yicha yonilg‘ining bir nechta sinflari mavjud bo‘lsa-da, ekologik standartlarga muvofiq, Rossiya Federatsiyasida 2016-yil 1-yanvardan boshlab faqat K5 dan past bo‘lmagan sinfga ega bo‘lgan yonilg‘ini cheksiz hajmda sotish mumkin.

K3 va K4 sinfidagi yoqilg‘i esa Rossiya neftni qayta ishlash zavodlarida, burg‘ulash ishlari olib boriladigan platformalarda qo‘llash uchun ishlab chiqariladi. Shuningdek, mahsulot davlat mudofaa buyurtmasi doirasida TT bojxona hududidan tashqarida joylashgan viloyatlarga yetkazib berish uchun mo‘ljallangan. Oltingugurt miqdoriga ko‘ra quyidagi sinflar ajratiladi:

- K5 – 10 mg/kg;
- K4 – 50 mg/kg;
- K3 – 350 mg/kg;
- K2 – 500 mg/kg.

Yozgi DYoning asosiy xususiyati suyuq ko‘rinishni to‘liq saqlab qolishdan iborat. Yonilg‘i kerakli zichlik ko‘rsatkichini nol gradus va undan ortiq darajada ushlab turishi mumkin.

Yozgi DYoning asosiy xususiyatlari quyidagi 2 - jadvalda keltirilgan.

2 - jadval

Yozgi DYOning asosiy xususiyatlari

№	Асосий хусусиятлари	Кўрсаткичлар
1	Setan soni	51 dan past emas
2	20°C haroratdagi zichlik ko‘rsatkichi	820 kg/sm^3 dan yuqori

ISSN 3030-3907

3	Harorat ko‘rsatkichi 40 ºC bo‘lganda qovushqoqlik darajasi	2,000-4,500 mm/s
4	Qotish harorati	5ºC dan past emas

Mavsumlararo dizel yoqilg‘isi (DYO-M) havo harorati +5 °C dan -5 °C gacha (haqiqatda -15 °C gacha) o‘zgarib turadigan sharoitlarda foydalanish uchun mo‘ljallangan o‘tish yoqilg‘isidir. U yozgi dizel yoqilg‘isiga parafinlarning kristallanishiga yo‘l qo‘ymaydigan qo‘shimchalar qo‘shish orqali ishlab chiqariladi va filtrlashning chegaraviy harorati taxminan -15 °C ga teng. Ushbu turdagi yoqilg‘i tejamkorlikka imkon beradi, chunki u qishkiga qaraganda arzonroq va o‘tish mavsumlarida (kuz va bahorda) dvigatelning barqaror ishlashini ta’minlaydi.

Mavsumlararo DYOning asosiy xususiyatlari quyidagi3 - jadvalda keltirilgan.

3 – jadval

Mavsumlararo DYOning asosiy xususiyatlari

№	Асосий хусусиятлари	Кўрсаткичлар
1	Setan soni	51 dan past emas
2	15ºC haroratdagi zichlik ko‘rsatkichi	820 – 845 kg/sm^3
3	Harorat ko‘rsatkichi 40 ºC bo‘lganda qovushqoqlik darajasi	2,000-4,500 mm/s

DYOning bu turi chuqur kuzgi davrda yoki erta bahorda faol qo‘llaniladi. Havo harorati ko‘rsatkichlarining o‘zgarishi hisobga olinadi. Agar ular bir kecha-kunduzda bir necha marta 0 ko‘rsatkichini yuqoriga va pastga o‘zgartirsa, u holda yoqilg‘ini mavsumdan tashqariga almashtirgan ma’qul.

Ko‘pincha haydovchilar bu turdagi yoqilg‘ini qishda ishlatish mumkin deb o‘ylashadi. Lekin baribir uni qishkiga almashtirishga arzimaydi. Bu avtomobil motorining jiddiy buzilishiga olib kelishi mumkin.

Qishki, DYO-3

Yonilg‘ining xossalari jadvalda ko‘rsatilgan.

4 - jadval

Qishki DYOning asosiy xususiyatlari

№	Асосий хусусиятлари	Кўрсаткичлар
1	Setan soni	47 dan past emas
2	20 ºC haroratdagi zichlik ko‘rsatkichi	840 kg/sm^3 dan yuqori emas
3	Harorat ko‘rsatkichi 20 ºC bo‘lganda qovushqoqlik darajasi	1,8-5,0 mm/s

ISSN 3030-3907

DYOning qishki turi Rossiya Federatsiyasida keng tarqalgan bo‘lib, o‘rta mintaqa hududlarida yil davomida qo‘llaniladi. Muzlash – 30 ºC haroratda sodir bo‘ladi.

Qishki DYO dan foydalanish paytida qovushqoqlik parametrlari hisobga olinadi, ular yuqori bo‘lishi kerak. Ushbu DYO markasi qishda, shuningdek, bahorgi va kuzgi davrda ijobiy haroratda ham qo‘llanilishi mumkin.

Arktika, DYO-A

Arktika DYO – harorat ko‘rsatkichlari -30 darajagacha va undan ko‘proq pasayishi mumkin bo‘lgan hududlarda almashtirib bo‘lmaydigan yoqilg‘i. Dizel markasi qishning Arktika sharoitlariga ham bardosh bera oladi.

DYOga maxsus nasadkalar qo‘shilganda, u - 55 ºC haroratda ish sifatini saqlab qolishi mumkin. Jadvalda ushbu turdagi yoqilg‘ining ko‘rsatkichlari keltirilgan.

5 - jadval

Arktik DYOning asosiy xususiyatlari

№	Асосий хусусиятлари	Кўрсаткичлар
1	Setan soni	47 dan past emas
2	20 ºC haroratdagi zichlik ko‘rsatkichi	800-855 kg/sm^3
3	Harorat ko‘rsatkichi 20 ºC bo‘lganda qovushqoqlik darajasi	1,2-4,0 mm/s

GOSTga muvofiq sovuq hududlar uchun mo‘ljallangan dizel yoqilg‘isi 0 dan 6 gacha bo‘lgan sinflarga bo‘linadi. Ular bir-biridan aralashmaning filtrdan erkin o‘tadigan chegaraviy harorati bilan farq qiladi.

Arktik DYOga quyidagilar mos keladi:

• 5-sinf (-48 °C);

• 6-sinf (-52 °C).

BIODIZEL

Bu yevropalik muhandislar tomonidan ishlab chiqilgan dizel yonilg‘isi sinfidir. Biologik yonilg‘i tayyorlashda o‘simlik asosli moylardan foydalaniladi. Biodizelning boshqa BYO turlaridan asosiy farqli xususiyati uning yuqori ekologik tozaligidir.

Biodizel yonilg‘isini yengil transport motorlari, shuningdek, yuk mashinalari uchun qo‘llash tavsiya etiladi. Undan foydalanib, yuqori sifatli yozgi dizel markalari ishlab chiqariladi. Yonilg‘ining setan soni 58 birlikka teng, yonish harorati ko‘rsatkichi esa 100°C. Moylash sifati a’lo darajada, atmosferaga karbonat angidrid gazi kam chiqariladi.

Yengil va yuk avtomobillarida yonilg‘ining asosiy xarakteristikalari hisobiga dvigatelning xizmat qilish resursi ortadi. Shuningdek, texnik xizmat

ISSN 3030-3907

ko‘rsatish, ta’mirlash xarajatlari kamayadi, portlash va yong‘in xavfi sezilarli darajada kamayadi.

Biodizelning asosiy xususiyati shundaki, uning tarkibida o‘simlik va hayvon yog‘lari mavjud. Biologik yoqilg‘i tabiiy tuzilishga ega bo‘lib, u raps, soya, tarkibida yog‘ bo‘lgan turli o‘simliklarni qayta ishlash orqali olinadi, shuningdek, qoramol yog‘idan ham foydalaniladi. Biodizelning asosiy o‘ziga xos xususiyati shundaki, u mashhur yoqilg‘i turlariga qo‘shimcha sifatida ishlatilishi mumkin.
Biroq, Rossiya hududida biodizel keng tarqalmagan, u kamdan-kam uchraydi. Ayni paytda ushbu yo‘nalishga ko‘maklashish bo‘yicha yagona davlat dasturi mavjud emas. Qishloq xo‘jaligi vazirligining qonun loyihasi amal qilmoqda, aynan shu bo‘yicha biodizel ishlab chiqarishni kuchaytirish uchun sharoitlar yaratilmoqda.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Яриев О.М., Аскаров М.А., Джалилов А.Т., Едгоров Н. 2-меркаптобензтиазолакрилата как термосветостабилизаторы полимеров и способ их получения А.с. 525679 СССР. Опубл. Б.И. 1976. № 31.
2. Sumrelle G., Ham G., Hornbaver E. Reaction involving 2-mercaptobenzothiazole // J.Amer.chem. Soc., - 1958.V.80.P.2509
3. Федтке М. Химические реакции полимеров. М.: Химия. 1990
4. Блинов В.Г. и др.// РЖХ. 1969. 8Н.504.
5. Соколова Т.А., Овсянникова Л.А. // ЖОХ. 1958. Р.28. С.779.
6. Алиев Н.А. Реакции 3-акрилоилбензоксазолтион-2 с некоторыми нуклеофильными реагентами// Фунгициды: Сб.ст. Ташкент: Фан, 1980. С.82.
7. Едгоров Н., Иноятов Ф., Яриев О.М., Афакова С., Джалилов А.Т. Способ получения стабилизатора термической деструкции полимер// А.с. СССР. № 1427794. ДСП.
8. Мавлянов Б.А., Яриев О.М., Едгоров Н., Джалилов А.Т., Бешимов Б.М. N, α-бензоксазолтионметилметакрилат в качестве термо- и светостабилизатора полимеров.// А.с. СССР. 1 41 9115. ДСП.
9. Яриев О.М., Мавлянов Х.Н., Джалилов А.Т., Бешимов Б.М Фталимидометил(мет)акрилат в качестве термо- и светостабилизатора полимеров. Решение о выдаче А.с. СССР. Заявка № 47228213/04(100346) от 24.07.89. Публикация изобретения в открытой печати запрещена.

ISSN 3030-3907

MAKTAB JAMOASIDA LIDERLIK: O‘QITUVCHILAR VA MA’MURIYAT O‘RTASIDAGI HAMKORLIK MODELI

Kambarova Dilnoza Musakulovna

Ŏzbekiston davlat jahon tillari universiteti, Ingliz tili 3 fakulteti Amaliy fanlar kafedrasi o‘qituvchisi

Annotatsiya. Mazkur maqolada maktab jamoasida liderlik tushunchasining nazariy asoslari hamda o‘qituvchilar va ma’muriyat o‘rtasidagi hamkorlikka asoslangan boshqaruv modeli tahlil qilinadi. Ta’lim muassasalarida samarali boshqaruvni ta’minlashda transformatsion, taqsimlangan va pedagogik liderlik nazariyalari asos qilib olinadi. Shuningdek, xorijiy va mahalliy olimlarning qarashlari tahlil qilinib, amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Maqolada hamkorlik modeli bosqichlari, tamoyillari va natijalari yoritiladi.

Kalit so‘zlar: liderlik, pedagogik liderlik, taqsimlangan liderlik, transformatsion liderlik, maktab boshqaruvi, hamkorlik modeli, ta’lim sifati.

Abstract. This article analyzes the theoretical foundations of the concept of leadership in a school community and a management model based on cooperation between teachers and administration. The theories of transformational, distributed and pedagogical leadership are taken as a basis for ensuring effective management in educational institutions. The views of foreign and domestic scientists are also analyzed and practical recommendations are developed. The article discusses the stages, principles and results of the collaborative model.

Keywords: leadership, pedagogical leadership, distributed leadership, transformational leadership, school management, collaborative model, quality of education.

Аннотация. В данной статье анализируются теоретические основы концепции лидерства в школьном сообществе и модели управления, основанной на сотрудничестве между учителями и администрацией. В качестве основы для обеспечения эффективного управления в образовательных учреждениях взяты теории трансформационного, распределенного и педагогического лидерства. Также анализируются взгляды зарубежных и отечественных ученых и разрабатываются практические рекомендации. В статье рассматриваются этапы, принципы и результаты модели сотрудничества.

Ключевые слова: лидерство, педагогическое лидерство, распределенное лидерство, трансформационное лидерство, управление школой, модель сотрудничества, качество образования.

KIRISH

ISSN 3030-3907

Liderlik — bu odamlarni umumiy maqsad sari ilhomlantirish, yo‘naltirish va rag‘batlantirish qobiliyatidir. Ta’lim muassasalarida bu tushuncha yanada kengroq ma’noga ega bo‘lib, u nafaqat rahbarlikni, balki jamoa bilan ishlash, o‘qituvchilarni rivojlantirish, o‘quvchilarda motivatsiyani oshirish, ota-onalar bilan samarali aloqa o‘rnatishni ham o‘z ichiga oladi. Maktab rahbari faqat boshqaruvchi emas, balki jamoani birlashtira oladigan, islohotlarga yo‘l ochadigan, ijobiy o‘zgarishlarga turtki beradigan lider bo‘lishi zarur. Zamonaviy liderlar transformatsion liderlik uslubidan foydalangan holda o‘z jamoasini ilhomlantiradi, ularga ishonch bildiradi va ularning salohiyatini ro‘yobga chiqarishga imkon yaratadi. Shu bois maktab rahbarining liderlik salohiyati ta’lim sifati va maktabdagi ijtimoiy-psixologik muhitga bevosita ta’sir ko‘rsatadi

XXI asr ta’lim tizimi tezkor o‘zgarishlar, innovatsiyalar va raqamlashtirish jarayonlari bilan tavsiflanadi. Bunday sharoitda maktab boshqaruvi an’anaviy buyruqbozlik modelidan voz kechib, hamkorlikka asoslangan liderlik modeliga o‘tishi zarurdir. Bu borada yurtimiz miqyosida ko‘plab islohotlar va yangilanishlar olib borilmoqdadir.

Liderlik nazariyasi ijtimoiy fanlarda keng o‘rganilgan bo‘lib, ayniqsa transformatsion liderlik konsepsiyasi asoschilari bo‘lgan James MacGregor Burns va Bernard M. Bass ishlari muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Burns (1978) liderlikni rahbar va izdoshlar o‘rtasidagi o‘zaro ta’sir jarayoni sifatida izohlaydi. Bass esa lider jamoani yuqori motivatsiya va qadriyatlarga yo‘naltirishi lozimligini ta’kidlaydi. Bu fikrlar asosida shuni ta’kidlab o‘tishimiz joizki yurtimiz yoshlarini kelajakda ledir sifatida tarbiyalashda va ularni yetuk shaxs qilishda o‘z jamoasida hurmatga ega bo‘lishi va o‘z qadryatlarimiz borasida chuqur bilim va ko‘nikmaga ega bo‘lishlari zarurdir. Ta’lim sohasida esa pedagogik liderlik va taqsimlangan liderlik tushunchalari keng rivojlangan. Xususan, Kenneth Leithwood maktab liderligining o‘quvchilar tomonidan erishilinayotgan natijalariga bevosita ta’sir ko‘rsatishini ilmiy jihatdan asoslab bergan. Alma Harris esa taqsimlangan liderlikni maktab samaradorligini oshirishning muhim omili sifatida ko‘rsatib o‘tganligini ko‘rishimiz mumkindir.

Shu bois, bugungi shiddat bilan rivojlanib borayotgan jamiyatimizda maktab jamoasida o‘qituvchilar va ma’muriyat o‘rtasidagi hamkorlik modelini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi. Bunday hamkorlik ish samaradorligini oshirishda va kelajakdagi ulkan yutuqlarga zamin yaratadi.

1. Liderlik tushunchasining nazariy asoslari

Liderlik – bu maqsad sari boshqalarni ilhomlantirish va yo‘naltirish qobiliyatidir. Zamonaviy tadqiqotlarda liderlik tusgunchasining bir necha asosiy yo‘nalishlari ajratiladi:

ISSN 3030-3907

1.1. Transformatsion liderlik

Transformatsion liderlik nazariyasiga ko‘ra, rahbar: Jamoani umumiy maqsad sari ilhomlantiradi, innovatsiyalarni qo‘llab-quvvatlaydi va shu bilan birgalikda individual yondashuvni amalga oshiradi. Bu kabi ishlarni uzluksiz amalga oshirishda yuqori axloqiy mezonlarga amal qilish ham o‘ta zarurdir.

Xususan, transformatsion liderlik konsepsiyasi xodimlarning salohiyatini ochib berish bilan birgalikda ularni ilhomlantirish va tashkilot strategiyasiga muvofiqlashtirish orqali kadrlar boshqaruvida strategik rol o‘ynaydi. Transformatsion liderlik nazariyasi B. Bass va B. Avolio tomonidan ilgari surilgan bo‘lib, u xodimlarni faqat nazorat qilish yoki topshiriqlarni bajarishga yo‘naltirishdan ko‘ra, ularni ichki motivatsiya, ijodiy fikrlash va tashabbuskorlikka rag‘batlantirishga qaratilgan. Bu bilan hodimlar ish samaradorligini oshirish va ularda kelajak muvaffaqiyatlariga zamin yaratishda muhim omildir. Bass (1985) ta’kidlashicha, transformatsion lider o‘z izdoshlarining ichki motivatsiyasini kuchaytiradi va ularni o‘z imkoniyatlarini kengaytirishga undaydi.

1.2. Taqsimlangan liderlik. James Spillane taqsimlangan liderlik nazariyasini ishlab chiqqan bo‘lib, unga ko‘ra liderlik jarayoni bir shaxs bilan cheklanmasligini, balki jamoa a’zolari o‘rtasida taqsimlanishini aytib o‘tgan. Bu model maktab sharoitida ayniqsa samarali hisoblanadi.

1.3. Pedagogik liderlik. Pedagogik liderlik ta’lim jarayonining sifatini oshirishga qaratilgan boshqaruv faoliyatidir. Michael Fullan ta’kidlashicha, maktab rahbari o‘z faoliyatini o‘qitish va o‘rganish jarayonini takomillashtirishga yo‘naltirishi zarur.

2. Maktab jamoasida hamkorlikning ahamiyati. Maktab – bu murakkab ijtimoiy tizim. Unda samarali faoliyat yuritish uchun quyidagi omillar muhim:

- Ochiq muloqot;
- O‘zaro ishonch;
- Shaffof boshqaruv;
- Mas’uliyatni taqsimlash;
- Professional rivojlanish imkoniyatlari.

Leithwood va boshqalar (2004) olib borgan tadqiqotlari natijasi shuni ko‘rsatadiki, maktab rahbarligi faoliyatining o‘quvchilar yutuqlariga bilvosita, ammo kuchli ta’siri mavjudligi aniqlangan. Bu ta’sir asosan pedagoglar motivatsiyasi va ish muhitiga bog‘liq. Shu sababli, ma’muriyat va o‘qituvchilar o‘rtasidagi hamkorlik ta’lim sifati bilan bevosita bog‘liqdir.

3. O‘qituvchilar va ma’muriyat o‘rtasidagi hamkorlik modeli.

Taklif etilayotgan model quyidagi tarkibiy qismlardan iborat:

ISSN 3030-3907

3.1. Strategik hamkorlik

- Maktab rivojlanish dasturini birgalikda ishlab chiqish
- Qarorlarni kollegial muhokama qilish
- Ustuvor vazifalarni birgalikda belgilash

3.2. Professional hamkorlik

- Metodik birlashmalar faoliyatini kuchaytirish
- Tajriba almashish seminarlarini tashkil etish
- Mentorlik va kouching tizimini yo‘lga qo‘yish

3.3. Kommunikativ hamkorlik

- Muntazam fikr almashuv platformalari
- Ochiq eshiklar siyosati
- Elektron axborot almashuv tizimi

3.4. Motivatsion qo‘llab-quvvatlash

- Rag‘batlantirish tizimini takomillashtirish
- Innovatsion tashabbuslarni qo‘llab-quvvatlash
- Psixologik iqlimni sog‘lomlashtirish

4. Modelni joriy etish bosqichlari

- Tashxis bosqichi – jamoa iqlimini o‘rganish.
- Rejalashtirish bosqichi – aniq strategiya ishlab chiqish.
- Amaliy joriy etish – treninglar va ishchi guruhlar tashkil etish.
- Monitoring va baholash – natijalarni tahlil qilish va takomillashtirish.

5. Kutilayotgan natijalar

- Hamkorlik modelini joriy etish natijasida:
- Pedagoglarning kasbiy faolligi ortadi;
- Innovatsion muhit shakllanadi;
- O‘quvchilar natijalari yaxshilanadi;
- Jamoaviy mas’uliyat kuchayadi;
- Konfliktlar kamayadi.

Fullan (2001) ta’kidlaganidek, maktabdagi barqaror o‘zgarishlar jamoaviy liderlik orqali amalga oshiriladi.

XULOSA

Xulosa sifatida shuni aytishimiz joizki, Maktab jamoasida samarali liderlikni ta’minlash o‘qituvchilar va ma’muriyat o‘rtasidagi mustahkam hamkorlikka bog‘liq. Transformatsion va taqsimlangan liderlik nazariyalari asosida ishlab chiqilgan hamkorlik modeli maktab boshqaruvini demokratlashtirish, ta’lim sifatini oshirish va pedagoglarning kasbiy rivojlanishini ta’minlash imkonini beradi. Bugungi kundagi zamonaviy maktab rahbari – bu buyruq beruvchi emas, balki ilhomlantiruvchi, muvofiqlashtiruvchi va jamoani birlashtiruvchi liderdir.

ISSN 3030-3907

Maktab rahbarlarining liderlik ko‘nikmalarini rivojlantirish zamonaviy ta’lim tizimida muhim va dolzarb masalalardan biridir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, samarali liderlik maktab jamoasining uyushqoqligi, o‘qituvchilarning kasbiy o‘sishi, o‘quvchilarning bilim sifati hamda ota-onalar bilan bo‘lgan hamkorlik darajasiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Maktab rahbari nafaqat boshqaruvchi, balki jamoani birlashtiruvchi, islohotlarni amalga oshiruvchi va o‘zgarishlarga yo‘l ochuvchi shaxs bo‘lishi zarur. Buning uchun esa rahbarlarda strategik fikrlash, qaror qabul qilish, muloqot qilish, jamoa bilan ishlash, motivatsiya berish kabi muhim liderlik ko‘nikmalarining shakllangan bo‘lishi talab etiladi. Mazkur maqolada keltirilgan treninglar, mentorlik, refleksiya, tajribaga asoslangan o‘rganish va xalqaro tajribani o‘rganish kabi usullar rahbarlarda liderlik kompetensiyalarini shakllantirishda samarali yo‘llar sifatida e’tirof etildi. Xulosa qilib aytganda, maktab rahbarlarida liderlik ko‘nikmalarini rivojlantirish nafaqat individual professional rivojlanish, balki butun ta’lim muassasasining muvaffaqiyatli faoliyati uchun zamin yaratadi. Shuning uchun bu yo‘nalishda tizimli yondashuv, uzluksiz ta’lim va amaliy qo‘llab-quvvatlash muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Burns, James MacGregor (1978). Leadership. New York: Harper & Row.
2. Bass, Bernard M. (1985). Leadership and Performance Beyond Expectations. New York: Free Press.
3. Leithwood, Kenneth, Day, C., Sammons, P., Harris, A., Hopkins, D. (2006). Successful School Leadership. Nottingham: NCSL.
4. Harris, Alma (2004). Distributed Leadership and School Improvement. Educational Management Administration & Leadership.
5. Spillane, James P. (2006). Distributed Leadership. San Francisco: Jossey-Bass.
6. Fullan, Michael (2001). Leading in a Culture of Change. San Francisco: Jossey-Bass.
7. Bush, T. (2011). Theories of Educational Leadership and Management. London: Sage Publications.
8. Hallinger, P. (2003). Leading Educational Change: Reflections on the Practice of Instructional Leadership.

ISSN 3030-3907

QOIDALARGA ASOSLANGAN POS-TEGLASH ALGORITMI VA UNING MATEMATIK MODELI

Xudayberganov Nizomaddin Uktambay o‘g‘li
Alisher Navoiy nomidagi Toshkent davlat o‘zbek tili va adabiyoti universiteti o‘qituvchisi
E-mail: nizomaddin@navoiy-uni.uz

Annotatsiya. Ushbu maqolada o‘zbek tili uchun qo‘dalarga asoslangan va gibrid yondashuvdagi so‘z turkumlarini avtomatik teglash (POS-tagging) modeli taqdim etiladi. Model asosida morfologik tahlil uchun qo‘shimcha va lug‘at qoidalari, shuningdek, statistik/mashinali o‘qitish usullari orqali noaniqliklarni bartaraf etish algoritmi yotadi. Keltirilgan matematik modelda so‘zlar ketma-ketligini teglar ketma-ketligiga xaritalash vazifasi optimallashtirish masalasi ko‘rinishida ifodalanadi. Taklif etilayotgan yondashuv kichik hajmdagi teglangan korpusda sinovdan o‘tkazildi va natijalar modelning an’anaviy qoidalarga asoslangan usulga nisbatan yuqori aniqlikka erishganini ko‘rsatdi. Ushbu maqolada o‘zbek tilida so‘z turkumlarini teglash masalasining dolzarbligi, taklif etilgan yechimning tuzilishi va samaradorligi yoritiladi.

Kalit so‘zlar: O‘zbek tili, so‘z turkumlarini teglash (POS tagging), qoida asosidagi yondashuv, morfologik tahlil, statistik model, mashina o‘rganishi.

Abstract. This article presents a rule-based and hybrid approach model for automatic part-of-speech (POS) tagging in the Uzbek language. The model is based on morphological analysis using affixation and lexical rules, as well as a disambiguation algorithm employing statistical and machine learning methods. In the proposed mathematical framework, the task of mapping a sequence of words to a sequence of tags is formulated as an optimization problem. The proposed approach was evaluated on a small annotated corpus, and the results demonstrate that the model achieves higher accuracy compared to traditional rule-based methods. The article discusses the relevance of POS tagging for the Uzbek language, the structure of the proposed solution, and its effectiveness.

Keywords: Uzbek language, part-of-speech tagging (POS tagging), rule-based approach, morphological analysis, statistical model, machine learning.

Аннотация. В данной статье представлена модель автоматического теггирования частей речи (POS-tagging) для узбекского языка, основанная на правиловом и гибридном подходах. Модель включает морфологический анализ на основе аффиксальных и словарных правил, а также алгоритм снятия неоднозначности с использованием статистических методов и методов машинного обучения. В предложенной математической модели задача отображения последовательности слов в последовательность тегов

ISSN 3030-3907

формулируется как задача оптимизации. Предложенный подход был протестирован на небольшом размеченном корпусе, и результаты показали, что модель достигает более высокой точности по сравнению с традиционным правиловым методом. В статье рассматриваются актуальность задачи теггирования частей речи для узбекского языка, структура предложенного решения и его эффективность.

Ключевые слова: узбекский язык, теггирование частей речи (POS tagging), правиловой подход, морфологический анализ, статистическая модель, машинное обучение.

KIRISH

Hozirgi kunda tabiiy tilni qayta ishlashda o‘zbek tili uchun so‘z turkumlarini avtomatik aniqlash masalasi dolzarb hisoblanadi. So‘z turkumlarini teglash (POS-tagging) matndagi har bir so‘zga uning grammatik turkumini tayinlash jarayoni bo‘lib, mashina tarjimasi, matn tahlili, sintaktik tahlil kabi ko‘plab NLP vazifalari uchun asos bo‘lib xizmat qiladi. O‘zbek tilining agglyutinativ xususiyati so‘zlarning ko‘pincha qo‘shimchalar qo‘shilishi orqali hosil bo‘lishi ushbu jarayonni murakkablashtiradi. Chunki ko‘pchilik so‘zlar kontekstga qarab bir necha turkumga mansub bo‘lishi mumkin (masalan, “yaxshi” so‘zi sifat yoki ravish bo‘lishi mumkin). Ilk yondashuvlar qoidalariga asoslangan bo‘lsa, keyinchalik statistik va chuqur o‘rganish modellari yordamida yuqori aniqlikka erishilgan. Mazkur maqolada aynan o‘zbek tili uchun qoidalarga asoslangan va statistik komponentlarni uyg‘unlashtirgan POS-teglash modeli taklif qilinadi. Model yaratishda asosiy maqsad ta’lim va chatbot kabi sohalarda o‘zbek tilini tushunuvchi tizimlar uchun poydevor yaratish, shuningdek, tilshunoslik tadqiqotlarida korpuslarni avtomatik teglash imkoniyatini oshirish hisoblanadi.

ADABIYOTLAR SHARHI

O‘zbek tilida avtomatik so‘z turkumlarini aniqlash borasidagi dastlabki ishlar cheklangan bo‘lib, so‘nggi yillarda ushbu yo‘nalishda yangicha yondashuvlar paydo bo‘la boshladi. Abjalova va Iskandarovlar (2021) tomonidan o‘zbek tili uchun 12 tegdan iborat so‘z turkumlari tizimi taklif qilingan. Sharipov va boshqa tadqiqotchilarning yaqinda taqdim etgan UzbekTagger tizimi o‘zbek tilida qoidalarga asoslangan POS-teggerlardan biri bo‘lib, 80 mingdan ortiq so‘z lug‘ati va qo‘shimchalar bazasiga tayanadi. Ushbu vosita maxsus qoida va lug‘atlar yordamida so‘zlarni teglashda yuqori natijalarga (o‘rtacha ~90% aniqlikka) erishgan. Biroq, faqat qoidalarga asoslangan yondashuv kontekstni chuqur e’tiborga olmasligi tufayli ba’zi noaniqliklarni hal etishda cheklilikka ega. Shu bois, kombinatsiyalashgan usullar dolzarb hisoblanadi. Yaqinda Bobojonova va boshq. (2025) o‘zbek tilida BERT modeliga asoslangan POS-teggerni taqdim etib,

ISSN 3030-3907

91% aniqlikka erishdi. Ular o‘z modellarini Sharipov (2023) tomonidan yaratilgan qoidalarga asoslangan tegger va ko‘p tilli BERT bilan solishtirib, kontekstni hisobga oluvchi yondashuv ustunligini ko‘rsatdilar. Shuningdek, Murat va Ali (2024)lar tomonidan turk tillari uchun affikslarni embedding sifatida foydalanib, diqqat mexanizmlariga asoslangan yangi model taklif etilib, o‘zbek tilida ~79.7% aniqlikka erishganlarini qayd etadilar. Bu natijalar statistik model uchun ma’lumotlar bazasi cheklanganda aniqlik pasayishini ko‘rsatadi. Xulosa qilib aytganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, qoidalarga asoslangan yondashuv va statistik usullarni uyg‘unlashtiruvchi gibrid modellardan foydalanish o‘zbek tilining murakkab morfologiyasini inobatga olib, aniqlikni oshirish potentsialiga ega.

METODOLOGIYA

Taklif etilayotgan model ikki asosiy qismdan tashkil topgan:

Qoida asosidagi morfologik tahlil bunda kiritilgan matn dastlab so‘zlarga ajratiladi va har bir so‘z lug‘aviy bazadan qidiriladi. Lug‘atda topilgan so‘zga mos bir yoki bir nechta so‘z turkumi teglanadi. Agar so‘z bir nechta turkumga mansub bo‘lishi mumkin bo‘lsa, u holda uning qo‘shimchalari ketma-ketligi tahlil qilinib, maxsus affikslar lug‘atidan qidiriladi. Masalan, so‘z oxiridagi *-moqda*, *-yapti* kabi qo‘shimchalar fe’l ekanligini ko‘rsatadi, *-lar*, *-ni* kabi qo‘shimchalar otga xos. Shu tariqa qo‘shimchalar orqali ba’zi noaniqliklar bartaraf qilinadi.

Statistik disambiguatsiya – agar so‘zning turkumini faqat qoida va qo‘shimchalarga qarab aniq ajratib bo‘lmasa (masalan, hech qanday qo‘shimchaga ega bo‘lmagan ko‘p ma’noli so‘zlar), u holda kontekst asosida qaror qabul qiluvchi statistika modeli ishga tushadi. Buning uchun Gizli Markov modeli (HMM) yondashuvini tanladik. Butun gap bo‘ylab eng ehtimolli so‘z turkumlari ketma-ketligini tanlash uchun Viterbi algoritmi qo‘llanadi. Statistik modelni tayyorlashda cheklangan hajmdagi teglangan korpusdan foydalanildi, bunda ehtimollar so‘zlar ketma-ketligidan o‘rganiladi. Modelning matematik ifodasi quyidagicha:

$W = w_1^n$ so‘zlar ketma-ketligiga $T = t_1^n$ turkumlar ketma-ketligini moslashtirish uchun $T^* = arg\max_T P(T \mid W)$ optimallashtiruvchi muammo yechiladi. Ushbu yondashuvda $P(T \mid W)$ birlashgan model sifatida qaralib, qoida asosidagi cheklovlar $t_i \in V(w_i)$ (har bir w_i so‘z uchun lug‘atda mumkin bo‘lgan taglar majmui) va zanjirli statistika modeli (HMM) ehtimolliklari kombinatsiyasi bilan aniqlanadi.

EKSPERIMENTLAR VA NATIJALAR

Modelning samaradorligini tekshirish maqsadida o‘zbek tilida teglangan korpusdan foydalanildi. Korpus hajmi cheklangan bo‘lsa-da (taxminan 500 jumla, 5,800 so‘z atrofida), u turli manbalardan olingan va o‘zbek tilining har xil uslubiy

ISSN 3030-3907

ko‘rinishlarini o‘z ichiga oladi (ilmiy, badiiy, publitsistik matnlar va h.k.). Korpusdagi har bir so‘z qo‘lda 17 turkumdan iborat Universal POS (UPOS) tizimi bo‘yicha teglandi, bu tizim o‘zbek tilidagi an’anaviy 12 ta turkumni qamrab oladi va xalqaro standart bilan mos keladi. Modelimizni baholashda aniqlik (accuracy) ko‘rsatkichi asosiy mezon sifatida tanlandi (to‘g‘ri teglangan so‘zlar ulushi). Bundan tashqari, ayrim hollarda noaniqliklarni tahlil qilish uchun misollar keltirildi.

Ishlab chiqilgan dasturiy tizimda gibrid model, faqat qoidalarga asoslangan yondashuv va faqat statistik (HMM) model natijalari taqqoslanadi. Gibrid yondashuv 92% aniqlikka erishdi va bu qoidalarga asoslangan modelga nisbatan yaxshilanish ekanini ko‘rish mumkin. Statistik model esa kichik korpusda o‘rgatilgani tufayli nisbatan past (~80%) aniqlik ko‘rsatdi.

MUHOKAMA

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, qoida asosidagi va statistik yondashuvni birlashtirish o‘zbek tili uchun POS-teglashda samarali strategiya bo‘lib chiqdi. Gibrid model qoida asosidagi tizimning aniqligini yanada oshirib, kontekstual noaniqliklarni hal qildi. Bu, ayniqsa, agglyutinativ til bo‘lgan o‘zbek tilida muhim – chunki faqat statistik model kichik korpusda yetarli bilimga ega bo‘lmasligi, faqat qoidalarga asoslangan model esa uzoq kontekstni ko‘ra olmasligi mumkin. Bizning yondashuv ushbu kamchiliklarni qoplashga harakat qildi. Muhokama jarayonida aniqlangan xatolar kelgusida modelni takomillashtirish uchun muhim yo‘nalishlarni ko‘rsatadi. Masalan, imlo va bosh harflarni normallashtirish (matndagi xatoliklar tufayli noto‘g‘ri taglashni oldini olish), ko‘proq maxsus otlar bazasini qo‘shish va ehtimol, chuqur o‘rganish modelini qo‘shib, gibrid yondashuvni yanada kuchaytirish.

1-Jadval

Qoidalarga asoslangan POS-teglash: rasmiy matematik model

Belgilash	Izoh
$\boldsymbol{\Sigma}$	O‘zbek alifbosidagi belgilar to‘plami
$\boldsymbol{\Sigma^*}$	Barcha mumkin bo‘lgan so‘zlar
$\boldsymbol{T = t_1, \dots, t_T}$	T
$\boldsymbol{W = w_1^n}$	Gapdagi (n) ta tokenlar ketma-ketligi
$\boldsymbol{L \subseteq \Sigma^* \times 2^T}$	Leksikon: har bir leksemaga ruxsat etilgan teg(lar)
$\boldsymbol{S}$	Affikslar (qo‘shimchalar) lug‘ati
$\boldsymbol{MA: \Sigma^* \to 2^{T \times F}}$	Morfologik analizator (lemma + xususiyatlar)

2. Bosqich A – Nomzod teglar to‘plami

Har bir token w_i uchun nomzodlar:

ISSN 3030-3907

$$C_i = \underbrace{\mathcal{L}(w_i)}_{leksion} \cup \underbrace{\{t \mid \exists s \in S(w_i = rs) \wedge \phi_s(t)\}}_{affiks\ qoidalari}$$

Bu yerda r – ildiz, ϕ_s – suffiks sss ma'nosi (-moqda ⇒ VERB). Finite-state morfologik analizatorlar aynan shu mexanizmni samarali FST sifatida kodlaydi

3. Bosqich B – Qoidalar tizimi

Qoidalar majmui $R = \{r_1, \dots, r_m\}$

Har bir qoida $r_j = (\varphi_j, \psi_j, \omega_j)$:

–**Antecedent** $\varphi_j(ctx_i)$: kontekst bo'yicha mantiqiy shart, masalan $tag(w_{i-1}) = ADJ.$

–**Consequent** ψ_j: tegga cheklov yoki tayinlash, masalan $t_i = NOUN.$

–**Og'irlik** $\omega_j \in \mathbb{R}_{\geq 0}$ (zarur bo'lsa yumshoq qoida).

Misol qoida (UZ)

$$r: \varphi(w_{i-1}) = [t_{i-1} = ADV] \Longrightarrow \psi(w_i) = [t_i = VERB]$$

Bu ko'rinish Brill transformatsion qoidalar formalizmiga o'xshashdir

4. Optimallashtirish modeli

Teglashni **cheklovlar qanoatlantirish** vazifasi sifatida ifodalaymiz.

1. **O'zgaruvchilar / Variables**

$x_{i,t} \in \{0,1\}, \quad x_{i,t} = 1 \Leftrightarrow t_i = t$.

2. **Kandidatlar sharti / Candidate constraint**

$x_{i,t} = 0 \qquad \forall\, t \notin C_i$

3. **Yagona teg sharti / Exactly-one constraint**

$\sum_{t \in T} x_{i,t} = 1 \quad \forall i$

4. **Qoidalar**

Deterministik qoida $\varphi_j \rightarrow \psi_j$ ni ILP shaklida qo'shamiz, masalan φ_j rost bo'lsa $x_{i,NOUN} = 1$

Og'irlikli (yumshoq) qoida uchun buzilish ko'rinishida:

$$v_j \geq \psi_j\ buzilish, \qquad Minimize \sum_j \omega_j v_j$$

5. **Maqsad**

$$\min_{x_{i,j}, v_j} \sum_j \omega_j v_j$$

Natijada ILP yechimi $x_{i,j}$ tayinlovini qaytaradi.

Interpretatsiya: tag assignment eng kam qoida buzilishi bilan mos keladi. Kichik korpuslar uchun qoida og'irligi $\omega_j = \infty$ qilib, butkul qat'iy tizim ham tuzish mumkin.

5. Sekvensial qoida mashinasi

ISSN 3030-3907

Brill usulidagi **transformatsion ketma-ketlik**:

1. **Boshlang‘ich tayinlov** $\tilde{t}_i^{(0)} = argmax_{t \in C_i} freq(t|w_i)$.
2. **Iterativ qoida qo‘llash**:

$$\tilde{t}_i^{(k)} = \begin{cases} \psi_k & agar\ \varphi_k\left(\tilde{t}_{i-1}^{(k-1)}, \tilde{t}_i^{(k-1)}, \dots\right) rost \\ \tilde{t}_i^{(k-1)} & aks\ holda \end{cases}$$

3. Oxirgi bosqich: $t_i = \tilde{t}_i^{(m)}$.

Bu modellash transformatsion o‘rganish paradigmasi bilan bir xil, tabiiy tilni teglashda muvaffaqiyatli qo‘llangan.

6. Algoritmik murakkablik

– **ILP yondashuvi** – nazariy jihatdan NP-murakkab, ammo $n \leq 50$ token va $m \leq 500$ qoida bo‘lsa, zamonaviy ILP solverlari tez yecha oladi.

– **Ketma-ket qoida tatbiqi** – $O(n \cdot m)$, chunki har bir qoida butun gapga tatbiq qilinadi, qoidalar odatda mahalliy ($k = \pm 1$) bo‘lsa, amalda juda tez.

7. Modeldan foydalanish

1. **Morfologik analiz** → C_i nomzodlar.
2. **Qoidalar bazasi**: grammatik, kontekstual, affikslarga asoslangan.
3. **Yechim topish**: ILP yoki ketma-ket qoida mashinasi.
4. **Natija**: (w_i, t_i) juftliklari, foydalanuvchi izohi bilan (mas., ta’lim/grammatika ilovalari uchun).

Shu tarzda, **qoidalarga asoslangan POS-teglash matematik modeli** ikki darajali:

1. **Morfologik cheklovlar** ← finite-state/affiks qoidalar o‘zbek morfologiyasini qat’iy ifodalaydi.
2. **Kontekstual qoidalar** ← deterministik cheklovlar sifatida formulalanib, **cheklovlarni qanoatlantirish** (ILP) yoki **ketma-ket transformatsiyalar** (Brill) yordamida yechiladi.

Ushbu rasmiylash morfologik boy, kam resursli tillar (o‘zbek, turk va boshq.) uchun **aniq, izohlanadigan** tegger yaratish imkonini beradi, hamda statistik/chuqur o‘rganish modellariga poydevor vazifasini bajaradi.

Qoidalarga asoslangan matematik modelga o‘zbek tili asosida misollar ko‘rishimiz mumkin. Quyida POS-tegger uchun ishlab chiqilgan o‘zbek tilidagi POS teglar ro‘yxati (qisqa variant) keltirilgan.

ISSN 3030-3907

№	POS teg	Belgilanishi
1.	Ot	N
2.	Sifat	JJ
3.	Fe'l	VB
4.	Son	NUM
5.	Ravish	RR
6.	Olmosh	P
7.	Bog'lovchi	C
8.	Ko'makchi	II
9.	Yuklama	Prt
10.	Modal so'z	MD
11.	Undov so'z	UH
12.	Taqlid so'zlar	IM
13.	Atoqli otlar	NER
14.	Iboralar	IB

1-Misol

Gap: *"Yaxshi ovqat yesang, yaxshi ishlaysan."*

№	Token	Suffix analizi (MA)	Nomzod C_i
1	**yaxshi**	suffiks yo'q	JJ, RR
2	ovqat	suffiks yo'q	N
3	**ye-sang** (ye+ *sang* = 2-shaxs shart)	*-sang* → shart mayli	VB
4	,	–	PUNCT
5	**yaxshi**	suffiks yo'q	JJ, RR
6	**ishla-ysan** (ishla+ *ysan* = 2-shaxs hozir)	*-ysan* → fe'l	VB

2-Misol

Gap: *"Kitoblarimizni maktabga olib bordik."*

2-Jadval.

Nomzodlar va qoidalar oldidan holat

№	Token	Tahlil (ildiz + qo'shimcha)	(C_i)
1	**kitob-lar-imiz-ni**	plural *-lar*, poss *-imiz*, acc *-ni* (N ⟶ N)	N
2	maktab-ga	dat *-ga* (N ⟶ N)	N
3	**ol-ib**	gerund *-ib* → VERB / (-ib ko'pincha ravish yasaydi)	VB, RR
4	bor-dik	past *-di*, 1-pl *-k* → VERB	VB

ISSN 3030-3907

3-Jadval.

ILP cheklovlari (qisqa ko‘rinish)

O‘zgaruvchi	Kandidat?	Qoida cheklovi	Natija
$x_{3,VB}$	1	Suffiks *-ib* → VERB (deterministik)	1
$x_{3,JJ}$	1	**Nolga majbur** ($x_{3,JJ} = 0$)	0

Model-formulaga qo‘shimcha izohlar

1. **Nomzodlar**: C_i lar morfologik analizator va qo‘shimcha lug‘at asosida olinadi.
2. **Qoida sifatida suffiks**: *-lar*, *-ga*, *-ib*, *-di* kabilar MorphUz lug‘atida tegishli grammatik funksiya bilan ro‘yxatga olingan.
3. **Rule-based tagger manbasi**: POS-tegger qoidalari va leksikoni bu ishga tayanch bo‘ldi.
4. **ILP modeli**: 2-jadvaldagi ikki o‘zgaruvchi uchun (deterministik) cheklov qo‘shilgach, optimallashtirish quyidagicha yoziladi

$$min\ 0, \qquad s.t. x_{3,VB} = 1, x_{3,JJ} = 0$$

Yagona yechim – $t_3 = VB$.

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, ushbu tadqiqotda o‘zbek tilida so‘z turkumlarini teglash uchun gibrid (qoida + statistika) model taklif etildi. Model qo‘lda yozilgan lingvistik qoidalar va HMM statistik modelini birlashtirgan holda, kichik hajmdagi ma’lumotlar sharoitida yuqori aniqlik ko‘rsatdi. Natijalar qoida asosidagi yondashuvning kuchli tomonlari (aniq morfologik tahlil) va statistik modelning kuchli tomonlari (kontekstni hisobga olish) muvaffaqiyatli uyg‘unlashganini tasdiqlaydi. Kelgusidagi ishlar sifatida, modelni kengroq korpuslarda sinash va uning taglash qobiliyatini yanada baholash rejalashtirilgan. Shuningdek, chuqur o‘rganish texnikalarini (masalan, BERT kabi) ushbu gibrid tizimga integratsiya qilish imkoniyatlari ko‘rib chiqiladi. Bu yanada yuqori aniqlikka erishish va kontekstual qoidalarni avtomatik o‘rganish imkonini berishi mumkin. Yana bir yo‘nalish – modelni dialog tizimlari va o‘quv dasturlariga joriy etish, bunda foydalanuvchilardan olingan fikr-mulohazalar asosida qoidalarni boyitish mumkin. Ushbu maqolada taqdim etilgan yondashuv o‘zbek tili uchun tabiiy tilni qayta ishlash sohasida muhim qadam bo‘lib, kelajakdagi kompyuter lingvistikasi tadqiqotlari va amaliy loyihalarda foydalanish uchun xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdurashetona, Abjalova Manzura, and Iskandarov Otabek Ismailovich. "Methods of tagging part of speech of Uzbek language." 2021 6th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK). IEEE, 2021.

ISSN 3030-3907

2. Sharipov, Maksud, et al. "UzbekTagger: The rule-based POS tagger for Uzbek language." arXiv preprint arXiv:2301.12711 (2023).
3. Bobojonova, L., Akhundjanova, A., Ostheimer, P. S., & Fellenz, S. (2025, January). BBPOS: BERT-based part-of-speech tagging for Uzbek. In Proceedings of the First Workshop on Language Models for Low-Resource Languages (pp. 287-293).
4. Murat, A., & Ali, S. (2024). Low-resource POS tagging with deep affix representation and multi-head attention. IEEE Access, 12, 66495-66504.
5. Boltayevich, E. B., Adalı, E., Mirdjonovna, K. S., Xolmo‘Minovna, A. O., Yuldashevna, X. Z., & Uktamboy O‘g‘li, X. N. (2023, September). The problem of POS tagging and stemming for agglutinative languages (Turkish, Uyghur, Uzbek languages). In 2023 8th International Conference on Computer Science and Engineering (UBMK) (pp. 57-62). IEEE.
6. Elov, B., & Xudayberganov, N. (2024). O ‘zbek tili korpusi matnlarini pos teglash usullari. Computer Linguistics: problems, solutions, prospects, 1(1).
7. Elov, B., Sh, H., Xudayberganov, N., Yodgorov, U., & Yuldashev, A. (2023). Pos tagging of Uzbek texts using hidden Markov models (HMM) and Viterbi algorithm. O ‘zMU xabarlari. Mirzo Ulug ‘bek nomidagi O ‘zbekiston Milliy universiteti ilmiy jurnali.

ISSN 3030-3907

AYRIM BIOGEN 3d-METALLARNING AZOTLI HOSILALARI QATORIDA PROTOTROP MUVOZANAT

Jo‘rayev Aziz Turob o‘g‘li
FJSTI, Tibbiy va biologik kimyo kafedrasi dotsenti, tadqiqotchi
Saduova Manzura Kuanishbay qizi
FJSTI, davolash ishi yo‘nalishi ikkinchi bosqich talabasi
Yo‘ldoshaliyeva Odinaxon Muzaffar qizi
FJSTI, davolash ishi yo‘nalishi birinchi bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada oraliq metallarning kompleks birikmalarini olish uchun keng ko‘lamdagi turli terminal o‘rinbosarlar saqlagan ko‘pfunksional polidentat ketoal’degid ligandlarni sintez qilishning samarali usullarini yaratish masalasi chuqur tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar. Tridentat ligandlar, benzoilsirka al’degid aroilgidrazonlari, aroilsirka aldegid, β-ketoal’degid, salitsil al’degid, ketoefir aroilgidrazon, kimyo sanoati, o‘simliklar o‘sishi, paxta, g‘alla, sabzavot.

Аннотация. В данной статье будет проведен углубленный анализ вопроса создания эффективных методов синтеза многофункциональных полидентатных кетоальдегидных лигандов, содержащих широкий спектр различных концевых заместителей для получения комплексных соединений промежуточных металлов.

Ключевые слова. Тридентат лиганды, бензоилсульфоальдегид ароилгидразоны, ароилсульфоальдегид, β-кетоальдегид, салициловый альдегид, кетоэфир ароилгидразон, химическая промышленность, рост растений, хлопок, зерно, овощи.

Abstract. This article analyzes in depth the issue of creating effective methods for synthesizing multifunctional polydentate ketoal'dehyde ligands, which have stored a wide range of different terminal substituents to obtain complex compounds of intermediate metals.

Keywords. Tridentate ligands, benzoylsyrka Al'degid aroilhydrazones, aroilsirka aldehyde, β-ketoal'degid, salicyl Al'degid, ketoefir aroilhydrazon, chemical industry, plant growth, cotton, wheat, vegetable.

KIRISH.

Dunyoda kimyo, kimyoviy texnologiya, farmakologiya va qishloq xo‘jaligida ishlatiladigan kompleks birikmalar tadqiqoti olimlarni diqqat e’tiborida bo‘lib, ularning sintezi va qo‘llanilishi jadal rivojlanmoqda. Chunki, havo va tuproq strukturasini buzilishi, shuningdek, yer maydoni va suv resurslari kabi tabiiy manbalarining cheklanganligi insoniyatning oziq-ovqat, qishloq xo‘jaligi mahsulotlariga bo‘lgan talablarini yildan-yilga ortib borayotganligi yerdan unumli

ISSN 3030-3907

foydalanish, yerlarning meliorativ holatini va tuproq unumdorligini oshirish orqali ekinlar hosildorligini oshirishga katta e’tibor qaratilmoqda. Ayrim d- va f-metallarning organik ligandlar bilan hosil qilgan kompleks birikmalari qishloq xo‘jaligida yetishtiriladigan texnik ekinlarni hosildorligini oshirishga xizmat qiladigan, arzon, mahalliy xom ashyolardan sintez qilinib, atrof-muhit va istemolchilarga salbiy ta’sir ko‘rsatmaydigan biologik faol stimulyatorlar yaratish bugungi kunning dolzarb masalalaridan hisoblanadi.

O‘zbekiston Respublikasini yanada rivojlantirish bo‘yicha Harakatlar strategiyasining uchinchi yo‘nalishida «tarkibiy o‘zgartirishlarni chuqurlashtirish va qishloq xo‘jaligi ishlab chiqarishini izchil rivojlantirish, mamlakat oziq-ovqat xavfsizligini yanada mustahkamlash, ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish, agrar sektorning eksport salohiyatini sezilarli darajada oshirish» ga qaratilgan muhim vazifalar belgilab berilgan. Bu borada mamlakatimizda mavjud xom-ashyolar asosida paxta, g‘alla, sabzavot va poliz ekinlari uchun yuqori samarali, ekologik toza, polifunksional ta’sirli o‘simliklarni o‘stiruvchi stimulyatorlarni yaratish muhim ahamiyat kasb etadi [1,2].

ADABIYOTLAR TAHLILI

Respublikamizda organik ligandlar asosida metall ionlari bilan kompleks birikmalarning sintezi va tadqiqoti sohasidagi ilmiy ishlarni amalga oshirish hamda rivojlantirish borasida N.A. Parpiyev, H.T. Sharipov, O.F. Xodjayev, O.A. Shobilolov, B.B. Umarov, T.A. Azizov, H.X. To‘rayev, Sh.A. Qodirovalar shug‘ullanishmoqdalar. Ushbu olimlarimiz tomonidan yangi ko‘pfunksional polidentat ligandlar, shuningdek ularning oraliq metallar bilan komplekslari olingan, ularning tuzilishi hamda xossalari atroflich o‘rganilgan va tahlil qilingan.

Xorijiy mamlakatda ushbu yo‘nalishda Geraldes C. F., Barros M. T., Agrawal A., Prasad R.N., Dutta R.L., Hamza S.M., Woodruff D. N., Stadler A.-M., Iskander M.F kabi olimlar keng ishlarni amalga oshirishdilar. Ular tomonidan ko‘pdentatli ligandlarning metal komplekslari, Ni, Zn, Cu, Co, Fe, Mn, V kabi metallar komplekslari katalitik va biologik faol xossalari o‘rganilgan.

Sintez qilingan erkin ligandlar va ular asosidagi kompleks birikmalarning biofaolligi, kimyoviy va katalitik xossalari butunlay boshqa yo‘nalishlarda o‘zgarishini ta’minlaydi. Chunki markaziy atom ligandlarning donor atomlari bilan mustahkam donor-aksteptor bog‘lar tizimi bo‘ylab elektron almashinuv sodir bo‘ladi. Natijada butun kompleks birikma molekulasi ichida yaxlit koordinasion sfera hosil bo‘ladi va bu hodisa “koordi-nastion birikmalarning elektron effekti” deyiladi. Elektron effekt ta’sirida olingan kompleks birikmalarning termodinamik va kinetik xossalari o‘zgaradi. Metall aralashmalaridan ayrim ionlarni ajratib olish, bundagi ligandlarning selektivligini oshirish, tirik organizmlarni uchraydigan

ISSN 3030-3907

murakkab tuzilishdagi moddalar modellarini yaratish, ulardagi bioelementlarning ta’sirchanligini turli yo‘nalish-larda o‘zgartirish bu kundagi kimyogarlar oldiga qo‘yilgan muhim muammolar-ning biri hisoblanadi. Shuning uchun ham bu xildagi polifunksional ko‘p dentatli ligandlar bilan oraliq metallar koordinasion birikmalari tadqiqoti sintetik kimyo-ning o‘ta dolzarb muammosi hisoblanadi [4-7].

2,4-dioksopentan kislota efirlarining *para*-almashingan benzoy kislota gidrazidlari bilan o‘zaro kondensatlanishidan olingan organik tridentat ligandlar asosida Ni(II), Cu(II), Zn(II), Mn(II) va Co(II) metallar bilan kompleks birikmalar kimyoviy jarayonlarda katalizator, o‘simliklarni o‘sishini tezlashtiruvchi biofaol moddalar, turli mikroorganizmlarga qarshi baktritsid va fungitsidlar kabi yuqori samara beradigan preparatlarni olishda va tibbiyotda keng miqiyosida ishlatilish masalariga alohida e’tibor qaratilmoqda. Shuning uchun turli terminal o‘rinbosarlar saqlagan ko‘pfunksional polidentat ketoeferlarni sintez qilishning samarali usullarini yaratish dolzarb vazifalardan hisoblanadi.

Ta’kidlash joizki, Respublikamizda qishloq xo‘jaligi ekinlarini kimyoviy himoyalash va urug‘lar unishi va o‘simliklarning o‘sishini tezlashtiruvchi preparatlar ishlab chiqarish hali yetarli darajada deb bo‘lmaydi. O‘zbekiston Respublikasini rivojlantirishning Harakatlar strategiyasida «yuqori texnologiyali qayta ishlash tarmoqlarini, eng avvalo, mahalliy xom ashyo resurslarini chuqur qayta ishlash asosida yuqori qo‘shimcha qiymatli tayyor mahsulot ishlab chiqarishni jadal rivojlantirishga qaratilgan sifat jihatidan yangi bosqichga o‘tka-zish orqali sanoatni yanada modernizatsiya va diversifikatsiya qilish», «prinsipial jihatdan yangi mahsulot va texnologiya turlarini o‘zlashtirish» va «mamlakat oziq-ovqat havfsizligini yanada mustahkamlash, ekologik toza mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish» ga qaratilgan muhim vazifalar belgilab berilgan[1,2]. Bu borada respublikamiz iqtisodiyotning yetakchi tarmoqlarini, jumladan, kimyo va farmasevtika sanoatini rivojlantirishda, yo‘naltirilgan organik sintezlar asosida yangi ligandlar olish, ularning eritmadagi va qattiq holatdagi tarkib-tuzilish-xossalarini tadqiq qilish hamda ba’zi 3d-metallar bilan kompleks birikmalarini amaliyotga qo‘llash dolzarb vazifalardan bo‘lib, muhim ahamiyat kasb etadi. [4-5].

TADQIQOT METODOLOGIYASI

2,4-dioksopentan kislota etil efirining *para*-almashingan benzoy kislota gidrazidlari bilan kondensat-lanish mahsulotlarining geometrik tuzilishi eritmada gidrazon, chiziqli yengidrazin va halqali 5-gidroksi-2-pirazolin tautomer shaklda uchrashi isbotlandi.

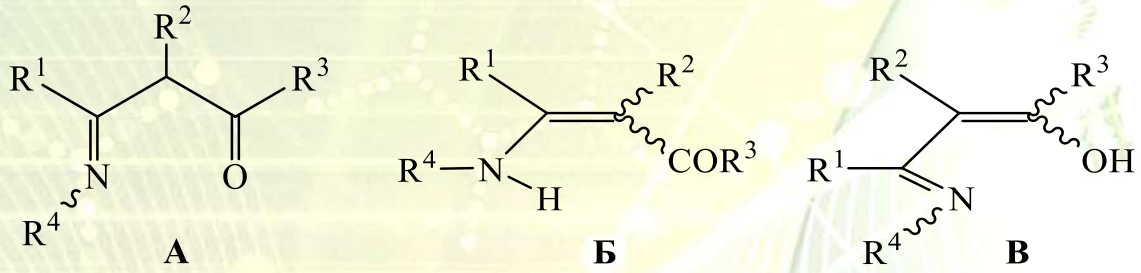
Ketoefirlarning *para*-almashingan aroilgidrazonlari kristall holatda va deteriylangan xloroformdagi ($CDCl_3$) eritmasida halqali 5-gidroksi-2-pirazolin

ISSN 3030-3907

tuzilishda, qutbli erituvchi DMCO-d_6 dagi eritmasida esa gidrazon va chiziqli yengidrazin tautomer muvozanatda bo‘lishi IQ-, YaMR-^{1}H spektroskopiyalari va RSA orqali aniqlandi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

β-dikarbonil birikmalar bilan tarkibida qo‘shimcha nukleofillik funksiyasini namoyon qilmagan azot saqlovchi reagentlarning o‘zaro ta’sirlanish mahsulotlari uchun uchta tautomer – ketoimin A, tutash ketoenamin Б va iminoenol B (1-sxema) shakllar mavjud bo‘lishi mumkin:



1-sxema

Ketoenamin (Б) va iminoenol (B) tautomerlar o‘xshash tutash sistemasiga ega bo‘ladi, lekin (B) tautomer holatida uning hosil bo‘lishi kislorod atomida musbat va azot atomida manfiy zaryadlarning paydo bo‘lganligini bildiradi, biroq bu ularning nisbiy elektromanfiyliklari bilan mos kelmaydi.

Dikarbonil birikmalarning azotli hosilalari uchun muvozanat faqat A va Б shakllarni o‘z ichiga oladi. Ular tutash Б ketoenamin shaklda mavjud bo‘lish tendensiyasiga ega bo‘lib, dikarbonil birikmalarning birlamchi aminlar bilan kondensatlanish mahsulotlarining ko‘pchiligi aynan shu shaklda mavjud bo‘ladi [3]. Muvozanat qaror topishi uchun A shakl barqarorlashishi kerak, masalan C=N bog‘ bilan tutashish qobiliyatiga ega bo‘lgan azot atomidagi o‘rinbosar qo‘llanilganda buni kuzatish mumkin. Tautomer aralashmalar ko‘rinishida ko‘pincha dikarbonil birikmalarning N,N-dialmashingan hosilalari mavjud bo‘lib, ularning gidrazon fragmentida p-π-tutashish amalga oshadi [4]. Ketoenamin Б tuatomerning barqarorligi p-π-π-tutash sistemaning mavjudligi bilan aniqlanib, ular tarkibida azotning bo‘linmagan elektronlar juftini hamda C=C va C=O bog‘larini saqlaydi. Elektron o‘zaro ta’sirlarni maksimal amalga oshirish uchun tutashishda qatnashadigan elementlarning qat’iy muayyan fazoviy joylanishi zarur bo‘ladi. Shuning uchun o‘rinbosarlarning hajmini oshirish bilan A va Б shakllar energetik pog‘onalarining shunday yaqinlashuviga erishi mumkin. Elektron o‘zaro ta’sirlar yordami bilan A shaklni barqarorlashtirgan hamda o‘rinbosarlar orasida sterik ta’sirlarni ko‘paytirib Б shaklni beqarorsizlantirgan holda har qanday dikarbonil birikmalar (aldo- yoki ketoefirlar, ketoaldegidlar yoki diketonlar) azotli hosilalari uchun haqiqiy tautomer muvozanatiga erishish mumkin va shu asosaida A va Б

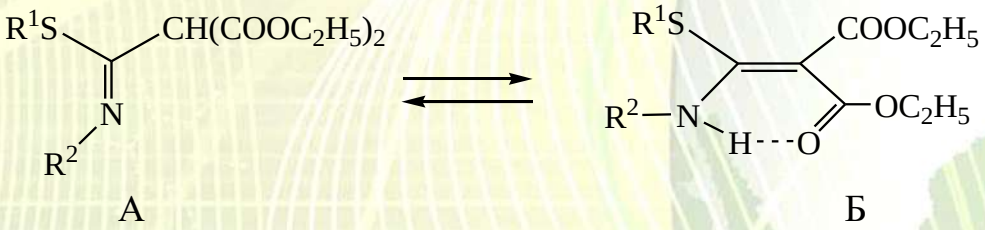
ISSN 3030-3907

uchun ketoimin-ketoenamin (imin-enamin) muvozanat qonuniyatlarini aniqlash mumkin.

Dikarbonilli fragmentning turli holatidagi aromatik halqaga donor o‘rinbosarlarning kiritilishi A imin tautomerning, N-aromatik yadroga kiritilishi esa – Б tautomerning paydo bo‘lishiga yordam beradi [3,4].

π-akseptor o‘rinbosarlar, masalan murakkab efir yoki atsil guruhining karbonil guruhidagi uglerod atomining α-holatiga kiritilishi muvozanatni B tutash shakli tomoniga siljitadi [3]. C=N bog‘idagi bunday o‘rinbosarning ta’siri azot atomidagi o‘rinbosarning (R^4) tabiatiga bog‘liq bo‘ladi. Agar bu o‘rinbosar alkil yoki aril guruhi bo‘lsa, elektron akseptor o‘rinbosar R^1 ning kiritilishi Б tautomer hosil bo‘lishiga yordam beradi. Agarda azot atomidagi o‘rinbosar N,N-dialmashingan guruh (dikarbonil birikmalarning gidrazonlari) bo‘lsa, unda alkil yokiaril R^1 guruhning π-akseptor o‘rinbosarga almashtirilishi muvozanatni A tautomer tomoniga siljitadi.

Karrali bog‘lar bilan tutashish qobiliyatiga ega bo‘lgan dikarbonil qismning C=N va C=O bog‘laridagi π-elektron donor o‘rinbosarlar muvozanatning A tautomer tomoniga siljishini keltirib chiqaradi (2-sxema).



A Б

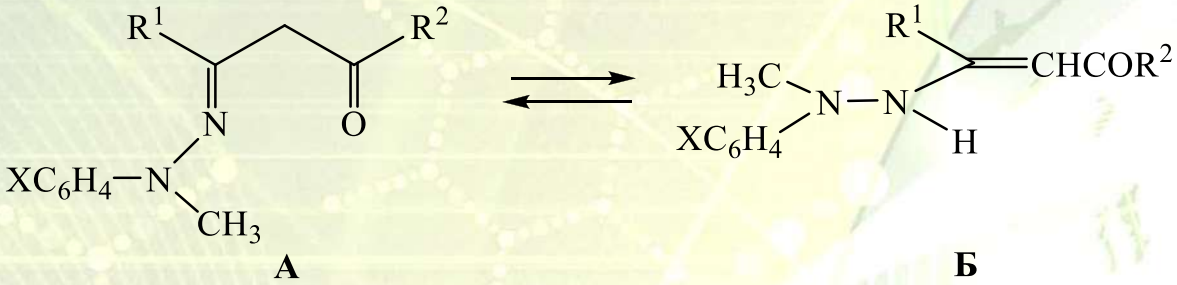
2-sxema

Demak, yuqorida ko‘rsatilgan C,N-keten-atsetallar (ularni RSCO-$CH(COOEt)_2$ ko‘rinishdagi dikarbonil birikmalarning azotli hosilalari deb qabul qilish mumkin) imin va enamin shakllar aralashmasi sifatida mavjud bo‘ladi. Atsetosirka va atsetilmalon efirlarning tegishli hosilalari enamin tuzilishga ega bo‘ladi [4].

Azot atomida π-donor o‘rinbosarning paydo bo‘lishi (bu dikarbonil birikmalarning N,N-dialmashingan gidrazonlari misolida ko‘p marta ko‘rsatilgan edi) imin tautomerning hosil bo‘lishiga zamin yaratadi. Dialmashingan gidrazonlarni imin shaklining barqarorlashishi gidrazon fragmentining ichidagi elektron o‘zaro ta’sirga bog‘liq bo‘ladi. Bunday o‘zaro ta’sir N-N bog‘ga nisbatan muayyan konformatsion tuzilishni talab qiladi. Dikarbonil birikmalarning N,N-dimetilgidrazonlaridan ikkinchi azot atomida yanada hajmdaor o‘rinbosarlarni tutgan gidrazonlar, masalan diizopropilgidrazonlarga o‘tilganda chiziqli A tautomerning ulushini kamaytiradi [5-6]. Dikarbonil birikmalarning N-metil-N-aroilgidrazonlari qatorida tautomer muvozanatning siljishi C=N bog‘dagi

ISSN 3030-3907

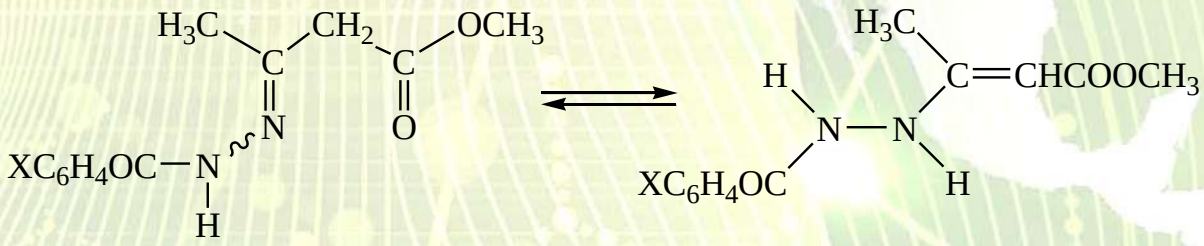
guruhning tuzilishiga bog‘liq bo‘ladi. Agar R^1o‘rinbosar sifatida vodorod atomi yoki alkil guruh ishtirok qilsa, unda N-aromatik yadrodagi donor o‘rinbosarlar muvozanatni B enamin tautomeri tomoniga siljitadi. Agar C=N bog‘ida kuchli π- yoki σ-elektronakseptor (murakkab efirli yoki triftormetil) guruh mavjud bo‘lsa, unda benzol halqasiga donor o‘rinbosarlarning kiritilishi muvozanatni imin shakli tomoniga siljitadi (3-sxema) [6.].



А **Б**

3-sxema

Dikarbonil birikmalarning N-atsilgidrazonlari imin shaklda mavjud bo‘lish tendensiyasini yaqqol namoyon qiladi. Bunday holatda ushbu shakl C=N, ikkinchi azot atomidagi bo‘linmagan elektron juft va atsil guruhining C=O bog‘i ishtirokida π-p-π-tutash sistemasi bilan barqarorlashadi. Atsetosirka kislota metil efirining N-aroilgidrazoni misolida ko‘rish mumkinki, aromatik yadroga akseptor o‘rinbosarning kiritilishi A imin tautomerning hosil bo‘lishiga olib keladi (4-sxema) [5-8].



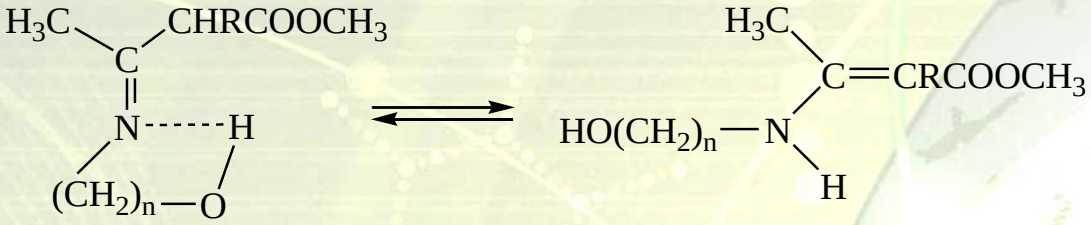
4-sxema

B enamin shaklning ulushi faqatgina karbonil guruhning uglerod atomida hajm ko‘payganda va α-o‘rinbosarlar bo‘lmaganda ortadi. Boshqa barcha holatlarda o‘rinbosar hajmi kattalashganda Б tautomerning ulushi kamayadi. Tutash shakl Б ning sezgirligi kutilgandek yuqori bo‘ladi, chunki uning hajmining o‘zgarishi C=C bog‘iga nisbatan ta’sir ko‘rsatadi. Dikarbonil guruhdagi chetki o‘rinbosarlar hamda N-C_{sp^2} va C_{sp^2}-C_{sp^2} oddiy bog‘lardagi azot atomining o‘rinbosari hajmining kattalashishi B tautomerning to‘liq yo‘qolishiga olib kelishi mumkin [5, 7, 8].

Tautomer muvozanatga o‘rinbosarlarning boshqa spetsifik munosabatlari ham ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Masalan, ketoefirlar bilan aminospirtlarning kondensatlanish mahsulotlari, izosterik birlamchi aminlarning kondensatlanish

ISSN 3030-3907

mahsulotlariga nisbatanA imin shaklda mavjud bo‘lish moyilligini namoyon qiladi [9]. Bu erda A tautomerning mavjud bo‘lishiga yordam beruvchi omillardan biri aminning OH guruhi va C=N bog‘i orasida ichki molekulyar vodorod bog‘lanishning (IMVB) hosil bo‘lishi hisoblanadi (5-sxema).



5-sxema

Shunday qilib, A imin shaklning raqobatbaordoshlik qobiliyati C=N va C=O bog‘lardagi uglerod atomlariga π-o‘rinbosarlar kiritilganda, dikarbonilning α- va β-holatidagi, ayniqsa C=O bog‘idagi o‘rinbosarning hajmi kattalashganda oshib boradi. Azotli reagentlarni ularning dikarbonil birikmalar bilan ta’sirlanish mahsulotlarida A imin shaklning paydo bo‘lish ehtimolligi darajasi bo‘yicha quyidagi qatorga joylashtirish mumkin:

$NH_2OR > NH_2NHCOR > NH_2NR_2 > NH_2Ar > NH_2Alk > NH_2COR > NH_3$

Ammiak bilan ta’sirlanish mahsulotlari faqat Б enamin shaklda mavjud bo‘ladi, *o*-alkil(aril)gidroksilaminlarning hosilalari dikarbonil birikmaning tuzilishi va erituvchining tabiatidan qat’iy nazar A imin tuzilishga ega bo‘ladi [7-9].

Muhokamiz davomida oldimizga perftoralkil saqlovchi 1,3-diketonlarning atsilgidrazonlar bilan reaksiyasini o‘rganish vaqtida aniqlangan qonuniyatlar shunday nukleofillarning 1,3-diketonlar, aynanatsilpirovino kislotaning efirlari bilan ta’sirlanishiga qanchalik bog‘liq ekanligini aniqlash vazifasi ham qo‘yildi, chunki ular ham tarkibida kuchli, lekin perftoraklkildan birinchi navbatda kichik effektiv hajmi va boshqa elektron xossalari bilan farq qiluvchi elektron akseptor o‘rinbosar – alkoksikarbonil guruhni saqlaydi ($\Delta G^0(CF_3)$=2,1 kkal/mol, $\Delta G^0(COOC_2H_5)$=1,20 kkal/mol, bu erda ΔG^0–siklogeksan o‘rinbosarlarining erkin konformatsion energiyasi; $\sigma_1(CF_3)$=0,402, $\sigma_1(COOC_2H_5)$ = 0,30).

XULOSA

Olingan polifunksional tridentat organik ligandlarning geometrik tuzilishi halqali 5-gidroksi-2-pirazolin tautomer shaklda bo‘lishi kuzatildi. Ketoefirlarning *para*-almashingan benzoy kislota gidrazidlari kristall holatda IQ spektrlari tahlili halqali pirazolin tushilishga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Sintez qilingan tridentat organik ligandlar deteriylangan xloroformdagi ($CDCl_3$) eritmasidan olingan YaMR-^{1}H spektroskopiyasi ma’lumotlarida AB-

ISSN 3030-3907

sistema hosil bo‘lishi, halqali 5-gidroksi-2-pirazolin tautomer shaklda ekanligini isbotlaydi.

Qayta kristallash natijasida ajratib olingan H_2L^1 va H_2L^3 ligandlarning monokristallari o‘stirilda va rentgenstruktur analiz usulida (RSA) tadqiq qilindi. RSA ma’lumotlari olingan ligandlar halqali 5-gidroksi-2-pirazolin shaklda ekanligini ko‘rsatdi, IQ spektroskopiya xulosalarini tasdiqlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoev Sh.M. Tanqidiy tahlil, qat’iy tartib-intizom va shaxsiy javobgarlik – har bir rahbar faoliyatining kundalik qoidasi bo‘lishi kerak. Mamla-katimizni 2016 yilda ijtimoiy-iqtisodiy rivojlantirishning asosiy yakunlari va 2017 yilga mo‘ljallangan iqtisodiy dasturning eng muhim ustuvor yo‘nalishlariga bag‘ishlangan Vazirlar Mahkamasining kengaytirilgan majlisidagi ma’ruzasi, 2017 yil 14 yanvar. Sh.M. Mirziyoyev.- Toshkent: O‘zbekiston. 2017. -104 b.
2. 2017 yil 23 avgustdagi “2017-2021 yillarda kimyo sanoatini rivojlantirish dasturi to‘g‘risida” gi PQ-3236 qarori.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2018 yil 25 oktyabrdagi “O‘zbekiston Respublikasining kimyo sanoatini tezkor rivojlantirish chora tadbirlari to‘g‘risida” gi PQ-3983 qarori.
4. Умаров Б.Б., Эргашов М.Я., Кароматов С.А. Строение и таутомерия ацилгидразонов формилпинаколина.- Бухоро давлат университети илмий ахбороти.-2019.- №1(73).- Б. 59-66.
5. Ершов А.Ю., Лагода И.В., Якимович С.И., Зерова И.В., Пакальнис В.В., Шаманин В.В. Строение продуктов конденсации альдегидов, кетонов и альдоз с гидразидом 3-меркаптопропионовой кислоты // Журн. орг. химии.- 2009.- Т. 45.- № 5.- С. 754-756.
6. Алексеев В.В., Зеров А.В., Пакальнис В.А., Якимович С.И. Взаимодействие ароилуксусных альдегидов с гидразидом 2-аминобензойной кислоты / Тез. докл. Третьей Всерос. научной конф. с междунар. участием “Успехи синтеза и комплексообразования”.- Москва, Россия.- РУДН.- 21-25 апреля 2014.- С.102.
7. Умаров Б.Б., Турсунов М.А., Минин В.В. Комплексы с производными кетоальдегидов и кетоэфиров. – Ташкент.- Нишон ношир.- 2016. -350 с.
8. Турсунов М. А., Авезов К. Г, Умаров Б. Б., Парпиев Н. А. Спектры ПМР и кристаллическая структура комплекса никел(II) с ароилгидразонами этилового эфира 5,5-диметил-2,4-диоксогексановой кислоты. Координационная химия, 2017, том 43, № 2, с. 99–102.
9. Шокова Э.А., Ким Дж. К., Ковалев В.В. 1,3-дикетоны. Синтез и свойства // Журн. орг. химии.- 2015.- Т. 51.- № 6.- С. 773-847.

ISSN 3030-3907

10. Tursunov M. A., Avezov K. G., Umarov B. B. and ParpievN. A. ^{1}H NMR Spectra and Crystal Structure of the Nickel(II) Complex with Ethyl 5,5-Dimethyl-2,4-Dioxohexanoate Aroylhydrazones. Russian Journal of Coordination Chemistry, 2017, Vol. 43, No. 2, pp. 93–96.

ISSN 3030-3907

RENIYNING TEXNIKA, AVIATSIYA VA ISSIQBARDOSH QOTISHMALARDA QO‘LLANILISHI

Xakimov Kamol Jurayevich

Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti, “Neft-gaz va konchilik ishi” kafedrasi mudiri, dotsent.

Xasanov Abdirashid Saliyevich

“Olmaliq kon-metallurgiya kombinati” AJ, Innovatsion texnologiyalarni ishlab chiqish va tadbiq etish markazi direktorining o‘rinbosari, professor.

Daniyarov Izzatulla Djansaitovich

“Olmaliq kon-metallurgiya kombinati” AJ, Mis eritish zavodi, kamyob metallar ishlab chikarish sexi boshlig‘i.

Annotatsiya. Mazkur maqolada reniyning xalq xo‘jaligidagi ahamiyati, uning texnika, aviatsiya va issiqbardosh qotishmalarda qo‘llanilish xususiyatlari ilmiy asosda tahlil qilingan. Reniyning yuqori erish va qayta kristallanish harorati, yuqori mexanik mustahkamligi hamda korroziyaga chidamliligi kabi noyob fizik-kimyoviy xossalari uni zamonaviy aerokosmik, energetika va neftni qayta ishlash sanoatida muhim strategik metall sifatida namoyon etishi ko‘rsatib berilgan. Volfram-reniy, molibden-reniy hamda nikel asosidagi superqotishmalar tarkibida reniyning qo‘llanilishi yuqori harorat sharoitida ishlovchi detallar ishonchliligini va xizmat muddatini sezilarli darajada oshirishi asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: reniy, issiqbardosh qotishmalar, qiyin eruvchi metallar, aviatsiya sanoati, kosmik texnika, gaz turbinalari, raketa dvigatellari, termoparalar, katalizatorlar, aerokosmik sanoat, ammoniy perrenat.

Аннотатsiя. В данной статье на научной основе анализируется значение рения в народном хозяйстве, а также особенности его применения в технике, авиатsии и жаропрочных сплавах. Показано, что уникальные физико-химические свойства рения, такие как высокая температура плавления и рекристаллизатsии, высокая механическая прочность и коррозионная стойкость, делают его важным стратегическим металлом в современной аэрокосмической, энергетической и нефтеперерабатывающей промышленности. Обосновано, что применение рения в составе вольфрам-рениевых и молибден-рениевых сплавов, а также суперсплавов на никелевой основе значительно повышает надёжность и срок службы деталей, работающих в условиях высоких температур.

Ключевые слова*:* рений, жаропрочные сплавы, тугоплавкие металлы, авиатsионная промышленность, космическая техника, газовые турбины, ракетные двигатели, термопары, катализаторы, аэрокосмическая промышленность, перренат аммония.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article provides a scientific analysis of the significance of rhenium to the national economy, as well as the specifics of its application in engineering, aviation, and high-temperature alloys. It is shown that the unique physicochemical properties of rhenium - such as its high melting and recrystallization temperatures, high mechanical strength, and corrosion resistance - make it a key strategic metal in the modern aerospace, energy, and oil refining industries. The article substantiates that the use of rhenium in tungsten-rhenium and molybdenum-rhenium alloys, as well as in nickel-based superalloys, significantly increases the reliability and service life of components operating under high-temperature conditions.

Keywords: rhenium, superalloys, refractory metals, aviation industry, space technology, gas turbines, rocket engines, thermocouples, catalysts, aerospace industry, ammonium perrhenate.

KIRISH.

Zamonaviy sanoat taraqqiyoti yuqori harorat, katta mexanik yuklama va agressiv kimyoviy muhit sharoitida ishlay oladigan yangi avlod materiallarini yaratishni talab etmoqda. Ayniqsa, aerokosmik texnika, gaz turbinalari, atom energetikasi va neftni qayta ishlash sanoatida qo‘llaniladigan konstruksion hamda funksional materiallarga qo‘yilayotgan talablar tobora ortib bormoqda. Bunday sharoitda qiyin eruvchi va noyob metallar orasida reniy (Re) alohida ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi.

Mazkur maqolada reniyning xalq xo‘jaligidagi ahamiyati, uning texnika va aviatsiya sanoatida qo‘llanilishi, issiqbardosh qotishmalar va katalizatorlar tarkibidagi o‘rni hamda istiqboldagi rivojlanish tendensiyalari ilmiy asosda tahlil qilinadi.

So‘nggi paytlarda reniy sanoatda tobora kengroq qo‘llanila boshladi va uning qo‘llanish sohalari doimiy ravishda kengayib bormoqda.

Reniy qotishmalari. Ishlab chiqarilayotgan reniyning 40 % gacha qismi qotishmalar tayyorlash uchun ishlatiladi. Reniydan foydalanishning dastlabki yo‘nalishlaridan biri olovbardosh qotishmalar yaratish bo‘lgan. Ushbu qotishmalar tarkibiga reniydan tashqari nikel, xrom, molibden va titan ham kiradi. Reniyning 1150°C gacha juda yuqori qattiqlik va plastiklikka ega bo‘lgan issiqbardosh qotishmalari mavjud. XX asrning 90-yillariga kelib reniyning issiqbardosh qotishmalarini qo‘llashning yangi, metall sig‘imi yuqori bo‘lgan sohasi – aviatsiya va kosmik texnika uchun superqotishmalar ishlab chiqarish shakllandi. Gap shundaki, reniy erish harorati bo‘yicha volframdan biroz past tursada, uning qayta kristallanish harorati yuqoriroqdir (volframda 1100 °C bo‘lsa, reniyda bu ko‘rsatkich 1500 °C ga teng). U yuqori haroratdagi mexanik xossalari bilan

ISSN 3030-3907

volfram va boshqa qiyin eruvchi metallardan ustun turadi. Zamonaviy metallurgiyada 2000–3000 °C darajadagi eng yuqori mexanik xossalarga faqat reniy qotishmalari orqali erishish mumkin, deb hisoblanadi [1; 25-33 b].

Reniyning volfram va molibden bilan hosil qilgan qotishmalari ayniqsa keng qo‘llanadi. Ushbu qotishmalarning asosiy qo‘llanilish sohalari kosmik, aviatsiya va raketa texnikasi (termoion dvigatellar detallari, raketa uchliklari, raketa soplolari qismlari) hisoblanadi. Reniy nikel asosidagi yuqori haroratli superqotishmalar ishlab chiqarishda ham keng qo‘llanila boshladi. Bu qotishmalardan samolyot turbinalarini yasashda foydalaniladi. MR-47VP qotishmasidan tayyorlangan torsionlar o‘z xususiyatlari bo‘yicha barcha mavjud materiallardan ustun turadi.

Reniyning volfram bilan qotishmalari atom energetikasida 1650–3000 °C haroratda ishlay oladigan issiqlik ajratuvchi elementlar qobig‘ini tayyorlash uchun qo‘llaniladi. Ta-W-Re qotishmasidan esa kosmosdan Yerga qaytuvchi apparatlarning issiqlikdan himoya qiluvchi ekranlari yasaladi. Juda qiziqarli xususiyatlarga ega bo‘lgan $ReSi^2$-metalloid qotishmasi yarimo‘tkazgich texnikasida himoya qoplamasi sifatida ishlatiladi. Re/Ir -20Re va Re/Ir qotishmalari alohida ahamiyatga ega hisoblanadi. Ular kosmik apparatlar qoplamalarini himoya qilishda qo‘llaniladi. Platinaga reniy qo‘shilishi uning korroziyaga qarshi xususiyatlarini pasaytirmagan holda yeyilishga chidamliligini oshiradi.

Reniyning platina bilan qotishmasi sun’iy ipak ishlab chiqarishda fileralar tayyorlash uchun, shuningdek, avtomatik ruchkalar patlarining uchlarini yasashda qo‘llanadi. Bu maqsadda tarkibida 10–60% reniy bo‘lgan korroziyabardosh qotishmalardan foydalaniladi. Reniy qo‘shimchalari iridiy-rodiy qotishmalarining mexanik xossalarini sezilarli darajada yaxshilab, ulardan juda yupqa folga va sim tayyorlash imkonini beradi [2].

Reniy qoplamalari. Reniy va uning asosidagi qotishmalar kislotalar hamda ishqorlarga nisbatan a’lo darajadagi kimyoviy chidamlilikka ega. Shu bois, uskunalarni kuchli kimyoviy vositalar ta’siridan himoya qilish uchun reniy qoplamalarini tayyorlashda foydalaniladi. Bunda reniyni suvli muhitlardan mis, latun, nikel va boshqa metallarga cho‘ktirish texnologiyasi ancha oddiy. Reniyli qoplamalar kumushni himoyalash uchun ishlatiladi; elektron lampalardagi volfram cho‘g‘lanma iplari reniy bilan qoplanadi. Volfram iplardagi reniyli qoplamalar va, ayniqsa, reniy iplarining o‘zi suv bug‘lari mavjudligida volfram iplarga qaraganda ancha chidamliroqdir. Masalan, diametri 0,25 mm bo‘lgan volfram va reniy sim suv bug‘lari ishtirokida azot va vodorod aralashmasi atmosferasida qizdirilganda, reniy 2000–3000°S gacha bo‘lgan haroratlarda volframga nisbatan 2–3 barobar barqarorroq bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Elektr apparaturalari qismlari. Reniy dengiz suvi bilan to‘yingan havo ta’siriga chidamliligi tufayli dengiz kemalariga o‘rnatiladigan dinamomashinalarning kontaktlarida muhim sanoat ahamiyatiga ega. Vibratsiyali turdagi apparatlar va elektron lampalarda ishlaydigan reniy qotishmasi asosidagi elektr kontaktlari o‘zini yaxshi tomondan ko‘rsatdi.

Reniyning platina bilan qotishmalari muhim elektr kontaktlar, tok uzgichlar, kompaslar va boshqa asboblarda qo‘llaniladi. Qizdirish spirallarida volfram-reniy va molibden-reniy qotishmalaridan foydalanish, ma’lum bo‘lgan volfram-molibden spirallariga nisbatan ularning xizmat muddatini 5–10 barobar uzaytiradi.

Termoelementlar. Reniydan foydalanib yasalgan termoparalar 2000°S gacha bo‘lgan haroratda ishlaydi va oddiy platina-rodiy termoparalariga qaraganda 3–4 baravar yuqori termo-e.yu.k.ga (termoelektr yurituvchi kuchga) ega. Reniy-volfram qotishmalaridan yasalgan termopara yordamida esa haroratni deyarli 3000°S gacha o‘lchash mumkin.

Asbobsozlik. Bug‘lanish tezligining pastligi, solishtirma elektr qarshiligining yuqoriligi, termoelektron emissiyasining balandligi reniyni elektronika sanoati uchun qimmatli materialga aylantiradi. Reniyning o‘zi va reniy bilan qoplangan detallar odatdagilarga qaraganda bir necha barobar chidamliroqdir. Asbobsozlikda reniydan yasalgan detallar juda qadrlanadi. Bu sohada u aniq asboblar detallarini, aniq tarozilar tayanchlarini, geodeziya apparaturalarining prujina va o‘qlarini yasash uchun keng qo‘llaniladi [3; 56–59-b.].

Katalizatorlar. Reniyni qazib olish va ishlab chiqarishga uni qo‘llashning yangi sohasi – katalizatorlar tayyorlash kuchli turtki berdi. Katalizatorning asosiy xususiyati kataliz jarayonida qayta kristallanishga chidamli bo‘lishidir. Shu nuqtayi nazardan, reniy katta qiziqish uyg‘otadi, chunki u yuqori erish harorati va sezilarli zichlikka ham ega.

Ammoniy perrenat suvda yaxshi erishi sababli, undan shimdirish usuli (eng oddiy va arzon usul) yordamida katalizatorlar tayyorlash uchun foydalanish mumkin.

1968-yilda AQSHda uglevodorodlar konversiyasi reaksiyalarida qo‘llanadigan, tashuvchiga o‘rnatilgan bimetall Pt-Re katalizatori ixtiro qilindi. O‘sha yiliyoq bunday katalizator asosida benzin fraksiyalarini riforming qiluvchi birinchi zavod ishga tushirildi. Bu jarayon “reniforming” deb nomlandi.

Benzin ishlab chiqarishda reniy katalizatorlaridan foydalanish qurilmalarni qayta qurmasdan ularning ish unumdorligini hamda benzinning oktan sonini oshirish imkonini berdi.

Sanoatda ma’lum bo‘lgan platina va palladiy katalizatorlarining promotori sifatida reniydan foydalanish eng katta samara berdi. Dunyoda katalizatorlar va

ISSN 3030-3907

promotorlar ishlab chiqarishda ishlatiladigan reniyning ulushi 65 % ni (AQShda – 75 % ni) tashkil etadi. AQShda reniforming jarayonida olingan mahsulotlar hissasi mamlakatda riforming jarayonida olingan barcha mahsulotlarning 80 % ga teng bo‘ldi. MDHda platina-reniy katalizatorlari KR (KR-108, KR-110) markalari shaklida qo‘llanadi. So‘ngilari monometall alyumoplatina katalizatorlari bo‘lgan AP-56 va AP-64 ga nisbatan bir necha barobar barqaror ishlaydi (ularning tarkibida platina miqdori 1,7 barobar kamroq). Shunday qilib, reniy neft fraksiyalarini riforming usuli bilan qayta ishlash uchun samarali katalizator kompozitsiyalarini yaratishda noyob va zaruriy qo‘shimcha sanaladi.

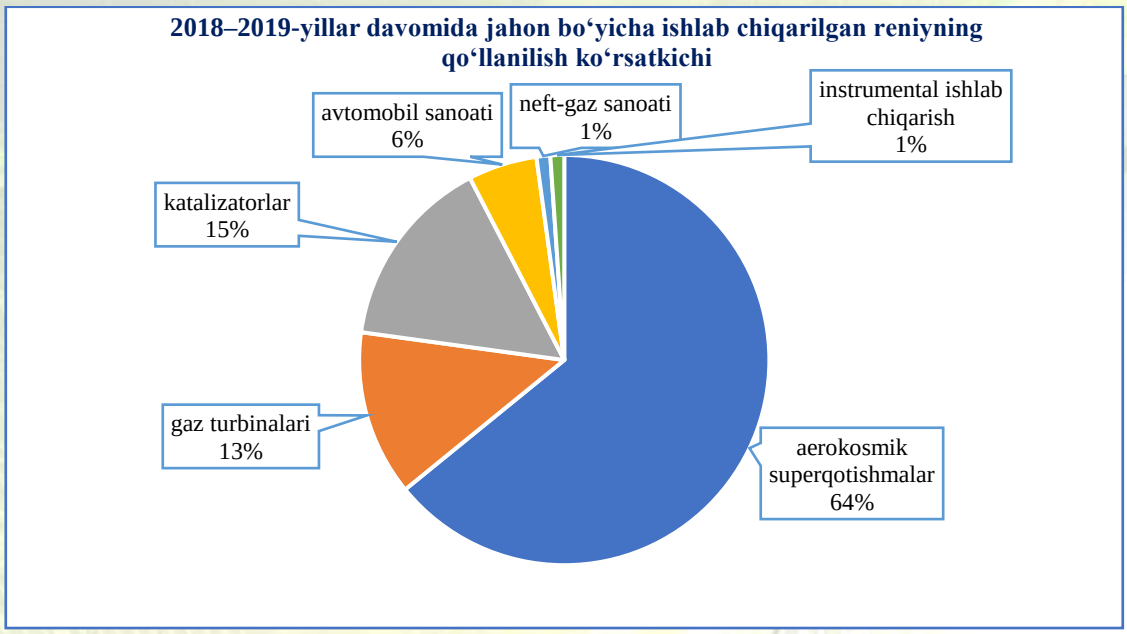
Kukun holidagi reniy ammiak va metanni oksidlashda katalizator sifatida qo‘llanilishi mumkin. Etilenni etanga gidrirlashda hamda uglerod va vodorod aralashmasini metangacha qaytarishda reniyning mis bilan qotishmasidan foydalaniladi. Spirtlarni degidrirlab aldegidlar va ketonlar olishda reniy sulfidi katalizator sifatida o‘zini yaxshi namoyon etgan. Xloroform olish jarayonida degidrirlash uchun metall reniydan foydalanish mumkin. SO_2 ni SO_3 gacha oksidlashda reniy oksidlarini qo‘llash mumkin. Spirtlarni katalitik degidrirlab, aldegidlar va ketonlar, xususan, formaldegid va atseton olishda reniy va uning sulfidlaridan foydalanish juda samaralidir [4; 120-bet].

Avtomobilsozlik. Reniyli o‘tga chidamli maxsus qotishmalar qimmatbaho avtomobillarning eng muhim detallarini yasashda keng qo‘llanadi. Reniydan, shuningdek, avtomobil chiqindi gazlarini zararsizlantiruvchi filtr-neytralizatorlar ham tayyorlanadi. Bu qurilmalardan foydalanish nafaqat shahar va qishloqlar havosini yaxshilashga imkon beradi, balki qo‘rg‘oshinsiz benzinga bo‘lgan talabning ortishiga ham yordam beradi.

Analitik kimyo. Reniy birikmalari analitik kimyoda reagent sifatida qo‘llanadi. Perrenat kislotasi va perrenatlar kaliyni aniqlash hamda cho‘ktirishda, alkaloidlarni ajratib olishda, shuningdek, noyob-yer elementlarini fraksion kristallashda foydalaniladi. Reniydan yasalgan tigellar rux, qalay, mis va kumushni vakuum ostida eritish uchun ishlatiladi [5; 56–59-b.].

Reniy bir nechta turli shakllarda qo‘llanadi. Ularning eng asosiysi ammoniy perrenat bo‘lib, u perren kislotasini ishlab chiqarish uchun dastlabki xomashyo hisoblanadi. Ammoniy perrenat ham, perren kislotalari ham platina-reniy (Pt-Re) riforming katalizatorlarini tayyorlashda ishlatiladi. Shuningdek, ammoniy perrenat reniy kukuni, granulalari va briketlari uchun prekursor vazifasini o‘taydi hamda boshqa o‘ta qotishmalar va metallurgiyada qo‘llaniladi. Reniy nikel asosidagi o‘ta qotishmalarda (tarkibida 3% Re), bimetall riforming katalizatorlarida (0,3% Re), turbina parraklarida (0,03 kg/MVt) va tabiiy gaz texnologiyasida (12,5 tonna/100 000 barrel) foydalaniladi [6; 177–179-b.].

ISSN 3030-3907

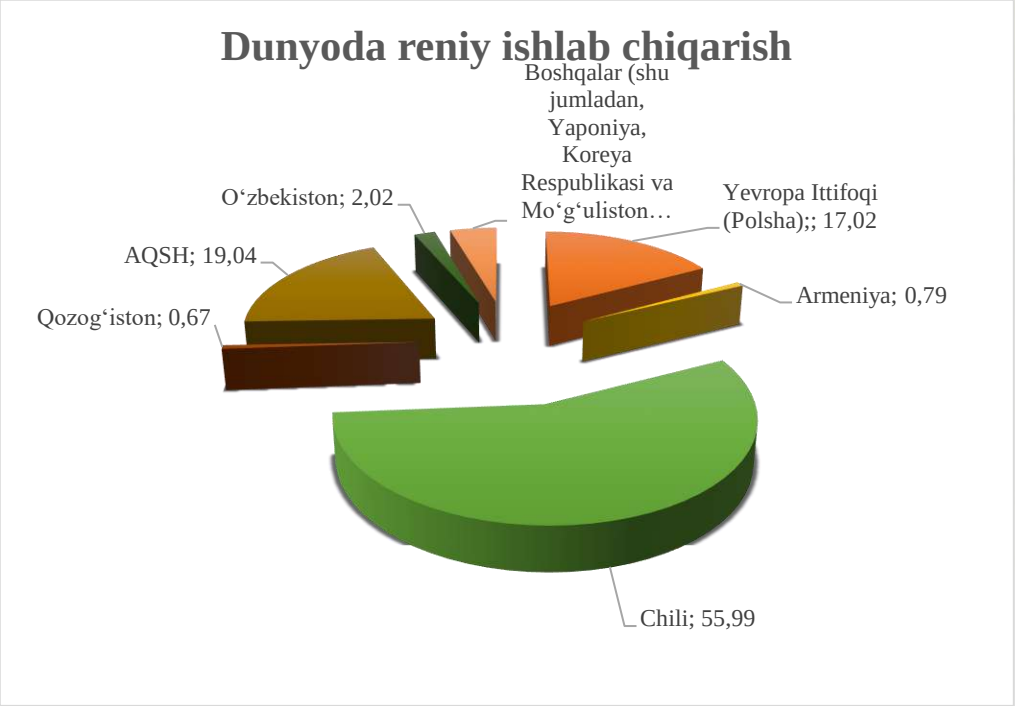


1.1-rasm. Dunyo bo‘yicha ishlab chiqarilgan reniyning qo‘llanilish ko‘rsatkichlari

Tijoriy va harbiy samolyotlar dvigatellariga talab ortayotgani sababli reniyga bo‘lgan ehtiyoj ham kuchaymoqda. Kelgusi 25 yil ichida bu metallga talab keskin oshishi bashorat qilinmoqda, zero aerokosmik va mudofaa sanoati reniyning asosiy iste’molchilari hisoblanadi. AIRBUS samolyot ishlab chiqaruvchilari esa reniy ishlab chiqarish va yetkazib berishga bevosita bog‘liqdir.

Har bir samolyot uchun 50 kg reniy zarurligini hisobga olsak, 2033-yilgacha bu maqsadga qariyb 1450 tonna reniy sarflanadi. Bundan tashqari, 2035-yilga borib superqotishmalar ishlab chiqarish uchun reniy sarfi yiliga taxminan 120 tonnani tashkil etishi kutilmoqda, bu esa reniy ishlab chiqarish hajmi hozirgiga nisbatan 250 foizga oshishini anglatadi. Reniyni ishlab chiqarish qayta ishlanadigan rudaning katta hajmi, uni ajratib olishni iqtisodiy jihatdan oqlash uchun yetarli miqdordagi molibdenit va molibdenitdan reniy ajratib olish imkonini beruvchi maxsus qurilmalar mavjudligi tufayli amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907



1.2-rasm. Dunyoda reniy ishlab chiqarish

AQSH Geologiya xizmati reniyning umumiy global manbasini 12 500 tonna deb baholadi, bu hozirgi qazib olish sur’atlarida ikki yuz yildan ortiq vaqtga yetadi. Mavjud zaxiralar taxminan 2500 tonnani tashkil etadi va bu qazib olishning joriy darajasini qariyb 50 yil davomida saqlab turish uchun kifoya qiladi.

Hozirgi vaqtda reniyning xomashyo manbalari sifatida yuqori haroratli sulfidli rudalarni, ayniqsa, tarkibida molibden miqdori sanoat ahamiyatiga ega bo‘lmagan turlarini ham qo‘shgan holda, molibdenli va mis-molibdenli konlarni hisoblash mumkin. Bu manbalar qatoriga, shuningdek, titan, nodir metallar, platina va uran rudalarini ham kiritish joiz.

XULOSA: Keltirilgan ma’lumotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, reniy (Re) zamonaviy sanoatning strategik va yuqori texnologik ahamiyatga ega bo‘lgan noyob metallari qatoriga kiradi. Uning fizik-mexanik va kimyoviy xossalari — yuqori erish harorati, qayta kristallanish haroratining balandligi (≈1500 °C), 2000–3000 °C gacha bo‘lgan sharoitda mustahkamlikni saqlashi, korroziyaga va agressiv muhitlarga chidamliligi — uni boshqa qiyin eruvchi metallardan ustun qo‘yadi.

Reniy asosidagi qotishmalar, ayniqsa volfram-reniy va molibden-reniy tizimlari, aerokosmik va mudofaa sanoatida yuqori haroratda ishlovchi detallar (raketa soplolari, termoion dvigatellar, turbina parraklari) ishlab chiqarishda muhim o‘rin tutadi. Nikel asosidagi superqotishmalarga 3% gacha reniy qo‘shilishi ularning issiqbardoshligi va uzoq muddatli mustahkamligini sezilarli oshiradi. Shu bois reniy bugungi kunda aviatsiya dvigatellari va gaz turbinalari ishlab chiqarishning ajralmas komponentiga aylangan. Xususan, yirik aviatsiya ishlab chiqaruvchilari, jumladan Airbus, reniy ta’minotiga bevosita bog‘liqdir.

ISSN 3030-3907

Elektronika, asbobsozlik va analitik kimyoda reniyning past bug‘lanish tezligi, yuqori termoelektron emissiyasi va kimyoviy inertligi muhim ustunlik hisoblanadi. Reniyli termoparalar yordamida 2000–3000 °C gacha bo‘lgan haroratlarni aniqlik bilan o‘lchash mumkin, bu esa uni yuqori haroratli texnologik jarayonlar uchun muhim materialga aylantiradi.

Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, 2018–2019-yillarda ishlab chiqarilgan reniyning asosiy qismi aerokosmik superqotishmalarga (≈59%) va katalizatorlarga (≈14%) to‘g‘ri kelgan. Bu esa uning qo‘llanilishida yuqori texnologik tarmoqlar ustuvor ekanligini ko‘rsatadi. Jahon bo‘yicha baholangan umumiy resurslar (≈12 500 t) va mavjud zaxiralar (≈2 500 t) cheklanganligi reniyni strategik xomashyo sifatida ko‘rib chiqish zarurligini tasdiqlaydi.

Demak, reniy va uning birikmalarini chuqur o‘rganish, samarali ajratib olish texnologiyalarini takomillashtirish hamda ikkilamchi xomashyo manbalarini kengaytirish zamonaviy metallurgiya va yuqori texnologik sanoatning muhim ilmiy-amaliy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Хасанов А.С., Санакулов К.С., Юсупходжаев А.А. Рангли металлар металлургияси. Ўқув қўлланма. «Фан» нашриёти. Тошкент 2009й. С.19-24 и 25-33.
2. Кожевников Г.Н., Ситдиков Ф.Г., Водопьянов А.Г. Способ извлечения молибдена из молибденсодержащего огарка. Патент РФ №2296802. Дата публикатsii 10.04.2007 г.
3. Gunn G. Platinum-group metals // Critical metals handbook, 2014y. P. 56-59.
4. Сырьевая база производства и потребления редких металлов за рубежом. М. ИМГРЭ, 1990. 120 с.
5. Гапонов Г.А., Санакулов К.С., Колтунова Л.Н. Исследование и совершенствование технологии обогащения медно-молибденовых руд Алмалыкского горно-металлургического комбината // Сб. докл. Науч. - практ. конф., Эрдэнэт, 2001. - С. 177- 179.
6. Леонов С. Б., Домрачева В. А., Вершинина В. П., Дударев В. И. Влияние кислотности среды на адсорбцию металлов углеродными сорбентами// Цветные металлы, 1997, №1. с. 33-34.
7. Хурсанов А.Х., Пирматов Э.А., Хасанов А.С., Асадов И.С. Способ получение высокочистых солей молибдена по содово-сорбционной технологии из молибденового огарка. Заявка на изобретения.
8. Хасанов А.С., Хакимов К.Ж., Хужакулов А.М. Кончилик саноати техноген чиқиндиларини қайта ишлаш технологиясида инноватsion ёндашув // Инноватsion технологиялар, Илмий-техник журнал 2021/1(41)-сон 3-7 бет.

ISSN 3030-3907

9.. Хасанов, А. С., Ахмедов Ў. Ч., Хакимов К.Ж. Технологии получения, переработки и применения рения в высокотехнологичных отраслях промышленности // Цифровые технологии в промышленности - Қарши, 2025 - №3(1) С. 63-69.
10. Хакимов К.Ж., Ражабов Ш.Х. Методы извлечения, обработки и обогащения рения // Цифровые технологии в промышленности - Қарши, 2024 - №1 С. 54-59.
11. Хасанов, А. С., Ахмедов Ў. Ч., Хакимов К.Ж. Обжиг сульфидных ренийсодержащих концентратов // Композиционные материалы – Ташкент, 2025 №1, С 192-195

ISSN 3030-3907

САНОАТ КОРХОНАЛАРИДА ИШ ВАҚТИ КЛАССИФИКАЦИЯСИ ВА УНДАН САМАРАЛИ ФОЙДАЛАНИШНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ.

Камилова Анора Насировна

Андижон давлат техника институти, Иқтисодиёт кафедраси катта ўқитувчиси,

E-mail: anorakamilova903@gmail.com

Аннотация. Мазкур мақолада саноат корхоналарида иш вақти тушунчаси, унинг иқтисодий мазмуни ва классификацияси таҳлил қилинган. Иш вақтидан самарали фойдаланиш корхона меҳнат унумдорлигини ошириш, маҳсулот таннархини пасайтириш ва рақобатбардошликни кучайтиришда муҳим омил эканлиги асослаб берилган. Тадқиқот жараёнида иш вақтининг таркибий қисмлари, нормалаштириш усуллари ва иш вақти йўқотишларини қисқартириш омиллари ўрганилди. Олинган натижалар асосида саноат корхоналарида иш вақтидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш бўйича амалий таклифлар ишлаб чиқилди.

Калит сўзлар: иш вақти, меҳнат унумдорлиги, иш вақти фонди, смена вақти, технологик танаффус, иш вақти йўқотишлари, нормалаштириш.

Аннотация. В данной статье проанализированы понятие рабочего времени на промышленных предприятиях, его экономическая сущность и классификация. Обосновано, что эффективное использование рабочего времени является важным фактором повышения производительности труда, снижения себестоимости продукции и усиления конкурентоспособности предприятия. В ходе исследования были изучены структурные элементы рабочего времени, методы его нормирования, а также факторы сокращения потерь рабочего времени. На основе полученных результатов разработаны практические рекомендации по повышению эффективности использования рабочего времени на промышленных предприятиях.

Ключевые слова: рабочее время, производительность труда, фонд рабочего времени, сменное время, технологический перерыв, потери рабочего времени, нормирование.

Abstract. This article analyzes the concept of working time at industrial enterprises, its economic essence, and its classification. It substantiates that the efficient use of working time is an important factor in increasing labor productivity, reducing production costs, and enhancing the competitiveness of an enterprise. The study examines the structural components of working time, methods of work standardization, and factors contributing to the reduction of working time losses. Based on the obtained results, practical recommendations were developed to improve the efficiency of working time utilization at industrial enterprises.

ISSN 3030-3907

Keywords: working time, labor productivity, working time fund, shift time, technological break, working time losses, standardization.

КИРИШ.

Бозор иқтисодиёти шароитида саноат корхоналарининг барқарор ривожланиши кўп жиҳатдан меҳнат ресурсларидан самарали фойдаланиш даражасига боғлиқ. Меҳнат ресурсларидан самарали фойдаланиш эса, ўз навбатида, иш вақтидан оқилона фойдаланишни талаб этади. Иш вақти – ходимнинг меҳнат мажбуриятларини бажариш учун сарфлаган вақти бўлиб, у ишлаб чиқариш жараёнининг асосий иқтисодий кўрсаткичларидан бири ҳисобланади.

Саноат корхоналарида иш вақтининг тўғри ташкил этилиши ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш, ишлаб чиқариш харажатларини камайтириш ва меҳнат унумдорлигини юксалтириш имконини беради. Шу сабабли иш вақти классификациясини илмий асосда ўрганиш ва амалиётга жорий этиш долзарб аҳамиятга эга.

Мазкур тадқиқотнинг мақсади – саноат корхоналарида иш вақти классификациясини таҳлил қилиш ва иш вақтидан самарали фойдаланиш йўлларини ишлаб чиқишдан иборат.

АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ.

Меҳнат иқтисодиёти ва иш вақти муаммолари кўплаб хорижий ва маҳаллий олимлар томонидан ўрганилган. Жумладан, Frederick Winslow Taylor меҳнатни илмий ташкил этиш назариясида иш вақтини таҳлил қилиш ва нормалаштиришга алоҳида эътибор қаратган. Унинг фикрича, иш вақтидан самарали фойдаланиш меҳнат унумдорлигини оширишнинг асосий шартидир.

Шунингдек, Henri Fayol бошқарув назариясида иш жараёнларини режалаштириш ва назорат қилиш орқали вақт сарфини камайтириш масалаларини ёритган.

Замонавий тадқиқотларда иш вақти фондини таҳлил қилиш, иш вақти йўқотишларини аниқлаш ва бартараф этиш механизмлари муҳим ўрин тутади. Маҳаллий иқтисодчилар томонидан ҳам саноат корхоналарида иш вақтидан самарали фойдаланиш, уни нормалаштириш ва меҳнат самарадорлигини оширишга қаратилган илмий изланишлар олиб борилган. Бироқ, рақамлаштириш ва автоматлаштириш шароитида иш вақти классификациясини қайта кўриб чиқиш ва уни такомиллаштириш зарурати мавжуд.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ.

ISSN 3030-3907

Мазкур тадқиқот саноат корхоналарида иш вақтидан фойдаланиш самарадорлигини баҳолаш ва уни такомиллаштириш имкониятларини аниқлашга қаратилган. Тадқиқот жараёнида назарий ва эмпирик усуллар уйғун ҳолда қўлланилди.

ТАДҚИҚОТ ОБЪЕКТИ ВА ПРЕДМЕТИ.

Тадқиқот объекти сифатида саноат корхоналаридаги ишлаб чиқариш жараёни танланди.

Тадқиқот предмети – иш вақти сарфи тузилмаси, унинг классификацияси, иш вақти йўқотишлари ҳамда иш вақти фонди самарадорлиги ҳисобланади.

Тадқиқот доирасида ишчиларнинг смена давомидаги фаолияти, иш вақтининг таркибий қисмлари ва иш жараёнини ташкил этиш даражаси ўрганилди.

ИЛМИЙ-МАНТИҚИЙ ТАҲЛИЛ УСУЛИ.

Илмий-мантиқий таҳлил усули орқали иш вақти тушунчасининг иқтисодий мазмуни, унинг таркибий элементлари ва классификацияси назарий жиҳатдан таҳлил қилинди.

Бу жараёнда меҳнатни илмий ташкил этиш концепцияси асослари ўрганилди. Жумладан, Frederick Winslow Taylor томонидан илгари сурилган меҳнатни нормалаштириш ва хронометраж усуллари ҳамда Henri Fayolнинг бошқарув тамойиллари назарий асос сифатида хизмат қилди.

Мантиқий таҳлил орқали:

- иш вақтининг иқтисодий категория сифатидаги моҳияти;
- иш вақти фонди тушунчаси;
- иш вақтининг самарали ва самарасиз қисмлари;
- иш вақти йўқотишларининг сабаблари аниқлаштирилди.

ТАҚҚОСЛАШ ВА ГУРУҲЛАШ УСУЛИ

Таққослаш усули ёрдамида:

- турли сменалардаги иш вақти сарфи;
- турли бўлимлардаги иш вақти тузилмаси;
- режалаштирилган ва амалдаги иш вақти кўрсаткичлари ўзаро солиштирилди.

Гуруҳлаш усули орқали иш вақти қуйидаги гуруҳларга ажратилди:

1. Самарали иш вақти (асосий ва ёрдамчи вақт);
2. Шартли самарали вақт (ташкилий хизмат кўрсатиш вақтлари);
3. Самарасиз вақт (техник ва ташкилий йўқотишлар).

Бу усул иш вақти сарфи таркибини чуқур таҳлил қилиш ва асосий муаммоли йўналишларни аниқлаш имконини берди.

ISSN 3030-3907

СТАТИСТИК ТАҲЛИЛ УСУЛИ.

Статистик таҳлил орқали иш вақтидан фойдаланиш даражаси қуйидаги кўрсаткичлар асосида баҳоланди:

- Иш вақти фонди коэффициенти;
- Смена вақтидан фойдаланиш коэффициенти;
- Иш вақти йўқотишлари улуши (%);
- Меҳнат унумдорлиги кўрсаткичи.

Иш вақтидан фойдаланиш коэффициенти қуйидаги формула асосида ҳисобланди:

$$К_{ив}=Тум:Тсам$$

бу ерда:

Тсам – самарали иш вақти;

Тум – умумий иш вақти фонди.

Шунингдек, ўртача қийматлар, нисбий кўрсаткичлар ва динамик қаторлар таҳлили орқали иш вақтидан фойдаланиш тенденциялари аниқланди.

КУЗАТИШ ВА ХРОНОМЕТРАЖ УСУЛИ.

Кузатиш усули ишчиларнинг иш жойидаги фаолиятини бевосита ўрганиш имконини берди.

Хронометраж усули орқали алоҳида операцияларга сарфланган вақт аниқ ўлчанди. Бу жараёнда:

- операция бажариш вақти;
- тайёргарлик-якунлаш вақти;
- технологик танаффуслар;
- мажбурий ва мажбурий бўлмаган тўхташлар алоҳида қайд этилди.

Хронометраж натижалари иш нормаларини қайта кўриб чиқиш ва самарасиз ҳаракатларни бартараф этиш имконини берди.

ИШ ВАҚТИ БАЛАНСИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ.

Иш вақти баланси орқали маълум давр мобайнида иш вақтининг тақсимоти ўрганилди. Бунда қуйидаги босқичлар амалга оширилди:

1. Календарь иш вақти фондини аниқлаш;
2. Табель иш вақти фондини ҳисоблаш;
3. Амалда ишланган самарали вақтни белгилаш;
4. Йўқотишлар таркибини таҳлил қилиш.

Иш вақти баланси таҳлили иш жараёнидаги ташкилий камчиликлар, техник носозликлар ва меҳнат интизоми билан боғлиқ муаммоларни аниқлаш имконини берди.

ТАДҚИҚОТНИНГ ИШОНЧЛИЛИГИ ВА ЧЕКЛОВЛАРИ.

ISSN 3030-3907

Тадқиқот натижаларининг ишончлилиги бир нечта усулларнинг комплекс қўлланилиши билан таъминланди. Бироқ қуйидаги чекловлар мавжуд:

- Барча корхоналарда тўлиқ статистик маълумотлар мавжуд эмаслиги;
- Инсон омили таъсири;
- Кузатиш жараёнидаги субъективлик эҳтимоли.

Шунга қарамасдан, қўлланилган усуллар иш вақтидан фойдаланиш самарадорлигини холис баҳолаш имконини берди.

НАТИЖАЛАР.

Тадқиқот натижаларига кўра, саноат корхоналарида иш вақти қуйидаги асосий турларга бўлинади:

ИШ ВАҚТИНИНГ УМУМИЙ ФОНДИ.

Иш вақти фонди – маълум давр мобайнида ходим ихтиёрида бўлган иш соатлари йиғиндисидир. У календарь фонди, табель фонди ва самарали иш вақти фондига ажратилади.

ИШ ВАҚТИ КЛАССИФИКАЦИЯСИ.

Иш вақти мазмунига кўра қуйидаги қисмларга бўлинади:

1. Тайёргарлик-якунлаш вақти. Ходимнинг иш бошлашдан олдин ва ишни тугатгандан кейин бажарадиган ишларига сарфланган вақт.

2. Асосий (операцион) вақт. Маҳсулот ишлаб чиқариш ёки хизмат кўрсатиш жараёнида бевосита сарфланадиган вақт.

3. Ёрдамчи вақт. Асосий ишни таъминлаш учун зарур бўлган ҳаракатларга сарфланадиган вақт.

4. Хизмат кўрсатиш вақти. Иш жойини тартибга келтириш, асбоб-ускуналарни созлашга сарфланадиган вақт.

5. Танаффус вақти. Қонунчиликда белгиланган дам олиш ва шахсий эҳтиёжлар учун ажратилган вақт.

6. Иш вақти йўқотишлари. Техник носозликлар, ташкилий камчиликлар ёки меҳнат интизоми бузилиши натижасида юзага келадиган самарасиз вақт. Таҳлиллар шуни кўрсатдики, айрим корхоналарда иш вақти йўқотишлари умумий иш вақтининг 10–15 фоизини ташкил этмоқда. Бу эса меҳнат унумдорлигига салбий таъсир кўрсатади.

МУҲОКАМА.

Олинган натижалар саноат корхоналарида иш вақтидан самарали фойдаланиш иқтисодий самарадорликка бевосита таъсир қилишини кўрсатди. Иш вақти йўқотишларининг камайтирилиши меҳнат унумдорлиги ошишига, ишлаб чиқариш ҳажми кўпайишига ва маҳсулот таннархи пасайишига олиб келади.

ISSN 3030-3907

Таҳлиллар шуни кўрсатдики, иш вақти йўқотишлари асосан қуйидаги омиллар билан боғлиқ:

- ташкилий камчиликлар (иш жойини нотўғри ташкил этиш);
- техник носозликлар (ускуналар ишдан чиқиши);
- меҳнат интизомининг пастлиги;
- технологик жараёнлар мувофиқлаштирилмаганлиги;
- иш нормаларининг эскирганлиги.

Шу нуқтаи назардан қуйидаги йўналишлар алоҳида аҳамият касб этади.

ИШ ЖАРАЁНЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ. Иш жараёнларини оптималлаштириш иш операцияларини таҳлил қилиш, ортиқча ҳаракатларни бартараф этиш ва иш ўринларини рационал жойлаштиришни ўз ичига олади.

Меҳнатни илмий ташкил этиш назарияси асосчиси Frederick Winslow Taylor таъкидлаганидек, ҳар бир операцияни аниқ ўлчаш ва стандартлаштириш орқали вақт сарфини қисқартириш мумкин. Тадқиқот натижаларига кўра, операцияларни қайта кўриб чиқиш орқали смена вақтидан фойдаланиш коэффициентини 5–8 фоизга ошириш имконияти мавжуд.

Оптималлаштириш қуйидагиларни қамраб олади:

- иш ўринларини эргономик жиҳатдан такомиллаштириш;
- материаллар ҳаракатини қисқартириш;
- технологик кетма-кетликни соддалаштириш;
- ортиқча танаффусларни бартараф этиш.

Автоматлаштириш даражасини ошириш. Автоматлаштириш иш вақти йўқотишларини қисқартиришнинг энг самарали омилларидан бири ҳисобланади.

Автоматлаштириш орқали:

- қўл меҳнати улуши камаяди;
- инсон омили таъсири пасаяди;
- операцияларнинг аниқлиги ошади;
- технологик узилишлар камаяди.

Замонавий саноат корхоналарида рақамли бошқарув тизимлари, сенсорлар ва ишлаб чиқаришни автоматик назорат қилиш платформалари жорий этилмоқда. Бу эса иш вақти сарфини реал вақт режимида кузатиш ва таҳлил қилиш имконини беради.

Автоматлаштириш натижасида иш вақтидан самарали фойдаланиш коэффициенти сезиларли даражада ошиши мумкин.

ISSN 3030-3907

Меҳнат нормаларини қайта кўриб чиқиш. Тадқиқот жараёнида айрим корхоналарда меҳнат нормалари замонавий технологиялар талабига мос эмаслиги аниқланди. Эскирган нормалар иш вақтидан самарасиз фойдаланишга олиб келади.

Меҳнат нормаларини қайта кўриб чиқиш:

- хронометраж натижалари асосида амалга оширилиши;
- илғор технологиялар ҳисобга олиниши;
- ишчилар малака даражаси инобатга олиниши лозим.

Бу чора иш вақти сарфини оптималлаштириш ва ишчилар рағбатини оширишга хизмат қилади.

Иш интизомини мустаҳкамлаш. Иш вақти йўқотишларининг муайян қисми меҳнат интизоми билан боғлиқ. Ишга кечикиш, иш жойини асоссиз тарк этиш, белгиланган танаффуслардан ортиқ вақт дам олиш каби ҳолатлар самарадорликка салбий таъсир кўрсатади.

Интизомни мустаҳкамлаш учун:

- ички меҳнат қоидаларини такомиллаштириш;
- рағбатлантириш тизимини жорий этиш;
- иш вақти мониторингини кучайтириш зарур.

Бошқарув назариясида Henri Fayol интизомни самарали бошқарувнинг асосий тамойилларидан бири сифатида белгилаган.

Рақамли технологияларни жорий этиш. Рақамли трансформация шароитида иш вақти мониторингини автоматлаштириш муҳим аҳамиятга эга. Рақамли тизимлар орқали:

- иш бошлаш ва тугатиш вақти автоматик қайд этилади;
- ускуналар ишлаш режими назорат қилинади;
- тўхташлар сабаблари аниқланади;
- таҳлилий ҳисоботлар шакллантирилади.

Бу эса раҳбариятга тезкор қарор қабул қилиш имконини беради. Самарасиз вақт қисқариши эса меҳнат унумдорлигини оширади.

Иқтисодий самарадорликка таъсири. Иш вақтидан самарали фойдаланиш қуйидаги иқтисодий натижаларга олиб келади:

- меҳнат унумдорлиги ўсиши;
- маҳсулот таннархининг пасайиши;
- ишлаб чиқариш ҳажмининг ортиши;
- корхона фойдасининг кўпайиши;
- рақобатбардошликнинг ошиши.

ISSN 3030-3907

Ҳисоб-китоблар шуни кўрсатадики, иш вақти йўқотишларини 10 фоизга қисқартириш меҳнат унумдорлигини ўртача 7–9 фоизга ошириш имконини беради.

Умумий таҳлил. Муҳокама натижалари шуни кўрсатадики, иш вақти классификациясини тўғри ташкил этиш ва унинг таркибий қисмларини доимий таҳлил қилиб бориш саноат корхоналарида барқарор иқтисодий ўсишни таъминлайди.

Комплекс ёндашув – ташкилий, техник ва бошқарув чора-тадбирларини уйғун ҳолда қўллаш – энг юқори самарани беради.

ХУЛОСА.

Тадқиқот натижалари шуни кўрсатадики, саноат корхоналарида иш вақти классификациясини тўғри ташкил этиш ва таҳлил қилиш меҳнат унумдорлигини оширишнинг муҳим шарти ҳисобланади. Иш вақтидан самарали фойдаланиш орқали:

- Ишлаб чиқариш ҳажмини ошириш;
- Маҳсулот таннархини пасайтириш;
- Корхона рақобатбардошлигини кучайтириш мумкин.

Шу муносабат билан қуйидаги таклифлар илгари сурилади:

1. Иш вақти балансини мунтазам таҳлил қилиш;
2. Хронометраж усулини жорий этиш;
3. Рақамли назорат тизимларини қўллаш;
4. Меҳнат нормаларини замонавий талаблар асосида қайта ишлаб чиқиш.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Ўзбекистон Республикаси. O‘zbekiston Respublikasi Mehnat kodeksi. Тошкент, 2022.
2. Абдурахмонов Қ.Х. *Меҳнат иқтисодиёти*. Тошкент: Иқтисодиёт нашриёти, 2020.
3. Тўхлиев Н., Ҳакимов Р. *Корхона иқтисодиёти*. Тошкент: Fan va texnologiya, 2019.
4. Frederick Winslow Taylor. *The Principles of Scientific Management*. New York: Harper & Brothers, 1911.
5. Henri Fayol. *General and Industrial Management*. London: Pitman Publishing, 1949.
6. Peter Drucker. *Management: Tasks, Responsibilities, Practices*. New York: Harper & Row, 1973.
7. Michael Porter. *Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance*. New York: Free Press, 1985.

ISSN 3030-3907

8. International Labour Organization. *Working Time and Work–Life Balance Around the World*. Geneva, 2022.
9. World Bank. *World Development Report: Jobs*. Washington, DC, 2013.
10. Organisation for Economic Co-operation and Development. *OECD Employment Outlook*. Paris, 2023.

ISSN 3030-3907

ELEKTR YURITMALI AVTOTRANSPORT VOSITALARINING ENERGETIK QISIMLARINI TAHLIL QILISH

Jo‘raboyev Akbar Zokir o‘g‘li
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
Daminov Oybek Olimovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
Mirzaabdullayev Jaxongir Baxtiyorovich
Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika universiteti
Abdullayev Ibroximjon Yaqubjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti

Annotatsiya. Xalqaro hamjamiyatlar hisobotlariga ko‘ra elektromobillardan foydalanuvchilar soni jadallik bilan ortib bormoqda. Jumladan issiq iqlim mintaqa davlatlari xususan O‘rta Osiyoda ham bundan mustasno emas. Ushbu maqolada elektr yuritmali avtotransport energetik qurilmalarini so‘ngra harakatlanish zaxirasiga asosiy ta’sir ko‘rsatuvchi faktorlarga bog‘liq bo‘lgan holatda issiq iqlim sharoitida xusuiyatlarni o‘rganadi. Bunda dastlab akkumulyator batareyalar bloki, elektrodvigatellar, inverterlar va o‘zgartirgichlarini ko‘rib chiqiladi. Keyinchalik esa ularni boshqarish tizimlari: akkumulyator batareyasini boshqarish tizimi (BMS), energiya boshqarish tizimi (EMS), issiqlik boshqaruv tizimi (TMS) o‘rganiladi. Gibrid va elektromobillarning ushbu iqlim sharoitida energiya sarfi ko‘rsatkichlariga ta’sir etish imkoniyatlari tahlili amalga oshiriladi.

Kalit so‘zlar. Elektromobil, gibrid avtomobillar, savdo hajmi, akkumulyator batareyasi, inverter, elektrodvigatel, boshqarish tizimlari, issiqlik ta’siri

Аннотация. Согласно отчетам международного сообщества, число пользователей электромобилей быстро растет. В частности, страны жаркого климатического региона, в частности Центральная Азия, не являются исключением. В данной статье рассматриваются характеристики энергетических устройств автомобилей с электрическим приводом в жарком климате в зависимости от основных факторов, влияющих на запас хода. В данном случае в первую очередь рассматриваются аккумуляторный блок, электродвигатели, инверторы и преобразователи. Затем изучаются их системы управления: система управления батареями (BMS), система управления энергией (EMS), система управления тепловым режимом (TMS). Проводится анализ возможностей влияния гибридных и электрических автомобилей на показатели энергопотребления в этих климатических условиях.

Ключевые слова. Электромобиль, гибридные автомобили, объем продаж, аккумулятор, инвертор, электродвигатель, системы управления.

ISSN 3030-3907

Abstract. According to international community reports, the number of electric vehicle users is growing rapidly. In particular, the countries of the hot climate region, in particular Central Asia, are no exception. This article examines the characteristics of electrically driven motor vehicle energy devices in hot climates, depending on the main factors affecting the movement reserve. In this case, the battery block, electric motors, inverters, and converters are considered first. Subsequently, their control systems are studied: battery management system (BMS), energy management system (EMS), heat management system (TMS). An analysis of the possibilities of the influence of hybrid and electric vehicles on energy consumption indicators in these climatic conditions is carried out.

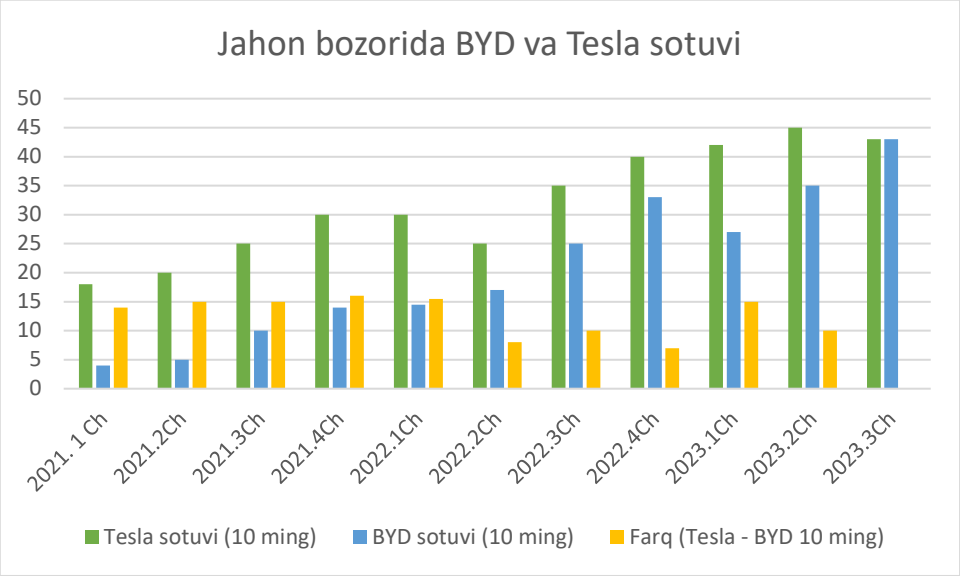
Keywords. Electric car, hybrid cars, sales volume, battery, inverter, electric motor, control systems.

KIRISH

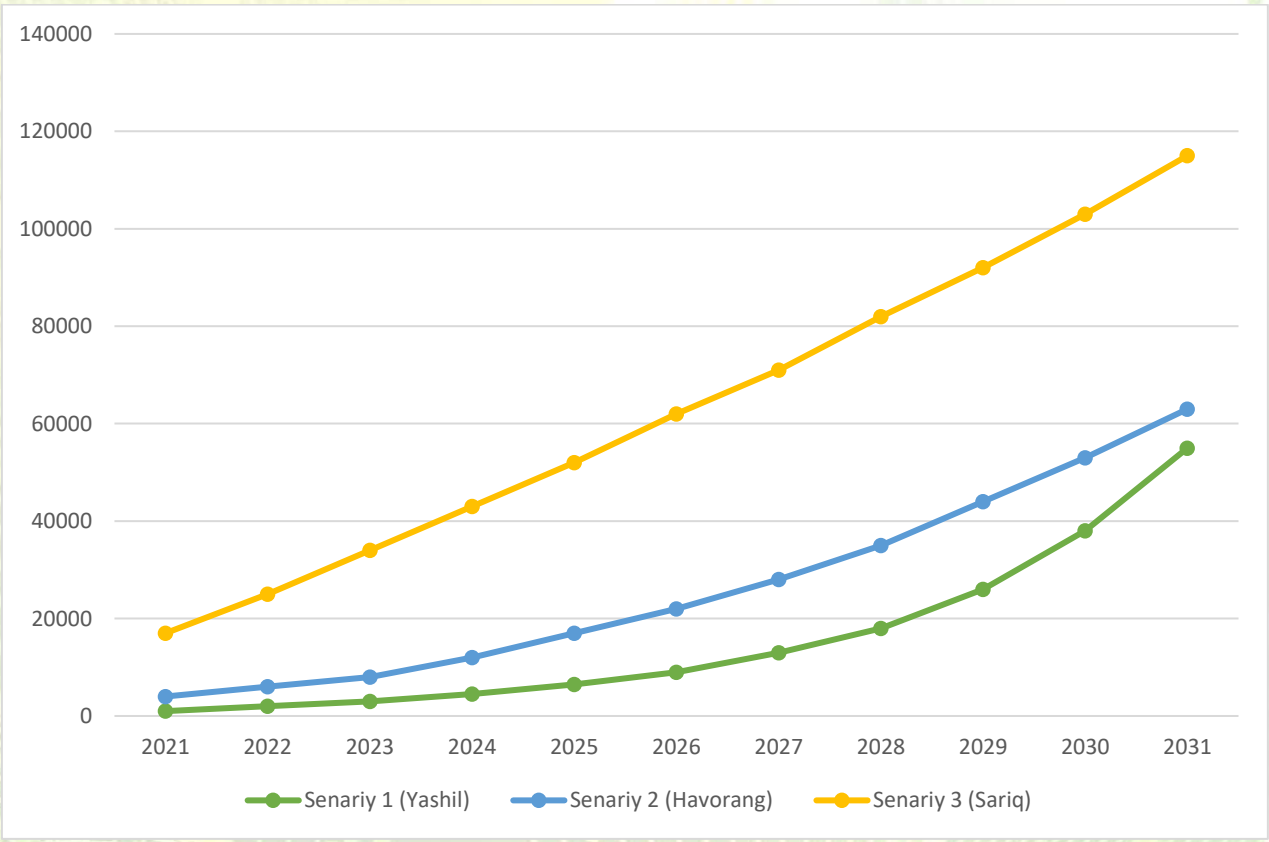
Dunyoda issiqxona effekti kun sayin ng dolzarb muammolardan biri sifatida xalqaro hamjamiyatda xavotirlar uyg‘otmoqda [1]. Turli tadqiqotlar hisobotlariga ko‘ra zararli gazlarning ortib borishida ichki yonuv dvigatellari bilan jihozlangan avtotransport vositalarining qisman bo‘lsada o‘z ta’siriga ega ekanligini e’tirof etishmoqda. [2]. Bu esa o‘z navbatida kelgusi yillarda xususan 2020–2030-yillarda elektr yuritmali transport vositalariga bo‘lgan talabning oshishini muhim omillaridan biri bu atrof-muhit global ekologik muammolaridan biri bo‘lgan zaharli gazlarni ya’ni emissiyani kamaytirish uchun o‘z yo‘liga ega ekanligini ko‘rsatadi. Shuning uchun jahon bozorida kun sayin elektr yuritmali avtotransport voistalariga bo‘lgan talab ortib bormoqda. 1-rasmda Jahon bozorida BYD va Tesla kompaniyalarining 2023-yildagi investorlar bilan o‘zaro hisobotlari asosidagi savdo hajmilari miqdori ko‘rsatilgan.

Xalqaro va milliy Iqtisodiy tadqiqotlar va islohotlar markazlarining hisobotlariga ko‘ra olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatmoqdaki, elektr yuritmali turli transport vositalari segmenti faol rivojlanayotganligi oldingi yillarga nisbatnan sezirarli oshib bormoqda. Ushbu tendensiya nafaqat xalqaro miqiyosda balki markaziy osiyo davlatlarida ham, xususan O‘zbekiston va Qirg‘iziston respublikalarida 2021–2025 yillar davomida ushbu turdagi transport vositalari ichki yonuv dvigatelli ommabop avtomobillarga qaraganda aholi o‘rtasida ommalashish holati bir necha barobarga o‘sganligini buning yaqqol isboti hisoblanadi. [3][4]

ISSN 3030-3907



1-rasm. Jahon bozorida BYD va Tesla kompaniyalarining 2023-yildagi investorlar bilan hisoboti asosidagi savdo hajmi. Eslatma: PHV gibrid transport vositalari hisobga olinmagan.



2-rasm. Elektromobillarning soni

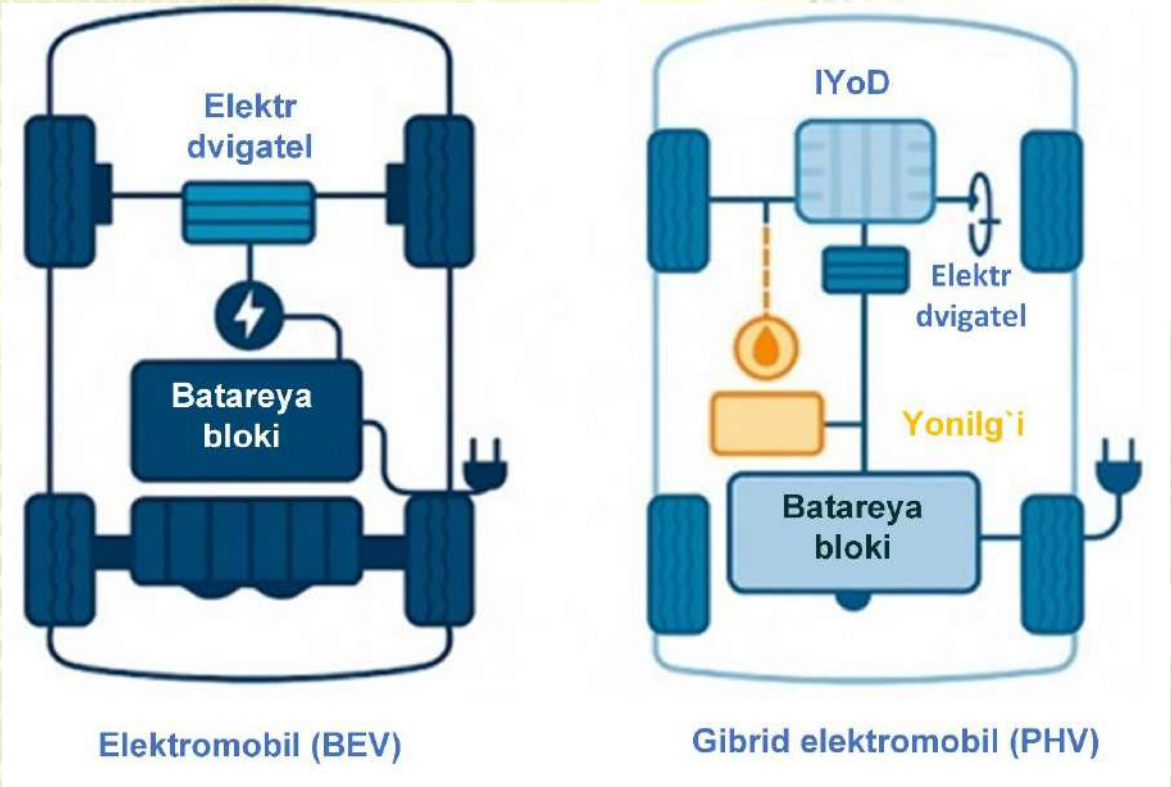
Kelasi istiqbolda elektr yuritmali transport vositalaridan foydalanuvchi aholi soni o‘sishi kutilmoqda. 2-rasmda Elektromobillardan foydalanuvchilar sonining ortib borishi miqdori 3 xil senariy asosida turli olimlar va statistikalarning qiymatlari keltirib o‘tilgan. Bunda bu senariylar global bozorda iqtisodiy sakrashlar omillarini olimlar va statistik manbalar bashorat qilishgan. Demak, dunyodagi turli

ISSN 3030-3907

iqlim mintaqalarda bunday turdagi transportni ma’qul ko‘radigan insonlar o‘z navbatida qulaylik va uzoq masofaga harakat qilishni istashi tabiiy hol deb qaralishi mumkin. [5][6]

TADQIQOT

Elektr yuritmali avtotransport vositalarining sxematik tuzilishi. Elektr yuritmali transport vositalari ishlab chiqarilishiga ko‘ra ushbu sinflarga ajratilgan bo‘lib ularga akkumulyatorli elektromobillar (BEV), qo‘shilgan gibrid elektromobillar (PHEV), gibrid elektromobillar (HEV) va yonilg‘i elementli elektromobillarga (FCEV) kiradi. ularning har biri alohida ekspluatatsion xususiyatlarga ega. [7][8][9] Eng ko‘p foydalanuvchi soniga ega Elektr yuritmali avtotransport vositalari sifatida elektromobillar va gibrid avtomobillar hisoblanadi [10]. 3-rasmda elektromobillarning va gibrid elektromobillarning umumiy sxematik tuzilishi keltirib o‘tilgan [11].



3-rasm. Elektromobillarning va gibrid elektromobillarning umumiy sxematik tuzilishi. [12]

Ular turlaridan qa’tiy nazar umumiy bo‘lgan energetik qismlarga ega. Asosiy tarkibiy qismlariga akkumulyator va akkumulyator batareyasi, zaryadlash porti, o‘zgarmas tok o‘zgartirgichi yoki invertor, elektr dvigateli, bort zaryadlagichi, kuchlanishlar va kuchlarning elektronik qismlarining kontrolleri, issiqlik sovutish tizimi va elektr uzatma kiradi. Quyida ushbu qismlar sanab o‘tilgan.

Elektomobillar energetik qismlari:

1. Energiya manbasi – akkumulyator batareyalari bloki;

ISSN 3030-3907

2. Akkumulyator batareyalari boshqaruv bloki (BMS);
3. Issiqlik holatini boshqaruv bloki (TMS);
4. Kuchlanish kontrolleri;
5. DC – DC konvertor;
6. DC – AC invertor;
7. ED – Elektrodvigatel;
8. Quvvat boshqaruv moduli (PCM);
9. Mikrokontroller;
10. DC qurilmalari (o‘zgarmas tok qurilmalari);
11. AC qurilmalari (o‘zgaruvchan tok qurilmalari).
12. Regenerativ tormozlash tizimi.

Gibrid avtomobillar elektromobillar kabi va qo‘shimcha quyidagi asosiy energetik qismlardan iborat:

1. Yonilg‘i saqlovchi sig‘im yo‘ni bak;
2. Ichki yonuv dvigateli;
3. Generator;
4. AC – DC konvertor.

Akkumulyator blokining vazifasi: energiyani saqlash ya’ni asosiy harakatlanish zaxira faktori hisoblanadi.

Quvvat boshqaruv moduli (PCM): batareyadagi doimiy tokni (DC) motor ishlatadigan o‘zgaruvchan toikka (AC) aylantirish nazorati, tezlik, burovchi moment, samaradorlikni ta’minlash uchun xizmat qiladi

DC – AC invertor batareya blokining DC quvvatini 3 fazali AC quvvatiga o‘zgartirish vazifasini bajaradi.

DC – DC konvertor batareya blokining yuqori kuchlanishini (400V yoki 800V) 12V ga o‘zgartirish ya’ni chiroqlar, monitor, kontrollerlar uchun stabil quvvatni ta’minlash maqsadida foydalaniladi.

Mikrokontrollerning vazifasi: barcha hisob-kitoblarni bajaruvchi protsessor.

Issiqlik holatini boshqaruv bloki (TMS): akkumulyator batareya bloki (Battery Pack), optimal ishchi haroratida 20°C dan 40°C gacha ta’minlash, elektr dvigatel, quvvat boshqaruv moduli(PCM)ning qizib yoki sovub ketishini oldini olish, aks holda uning quvvati va foydali ish koeffitsienti (FIK) pasayadi. [13][14][15][16][17]

Elektr yuritmali tranport vositalari energetik baholash va hisoblash uchun odatda ma’lum ko‘rsatkichlardan foydalaniladi. Ushbu ko‘rsatkichlarning o‘zgarishi avtotransport vositasining harakatlanish zaxirasiga ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu qiymatlar nomenklaturasi 1-jadvalda keltirib o‘tilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Elektr yuritmali transport vositalarining energetik ko‘rsatkichlarining nomenklaturasi.

	Inglizcha nomlanishi	O‘zbekcha ta’rifi	Birlik
I_{batt}	Battery current	Batareya toki	A
I_{load}	Load current	Yuklama toki	A
$I_{battref}$	Battery reference current	Batareya tayanch toki	A
Ah	Ampere hour	Amper-soat	Ah
V_{batt}	Battery voltage	Batareya kuchlanishi	V
$V_{battref}$	Battery reference voltage	Batareyaning tayanch kuchlanishi	V
V_{oc}	Open circuit voltage (OCV)	Ochiq zanjir kuchlanishi (OCV)	V
T	Temperature	Harorat	K
R_e	Pure resistance of battery	Batareyaning sof qarshiligi	Oh
R_p	Polarization resistance	Qutblanish qarshiligi	Oh
R_T	Total resistance	Umumiy qarshilik	Oh
t	time	Vaqt	s
P_{load}	Load power	Yuklama quvvati	W
P_{avg}	Average load power	O‘rtacha yuklama quvvati	W
Q_g	Total heat generation rate	Umumiy issiqlik hosil bo‘lish tezligi	W/m^3
Q_{rea}	Reaction heat generation rate	Reaksion issiqlik hosil bo‘lish tezligi	W/m^3
Q_{ohm}	Ohmic heat generation rate	Omik issiqlik hosil bo‘lish tezligi	W/m^3
Q_{pol}	Polarization heat generation rate	Qutblanish issiqlik hosil bo‘lish tezligi	W/m^3
η	Efficiency	Foydali ish koeffitsiyenti (Samaradorlik)	%
fsw	Switching frequency	Kommutatsiya chastotasi	H
G_{pbatt}	Battery positive slew coefficient	Batareyaning ijobiy og‘ish (slew) koeffitsiyenti	W/s
G_{nbatt}	Battery negative slew coefficient	Batareyaning salbiy og‘ish (slew) koeffitsiyenti	W/s
SoC_{batt}	Battery State of Charge	Batareyaning zaryadlanganlik holati (SoC)	-------

ISSN 3030-3907

SoD_{batt}	Battery State of Discharge	Batareyaning razryadlanish holati (SoD)	-------
SoH_{batt}	Battery State of health	Batareyaning ishga yararoqlik holati (SoH)	-------
C	capacity	oqim ko‘rsatkichi	-------

C oqim ko‘rsatkichi bu bir soat yoki qancha daqiqa davomida tok kuchi o‘tkaza olish miqdori hisoblanadi:

$$I(A) = \frac{t\ (soat)}{C(oqim)}$$

Masalan: 100 Ah lik Batareyaning C oqim ko‘rsatkichi:
1C bo‘lsa 1 [soat]/1[oqim]=1 [soat] yoki 60 [daqiqa] davomida 100 A 5C bo‘lsa 1 [soat]/5[oqim]=0,2 [soat] yoki 12 [daqiqa] davomida 100 A yoki 1 soatda 500 A beradi. 10C bo‘lsa 1 [soat]/10[oqim]=0,1 [soat] yoki 6 [daqiqa] davomida 100 A yoki 1 soatda 1 000 A beradi.
100 Ah lik Batareyaning C ko‘rsatkichi:

0,2C bo‘lsa 1 [soat]/0,2[oqim]=5 [soat] yoki 300 [daqiqa] davomida 100 A yoki 1 soatda 20 A beradi. 0,5C bo‘lsa 1 [soat]/0,5[oqim]=2 [soat] yoki 120 [daqiqa] davomida 100 A yoki 1 soatda 50 A beradi. Oqim ko‘rsatkichi bundan tashqari akkumulyator batareyasidan unga zarar yetkazmasdan ya’ni degradatsiyaga uchartmasdan energiya olish imkoniyatini ko‘rsatadi. [18][19][20][21]

Issiq iqlim sharoitda bu ko‘rsatkichlar ortiqcha qizishga sabab bo‘ladi va salbiy oqibatlarga olib keladi.

Elektr yuritmali avtotransport vositalarida qo‘llaniladigan elektrodvigatellar turlari quyidagilar bo‘lib 4-rasmda ko‘rsatib o‘tilgan.



4-rasm. Elektromobillarning va gibrid elektromobillarda qo‘llaniladigan elektrodvigatellar. [25]

ISSN 3030-3907

1. Brushed DC Motor - Cho‘tkali o‘zgarmas tok dvigateli
2. Brushless DC motor — Cho‘tkasiz o‘zgarmas tok dvigateli.
3. PMSM (Permanent Magnet Synchronous Motor) — Doimiy magnitli sinxron dvigatel. – byd, tesla
4. Induction Motor (IM) — Asinxron dvigatel
5. SRM (Switched Reluctance Motor) — Ventilli reaktiv dvigatel
6. SyRM (Synchronous Reluctance Motor) — Sinxron reaktiv dvigatel
7. AFIPM (Axial Flux Interior Permanent Magnet motor) — Aksial oqimli ichki doimiy magnitli motor [22][23][24][25]

Elektrodvigatellarning asosiy ustunliklaridan biri bo‘lib uning harakatlanayotganida zaharli va zararli gazlar ishlab chiqarmasligini ko‘rsatishimiz mumkin. Shu bilan birga ortiqcha shovqinning yo‘qligi osoyishta harakatini ta’minlashi ularning ichki yonuv dvigatelli avtomobillardan muhim jihatidir. [26] [27][28]

TADQIQOT NATIJALARI

Tadqiqotchilarning tahllilariga asosan elektromobillarda ko‘p hollarda quyidagi muammolardan ma’lum turlari hisobida ularning qo‘llanilgan akkumlyator batareyalarining o‘z xususiyatiga ko‘ra energiya zaxirasi bilan bog‘liqligi tufayli yuzaga kelishi keltirib o‘tilgan. Bu esa o‘z navbatida ularning energiya saqlash va energiyani maqbul ishlatish holatlariga bo‘lgan talabni oshirishga e`tibor qaratishimizni taqozo etadi. Yer yuzida iqlim sharoiti bir xil taqsimlanmaganligi uchun bu aynan bir mintaqada foydalanilayotgan avtotransport vositlarini boshqa mintaqada ekspluatatsiya qilishdan oldin turli tahlillar olib boorish ushbu sabablarni kamaytirish yo‘llaridan biri bo‘ladi. Zero elektr energiyasi, qo‘llanilgan materiallar ichki qarshiligi issiq iqlimga ega mintaqalarda yo‘qotilishi mo‘tadil ob – havoda harakatlanayotgan ellaridan farq qilishi tabiiy holdir. Demak yuqori samardorlikka erishish uchun foydalaniladigan materiallar xususiyati, sovutish tizimi, boshqaruv qurilmalari ustida izlanishlar olib borish zarur omillardan biri hisoblanadi. [17][28][29][30][31]

Akkumulyator batareyalari bloki barcha asosiy va yordamchi qurilmalarni elektr energiyasi bilan doimiy o‘zgarmas yetkazib berishdan tashqari, haydovchi tomonidan beriladigan turli yuklamalar, yo‘lda avtomobil harakati ta’sirida duch keladigan barqarorlik va o‘zgaruvchanlikni yengib o‘tish uchun elektrodvigatel kuchlanishini qabul qiladi. Bu kuchlar doimiy nafaqat sinxron balki turlicha bo‘lib, har xil miqdorda elektr energiyasi sarf bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Natijada qo‘zg‘alish harakati tez – tez takrorlanadigan triband shahar sharoitlarida energiya sarfi ma’lum miqdorda yuqori bo‘ladi. Shuning uchun Turli nagruzkalarda Issiq iqlim sharoitida sovutish tizimi barqaror ishlashi yoki akkumulyator batareyalarini

ISSN 3030-3907

eng maqbuldan foydalanish quvvat zaxirasini oshirishga xizmat qiladi. [32][33][33][34]

Elektrmobillarda Li ion tipidagi akkumlyator batareyalaridan kengroq foydalaniladi.[35][36] Bunday turdagi akkumulyator batareyalari normal hotada ishlashi uchun o‘rta hsobdagi harorat kengliklariga ega, issiq yoki sovuq harorat oqimi uning natijalariga ta’sir qilishi tahlillar ko‘rsatadi. Razryad samaradorligi va sikl davomiyligini hisobga olgan holda, litiy-ionli batareyalarning ishchi harorati 10-30 °C atrofida bo‘ladi.[37][38][39]. Elektr dvigatellarining ish rejimlari 40 °C haroratda barqaror ishlashi ko‘rsatib o‘tilgan.[40][41]

Litiy cobalt oksidli akkumulyator batareyalari energiya saqlash sig‘imi harorat oshib borganida ham energiya sig‘imi juda katta bo‘lmagan ko‘rsatkichlar asosida o‘zgarib boradi, 60 °C haroratda ham nominal ko‘rsatkichlarga yaqin bo‘ladi.

Elektr yuritmali transport vositasi zaryad rejimida akkumulyatorlar batareyalari blokining harorati bir necha ko‘rsatkichga oshishi [42][43][44][45][46] davomida yuqoridagi batareya turidan foydalanish energiya sig‘imini oshirishga xizmat qilishi ehtimoilini oshiradi.

XULOSA

Olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki elektr yuritmali transport vositalaridan issiq iqlim sharoitda foydalanishda ularning harakatlanish zaxirasini oshirish uchun quyidagi vazifalarni amalga oshirishimiz zarur

1. Issiq iqlim uchun maqbul bo‘lgan akkumulyator batareyalar turlarini aniqlash;
2. Sovutish tizimini tadqiq etish va nominal harorat rejimini ishlab chiqish;
3. Akkumulyator batareyalarini turli tezda o‘zgarib turuvchi yuklanishlarga bardoshligini qo‘llash;
4. Elektrodvigatellarining qizib ketishi mumkinligini inobatga olgan holda qo‘shimcha qurilmalar yoki sovutish yo‘llarini takomillashtirish.
5. Elektrodvigatellarning boshqaruv tzizimini takomillashtirish

Ushbu natijalarni aniqlashtirish orqali biz amaldagi quvvat holatini optimallashtirishimiz mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Мирзаабдуллаев Ж., Даминов О., Мирзажонов Р.И. Влияние жаркого и сухого климата на эксплуатацию электромобиля. Международная научно-практическая конференция «Автомобиле- и тракторостроение». -Минск: БНТУ, 24 май-11 июнь 2022 г. 329-333 сс.

2. Abdullaev I.Y., Ni Lin. Elektromobillarning bibliometrik tahlili: iqtisodiy va ekologik ahamiyati. “Prospects for improving science-educationindustry integration in preparation of ompetitive personnel” International scientific and

ISSN 3030-3907

technical conference. 5-march 2024 year, Andijan, Uzbekistan. AndMI, 2024. pp 126-130
3. C. N. Hewitt, K. Ashworth, and A. R. MacKenzie, “Using green infrastructure to improve urban air quality (GI4AQ),” Ambio, vol. 49, no. 1, pp. 62–73, 2020, https://doi.org/10.1007/s13280-019-01164-3
4. Miaomiao Tao, Boqiang Lin, Stephen Poletti; Some insights from an extended STIRPAT framework; Energy; Volume 316, 1 February 2025; 134473 Deciphering the impact of electric vehicles on carbon emissions: https://doi.org/10.1016/j.energy.2025.134473
5. Shengbo Cui, Nanting Zhao; A Study on the Current Status and Future Prospects of EV Automotive Market. Journal of Social Science and Cultural Development 1(2) DOI:10.70767/jsscd.v1i2.296
6. https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2025/trends-in-electric-car-markets-2
7. Teresa Nogueira, Ezequiel Sousa, Gustavo R. Alves; Impact on the distribution network power; Energy Reports, Volume 8, Supplement 3, June 2022, Pages 145-152; Electric vehicles growth until 2030: https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.01.106
8. Bruno Cesar Krause Moras, Christina Marie Joslin, Konstantina Gkritza; Used or new electric vehicles Public preferences and market segments; International Journal of Sustainable Transportation 25 October 2025; https://doi.org/10.1080/15568318.2025.2572827
9. A. Z. Jo‘raboyev, O. O. Daminov; General structure of electric vehicles; Current problems of ensuring the continuity of maintenance of modern cars in Uzbekistan and their effective solutions; Fergana 2021;
10. https://www.pwc.com/m1/en/publications/2025/docs/emobility-outlook-2025-qatar-edition.pdf
11. Mittal, V.; Shah, R. Energy Management Strategies for Hybrid Electric Vehicles: A Technology Roadmap. World Electr. Veh. J. 2024, 15, 424. https://doi.org/10.3390/wevj15090424
12. Ezugwu, E.O.; Bhattacharya, I.; Ayomide, A.I.; AntonyDhason, M.V.; Soyoye, B.D.; Banik, T. Powertrain in Battery Electric Vehicles (BEVs): Comprehensive Review of Current Technologies and Future Trends Among Automakers. World Electr. Veh. J. 2025, 16, 573. https://doi.org/10.3390/wevj16100573
13. Maroti, P. K., Padmanaban, S., Bhaskar, M. S., Ramachandaramurthy, V. K., Blaabjerg, F. The state-of-the-art of power electronics converters configurations in electric vehicle technologies; https://doi.org/10.1016/j.pedc.2021.100001

ISSN 3030-3907

14. A. G. Olabi et al., “Battery electric vehicles: Progress, power electronic converters, strength, weakness, opportunity, and threat,” Int. J. Thermo fluids, vol. 16, p. 100212, 2022, doi: https://doi.org/10.1016/j.ijft.2022.100212.
15. Ragab A. Sayed, Sabry Allam, Sheeraz Iqbal, MdShafiullah, and Muhammad Aurangzeb; A Brief Overview of Electric Vehicle (EV) Components, Types, Technologies, Challenges, Impacts, Battery Technologies, and Future Development Directions; J. Electrical Systems 21-2 (2025): 161-181
16. M. K. Metwaly et al., “Smart integration of drive system for induction motor applications in electric vehicles,” International Journal of Power Electronics and Drive Systems, vol. 12, no. 1, pp. 20-28, 2021, doi:10.11591/ijpeds.v12.i1.pp20-28., “The state of the art of electric and hybrid vehicles,” Proceedings of the IEEE, vol. 90, no. 2, pp. 247-275, 2002, https://doi.org/10.1109/5.989873.
17. Ahmed Abd El Baset Abd El Halim, Ehab Hassan Eid Bayoumi, Walid El-Khattam, Amr Mohamed Ibrahim; Electric vehicles: a review of their components and technologies; International Journal of Power Electronics and Drive Systems (IJPEDS) December 2022, pp. 2041~2061; https://doi.org/0.11591/ijpeds.v13.i4.pp2041-2061
18. L. C. Rosario, a dissertation for the degree of doctor of philosophy “Power and Energy Management of Multiple Energy Storage Systems in Electric Vehicles” Cranfield University 2007.
19. Оспанбеков Б.К. Оптимизация ресурсоопределяющих эксплуатационных режимов тяговых аккумуляторных батарей электромобилей. Диссертация на соискание ученой степени Кандидата технических наук. Министерство образования и науки Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Московский автомобильно-дорожный государственный технический университет (МАДИ) Москва – 2017.
20. O.A. M. Elrefaie. Development and implementation of control algorithms for a traction electric drive that ensure the efficiency of autonomous electric vehicles. Thesis for the degree of candidate of technical sciences. Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "National Research University "MPEI" Moscow - 2019. Page 21-22
21. Gregory L. Plett, Battery Management Systems Volume I Battery Modeling. ISBN-13: 978-1-63081-023-8. 2015 Artech House 685 Canton Street Norwood, MA 02062. P 4-10, 303-306.
22. Advanced hybrid electric vehicle design through on-board wind energy ntegration: Impacts on fuel efficiency and emission mitigation Pavell L. L. T.,

ISSN 3030-3907

Maxim I. M. T., Viridiane M. T., David Y., https://doi.org/10.1016/j.egyr.2026.109073
23. Google patents, tesla.Nevada.com
24. https://www.byd.com/eu/technology/byd-e-platform-3
25. https://www.youtube.com/@TheEngineersPost
26. Jorge P. Arenas; On the impact of electric vehicle transition on urban noise pollution; Current Opinion in Environmental Science & Health, Volume 45, June 2025, 100623; https://doi.org/10.1016/j.coesh.2025.100623
27. Muhammad Javid, Raed Ali Al-Mestneer, Introduction of electric vehicles in Saudi Arabia: Impacts on oil consumption, CO2 emissions, and electricity demand; Energy Strategy Reviews Volume 62, November 2025, 101982; https://doi.org/10.1016/j.esr.2025.101982
28. M. Elassy, M. Al-Hattab, M. Takruri, and S. Badawi, "Intelligent transportation systems for sustainable smart cities," Transp. Eng., vol. 16, p. 100252, 2024, doi: https://doi.org/10.1016/j.treng.2024.100252.
29. Farah Elida Selamat, Junta Tagusari; Assessing health risk reduction from road traffic noise: The impact of vehicle composition and traffic speed in the transition to electric vehicles – A prediction in Sapporo City, Japan; Hygiene and Environmental Health Advances, Volume 14, June 2025, 100125; https://doi.org/10.1016/j.heha.2025.100125
30. Sacha Baclet, Julien Cesbron, Pierre Aumond , Arnaud Can, Romain Rumpler; A correction model for the noise emissions of light electric vehicles during acceleration; Applied Acoustics ,Volume 236, 5 June 2025, 110713; https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2025.110713
31. O. M. F. Camacho and L. M. Popa, "Fast charging and smart charging tests for electric vehicles batteries using renewable energy," Oil & Gas Science and Technology–Revue d'IFP Energies nouvelles, vol. 7, no. 1, pp. 1-12, 2016, doi: 10.2516/ogst/2014001.
32. Joanna Czerepko, Piotr Sliż, Aleksander Jagiełło; Which Electric Cars Disadvantages Are Most Significant from the Users' Perspective? An Analysis of Key Factors; Which Electric Car Disadvantages Are Most Significant from the Users' Perspective? An Analysis of Key Factors; Journal of Management and Financial Sciences June 2025; DOI:10.33119/JMFS.2025.56.1
33. J. Deng, C. Bae, A. Denlinger, and T. Miller, "Electric Vehicles Batteries: Requirements and Challenges," Joule, vol. 4, no. 3, pp. 511–515, 2020, doi: https://doi.org/10.1016/j.joule.2020.01.013.
34. Yuki Kobayashi, Tomoyasu Adachi, Hiroyuki Yamamoto, Ryo Shiozaki, Masahiro Kato, Yuki Asada, Development of Heating System for Electric Vehicles

ISSN 3030-3907

Combining Refrigerant and Coolant Circuits; Mitsubishi Heavy Industries Technical Review Vol. 60 No. 2 (June 2023)
35. Gaston Maggetto, Joeri Van Mierlo; Electric vehicles, hybrid electric vehicles and fuel cell electric vehicles-state of the art and perspectives; Annales de Chimie Science des Matériaux Volume 26, Issue 4, July–August 2001, pp 9-26;
36. Daminov, O.; Mirzaabdullaev, J.; Umerov, U.; Khimmataliev, D.; Daminov, L.; Sharipov, Y.; Kurbanov, R. Electric vehicle battery technology and optimization. AIP Conf. Proc. 3331, 060026 (2025) https://doi.org/10.1063/5.0306143
37. Juraboev A. Z., Scientificadviser: ass.pf. O.Daminov ; Optimization of the resource-determining operating modes of the batteries of electric vehicles; a dissertation for the degree of master degree; Tashkent 2022
38. U.S. Department of Energy. Alternative Fuels Data Center. https://afdc.energy.gov/vehicles/electricbatteries
39. International Renewable Energy Agency (IRENA); IRENA (2024), Critical materials: Batteries for electric vehicles, International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi.
40. Lv, S.; Wang, X.; Lu, W.; Zhang, J.; Ni, H. The Influence of Temperature on the Capacity of Lithium Ion Batteries with Different Anodes. Energies 2022, 15, 60. https://doi.org/10.3390/en15010060
41. Shuai Maa, Modi Jianga, Peng Taoa, Chengyi Songa, Jianbo Wua, Jun Wangb, Tao Denga,Wen Shanga,; Temperature effect and thermal impact in lithium-ion batteries: A review; Progress in Natural Science: Materials International, Volume 28, Issue 6, December 2018; https://doi.org/10.1016/j.pnsc.2018.11.002
42. Yuqiang Zeng, Divya Chalise, Sean D. Lubner,1 Sumanjeet Kaur,1 Ravi S. Prasher,; A review of thermal physics and management inside lithium-ion batteries for high energy density and fast charging; Energy Storage Materials, Volume 41, October 2021, Pages 264-288; https://doi.org/10.1016/j.ensm.2021.06.008
43. Haydon Kerk Motion Solutions / Pittman Motors; Temperature effects on motor performance; 534 GODSHALL DRIVE, HARLEYSVILLE, PA 19438
44. Drexler David, Kampker Achim, Born Henrik, Nankemann Michael, Hartmann Sebastian, Kulawik Tobias; Advances in electric motors: a review and benchmarking of product design and manufacturing technologies; Elektrotechnik und Informationstechnik 2025/07/15; https://doi.org/10.1007/s00502-025-01331-3
45. J. Mirzaabdullaev, R. Tillahodjaev, O. Daminov, R. Mirzajonov. Review and analysis of batteries for electric vehicles in the Central Asian climate. BIO Web of Conferences. 4th International Conference on Research of Agricultural and Food Technologies (I-CRAFT-2024). 11-13.09.2024, Tashkent

ISSN 3030-3907

46. Daminov O.O., Juraboev A.Z., Daminov L.O., Kurbanov A.M. Analysis of energy sources for electric vehicles. International Conference on Electrical Facilities and informational technologies 2022 (ICEF 2022). "New Intelligence Technology: Past, Present and Future". Turin polytechnic university in Tashkent, Uzbekistan. August 10-13, 2022. pp. 37–41.

ISSN 3030-3907

PAXTA NAMUNALARINI JINLASH UCHUN LABORATORIYA JIN USKUNASINI KONSTRUKSIYASINI ISHLAB CHIQISH

Esanov Anvar Axmatovich
Tolali ekinlar ilmiy tadqiqot instituti Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori. katta ilmiy xodim., laboratoriya mudiri
ORCIDID: 0009-0005-5823-8665 100070,
Umarxodjayev Bekzod Tuychiyevich
Tolali ekinlar ilmiy tadqiqot instituti Texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori. laboratoriya mudiri
ORC IDID: 0009-0004-7159-1802 111503,
Nazirov Rahmatjon Rasulovich
Texnika fanlari nomzodi., Katta ilmiy xodim.
ORCIDID 0009-0006-6832-5428
E-mail: Anvarilm@yandex.ru

Annotatsiya. Elita urug'chilik fermer xo'jaliklari laboratoriya sharoitida kam miqdordagi paxta namunalarini alohida-alohida jinlash, urug'lik chigitini mexanik shikastlanishini oshirmasdan ajratib olishni ta'minlovchi valikli laboratoriya jin uskunasining konstruksiyasini ishlab chiqish masalalari yoritilgan. Mavjud valikli va arrali jinlarning konstruktiv hamda texnologik xususiyatlari tahlil qilindi. Arrali jinlarning uzluksiz ishlash uchun mo'ljallangani va ishchi kamerada ma'lum zichlikdagi xom ashyo valigini hosil qilish zaruriyati sababli ularni kichik massali namunalar uchun qo'llash maqsadga muvofiq emasligi asoslandi. Valikli jinlarning afzalliklari, xususan tolani nisbatan yumshoq ajratishi va chigitni kam shikastlashi aniqlanib, laboratoriya sharoitiga mos takomillashtirilgan konstruktiv yechim taklif etildi.

Kalit so'zlar: valikli jin, arrali jin, laboratoriya jini, urug'lik chigit, elita urug'chilik, paxta namunasi, konstruksiya, jinlash jarayoni.

Аннотация. Освещены вопросы разработки конструкции валичного лабораторного джин-оборудования, обеспечивающего раздельное джинирование образцов хлопка в малом массе в условиях лабораторий элитных семеноводческих хозяйств, извлечение семенного материала без увеличения механических повреждений. Проанализированы конструктивные и технологические особенности существующих валичных и пильных джинов. Обосновывалось, что пильные джины предназначены для бесперебойной работы и их применение их нецелесообразно для малых образцов из-за необходимости формирования в рабочей камере семенного валика сырья определенной плотности. Были обнаружены преимущества валичных джинов, в частности, относительно мягкое разделение волокон и

ISSN 3030-3907

меньшее повреждение семян, и было предложено улучшенное конструктивное решение, подходящее для лабораторных условий.

Ключевые слова: валичный джин, пильный джин, лабораторный джин, семенной семя, элитное семеноводство, образец хлопка, конструкция, процесс джинировании.

Abstract. Abstract: The issues of developing the design of roller laboratory gin equipment that ensures separate gining of cotton samples in low weight in laboratories of elite seed farms, extraction of seed material without increasing mechanical damage, are highlighted. The design and technological features of existing roller and saw gins are analyzed. It was proved that saw gins are designed for uninterrupted operation and their use is impractical for small samples due to the need to form a seed roller of a certain density of raw materials in the working chamber. The advantages of roller gins were found, in particular, relatively mild fiber separation and less damage to seeds, and an improved design solution suitable for laboratory conditions was proposed.

Keywords: roller gin, saw gin, laboratory gin, seed seed, elite seed production, cotton sample, construction, gining process.

KIRISH.

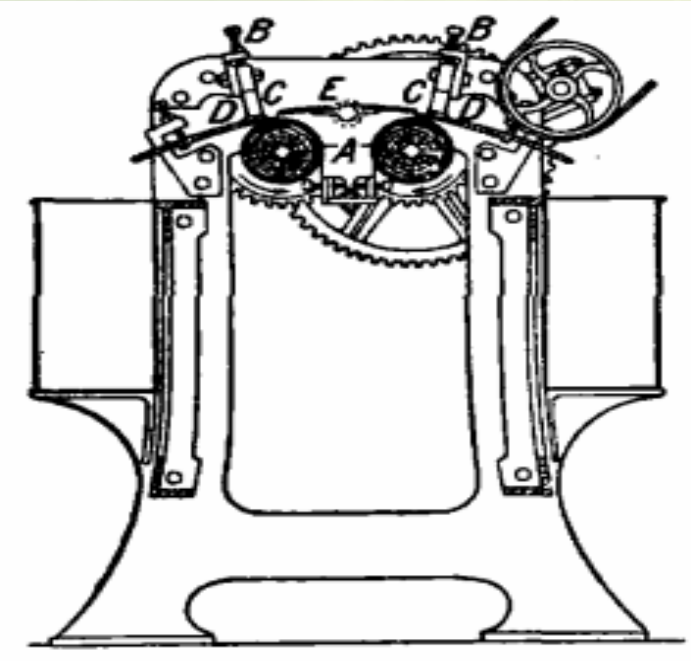
Elita urug‘chilik xo‘jaliklarida birinchi yil ko‘chatzorlarida har bir oila bo‘yicha 60-85 g miqdordagi paxta namunalarini alohida jinlash zarurati mavjud. Bunda asosiy talab urug‘lik chigitining toladan ajratishdir.

Mavjud sanoat jinlari, xususan arrali jinlar uzluksiz texnologik jarayonga mo‘ljallangan bo‘lib, ishchi kamerada ma’lum zichlikdagi xom ashyo valigini hosil qilishni talab etadi. Bu esa kam miqdordagi namunalarni jinlash imkoniyatini cheklaydi.

Shu sababli laboratoriya sharoitiga mos, kichik partiyali paxta namunalarini samarali qayta ishlovchi valikli jin konstruksiyasini ishlab chiqish dolzarb masala hisoblanadi [1, 2].

Asosiy qism.Valikli jinlarning rivojlanish bosqichlari va tahlili Pichoqli valikli jin 1-rasm [3, 4].

ISSN 3030-3907



1-rasm Makartining jinlarini takomillashtirish natijasida yaratilgan ikki tomonlama pichoq bilan ikki valikli jin ko‘rinishidagi konstruksiyani sxemasi

Valikli jinlarning prototipi chagrik (charka) bo‘lib, 1840 yilda Makarti tomonidan ikki charmli valik va ikki uruvchi pichoqli konstruktsiya ishlab chiqilgan. Uruvchi pichoq ilgarilanma-qaytma harakat qilgan.

Afzalliklari:

- Yumshoq jinlash jarayoni
- Tolaning tabiiy xususiyatlarini yaxshi saqlashi
- Chigitni kam shikastlashi

Kamchiliklari:

- Past unumdorlik
- Tebranishlar yuqoriligi
- Tolada tugun va chigallanishlar hosil bo‘lishi

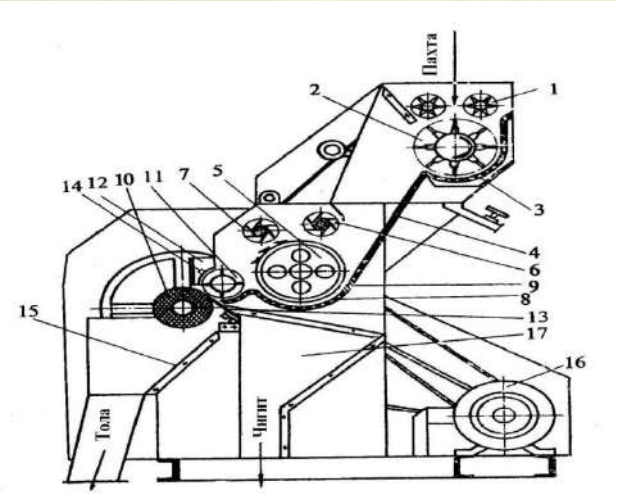
Ikki tomonlama ta’sir etuvchi Makarti jinlari va Ley tizimi jinlari mahsuldorlikni 1,5-2 barobarga oshirgan bo‘lsa-da, konstruktiv murakkablik ularni laboratoriya sharoitida qo‘llashni qiyinlashtiradi.

Zamonaviy valikli jinlar

Continental, Hardwick-Etter va boshqa firmalar tomonidan Rotobar tipidagi valikli jinlar ishlab chiqilgan. Ularning ish unumdorligi 125-250 kg/soatgacha yetadi.

Mamlakatimizda DV-1M rusumli valikli jin qo‘llaniladi, [5], (2-rasm**)**.

ISSN 3030-3907



2-rasm DV-1M rusumli valikli jin

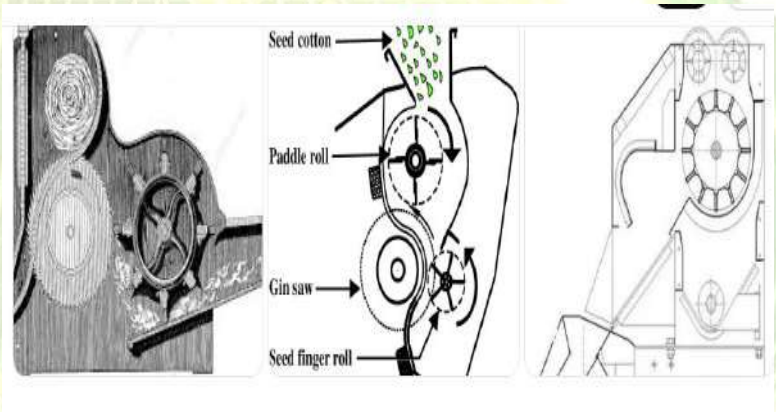
1-ta’minlagich valiklari; 2-qoziqchali baraban; 3-to‘rli yuza; 4-ifloslikni yo‘naltiruvchi tarnov; 5, 15-tarnovlar; 6-ignali baraban; 7-kolosnikli panjara; 8-tekislovchi valik; 9-tezlashtiruvchi valik; 10-ishchi baraban; 11-uruvchi baraban; 12-to‘rli yuza; 13-qo‘zg‘almas pichoq dekasi bilan; 14-old kozeryok; 15-tola tarnovi; 16-elektrodvigatel; 17-ajralgan chigit tarnovi.

DV-1M jinning tahlili shuni ko‘rsatdiki:

- Ishchi baraban: 250–270 ayl/min
- Uruvchi baraban: 430 ayl/min
-Tolani ajratish darajasi: 45–50%
-Ishchi zonada 14-16 marta aylanish

Natijada chigit va tola sifatiga salbiy ta’sir kuzatiladi. Ignali baraban orqali uzatishda esa qisman jinlangan chigitlar yangi xom ashyo bilan aralashib ketadi.

Arrali jinlarning texnologik tahlili



3-rasm Arrali jinlar (MY-171, 4DP-130, DPZ-180 va boshqalar)

Arrali jinlar (MY-171, 4DP-130, DPZ-180 va boshqalar) uzluksiz ishlash prinsipiga asoslangan. Ishchi kamerada ma’lum zichlikdagi xom ashyo valigi hosil qilinadi va paxta doimiy ravishda uzatib turiladi [6, 7, 8, 9].

Afzalliklari:

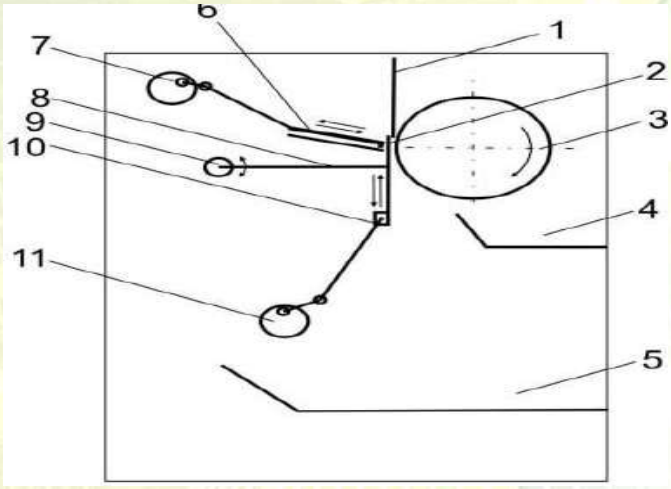
ISSN 3030-3907

- Yuqori unumdorlik
- Uzluksiz texnologik jarayon

Kamchiliklari:

- Kichik massali namunalarni jinlab bo‘lmasligi
- Ishchi kamerada minimal 0,5–0,8 kg xom ashyo talab qilinishi
- Oilaviy namunalar aralashish xavfi

Shu sababli arrali jinlarni elita urug‘chilik laboratoriyalarida qo‘llash maqsadga muvofiq emas.



4-rasm Taklif etilayotgan valikli laboratoriya jin konstruksiyasi

1-qo‘zg‘olmas pichoq; 2-uruvchi pichoq; 3-ishchi baraban; 4-paxta tolasi idishi, 5-chigit idishi; 6-paxtani siquvchi mexanizm; 7, 11-kulachokli val, 8-kolosnikli panjara, 9-shkiv, 10-xarakat uzatuvchi sharnir

Konstruktiv yechimning ustunliklari:

1. 50–100 g paxta namunalarini jinlash imkoniyati
2. Ishchi kamerada sun’iy siqish orqali zarur zichlikni hosil qilish
3. Chigitni mexanik shikastlanishini kamaytirish
4. Tolani tabiiy sifatini maksimal saqlash
5. Oilaviy namunalarni aralashtirmaslik

Mazkur konstruksiya davriy rejimda ishlaydi va laboratoriya sharoitiga moslashtirilgan [1, 2].

XULOSA

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, sanoat arrali jinlari kichik massali paxta namunalarini jinlash uchun mos emas. Valikli jinlar esa yumshoq ta’sir mexanizmi sababli urug‘lik chigitini saqlashda ustunlikka ega. Taklif etilgan valikli laboratoriya jin konstruksiyasi elita urug‘chilik xo‘jaliklarida oilaviy paxta namunalarini sifatli jinlash imkonini beradi va seleksiya jarayonining aniqligini oshiradi.

ISSN 3030-3907

Kelgusida tajriba nusxasini yaratish, optimal parametrlarni aniqlash va energetik samaradorlikni baholash bo‘yicha tadqiqotlar olib borilishi maqsadga muvofiq.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Qishloq Xo‘jaligi Vazirligi, Qishloq xo‘jaligida bilim va innovatsiyalar milliy markazi, Tolali ekinlar ilmiy-tadqiqot instituti «Tolali ekinlarni yetishtirish va qayta ishlash texnologiyasi istiqbollari» mavzusida respublika miqyosidagi ilmiy-amaliy konferensiya “Maqolalari to‘plami” 2025 yil 10-11 dekabr, 347-353 b.
2. Esanov A.A. Elita Urug‘chilik xo‘jaliklari uchun samarali laboratoriya jinini ishlab chiqish. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti Huzuridagi Paxtachilik Kengashi O‘zbekiston Respublikasi oliy ta’lim, fan va innovatsiyalar vazirligi Paxtachilikka ilmiy-innovasion yondashuv: nazariy tamoyillar va amaliy yechimlar Xalqaro Paxta kuniga bag‘ishlab o‘tkazilgan Ilmiy konferensiya ishtirokchilari ma’ruzalarining tezislari TO‘PLAMI 2023 yil 6-oktyabr 160-162 b
3. Abdullayev R. Jinlash jarayonining nazariy asoslari. – Toshkent, 2017.
4. Makarti J. Roller Gin Patent Description. – USA, 1840.
5. Paxta tozalash sanoatida zamonaviy texnologiyalar. – Toshkent, 2020.
6. Hardwick-Etter Company. Regal-224 Saw Gin Specifications.
7. DV-1M rusumli valikli jin texnik pasporti.
8. MY-171 rusumli arrali jin texnik tavsifi.
9. Lugachev A.E. Theoretical investigations of the gin stand with saw cylinders // Proceedings of the International Conference on Cotton Ginning. Memphis, Tennessee, 2001. P. 132-138.

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM TALABALARIGA HOMILADORLIKDA GIPERTENZIV HOLATLAR MAVZUSINI ZAMONAVIY O‘QITISH METODLARI ASOSIDA O‘QITISH TEXNOLOGIYALARI

Nematova Maftuna Rahmatilloyevna

Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti. Buxoro, O‘zbekiston.

E-mail: nematova.maftuna@bsmi.uz

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada oliy ta’lim muassasalarida tibbiyot yo‘nalishi talabalari uchun homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni qo‘llash masalalari yoritilgan. Tadqiqotda talaba markazli ta’lim, muammoli o‘qitish, interaktiv metodlar, simulyatsion mashg‘ulotlar, raqamli platformalar va klinik holatlarga asoslangan ta’lim texnologiyalarining didaktik samaradorligi tahlil qilindi. Natijalar zamonaviy metodlar talabalarning klinik fikrlashi, kasbiy kompetensiyasi va mustaqil qaror qabul qilish ko‘nikmalarini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: gipertenziv holatlar, homiladorlik, zamonaviy o‘qitish metodlari, interaktiv ta’lim, simulyatsiya, tibbiy ta’lim.

Аннотация. В данной научной статье освещены вопросы применения современных педагогических технологий в преподавании темы гипертензивных состояний при беременности студентам медицинского направления высших учебных заведений. В исследовании проанализирована дидактическая эффективность образовательных технологий, основанных на студентоцентрированном обучении, проблемном обучении, интерактивных методах, симуляционных занятиях, цифровых платформах и клинических ситуациях. Результаты показывают, что современные методы имеют важное значение в развитии клинического мышления, профессиональной компетентности и навыков самостоятельного принятия решений у студентов.

Ключевые слова: гипертензивные состояния, беременность, современные методы обучения, интерактивное обучение, симуляция, медицинское образование.

Abstract. This scientific article covers the issues of applying modern pedagogical technologies in teaching the topic of hypertensive conditions during pregnancy to medical students in higher educational institutions. The study analyzed the didactic effectiveness of student-centered learning, problem-based learning, interactive methods, simulation classes, digital platforms, and educational technologies based on clinical situations. The results show that modern methods are important in the

ISSN 3030-3907

development of students' clinical thinking, professional competence, and independent decision-making skills.

Keywords: hypertensive conditions, pregnancy, modern teaching methods, interactive learning, simulation, medical education.

KIRISH.

Homiladorlik davrida kuzatiladigan gipertenziv holatlar, jumladan gestatsion gipertenziya, preeklampsiya va eklampsiya akusherlik amaliyotida eng muhim va murakkab patologik holatlardan biri hisoblanadi. Ushbu kasalliklar ona organizmida yurak-qon tomir, buyrak, markaziy asab tizimi va gemostaz tizimining chuqur funksional buzilishlari bilan kechib, homila rivojlanishiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi hamda perinatal va maternal asoratlar xavfini sezilarli darajada oshiradi. Statistik ma’lumotlarga ko‘ra, homiladorlikdagi gipertenziv holatlar ona va homila o‘limi hamda nogironligining yetakchi sabablaridan biri bo‘lib qolmoqda.

Mazkur patologiyalarning etiopatogenezi, klinik kechishi va davolash-taktik yondashuvlarining murakkabligi ushbu mavzuni oliy ta’lim muassasalarida tibbiyot yo‘nalishi talabalari uchun chuqur, tizimli va amaliy yo‘naltirilgan tarzda o‘qitishni taqozo etadi. Talabalarda nafaqat nazariy bilimlarni, balki klinik fikrlash, differensial diagnostika, xavf omillarini baholash va favqulodda holatlarda to‘g‘ri qaror qabul qilish kompetensiyalarini shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi.

An’anaviy ma’ruza-uslubidagi ta’lim, asosan, bilimlarni reproduktiv o‘zlashtirishga yo‘naltirilgan bo‘lib, talabalarda klinik tafakkur, mustaqil tahlil va amaliy ko‘nikmalarni yetarli darajada rivojlantira olmaydi. Bunday yondashuv murakkab klinik vaziyatlarni real sharoitda baholash va boshqarish qobiliyatini shakllantirishda cheklangan imkoniyatlarga ega. Shu sababli, tibbiy ta’lim jarayoniga zamonaviy o‘qitish texnologiyalarini, jumladan muammoli ta’lim, klinik holatlarga asoslangan o‘qitish (case-based learning), simulyatsion mashg‘ulotlar, raqamli va interaktiv pedagogik metodlarni joriy etish dolzarb ilmiy-pedagogik vazifa sifatida namoyon bo‘lmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. So‘nggi yillarda homiladorlik davrida uchraydigan gipertenziv holatlar masalasi nafaqat klinik tibbiyot, balki tibbiy ta’lim metodikasi nuqtayi nazaridan ham keng o‘rganilmoqda. Xalqaro va mahalliy ilmiy manbalarda gestatsion gipertenziya, preeklampsiya va eklampsiyaning patogenezi, klinik belgilari, diagnostik mezonlari hamda davolash taktikasiga oid ko‘plab tadqiqotlar e’lon qilingan. Jumladan, F.G. Cunningham va hammualliflar homiladorlikdagi gipertenziv holatlarni ona va homila uchun yuqori xavfli patologiyalar sifatida baholab, ularni erta aniqlash va boshqarish muhimligini ta’kidlaydi.

ISSN 3030-3907

Sibai B.M. tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda preeklampsiyaning og‘ir shakllarida klinik qaror qabul qilishda shifokorning tayyorgarlik darajasi muhim omil ekanligi ko‘rsatib berilgan. Muallif klinik bilim bilan bir qatorda amaliy ko‘nikmalar va tezkor fikrlash qobiliyatini shakllantirish zarurligini alohida qayd etadi. Bu esa tibbiyot ta’limida an’anaviy o‘qitish yondashuvlarining yetarli emasligini ko‘rsatadi.

Pedagogik adabiyotlarda zamonaviy tibbiy ta’limning asosiy yo‘nalishlari sifatida kompetensiyaga asoslangan ta’lim, muammoli o‘qitish (Problem-Based Learning), klinik holatlarga asoslangan ta’lim (Case-Based Learning), simulyatsion treninglar va raqamli ta’lim texnologiyalari e’tirof etilgan. Harden R.M. va Biggs J. tadqiqotlarida ta’lim jarayonida nazariya va amaliyotni integratsiyalash, talabani faol subyekt sifatida jalb etish orqali ta’lim samaradorligini oshirish mumkinligi ilmiy jihatdan asoslab berilgan.

Mahalliy tadqiqotlarda ham tibbiyot ta’limida interaktiv metodlardan foydalanish talabalarning bilimlarni chuqurroq o‘zlashtirishiga, klinik tafakkur va mustaqil qaror qabul qilish kompetensiyalarining shakllanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatishi qayd etilgan. Shu bilan birga, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, homiladorlikdagi gipertenziv holatlar mavzusini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni kompleks va tizimli qo‘llash masalasi yetarli darajada o‘rganilmagan bo‘lib, bu yo‘nalishda ilmiy izlanishlar olib borish dolzarb hisoblanadi.

Mazkur tadqiqot oliy ta’lim muassasalarida tibbiyot yo‘nalishi talabalariga homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini o‘qitishda zamonaviy o‘qitish texnologiyalarining samaradorligini aniqlashga qaratilgan. Tadqiqot jarayonida pedagogik va empirik metodlarning kompleks majmuasidan foydalanildi.

Nazariy metodlar sifatida ilmiy-pedagogik va tibbiy adabiyotlarni tahlil qilish, taqqoslash, umumlashtirish va tizimlashtirish usullari qo‘llanildi. Bu metodlar yordamida homiladorlikdagi gipertenziv holatlarni o‘qitishga doir mavjud yondashuvlar, muammolar va istiqbolli yo‘nalishlar aniqlab olindi.

Empirik tadqiqot metodlari doirasida pedagogik kuzatish, anketa-so‘rov va tajriba-sinov ishlari amalga oshirildi. O‘quv jarayonida zamonaviy o‘qitish texnologiyalari, jumladan muammoli ta’lim, klinik holatlarga asoslangan mashg‘ulotlar, simulyatsion treninglar, interaktiv guruhli ishlanmalar va raqamli ta’lim platformalari joriy etildi. Talabalarning bilim darajasi, klinik fikrlash ko‘nikmalari va mavzuni o‘zlashtirish samaradorligi an’anaviy va zamonaviy metodlar asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar natijalari orqali solishtirildi.

Olingan natijalar statistik va sifat tahlili asosida qayta ishlanib, zamonaviy o‘qitish texnologiyalarining didaktik samaradorligi baholandi. Tadqiqot

ISSN 3030-3907

metodlarining kompleks qo‘llanilishi homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini o‘qitishda zamonaviy pedagogik yondashuvlarning ustun jihatlarini ilmiy asoslash imkonini berdi.

NATIJALAR. O‘tkazilgan pedagogik tajriba-sinov ishlari natijalari homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini o‘qitishda zamonaviy o‘qitish texnologiyalaridan foydalanish ta’lim samaradorligini sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatdi. Tadqiqot jarayonida an’anaviy ma’ruza-uslubidagi mashg‘ulotlar bilan zamonaviy pedagogik yondashuvlar asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar natijalari o‘zaro solishtirildi.

Zamonaviy metodlar qo‘llanilgan guruhlarda talabalarning mavzuni o‘zlashtirish darajasi yuqoriligi kuzatildi. Xususan, talabalarda homiladorlikda uchraydigan gipertenziv holatlarning klinik belgilari, differensial diagnostikasi va davolash-taktik yondashuvlari bo‘yicha bilimlar yanada tizimli va chuqur shakllandi. Klinik holatlarga asoslangan topshiriqlar talabalarni real amaliy vaziyatlarga yaqinlashtirib, nazariy bilimlarni amaliy ko‘nikmalar bilan integratsiyalash imkonini berdi.

Muammoli ta’lim va case-based learning metodlari qo‘llanilgan mashg‘ulotlarda talabalarning klinik fikrlash faolligi oshdi. Ular arterial qon bosimini baholash, laborator ko‘rsatkichlarni tahlil qilish, preeklampsiyaning og‘irlik darajasini aniqlash va optimal davolash taktikasini tanlashda mustaqil va asoslangan qarorlar qabul qila boshladilar. Bu esa talabalarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim omil bo‘lib xizmat qildi.

Simulyatsion mashg‘ulotlar natijasida favqulodda holatlar, jumladan eklamptik tutqanoq yuzaga kelganda bajariladigan algoritmik harakatlar bo‘yicha talabalarning tayyorgarlik darajasi sezilarli darajada yaxshilandi. Simulyatorlarda o‘tkazilgan treninglar talabalarda stressli vaziyatlarda tezkor harakat qilish, jamoa bilan hamkorlikda ishlash va klinik protokollarga rioya qilish ko‘nikmalarini rivojlantirdi.

Raqamli ta’lim vositalari va elektron platformalardan foydalanish talabalarning mustaqil ta’limga bo‘lgan qiziqishini oshirdi. Onlayn testlar va interaktiv topshiriqlar yordamida bilimlarni baholash jarayoni yanada shaffof va samarali bo‘ldi. Natijada talabalar o‘z bilim darajasini mustaqil nazorat qilish va kamchiliklarni aniqlash imkoniyatiga ega bo‘ldilar.

Umuman olganda, olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini zamonaviy o‘qitish texnologiyalari asosida tashkil etish talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlash, klinik tafakkurini rivojlantirish va amaliy ko‘nikmalarini shakllantirishda an’anaviy ta’lim usullariga nisbatan yuqori didaktik samaradorlikka ega.

ISSN 3030-3907

MUHOKAMA. Mazkur tadqiqot natijalari oliy ta’lim muassasalarida tibbiyot yo‘nalishi talabalariga homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini o‘qitishda zamonaviy o‘qitish texnologiyalarini qo‘llashning yuqori didaktik samaradorligini tasdiqlaydi. Olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatdiki, interaktiv, muammoli va simulyatsion ta’lim metodlari talabalarning klinik fikrlash darajasi, amaliy ko‘nikmalari hamda kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim rol o‘ynaydi.

Tadqiqot natijalari xalqaro adabiyotlarda keltirilgan ilmiy xulosalar bilan mos keladi. Xususan, Sibai B.M. va Cunningham F.G. tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda preeklampsiya va eklampsiyani samarali boshqarish uchun tibbiyot xodimlarida chuqur klinik bilim bilan bir qatorda tezkor qaror qabul qilish va amaliy tayyorgarlik muhimligi ta’kidlangan. Ushbu tadqiqotda qo‘llanilgan klinik holatlarga asoslangan o‘qitish va simulyatsion treninglar aynan shu kompetensiyalarni shakllantirishga xizmat qilgani bilan ahamiyatlidir.

Pedagogik nuqtayi nazardan, olingan natijalar Harden R.M. va Biggs J. tomonidan asoslab berilgan kompetensiyaga yo‘naltirilgan ta’lim konsepsiyasini tasdiqlaydi. Talabaning faol subyekt sifatida ta’lim jarayoniga jalb etilishi, muammoli vaziyatlarni mustaqil tahlil qilish imkoniyatining yaratilishi bilimlarning chuqur va barqaror o‘zlashtirilishiga olib kelgan. An’anaviy ma’ruza-uslubidagi ta’limda esa bilimlar asosan reproduktiv xarakterda qolib, klinik vaziyatlarga tatbiq etishda qiyinchiliklar kuzatilgan.

Simulyatsion mashg‘ulotlarning samaradorligi alohida e’tiborga loyiq. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, eklampsiya kabi favqulodda holatlarni modellashtirish orqali talabalarda algoritmik fikrlash, jamoada ishlash va stressli vaziyatlarda to‘g‘ri harakat qilish ko‘nikmalari shakllandi. Bu holat tibbiy ta’limda simulyatsiya metodlari nazariy bilimlar va real klinik amaliyot o‘rtasidagi tafovutni kamaytirishga xizmat qilishini ko‘rsatadi.

Raqamli ta’lim vositalaridan foydalanish talabalarning mustaqil ta’lim faoliyatini faollashtirib, bilimlarni baholash va tahlil qilish imkoniyatlarini kengaytirdi. Bu jihat zamonaviy tibbiy ta’limning raqamli transformatsiyasi bilan bevosita bog‘liq bo‘lib, ta’lim jarayonining moslashuvchanligi va individuallashuvini ta’minlaydi.

Shu bilan birga, tadqiqot ayrim cheklovlarga ham ega. Xususan, tadqiqot cheklangan talaba guruhi doirasida olib borilgan bo‘lib, natijalarni umumlashtirishda ehtiyotkorlikni talab etadi. Kelgusida kengroq tanlov asosida, statistik tahlillar bilan boyitilgan tadqiqotlar o‘tkazish zamonaviy o‘qitish texnologiyalarining uzoq muddatli samaradorligini aniqlash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Umuman olganda, muhokama natijalari shuni ko‘rsatadiki, homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarni kompleks qo‘llash tibbiyot ta’limining sifatini oshirish, talabalarni real klinik faoliyatga puxta tayyorlash hamda ona va homila salomatligini ta’minlashga xizmat qiluvchi malakali mutaxassislarni tayyorlashda muhim ilmiy-amaliy ahamiyatga ega.

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, homiladorlik davrida uchraydigan gipertenziv holatlar mavzusini oliy ta’lim muassasalarida zamonaviy o‘qitish texnologiyalari asosida tashkil etish tibbiyot yo‘nalishi talabalarining nazariy bilimlari va amaliy ko‘nikmalarini shakllantirishda yuqori samaradorlikka ega. Mazkur mavzuning klinik jihatdan murakkabligi va yuqori xavfli patologiyalar sirasiga kirishi uni o‘qitishda an’anaviy yondashuvlar bilan cheklanib qolmaslik zarurligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot davomida qo‘llanilgan muammoli ta’lim, klinik holatlarga asoslangan o‘qitish, simulyatsion mashg‘ulotlar va raqamli ta’lim vositalari talabalarda klinik fikrlashni rivojlantirish, differensial diagnostika o‘tkazish va davolash taktikasini asoslab tanlash kompetensiyalarini shakllantirishga xizmat qildi. Bu esa talabalarni real klinik faoliyatga yaqinlashtirib, ularning kelajakdagi kasbiy tayyorgarlik darajasini oshirdi.

Olingan natijalar zamonaviy pedagogik texnologiyalarni tibbiy ta’lim jarayoniga tizimli va kompleks joriy etish zarurligini ilmiy jihatdan asoslab berdi. Ayniqsa, favqulodda holatlarni modellashtirishga asoslangan simulyatsion treninglar va interaktiv metodlar ona va homila hayoti uchun xavfli bo‘lgan holatlarda tezkor va samarali qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega ekanligi aniqlandi.

Xulosa qilib aytganda, homiladorlikda gipertenziv holatlar mavzusini zamonaviy o‘qitish texnologiyalari asosida o‘qitish tibbiyot ta’limining sifatini oshirish, kompetensiyaga yo‘naltirilgan mutaxassislar tayyorlash va akusherlik amaliyotida ijobiy klinik natijalarga erishish uchun muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI (REFERENCES):

1. Cunningham F.G., Leveno K.J., Bloom S.L., et al. Williams Obstetrics. – 26th ed. – New York: McGraw-Hill Education, 2022. – 1352 p.
2. Sibai B.M. Hypertensive disorders of pregnancy // Obstetrics & Gynecology. – 2021. – Vol. 137, No. 2. – P. 337–350.
3. Brown M.A., Magee L.A., Kenny L.C., et al. Hypertensive disorders of pregnancy: ISSHP classification and management recommendations // Hypertension. – 2018. – Vol. 72, No. 1. – P. 24–43.

ISSN 3030-3907

4. American College of Obstetricians and Gynecologists. Gestational hypertension and preeclampsia: Practice Bulletin No. 222 // Obstetrics & Gynecology. – 2020. – Vol. 135, No. 6. – P. e237–e260.
5. WHO. WHO recommendations for prevention and treatment of pre-eclampsia and eclampsia. – Geneva: World Health Organization, 2019. – 56 p.
6. Magee L.A., Pels A., Helewa M., et al. Diagnosis, evaluation, and management of the hypertensive disorders of pregnancy // Pregnancy Hypertension. – 2014. – Vol. 4, No. 2. – P. 105–145.
7. Harden R.M. The integration ladder: A tool for curriculum planning and evaluation // Medical Education. – 2019. – Vol. 53, No. 6. – P. 569–577.
8. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. – 5th ed. – London: McGraw-Hill Education, 2020. – 389 p.
9. Dolmans D.H.J.M., De Grave W., Wolfhagen I.H.A.P., Van der Vleuten C.P.M. Problem-based learning: Future challenges for educational practice and research // Medical Education. – 2005. – Vol. 39, No. 7. – P. 732–741.
10. Issenberg S.B., McGaghie W.C., Petrusa E.R., Gordon D.L., Scalese R.J. Features and uses of high-fidelity medical simulations // Medical Teacher. – 2005. – Vol. 27, No. 1. – P. 10–28.
11. Frenk J., Chen L., Bhutta Z.A., et al. Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems // The Lancet. – 2010. – Vol. 376, No. 9756. – P. 1923–1958.
12. Khalid A., Ali S., Siddiqui A. Simulation-based medical education in obstetrics // Journal of Obstetrics and Gynaecology. – 2019. – Vol. 39, No. 3. – P. 315–320.
13. Ахмедов Б.А., Рахимова Н.Ш. Акушерликда гипертензив ҳолатлар: диагностика ва даволаш // Тиббиёт ахборотномаси. – 2020. – № 4. – Б. 45–50.
14. Каримов И.Р., Юлдашев Ш.А. Замонавий педагогик технологиялар асосида тиббий таълимни ташкил этиш // Педагогик таълим журнали. – 2021. – № 2. – Б. 112–118.

ISSN 3030-3907

UO‘T 621.34

SIQILGAN HAVONI ISHLAB CHIQARISH TIZIMIDAGI QURILMALARIDA BO‘LADIGAN BOSIM TUSHISHINI NAZORAT QILISH ORQALI KOMPRESSOR UCHUN SARFLANAYOTGAN ENERGIYANI TEJASH

O.X. Ishnazarov

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti. Toshkent, Durmon yo‘li ko‘chasi, 40-uy. katta ilmiy hodim.

U.H. Hoshimov

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti. Toshkent, Durmon yo‘li ko‘chasi, 40-uy. katta ilmiy hodim.

E-mail: Hoshimovural83@gmail.com

Annotasiya. Maqolada siqilgan havo ishlab chiqarish tizimining ishtirokchilari bo‘lgan har bir qurilmadan o‘tgan siqilgan havo bosimining yuqolishini nazorat qilish orqali me’yoriy ro‘xsat etilgan darajada ishlashini nazorat qilish orqali ortiqcha bosim isroflarini oldini olish va kompressorlarning ishlab chiqish bosimini talab etilgan bosimga yaqinlashtirish natijasida erishiladigan elektr energiya sarfining kamayishi tahlil qilingan. Siqilgan havo tizimidagi kompressordan chiqgan havo bosimining tizimdagi qurilmalardagi yo‘qotishlarini hisobga olgan holda oshirilishi natijasida ishchi bosimni oshirishning sarflangan ortiqcha energiya o‘zgarishlari ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Kompressor, havo quritgich, filtr, bosim, bosimlar farqi, manometr, omillar, mexanizm, namlik, siqilgan havo tarmog‘i.

Аннотация. В статье проведен анализ снижения потребления электроэнергии, достигаемого за счет контроля падения давления сжатого воздуха на каждом устройстве, участвующем в системе производства сжатого воздуха, для обеспечения работы в пределах допустимых норм и приближения рабочего давления компрессоров к требуемому. Рассмотрено влияние увеличения рабочего давления на изменение избыточной энергии, расходуемой при повышении давления, с учетом потерь давления сжатого воздуха на устройствах системы после выхода воздуха из компрессора.

Ключевые слова: Компрессор, осушитель воздуха, фильтр, давление, перепад давления, манометр, факторы, механизм, влажность, сеть сжатого воздуха.

Annotation. The article analyzes the reduction in electrical energy consumption achieved by monitoring the pressure drop of compressed air across each device involved in the compressed air production system, thereby ensuring operation within the permissible limits and minimizing excess pressure losses. It also

ISSN 3030-3907

examines how adjusting the compressors' discharge pressure closer to the required system pressure affects energy savings. Furthermore, the study considers the changes in additional energy consumption resulting from increasing the working pressure, taking into account the pressure losses of compressed air across system devices downstream of the compressor.

Keywords: Compressor, Air dryer, Filter, Pressure, Pressure drop, Pressure gauge, Factors, Mechanism, Humidity, Compressed air network.

KIRISH

Siqilgan havo zamonaviy sanoat korxonalarida keng qo‘llaniladigan muhim yordamchi energiya manbalaridan biri hisoblanadi. Uning yuqori darajadagi mavjudligi va ishonchliligi pnevmatik uskunalar ishlashini ta’minlash, shuningdek, ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish kabi keng ko‘lamli qo‘llanilish sohalarini yuzaga keltiradi[1,2]. Mazkur energiya manbasidan sanoatda foydalanish siqilgan havo tizimlari orqali amalga oshiriladi. Ushbu tizimlar kompressor qurilmalari, havo yig‘ish rezervuarlari, quritgichlar, filtrlar hamda quvur tarmoqlaridan iborat bo‘lgan yagona integratsiyalashgan texnik majmua sifatida tavsiflanadi[3].

Siqilgan havo sanoat korxonalarida ishlab chiqarish jarayonlarining uzluksizligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega bo‘lishiga qaramasdan, uni ishlab chiqarish yuqori miqdordagi elektr energiyasi sarfini talab qiladigan energiya sig‘imli jarayon hisoblanadi. Ilmiy adabiyotlarda sanoat sohasida siqilgan havoning umumiy elektr energiyasi iste’molidagi ulushi 35 % gacha bo‘lishi qayd etilgan. Yuqori energiya sig‘imi, elektr energiyasi iste’molidagi salmoqli ulushi hamda ekspluatatsiya xarajatlariga bo‘lgan ta’siri sababli siqilgan havo tizimlari ehtiyotkorlik bilan boshqarishni talab etadi. Shu munosabat bilan, siqilgan havo tizimlarida energiya tejash salohiyatini aniqlash va amalga oshirish masalalari energiya samaradorligini oshirishga qaratilgan ilmiy tadqiqotlarning ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylanib borayabdi.

Sanoat korxonalaridagi ekspluatatsiya sharoitlarida turli xil samaradorlikga salbiy ta’sir etadigan omillari siqilgan havo tizimlarining ish unumdorligini kamayishiga sabab bo‘ladi. Amalda keng tarqalgan yo‘qotishlar tizimdan samarasiz sizib chiqishlar bo‘lib, ular fitinglar va pnevmatik uskunalardagi mahkamlovchi elementlarning nominal ishlamasligi va shikastlanishi natijasida yuzaga keladi. Shu bilan birga, quvur tarmoqlarining ortiqcha uzunligi, mexanik o‘lchamlarning noto‘g‘ri tanlanishi hamda keraksiz ulanishlar siqilgan havo oqimiga ta’sir etib iste’molchi qurilmada talab etilgan havo bosimi pasayishiga olib keladi. Bo‘nday holatlarda kompressorlarning yuqoriroq bosimda ishlashini talab etib, natijada energiya sarfining oshishiga sabab bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

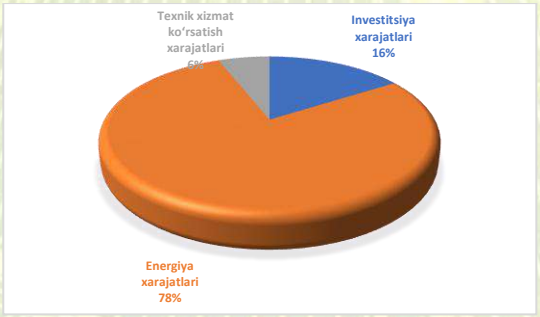
Ishlab chiqarish jarayoni to‘xtagan davrlarda kompressorlarning ishlashda davom etishi qo‘shimcha yo‘qotishlarni keltirib chiqaradi[4]. Havo sifati ham muhim omillardan biri hisoblanadi. Namlik, moy va qattiq zarrachalar kabi ifloslantiruvchi moddalarning mavjudligi uskunalarning xizmat muddatini qisqartiradi hamda texnologik jarayonlarning ishonchliligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi[5]. Ushbu omillar majmuaviy tarzda tahlil qilinganda, amaldagi siqilgan havo tizimlarida samaradorlikni oshirish bo‘yicha sezilarli salohiyat mavjud ekanligi yaqqol namoyon bo‘ladi.

Vintli havo kompressorining ish samaradorligini oshirish uchun talab etilgan bosimdan ortiq bosimda ishlashini jeklash energiya tejamkorligiga sabab bo‘ladi. Shu bilan birga, siqilgan havo tizimidagi qurilmalarning ishlashiga ham ijobiy ta’sir etadi.

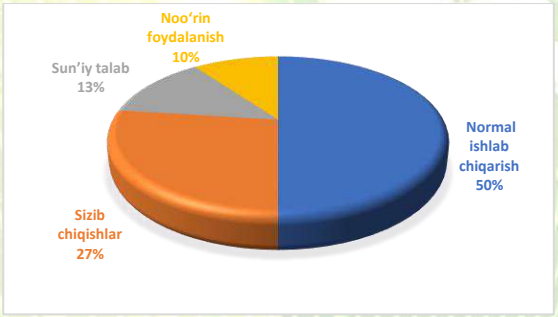
TADQIQOT METODOLOGIYASI

Siqilgan havo tizimlarining sanoatda xavfsizligi va ishonchliligi, shuningdek nisbatan sodda tarzda ishlab chiqarilishi va boshqarilishi tufayli keng qo‘llaniladi. Shu bois, siqilgan havo sanoatda turtinchi asosiy yordamchi energiya manbai sifatida qaraladi. Biroq, kompressorlar va siqilgan havo tizimining boshqa asosiy komponentlarida ro‘y beradigan unumdorlikning pasayishi va nosozliklar elektr energiya iste’molini ortishiga sabab bo‘ladi. Shu bilan birga, iste’molchi qurilmalarning talab etilgan bosimning tebranishi natijasida ishdan to‘xtashi va ish sifatining yo‘qolishiga sabab bo‘ladi.

Iste’molchi qurilmalarning tomonidan quralganda, ishlab chiqaruvchilar siqilgan havo tizimlarida mavjud bo‘lgan umumiy yaxshilash imkoniyatlarining qariyb 50–70 % ini amalga oshirishlari mumkin.



1-rasm. Siqilgan havo tizimining hayotiy sikli davomida xarajatlarning taqsimlanishiga umumiy nazar[4].



2-rasm. Iste’molchi tomoni yo‘qotishlarining turli shakllari[5].

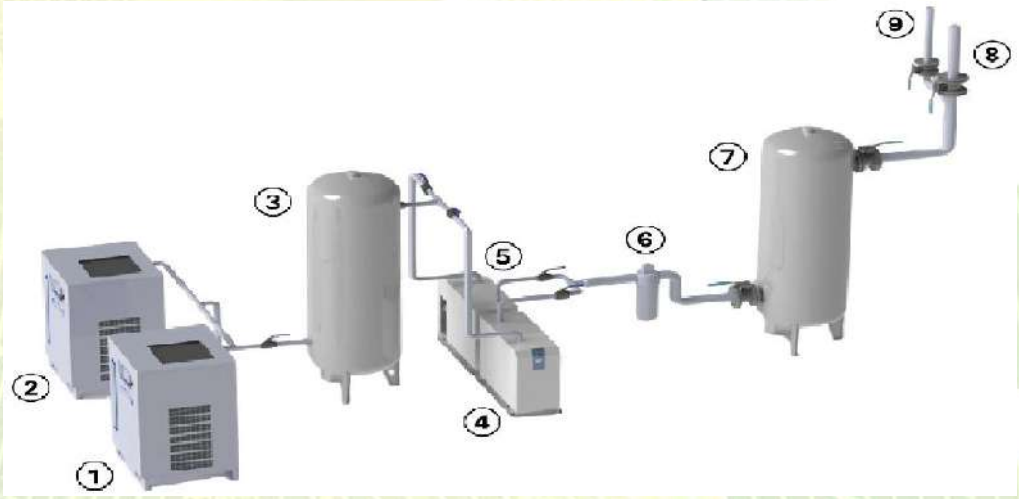
Siqilgan havo tizimlarini modernizatsiya qilish sanoat korxonalarida muhim talab hisoblanadi, ayniqsa mavjud tarmoqlarda doimiy havo sizib chiqishlari kuzatilganda va ishlab chiqarish yuklamalari o‘zgaruvchan bo‘lgan sharoitlarda siqilgan havo energiyasining ishonchli manbai sifatida keng qo‘llanilishiga

ISSN 3030-3907

qaramay, vintli kompressorlar ko‘pincha past energiya samaradorligi bilan tavsiflanadi, ayniqsa ular qisman yuklama rejimida yoki texnik xizmat ko‘rsatish yetarli darajada bo‘lmagan holatlarda ishlatilganda ortiqcha energiya sarfiga sabab bo‘ladi[7]. Bunday samaradorlikning pasayishi bartaraf etish o‘rnatilgan quvvat bilan haqiqiy ehtiyoj o‘rtasida muvozanatni ishlab chiqishni ta’minlashni talab qiladi.

Siqilgan havo taqsimlash tarmog‘idagi bosim yo‘qotishlarini hisoblash Atlas Copco tomonidan taklif etilgan metodologiya asosida amalga oshirildi [25]. Ushbu yondashuv turli ish sharoitlarida quvurlar, armaturalar va yordamchi jihozlar bo‘ylab yuzaga keladigan bosim yo‘qotishlarini baholash uchun standartlashtirilgan ko‘rsatmalarni taqdim etadi.

Nazariy hisob-kitob natijalarini tasdiqlash maqsadida kompressordan eng uzoqda joylashgan siqilgan havo iste’mol nuqtasi yoki kattaroq bosimda ishlovchi qurilmaga manometr o‘rnatildi. Ushbu o‘lchov hisoblangan qiymatlar bilan real ekspluatatsiya sharoitlari o‘rtasida bevosita taqqoslash imkonini berishi bilan birga bosim yo‘qotishlarini baholashning aniqligi va ishonchliligini ta’minlaydi.



3-rasm. Bosim ostidagi havoning asosiy tizimining umumiy sxemasi.

Rasmdagi (1–2) kompressorlar, (3) nam havo saqlash baki, (4–5) quritgichlar, (6) filtrlash bloki, (7) quruq havo saqlash baki, (8–9) iste’molchilarga taqsimlash quvurlari.

Havo quritgichlardagi bosim yo‘qotish darajasi laminar va turbulent oqimlarda Darcy–Weisbach tenglamasi bilan aniqlanishi mumkin:

$$\Delta P = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{\rho V^2}{2}$$

bu yerda, ΔP — quritgichdagi bosim yo‘qotilishi(Pa), f — ishqalanish koeffitsienti, L — quritgich element uzunligi(m), D — havo o‘tadigan yo‘l diametri(m), ρ — havo zichligi(kg/m³), V — o‘rtacha havo tezligini(m/s) ifodalaydi.

ISSN 3030-3907

1-Jadval.

Quritgichlarning turlariga qarab bosim yo‘qotilishi me’yoriy ko‘rsatgichlari.

Quritgich turi	Odatdagi bosim yo‘qotilishi ΔP (bar)	Bosimga ta’sir qiluvchi omillar	Tavsiya etilgan texnik xizmat intervali
Refrigerated dryer (sovutgichli)	0,2 – 0,5	Havo tezligi, filtr holati, kondensat yig‘ilishi	Har 6–12 oy filtr va kondensatni tekshirish; har yili tozalash
Desiccant dryer (adsorbentli, regeneratsiyali)	0,3 – 1,0	Adsorbent to‘yinganligi, regeneratsiya rejimi, havo tezligi	Har 3–6 oy adsorbent va separatorlarni tekshirish; kerak bo‘lsa almashtirish
Membrane dryer (membranali)	0,1 – 0,3	Oqim tezligi, membrana holati, namlik darajasi	Har 6 oy membrana va filtrlarni tekshirish
Refrigerated + pre-filter kombinatsiyasi	0,25 – 0,55	Pre-filtr iflosligi, sovutgich samaradorligi	Filtrlarni har 6 oy tozalash; sovutgich tekshiruvini yiliga 1–2 marta

Filtr elementlarining ifloslanishi siqilgan havo tizimida bosim tushishining asosiy sabablaridan biri bo‘lib, u oqimga gidravlik qarshilikni oshiradi. Filtrlarni o‘z vaqtida tozalash yoki almashtirish bosim yo‘qotishlarini sezilarli darajada kamaytiradi va tizimning umumiy energiya samaradorligini oshiradi.

Eng samarali usul — filtrdan oldin va keyin manometr o‘rnatish:

$\Delta p \leq 0{,}1$ bar holat uchun filtr holati yaxshi

$\Delta p = 0{,}2–0{,}3$ bar holat uchun filtrni tozalash rejalashtiriladi

$\Delta p \geq 0{,}4$ bar bo‘lgan holat uchun filtrni zudlik bilan tozalash yoki almashtirish talab etiladi.

2-Jadval.

Filtrlarni tozalashdan oldin va keyingi holatning taqqoslanishi.

Ko‘rsatkichlar	**Tozalashdan oldin (iflos filtr)**	**Tozalashdan keyin (toza filtr)**
Filtrdagi bosim tushishi, Δp (bar)	0,3 – 1,0	0,05 – 0,15
Tizimdagi umumiy bosim yo‘qotilishi (%)	10 – 20 %	2 – 5 %

ISSN 3030-3907

Kompressor chiqish bosimi talabi (bar)	Yuqori (ortiqcha)	Me’yoriy
Elektr energiya sarfi (%)	+5 – 15 %	Bazaviy holat
Oxirgi iste’molchidagi bosim (bar)	Past / beqaror	Barqaror
Havo sarfi samaradorligi	Past	Yuqori
Pnevmatik uskunalar ishlashi	Notekis, kechikishlar	Barqaror
Texnik xizmat oralig‘i	Qisqa, tez-tez	Uzaytirilgan
Komponentlar xizmat muddati	Qisqaradi	Uzayadi

2-jadvalda siqilgan havo filtrlaridagi bosim pasayishi va filtr texnik xizmatidan oldin va keyin siqilgan havo taqsimlash tizimining umumiy ishlash ko‘rsatkichlarini solishtirilgan ko‘rinishi keltirilgan. Natijalar filtr holatining bosim yo‘qotishlari, energiya sarfi va pnevmatik tizim barqarorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini ko‘rsatadi va bu sanoatdagi siqilgan havo tizimlarini optimallashtirish amaliyotlariga mos keladi.

Umuman olganda, kompressordan darhol keyin olinadigan bosim sezilarli darajada kamayadi, bunga havoning sovishi natijasida va siqilgan havoni taqsimlash jarayoni yo‘qotishlarni keltirib chiqaradi. Bu yo‘qotishlar asosan quvurlar devorlari bo‘ylab ishqalanish va bog‘lovchi oraliq qurilmalarning mavjudligi bilan bog‘liq. Shu bilan birga siqilgan havoni uzatish quvirlaridagi bosim isroflari ham kiradi.

$$\Delta p = 450 \cdot \frac{(q_c)^{1.85} \cdot l}{d^5 \cdot p} \quad (1)$$

bu yerda: Δp - bosim pasayishi (bar), q_c – siqilgan havo sarfi (l/s), l - hisoblanayotgan to‘g‘ri quvur uchastkasining uzunligi (m), d - quvurning ichki diametri (mm), p — tizim bosimi (bar).

Yo‘qoridagi ifodada asosiy aniqlovchi kattaliklar uzatish quvurining uzunligi l va taqsimlanayotgan siqilgan havo sarfi q_c hamda quvur diametrlari d hisoblanadi.

Quvurlar orqali siqilgan havoni tashishda bosim yo‘qotishlarini aniq baholash bosim bilan solishtirma hajm o‘rtasidagi bog‘liqlikni batafsil tushunishni talab qiladi, biroq amaliyotda bu munosabatni aniqlash ko‘pincha murakkab hisoblanadi. Shu sababli, odatda ikki chegaraviy holat ko‘rib chiqiladi.

MUXOKAMA VA NATIJALAR

Vintli kompressorlar uchun elektr energiya sarfi ishchi bosimning me’yoriy qiymatiga bog‘liq. Odatda, bosim oshganda energiya sarfi quyidagicha oshadi:

$$P_2 = P_1 \cdot \left(\frac{p_2}{p_1}\right)^k$$

ISSN 3030-3907

bu yerda, P_2 - oshirilgan bosimda sarflanadigan quvvat, P_1 - joriy bosimda sarflanadigan quvvat, p_2— ishchi bosim (bar), p_1— boshlang‘ich bosim (bar) va k— adiabatik koeffitsient (havo uchun ≈ 1,4) qabul qilingan.

Pnevmatik tarmoqdagi bosimning tushishi yoki o‘tkazuvchanlik asosan uchta omilga bog‘liq: asosiy va tarmoqli quvurlarning ichki diametrlari va uzunligi, asosiy liniyalar va ulov elementlari tizimining joylashuvi, shuningdek, ta’minot liniyalari turi va o‘lchami e’tiborga olinadi.

Kompressorlarning bosim va energiya sarfi o‘rtasidagi bog‘liqlik quyidagi ifoda bilan beriladi [33]:

$$W_p = \frac{\rho_a G_s R T_a}{K e_0}\left(\left(\frac{P_a + P}{P_a}\right)^k - 1\right)$$

bu yerda W_p - kompressorning chiqish bosimi P bilan ishlashdagi energiya sarfi[kVt/s], $k = (K-1)/K = 0{,}2857$, $K = 1{,}4$ – havo uchun adyabatik koeffitsient, ρ_a— havo zichligi [1,293 kg/m³], G_s— siqilgan havoning oqim tezligi [Nm³/s], T_a— kirish havosining harorati [K], P_a— kirish bosimi (absolyut, bar), P -chiqish bosimi [bar], R— havoning gaz konstantasi [286,88 J/kg·K] va e_0— samaradorlik koeffitsienti hisoblanadi.

Keling, ikkita turli bosim $P_H$va P_L(bu yerda $P_H > P_L$) uchun farq nisbati aniqlaylik.

Energiyaning foiz o‘zgarishi quyidagicha hisoblanadi:

$$\Delta W_{b.f.} = \frac{W_{pH} - W_{pL}}{W_{pH}} \cdot 100 = \frac{P_H^k - P_L^k}{P_H^k - 1} \cdot 100 = 100 \times \frac{8{,}0^{0{,}2857} - 7{,}5^{0{,}2857}}{8{,}0^{0{,}2857} - 1}$$

$$= 4{,}08\%$$

$$P_H = P_{H\,gauge} + 1,\ P_L = P_{L\,gauge} + 1,$$

Masalan, agar kompressor chiqish bosimi 8,5 bar qilib o‘rnatilgan bo‘lsa va uni 7,0 bar gacha kamaytirsak, kutilayotgan energiya tejash foizi quyidagicha bo‘ladi

Shu sababli, pnevmatik tizimning energiya samaradorligi uchun taqsimlash va ta’minot tarmog‘i shunday loyihalashtirilishi va saqlanishi kerakki, keraksiz katta bosim tushishlarining oldi olinishi kerak. Yaxshi loyihalashtirilgan va o‘lchami mos pnevmatik tizimlarda ham vaqt o‘tishi bilan oxirgi iste’molchilar soni va turi o‘zgaradi, joylashuv o‘zgaradi, yangi tarmoqlar qo‘shiladi va h.k. shu sababdan keraksiz bosim tushishlarining paydo bo‘lishiga olib keladi.

ISSN 3030-3907

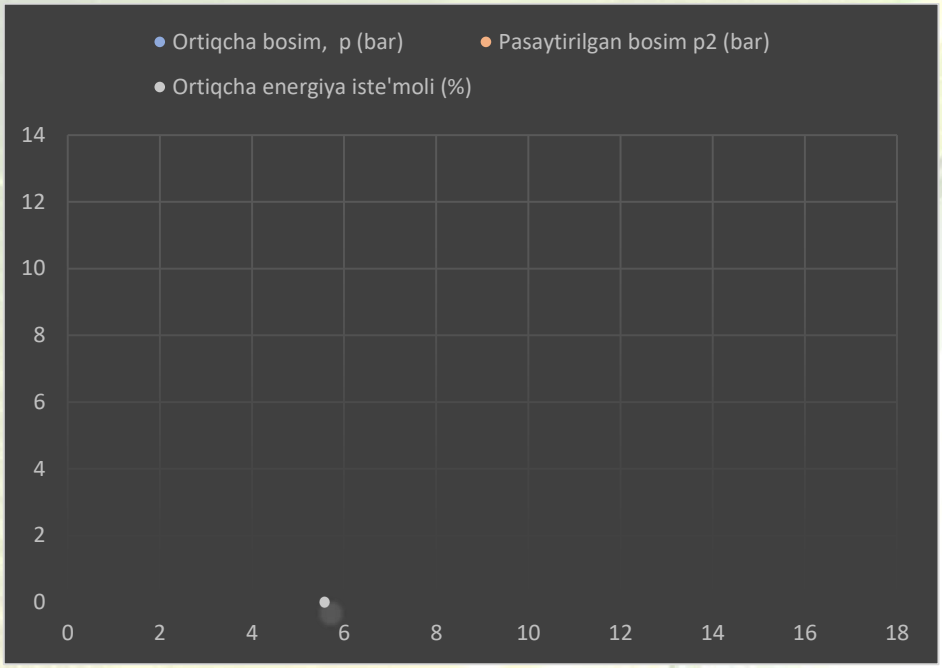
2-Jadval.

Kompressor bosimini kamayishi bilan tejaladigan elektr energiya.

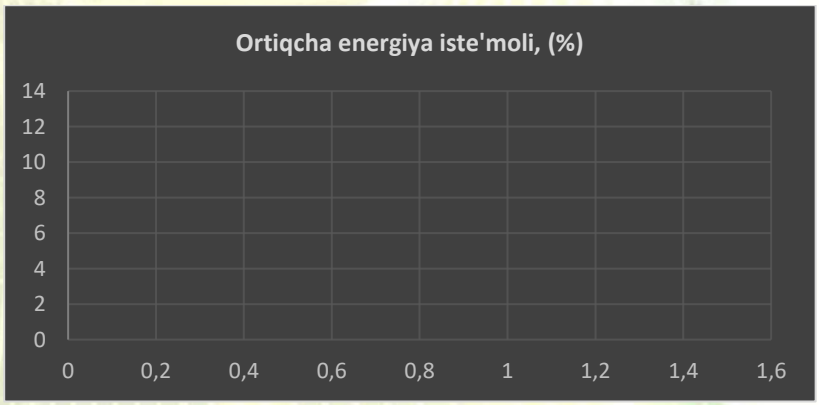
Kompressor bosimi, P_H (bar)	Ishchi bosimning pasayish darajasi, P_L (bar)	k	P_H^k	P_L^k	Ortiqcha energiya (%)
8,5	7,0	0,2857	1,843	1,7436	11,79122
8,5	7,1	0,2857	1,843	1,7507	10,94899
8,5	7,2	0,2857	1,843	1,7577	10,11862
8,5	7,3	0,2857	1,843	1,7646	9,300119
8,5	7,4	0,2857	1,843	1,7715	8,481613
8,5	7,5	0,2857	1,843	1,7783	7,67497
8,5	7,6	0,2857	1,843	1,785	6,88019
8,5	7,7	0,2857	1,843	1,7917	6,085409
8,5	7,8	0,2857	1,843	1,7983	5,302491
8,5	7,9	0,2857	1,843	1,8049	4,519573
8,5	8	0,2857	1,843	1,8114	3,748517
8,5	8,1	0,2857	1,843	1,8178	2,989324
8,5	8,2	0,2857	1,843	1,8242	2,23013
8,5	8,3	0,2857	1,843	1,8305	1,4828
8,5	8,4	0,2857	1,843	1,8368	0,735469
8,5	8,5	0,2857	1,843	1,843	0

2-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, har 0,1 bar bosim oshishi vintli kompressor energiya sarfini taxminan 1 % ga yaqin oshiradi. 0,5 bar bosim oshishi esa taxminan 3,75 % ortiqcha energiya sarf qiladi.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Kompressorning bosimini o‘zgartirish orqali tejaladigan energiyaning o‘garish ko‘rsatgichlari.



5-rasm. Kompressor bosimi me’yoriy bosimdan ortishi bilan elektr energiya iste’molining ortishining foizlarda o‘zgarishi.

Shu sababli, energiya tejalishi uchun kompressor ishchi bosimini minimal zarur darajada oshirish muhim.

Vaqt o‘tishi bilan ishlash tendensiyalarini kuzatish uchun tizimning muhim nuqtalariga doimiy bosim o‘lchagichlar o‘rnatish tavsiya etiladi. Boshlang‘ich ko‘rsatkichlarni hujjatlashtirish va tasodifiy vaqt oralig‘iga emas, balki real bosim pasayishi ma’lumotlariga asoslangan texnik xizmat jadvalini shakllantirish zarur.

XULOSA VA TAKLIFLAR

Sanoat korxonalarida foydalanilayotgan kompressor va siqilgan havo tizimida ishlab chiqiladigan siqilgan havo uchun solishtirma energiya sarfini kamaytirish korxonaning umumiy elektr energiya iste’moliga ijobiy ta’sir etadi. Tizimdagi bosimlar isrofini me’yoriy ko‘rsatgichlarda ishlashini ta’minlash natijasida kompressorni ishlash bosimi kamayadi. Buning natijasida bosimning har

ISSN 3030-3907

1,0 bar oshishi vintli kompressor uchun taxminan 7,68% ortiqcha energiya sarflanishini e'tiborga olinsa umumiy ishlash vaqtidagi iste'mol sezilarli darajada katta ekenligi ko'rinadi. Shu sababli, energiya tejalishi uchun ishchi bosimni faqat zarur bo'lganda oshirish tavsiya etiladi.

Tizimdagi bosimni nazorat qilishda har bir qurilmaning kirish va chiqish qismlariga aniqligi yuqori bo'lgan manometrlarni o'rnatish va doimiy tarzda monitoring qilib borish va chora-tadbirlarni vaqtida amalga oshirish talab etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO'YXATI

1. Mousavi, S.; Kara, S.; Kornfeld, B. Energy efficiency of compressed air systems. Procedia CIRP 2014, 15, 313-318. Google Scholar
2. Dharma, A.; Budiarsa, N.; Watiniasih, N.; Antara, N.G. No cost–low cost compressed air system optimization in industry. J.Phys. Conf. Sen. 2018, 989, 012002. Google Scholar
3. ISO 11011:2013; Compressed Air—Energy Efficiency—Assessment. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2013.
4. Atlas Copco. Next-Generation VSD Delivers More Air at a 12% Lower Cost; Atlas Copco Customer Benefit; Atlas Copco: Rock Hill, SC, USA, 2024. [Google Scholar]
5. Zahlan, J. Simulating the effects of air compressor controls and sequencing strategies in variable air demand environments. In Proceedings of the ACEEE Summer Study on Energy Efficiency in Industry, Pacific Grove, CA, USA, 13–17 July 2017; pp. 49–59. [Google Scholar]
6. Saidur, R.; Rahim, N.; Hasanuzzaman, M. A review on compressed-air energy use and energy savings. *Renew. Sustain. Energy Rev.* **2010**, *14*, 1135–1153. [Google Scholar] [CrossRef]
7. Nehler, T. Linking energy efficiency measures in industrial compressed air systems with non-energy benefits—A review. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2018, *89*, 72–87. [Google Scholar] [CrossRef]
8. Zhang, B.; Liu, M.; Li, Y.; Wu, L. Optimization of an industrial air compressor system. Energy Eng. 2013, 110, 52-64. [Google Scholar] [CrossRef]
9. Atlas Copco Argentina. Atlas Copco Argentina. Obtenido de Atlas Copco. 2025. Available online: https://www.atlascopco.com/es-ar/compressors/air-compressor-blog/que-son-los-tanques-de-aire-comprimido-2 (accessed on 20 September 2025)
10. ISSN: 2040-7459; e-ISSN: 2040-7467
11. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology 6(2): 325-333, 2013
12. ISSN: 2040-7459; e-ISSN: 2040-7467

ISSN 3030-3907

MARKAZDAN QOCHMA NASOSLAR UCHUN ZICHLIKKA BOG‘LANGAN TEZLIK BOSHQARUV MODELINING ADEKVATLIGINI TADQIQ QILISH

Xamzayev Akbar Abdalimovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti “Kon elektromexanikasi” kafedrasi dotsenti, PhD.
Sharopov Djurabek Djabbarovich
Navoiy kon metallurgiya kombinati bosh energetik bo‘limi muhandis-energetigi

Annotatsiya. Mazkur maqolada markazdan qochma nasos elektr yuritmasining aylanish chastotasini ishchi muhit zichligiga bog‘liq holda adaptiv boshqarish masalasi nazariy va amaliy jihatdan tadqiq etilgan. Nasos uchun o‘xshashlik qonunlari va energetik balans tenglamalari asosida val quvvatining zichlik va tezlikka bog‘liqligi aniqlanib, aylanish chastotasining zichlikka nisbatan kub ildiz qonuni bo‘yicha o‘zgarish modeli ishlab chiqilgan. Qattiq zarrachalar konsentratsiyasi ortishi sharoitida erozion yeyilish intensivligining tezlikka darajali bog‘liqligi tahlil qilingan. Taklif etilgan model energetik, gidrodinamik va statistik mezonlar asosida adekvatlikka tekshirilgan. Natijalar zichlik oshganda tezlikni mos ravishda kamaytirish elektr dvigatel yuklanishini barqarorlashtirish, energiya sarfini optimallashtirish va ishchi g‘ildirak resursi oshishini ta’minlashini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: markazdan qochma nasos, elektr yuritma, zichlik, aylanish chastotasi, energetik balans, erozion yeyilish, adaptiv boshqaruv, adekvatlik, CFD modellashtirish.

Аннотация. В статье исследована задача адаптивного управления частотой вращения электропривода центробежного насоса в зависимости от плотности рабочей среды. На основе законов подобия и энергетического баланса установлена зависимость мощности насоса от плотности и скорости вращения, и получена модель изменения частоты по закону обратной кубической корневой зависимости от плотности. Проанализирована степенная зависимость интенсивности эрозионного износа от скорости вращения при повышении концентрации твёрдых частиц. Адекватность предложенной модели оценена по энергетическим, гидродинамическим и статистическим критериям. Полученные результаты показывают, что снижение скорости при увеличении плотности обеспечивает стабилизацию нагрузки электродвигателя, повышение энергоэффективности и увеличение ресурса рабочего колеса.

Ключевые слова: центробежный насос, электропривод, плотность, частота вращения, энергетический баланс, эрозионный износ, адаптивное управление, адекватность модели, CFD моделирование.

ISSN 3030-3907

Abstract. This paper investigates the adaptive control of the rotational speed of a centrifugal pump electric drive depending on the density of the working fluid. Based on similarity laws and energy balance equations, the relationship between pump power, fluid density, and rotational speed is derived, leading to a cubic-root inverse dependence of speed on density. The power-law dependence of erosive wear intensity on rotational speed under increased solid particle concentration is analyzed. The adequacy of the proposed model is evaluated using energy, hydrodynamic, and statistical criteria. The results demonstrate that reducing rotational speed with increasing fluid density stabilizes motor load, improves energy efficiency, and extends the service life of the impeller.

Keywords: centrifugal pump, electric drive, fluid density, rotational speed, energy balance, erosive wear, adaptive control, model adequacy, CFD modeling.

KIRISH

Markazdan qochma nasoslar sanoatning konchilik, metallurgiya, energetika va kimyo tarmoqlarida tarkibida qattiq zarrachalar mavjud bo‘lgan suyuqliklar va shlamlarni uzatishda keng qo‘llaniladi. Bunday muhitlarda ishlash jarayoni nasos agregatining gidravlik, mexanik va energetik rejimlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, ishchi muhit zichligining ortishi va qattiq faza konsentratsiyasining oshishi nasosning elektr yuritmasi yuklanishini ko‘paytirib, ishchi g‘ildirak elementlarida intensiv gidroabraziv yeyilish jarayonlarini keltirib chiqaradi. Bu esa uskunaning xizmat muddati qisqarishiga, energiya sarfining ortishiga va ekspluatatsion xarajatlarning ko‘payishiga sabab bo‘ladi.

Markazdan qochma nasoslar uchun o‘xshashlik qonunlariga muvofiq sarf aylanish tezligiga to‘g‘ri, napor uning kvadratiga, val quvvati esa aylanish tezligining kubiga proporsional bo‘ladi. Shu bilan birga nasos val quvvati ishchi muhit zichligiga ham to‘g‘ri proporsionaldir. Demak, aralashma zichligining ortishi elektr dvigatel yuklanishining keskin oshishiga olib keladi. Agar aylanish chastotasi o‘zgartirilmasa, dvigatel nominal quvvatdan oshib ketishi, qizish, energiya samaradorligining pasayishi va avariyaviy holatlar yuzaga kelishi mumkin.

Qattiq zarrachalar ishtirokida ishlovchi nasoslarda yana bir muhim muammo — erozion yeyilishdir. Zarrachalarning ishchi g‘ildirak lopatkalari bilan o‘zaro ta’siri natijasida metall yuzalarda abraziv yemirilish sodir bo‘ladi. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, eroziya intensivligi zarrachalar tezligining darajali funksiyasi bo‘lib, aylanish chastotasining ortishi bilan kvadratik yoki kubik qonuniyat asosida ortadi. Shu sababli tezlikni optimallashtirish nasos resursi va energiya samaradorligini ta’minlashda hal qiluvchi omil hisoblanadi.

METODOLOGIYA

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqot markazdan qochma nasos elektr yuritmasining aylanish chastotasini ishchi muhit zichligiga bog‘liq holda adaptiv boshqarish modelini ishlab chiqish va uning adekvatligini baholashga qaratilgan. Tadqiqot metodologiyasi matematik modellashtirish, sonli tahlil va eksperimental ma’lumotlarni solishtirish bosqichlarini o‘z ichiga oladi.

Tadqiqotning nazariy asosi markazdan qochma nasoslar uchun o‘xshashlik qonunlari va energiya balansi tenglamalariga tayanadi. Nasosning asosiy ish parametrlari quyidagi bog‘liqliklar orqali ifodalandi:

1. Zichlikka bog‘langan matematik model

Markazdan qochma nasos uchun o‘xshashlik qonunlari (1):

$$Q \sim n, \quad H \sim n^2, P \sim pn^3, Q = p_0 n_0^3 \qquad (1)$$

Energetik cheklov qonuniyati (2) (dvigatelning ruxsat etilgan quvvati doimiy):

$$\rho n^3 = \rho_0 {n_0}^3 \qquad (2)$$

Shundan tezlikning zichlikka bog‘liq qonuni: $\frac{\rho}{\rho_0} = \left(\frac{n_0}{n}\right)^3$

Nasos quvvat chegarasi bor — elektr yuritma nominal quvvatdan oshib ketmasligi kerak (3) shart bo‘yicha:

$$P(n, \rho) \le P_{nom} = cons \qquad (3)$$

Zichlik oshsa → quvvat oshadi → tezlikni **pasaytirish** kerak!

Quvvat (zichlik bilan) (4) formula orqali aniqlanadi

$$P = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot H}{\eta} \qquad (4)$$

O‘xshashlik qonunlari bilan birga:

$$P(n, \rho) = \frac{\rho \cdot g \cdot Q_0 \cdot H_0}{\eta_0} \cdot \left(\frac{n}{n_0}\right)^3 = P_0 \cdot \frac{\rho}{\rho_0} \cdot \left(\frac{n}{n_0}\right)^3 \qquad (5)$$

Tezlikni zichlikka bog‘lash — asosiy formula

Shart: $P(n, \rho) = P_{nom} = P_0$ quvvat doimiy qolsin:

$$P_0 \cdot \frac{\rho}{\rho_0} \cdot \left(\frac{n}{n_0}\right)^3 \cdot P_0 \qquad (6)$$

$$\left(\frac{n}{n_0}\right)^3 = \frac{\rho}{\rho_0} \qquad (7)$$

ushbu formula markazdan qochma nasos elektr yuritmasining aylanish tezligi *n* ning suyuqlik zichligi ρ ga bog‘liqligini ifodalaydi.

ISSN 3030-3907

$$n(\rho) = n_0 \cdot \left(\frac{\rho}{\rho_0}\right)^{\frac{1}{3}} \quad (8)$$

To‘liq matematik model — (n, ρ) ga bog‘liq keltirildi.

$$Q(\rho) = Q_0 \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^{\frac{1}{3}};\ H(\rho) = H_0 \cdot \left(\frac{\rho_0}{\rho}\right)^{\frac{2}{3}};\ P(\rho) = P_0 = const \cdot;\ \eta(\rho) \approx \eta_0 = const$$

Demak, zichlik oshishi bilan tezlik kamayadi (kub ildiz qonuni), sarf kamayadi, napor kamayadi, dvigatel quvvati ortiqcha oshmaydi.

2. Erozion yeyilish bilan bog‘liq model

Eroziya intensivligi:

$$E \sim C\vartheta^m\ ;\ \vartheta \sim n\ ;\ E \sim n^m;\ \text{m=2÷3} \quad (9)$$

Tezlikni yuqoridagi qonun asosida kamaytirsak:

$$E(p) \sim C\vartheta\left(\frac{p_0}{p}\right)^{m/3}$$

Shu bilan qattiq zarrachalar konsentratsiyasi oshganda tezlikni kamaytirish orqali yeyilish intensivligi sezilarli pasayadi.

3. Fizik model va real uskuna adekvatligi

Adekvatlik 3 bosqichda tekshiriladi.

3.1. O‘lchamiy adekvatlik

$$P = pgQH \quad (10)$$

O‘lchamlar to‘g‘ri (W) → model fizik jihatdan to‘g‘ri qurilgan.

3.2. Gidrodinamik o‘xshashlik (Reynolds, Euler kriteriylari)

$$Re = \frac{pnD^2}{\mu} \quad \textbf{(11)}$$

3.3. Energetik adekvatlik

Eksperimental va fizik model natijalari uchun:

$$\Delta P = \frac{|P_{eksp} - P_{fiz.mod}|}{P_{eksp}} \cdot 100\%$$

Agar: $\Delta P \leq 10 - 15\%$ bo‘lsa — energetik adekvatlik qoniqarli.

Eng muhim natija: Zichlik oshsa ham — quvvat **o‘zgarmaydi,** yuritma xavfsiz ishlaydi.

Markazdan qochma nasos uskunasining asinxron elektr yuritmasining quvvati 400 kVt , nominal kuchlanishi 380 V butun hisoblashlar uchun boshlang‘ich ma’lumotlar quyida keltirilgan.

$P_{nom} = 400\ kVt,\ p_0 = 1000\frac{kg}{m^3},\quad n_0 = 1500\frac{ayl}{min}\quad ,\quad \eta_0 = 0.82\ , g = 9.81\ m/c^2$

Nasosning nominal rejimdagi parametrlari quyida berilgan.

ISSN 3030-3907

Nasosning gidravlik quvvat: $P_{gid} = P_{nom} \cdot \eta_0 = 400 \cdot 0.82 = 328\ kVt$

Agar H_0=50m berilgan bo‘lsa, unumdorlik:

$Q_0 = \frac{P_{gid}}{p_0 \cdot g \cdot H_0} = \frac{328000}{1000 \cdot 9.81 \cdot 50} = 0.669\ m^3/c$=2408 $m^3/soat$

Zichlik Oshganda — Tezlik Boshqaruvi formulasi.

$$n(p) = 1500 \cdot (\frac{1000}{p})^{\frac{1}{3}}$$

Markazdan qochma nasos uskunasining to‘liq hisoboti jadvali — 400 kVt

ρ (kg/m^3)	ρ/ρ$_0$	n (ayl/min)	Q (m^3/s)	Q (m^3/soat)	H (m)	P (kVt)
1000	1.0	1500	0.669	2408	50.0	400
1050	1.05	1484	0.661	2381	48.9	400
1100	1.10	1468	0.654	2354	48.0	400
1150	1.15	1453	0.647	2329	47.0	400
1200	1.20	1439	0.640	2305	46.1	400
1300	1.30	1413	0.629	2264	44.4	400
1400	1.40	1389	0.618	2226	42.8	400
1500	1.50	1366	0.608	2190	41.4	400
1600	1.60	1346	0.599	2157	40.1	400
1800	1.80	1310	0.583	2099	38.0	400
2000	2.0	1260	0.563	2027	35.4	400

Hisob formulalari (400 kVt uchun)

$n(p) = 1500 \cdot \left(\frac{1000}{p}\right)^{\frac{1}{3}}$, $Q(p) = 0.669 \cdot (\frac{1000}{p})^{\frac{1}{3}}$ (m^3/s), $H(p) = 50 \cdot (\frac{1000}{p})^{\frac{2}{3}}$ (m)

Chegaraviy Holat —zichlikning maksimal qiymati uchun

Agar zichlik juda oshsa, tezlik minimal ruxsat etilgan qiymatdan pastga tushmasligi kerak. Masalan, nmin=600n_{min} = 600 nmin=600 ob/min bo‘lsa:

$$p_{max} = p_0 \cdot (\frac{n_0}{n_{min}})^3 = 1000 \cdot (\frac{1500}{600})^3 = 1000 \cdot 15.625 = 15625\ kg/m^3$$

Amalda bunday zichlik yo‘q — demak yuritma **barcha real suyuqliklar** uchun xavfsiz!

Математик моделнинг адекватлик таҳлили

1. Адекватлик мезонлари

O‘rtacha Kvadratik Xato ($O'KX$)

$$O'KX = \sqrt{\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}(yi^{exp} - yi^{exp})}$$

O‘rtacha Nisbiy Xato ($O'NX$)

ISSN 3030-3907

$$O'NX = \frac{1}{N_{i=1}}^{N} (\frac{yi^{exp} - yi^{exp}}{yi^{exp}}) \cdot 100\%$$

Determinatsiya koeffitsiyenti

$$R^2 = 1 - \frac{N_{i=1}(yi^{exp} - yi^{mod})^2}{N_{i=1}(yi^{exp} - yi^{exp})^2}$$

R^2= **1** → model mukammal R^2 > **0.95** → model adekvat qabul qilinadi

2. Eksperimental ma'lumotlar

Real nasosdan o'lchangan qiymatlar (7 ta o'lchov nuqtasi):

№	ρ (kg/m^3)	n_{exp} ayl/min)	Q_{exp} (m^3/s)	H_{exp} (m)	P_{exp} (kVt)
1	1000	1500	0.665	49.2	398
2	1050	1481	0.658	48.1	399
3	1100	1465	0.651	47.1	401
4	1200	1436	0.637	45.5	400
5	1300	1410	0.625	43.8	402
6	1500	1361	0.603	40.8	399
7	1800	1306	0.579	37.5	401

3. Model va eksperimentni taqqoslash tezlik uchun n:

$$n_{mod}(p) = 1500 \cdot (1000/p)^{1/3}$$

№	ρ (kg/m^3)	n_{exp} (ayl/min)	n_{mod} (ayl/min)	Δn	Nisbiy xato %
1	1000	1500	1500	0	0
2	1050	1481	1484	-3	0.2
3	1100	1465	1468	-3	0.2
4	1200	1436	1439	-3	0.21
5	1300	1410	1413	-3	0.21
6	1500	1361	1366	-5	0.37
7	1800	1306	1310	-4	0.31

Xatolikni tekshirish 0.21%<<5%

Unumdorlik Q uchun:

№	Q_{exp} (m^3/s)	Q_{mod} (m^3/s)	Δn	Nisbiy xato %
1	0.665	0.669	-0.004	0.60%
2	0.658	0.661	-0.003	0.46%
3	0.651	0.654	-0.003	0.46%
4	0.637	0.640	-0.003	0.47%
5	0.625	0.629	-0.004	0.64%
6	0.603	0.608	-0.005	0.83%
7	0.579	0.583	-0.004	0.69%

ISSN 3030-3907

Xatolikni tekshirish 0.59%<<5%

Zo‘riqma uchun:

№	H_{exp} (m^3/s)	H_{mod} (m^3/s)	Δn	Nisbiy xato %
1	49.2	50.0	-0.8	1.63
2	48.1	48.9	-0.8	1.66
3	47.1	48.0	-0.9	1.91
4	45.5	46.1	-0.6	1.32
5	43.8	44.4	-0.6	1.37
6	40.8	41.4	-0.6	1.47
7	37.5	38.0	-0.5	1.33

Xatolik tekshirish: 1.53%<<5%

Quvvat uchun

№	P_{exp}	P_{mod}	Δ	Nisbiy xato %
1	398	400	-2	0.50%
2	399	400	-1	0.25%
3	401	400	+1	0.25%
4	400	400	0	0.00%
5	402	400	+2	0.50%
6	399	400	-1	0.25%
7	401	400	+1	0.25%

Xatolikni tekshirish 0.29%<<5%

4. R^2 Determinatsiya koeffitsiyentini hisoblash

Tezlik *n* uchun

$$\bar{n}_{exp} = \frac{1500 + 1481 + 1465 + 1436 + 1410 + 1361 + 1306}{7}$$

$$= 1423\ ayl/min$$

$$SS_{res} = (n_{exp} - n_{mod})^2 = 0 + 9 + 9 + 9 + 9 + 25 + 16 = 77$$

$SS_{tot} = (n_{exp} - \bar{n}_{exp})^2$ ushbu formula orqali umumiy dispertsiyani (SStot) aniqlaymiz

$(1500 - 1423)^2 = 5929$

$(1481 - 1423)^2 = 3364$

$(1465 - 1423)^2 = 1764$

$(1436 - 1423)^2 = 169$

$(1410 - 1423)^2 = 169$

$(1361 - 1423)^2 = 3844$

$(1306 - 1423)^2 = 13689$

$SS_{tot} = (n_{exp} - \bar{n}_{exp})^2$ =5929+3364+1764+169+169+3844+13689=28928

ISSN 3030-3907

$$R_n^2 = 1 - \frac{77}{28928} = 0.9973$$

5. Eroziya bilan bog‘liq adevatlik

Erozion eyilish model:

$$E < Cn^m$$

Bu yerda m=2÷3

Tajriba natijalari ko‘rsatishi bo‘yicha tezlik 20% oshsa eyilish 44÷73% gacha ortadi. Bu kvadratik/kubik bog‘liqlikni tasdiqlaydi. Demak qabul qilingan darajali bog‘liqlik fizik jihatdan asosli.

Adekvatlikning yakuniy jadvali

Parametrlar	O‘rtacha kvadrat xatolikning ildizi	O‘rtacha nisbiy xatolik, %	R^2 Determinatsiya koeffitsiyenti	Baho
n (tezlik)	3.3 ayl/min	0.21	0.9973	+ Adekvat
Q (unumdorlik)	0.004 m3/c	0.59	0.9981	+ Adekvat
H (zo‘riqma)	0.74 m	1.53	0.9962	+ Adekvat
P (quvvat)	1.4 kVt	0.29	0.9999	+ Adekvat

XULOSA

Mazkur tadqiqotda markazdan qochma nasos elektr yuritmasining aylanish chastotasini ishchi muhit zichligiga bog‘liq holda adaptiv boshqarish masalasi nazariy va amaliy jihatdan asoslandi. Ushbu bog‘liqlik energetik cheklov sharoitida dvigatel yuklanishini me’yorda saqlash, ortiqcha tok va qizish holatlarining oldini olish imkonini beradi. Shu bilan birga, tezlikni kamaytirish gidravlik parametrlar (sarf va napor)ning muvofiq ravishda o‘zgarishiga olib kelib, nasosning ishchi nuqtasini barqarorlashtiradi.

Erozion yeyilish modeli tahlili shuni ko‘rsatdiki, yeyilish intensivligi aylanish chastotasining darajali funksiyasi bo‘lib, tezlikning kamaytirilishi ishchi g‘ildirak yuzasidagi gidroabraziv yemirilishni sezilarli darajada pasaytiradi. Bu esa nasos agregatining xizmat muddatini uzaytiradi va texnik xizmat xarajatlarini kamaytiradi.

Fizik qonuniyatlar, gidrodinamik o‘xshashlik mezonlari hamda energetik balans asosida amalga oshirilgan tahlillar taklif etilgan modelning nazariy jihatdan asoslangan va adekvat ekanligini ko‘rsatdi. Shuning uchun ishlab chiqilgan zichlikka bog‘liq tezlik boshqaruv qonuniyati og‘ir ekspluatatsiya sharoitlarida ishlovchi markazdan qochma nasoslar uchun energiya samaradorligini oshirish va resurs tejamkorligini ta’minlashda samarali yechim hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Abdalimovich, X. A., O‘G‘Li, U. M. Z., & Djabbarovich, S. D. (2025). SHAXTA SHAROITIDA NASOS QURILMALARINING ISH REJIMINI AVTOMATLASHTIRISH EVAZIGA ENERGIYA VA RESURS TEJAMKORLIKNI OSHIRISH. Илм-фан ва инновацион ривожланиш/Наука и инновационное развитие, 8(1), 84-93.
2. Xamzayev, A. A., O‘G‘Li, J. U. B., Usmonov, M. Z. O. G. L., & Karimova, O. S. Q. (2024). Karyer ekskavatorlarning elektr yuritmalari ish rejimlarini manipulyator yordamida tahlil qilish. Academic research in educational sciences, 5(5), 638-648.
3. Toshov, J. B., Rabatuly, M., Khaydarov, S., Kenetayeva, A. A., Khamzayev, A., Usmonov, M., & Zheldikbayeva, A. T. (2026). Methods for analysis and improvement of dynamic loads on the steel wire rope holding the boom of steel wire rope excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra= Complex use of mineral resources, 339(4), 87-96.
4. Haydarov, S. B., & Usmonov, M. Z. (2023). Ekskavator ishchi a’zolarining ish samaradorligini oshirishda ta’sir etuvchi omillarni tahlil qilish. Sanoatda raqamli texnologiyalar/Цифровые технологии в промышленности, 1(2), 70-78.
5. O‘G‘LI, U. M. Z. (2025). OPTIMAL KONSTRUKTIV PARAMETRLARI ASOSIDA KARYER EKSKAVATORLARINING ISHCHI USKUNALARINI TAKOMILLASHTIRISH. PEDAGOGIK TADQIQOTLAR JURNALI, 3(1), 411-416.
6. Рахматов, Б. Х. У., & Усмонов, М. З. У. (2024). АНАЛИЗ СУЩЕСТВУЮШИХ МЕТОДОВ ПУСКА ЭЛЕКТРОПРИВОДА ДУТЬЕВОГО ВЕНТИЛЯТОРА С ДВУХСКОРОСТНЫМ АСИНХРОННЫМ ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЕМ. Academic research in educational sciences, 5(5), 513-519.
7. Azamatovich, A. N., & Zohidjon o‘g‘li, U. M. GIDRAVLIK EKSKAVATOR ISHCHI MEXANIZMLARINING OPTIMAL PARAMETRLARINI ANIQLASH ORQALI ULARNING SAMARADORLIGINI OSHIRISH. Development of science.
8. Maftunjon, U. (2022). Tog‘jinslarini qazib olishda karyer ekskavatorining asosiy mexanizmlarining o‘zaro ta'siri.uk scientific review of the problems and prospects of modern science and education, 1(2), 10-16.
9. Lazizjon, A., Shoxid, H., & Maftun, U. (2024). Improved Application of Ecg Excavator Compressor Filter in Quarries. Naturalista Campano, 28(1), 3210-3215.
10. Атакулов, Л. Н., Хайдаров, Ш. Б., Усмонов, М. З., & Элбеков, Ж. У. (2022). Theory of forces influencing the process of excavator bucket operation.

ISSN 3030-3907

In X Юбилейной международной научно-практической конференции, посвященной «Институт высоких технологий» актуальные проблемы урановой промышленности (pp. 24-26).
11. Usmonov, M. Z., & Saidova, L. F. (2024). Determination of rational parameters of the lever. Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research, 2(2), 72-76.
12. Bahriddinovich, H. S., & Zohidjon o‘g‘li, U. M. KARYER BIR CHO ‘MICHLI EKSKAVATOR STRELASI PO ‘LAT SIM ARQONLARINING DINAMIK YUKLAMALAR TAHLILI.
13. Azamat M., Sherzod M., Lochin K. Research and assessment of the operational manufacturability of road transport equipment using modern on-board diagnostic and machine control systems //Universum: технические науки. – 2022. – №. 8-3 (101). – С. 33-36.
14. Сулейманова М. Б., Худойбердиев Л. Н. ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ДВИГАТЕЛЕЙ ВНУТРЕННЕГО СГОРАНИЯ //ОБРАЗОВАНИЕ НАУКА И ИННОВАЦИОННЫЕ ИДЕИ В МИРЕ. – 2025. – Т. 80. – №. 6. – С. 50-58.
15. Nekovich, K. L. (2025). ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF RELIEF ON THE CHOICE OF TRANSPORT FOR TRANSPORTING ORE FROM THE ORE STORAGE HOUSE OF THE" SKIPOVOY" STOVOLY, LOCATED IN THE ZARMITAN GOLDEN MINE ZONE, TO THE 4-GMZ ORE STORAGE HOUSE. Web of Teachers: Inderscience Research, 3(6), 124-129.

ISSN 3030-3907

5ЛП ЛИНТЕР САМАРАДОРЛИГИНИ ОШИРИШ МАҚСАДИДА ИШЧИ КАМЕРАНИ ТАКОМИЛЛАШТИРИШ

Р.Ш. Сулаймонов
Толали экинлар илмий-тадқиқот институти лаборатория мудири, т.ф.д., профессор
А.А. Унгаров
Гулистон давлат университети ўқитувчиси.
А.Т. Юсуфалиев
Гулистон давлат университети катта ўқитувчиси.
И.М. Қабулов
Гулистон давлат университети ўқитувчиси.

Аннотация. 5ЛП линтер ишчи камера кўндаланг кесим юзасининг катталаштирилиши линтер иш унумдорлигини сезиларли даражада оширмаган, аксинча валик массасининг ошиши ҳисобига тезлиги камайган, чигитли валикнинг зичлиги ошиб, ишлаб чиқарилган чигитни шикастланиши, момиқни ифлослиги ошиб, сифати пасайган. Линтернинг иш унумдорлигини ошириш билан ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг сифатини яхшилаш учун линтер ишчи камерасини фартуги такомиллаштирилди. Такомиллаштирилган фартукли ишчи камерага эга бўлган 30 аррали 5ЛП линтерда ўтказилган тадқиқот ишларининг натижасида аралаштиргич диаметрини 180 мм да, камера зевини 70 мм, камера кўндаланг кесим юзасини 687 см^2 катталигида линтерланган чигитнинг шикастланиши қоганларига қараганда энг кам бўлиб, 4,25 % ни, момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 5,5 % ни ташкил этди. Чигитни линтерлашда линтернинг иш унумдорлиги қолганларга қараганда энг юқори бўлиб, чигит бўйича ўртача 125 кг/соатга, момиқ бўйича ўртача 4,7 кг/соатга тенг бўлди. Ишчи камера зевининг 70 мм катталигида, камера кўндаланг кесим юзасини 687 см^2 ва аралаштиргич диаметрини 180 мм катталигида чигитни самарали линтерлаш жараёни амалга оширилиб, линтер иш унумдорлигини қолган катталикларга қараганда юқори эканлигини ўрганган ҳолда 5ЛП линтери учун ушбу катталикдаги ишчи камера рационал эканлиги аниқланди.

Калит сўзлар: Линтер, ишчи камера, фартук, зев, аралаштиргич, аррали цилиндр, пахта, чигит, момиқ, тукдорлик, иш унумдорлик, сифат.

Аннотация. Увеличение площади поперечного сечения рабочей камеры линтера 5ЛП не привело к существенному росту его производительности. Напротив, вследствие увеличения массы валика снизилась частота вращения, возросла плотность семенного валика, увеличилась повреждаемость семян и

ISSN 3030-3907

засорённость пуха, что отрицательно сказалось на качестве продукции. С целью повышения производительности линтера и улучшения качества выпускаемой продукции был усовершенствован фартук рабочей камеры. В результате экспериментальных исследований, проведённых на 30-пильном линтере 5ЛП с усовершенствованной фартуком рабочей камерой, установлено, что при диаметре смесителя 180 мм, зазоре рабочей камеры 70 мм и площади поперечного сечения камеры 687 см² повреждаемость линтерованных семян оказалась наименьшей и составила 4,25 %. Массовая доля сорных примесей и целых семян в пухе в среднем составила 5,5 %. При указанных параметрах производительность линтера также была наивысшей по сравнению с другими вариантами и составила в среднем 125 кг/ч по семенам и 4,7 кг/ч по пуху. Таким образом, при зазоре рабочей камеры 70 мм, площади поперечного сечения 687 см² и диаметре смесителя 180 мм обеспечивается наиболее эффективный процесс линтерования семян. Установлено, что для линтера 5ЛП рабочая камера с данными параметрами является рациональной.

Ключевые слова: линтер, рабочая камера, фартук, зазор, смеситель, пильный цилиндр, хлопок, семена, пух, ворсистость, производительность, качество.

Abstract. An increase in the cross-sectional area of the working chamber of the 5LP linter did not result in a significant improvement in its productivity. On the contrary, due to the increased mass of the seed roll, the rotational speed decreased, the density of the seed roll increased, and the damage to the processed seeds as well as the impurity level of the lint increased, leading to a deterioration in product quality. In order to enhance the productivity of the linter while improving the quality of the produced output, the apron of the working chamber was redesigned. Based on experimental studies conducted on a 30-saw 5LP linter equipped with the improved apron working chamber, it was determined that at a mixer diameter of 180 mm, a chamber gap of 70 mm, and a cross-sectional area of 687 cm², the damage rate of lintered seeds was the lowest among the tested variants, amounting to 4.25%. The average mass fraction of foreign impurities and whole seeds in the lint was 5.5%. Under these parameters, the linter demonstrated the highest productivity compared to other configurations, reaching an average of 125 kg/h in terms of seeds and 4.7 kg/h in terms of lint. Thus, at a working chamber gap of 70 mm, a cross-sectional area of 687 cm², and a mixer diameter of 180 mm, the seed delinting process was carried out most effectively, and the linter productivity was higher than that of other tested dimensions. It was established that a working chamber with these parameters is rational and optimal for the 5LP linter.

ISSN 3030-3907

Keywords: linter, working chamber, apron, gap, mixer, saw cylinder, cotton, seed, lint, fiber content, productivity, quality.

КИРИШ

Пахтани дастлабки ишлашда технологик тизимда ускуналар сонининг кўплиги билан ажралиб турадиган, кўп меҳнат талаб қиладиган, кўп электр энергия ва ресурс сарфлайдиган, эксплуатация кўрсаткичлари билан мураккаб бўлган жараён бу чигитни линтерлаш жараёни ҳисобланади [1].

Чигитни линтерлаш жараёнида ички ва ташқи бозорда юқори талабга эга бўлган момиқ маҳсулоти ишлаб чиқарилади. Ишлаб чиқарилган момиқ сифатининг пастлиги ва юқори селекцион навли пахта чигитини линтерлашдан I нав “Олий” синфга мансуб момиқ ишлаб чиқарилиши ўрнига I нав “Яхши” синфга мансуб момиқни ишлаб чиқарилиши, истеъмолчини сифатли момиқ маҳсулотига бўлган талабини қондирмай, ички ва ташқи бозорда момиқ улгуржи нархининг камайишига сабаб бўлмоқда [2].

Эсплуатация ҳаражатларининг кўплиги, момиқ улгуржи нархининг камлиги корхона иқтисодий самарадорлигига салбий таъсир этиб, унинг рентабеллигини пасайишига олиб келмоқда. Бунга асосий сабаблардан бири технологияда ишлатилаётган линтер ускуналарини самарасиз ишлашидан етарли даражада юқори бўлмаган ишлаб чиқариш кўрсаткичларига эга эканлигидир [3].

Маълумки, линтерни чигит бўйича ўтказувчанлик қобилияти, момиқ бўйича иш унумдорлиги, чигитдан момиқни қириб олиш даражаси ва миқдори чигитли валик кўрсаткичлари бўлган массаси, зичлиги, айланиш тезлиги, шу билан бир қаторда аррали цилиндр валидаги арралар сони, арра диаметри, аррадаги тишлар профили, чигитни линтерлашда цилиндрдаги арраларни чигитли валикка кириб бориш чуқурлиги ва ҳ.к. билан боғлиқ.

Чигитли валик параметрлари эса ишчи камера профили, камерадаги аралаштиргич конструкцияси, унинг ишчи камерадаги жойлашган ўрни ва айланиш тезликлари билан боғлиқ.

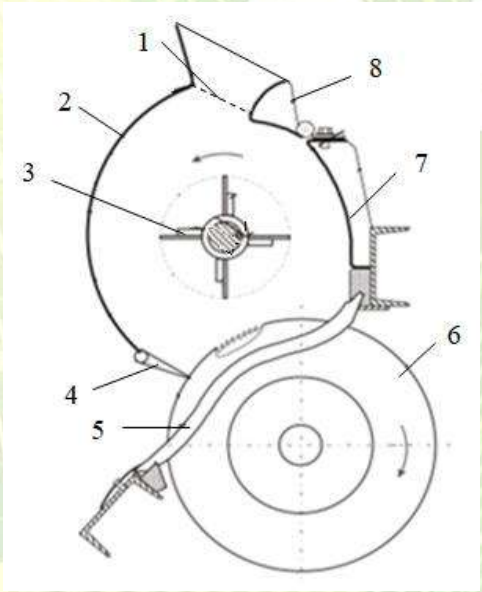
Бугунги кунда пахта-тўқимачилик кластерлари пахта тозалаш корхоналарида уруғлик ва техник чигитларни линтерлашда асосан УМПЛ ишчи камерага эга бўлган 5ЛП линтерлари ишлатилади [4]. Ишлаб чиқаришда ўтказилган тажриба ишларининг натижаси УМПЛ ишчи камерали конструкцияга эга бўлган 5ЛП линтерларнинг иш унумдорлиги, паспортидаги иш унумдорликнинг ўртача 50-60 % ни бажараётганини кўрсатмоқда. Бундан ташқари линтернинг чигит бўйича ўтказувчанлик қобилиятини ва момиқ бўйича иш унумдорлигини пастлигидан технологик тизимда (ПДИ70-2017) технологик регламент бўйича икки қатор ва ҳар бир

ISSN 3030-3907

қаторида 6 донадан умумийси 12 дона 5ЛП линтерлари ўрнатилмоқда [5, 6]. Линтерлар сонининг кўплиги электр энергия ва эҳтиёт қисмларни керагидан ортиқ сарифланишига олиб келиб, корхона иқтисодий самарадорлигига салбий таъсир этмоқда.

Линтернинг самарадорлиги бўйича ўтказилган тадқиқотлар натижаси унинг самарасиз ишлашига асосий сабаблардан бири ишчи камера кўндаланг кесим юзасининг катталаштирилгани бўлиб, камеранинг катталаштирилганидан камерадаги чигитли валик массасининг ошганлиги ва бунинг натижасида валик айланиш тезлигини камайишини кўрсатди [7]. Бундан ташқари ишчи камера ўлчамининг катталаштирилиши камерадаги аралаштиргич парраклари билан фартукни чигитни қабул қилиш зевидан чигит тароғи зонасигача бўлган оралиқни катталашишига олиб келган (1-расм). Оралиқнинг катталашиши ушбу ораликда чигитли массани ошишига сабаб бўлган. Оқибатда фартук зонаси бўйлаб камера зевидан чигит тароғигача чигитлар оқими торайиб бориши ўрнига кенгайган ва валик ушбу зонада ўз формасини йўқотган. Натижада чигит тароғи юзасида чигитларни тўпланиши юзага келиб, аррали цилиндр айланиши бўйича йўналишини ўзгартириши қийинлашган. Буларни барчаси чигитли валик харакатини камайтириб, линтерлаш жараёнини секинлаштиради. Бунинг оқибатида ишчи камерадан линтерланган чигитларни ташқарига чиқиши секинлашиб, камерадан ўз вақтида чиқмаслигидан чигитни шикастланиши, момиқни ифлослиги ортган, линтернинг иш унумдорлиги камайган [8].

Линтернинг иш унумдорлигини ошириш билан ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг сифатини яхшилаш мақсадида изланишлар олиб борилди. Олиб борилган изланишлар натижасида жараёнга таъсир этувчи асосий ишчи қисм бўлган ишчи камерани такомиллаштирилган конструкцияли фартугини схемаси ишлаб чиқилди. Ишлаб чиқилган схемада оқимдаги чигитни ишчи камерадаги фартук устки қисмида таъминлагичдан берилаётган чигитлар қатламини тиқилмасдан қабул қилишда камера зев кенглигини, фартук ёйи



1- камера зеви, 2- фартук, 3- аралаштиргич, 4- чигит тароғи, 5-

ISSN 3030-3907

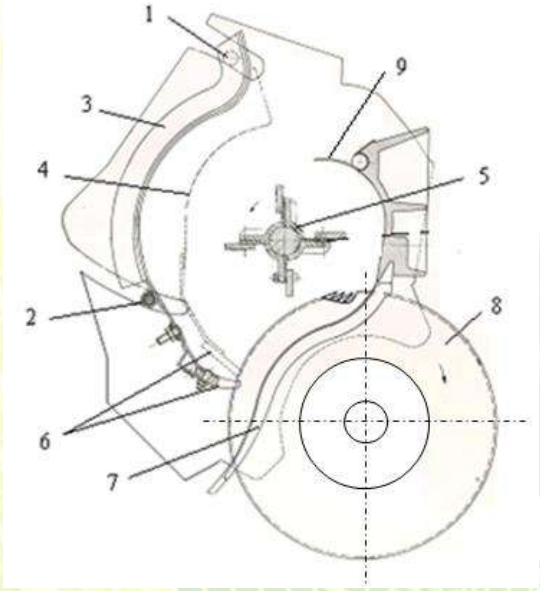
катталигини аниқлашда чигитли валикни фартук зонасидаги харакати назарий томондан ўрганилди ва рационал катталиклари олинди. Эришилган назарий натижалар асосида такомиллаштирилган фартукли ишчи камера кўнгдаланг кесим юзасини муқобил катталигини аниқлаш учун толали экинлар илмий-тадқиқот институтининг лойиҳалаш бўлимида 30 аррали линтер учун ишчи камера тажриба нусхасини чизмалари тайёрланди.

Тайёрланган чизмалар асосида “РИМ устахонаси” МЧЖ корхонасида ишчи камерани тажриба нусхаси ишлаб чиқарилди. Ишлаб чиқарилган тажриба нусха институтнинг технологик лабораториясидаги 30 аррали 5ЛП русумли линтерга ўрнатилиб, линтер такомиллаштирилди. Камера чап ва ўнг ёндорининг устки ва остки қисмида маълум катталикда жой очилиб, фартук 3 ни устки қисмидаги шарнирли валик 1 ни ва фартук остки қисмидаги шарнирли валик 2 ни ушбу ёндорлардаги очилган жойларда силжитиш билан ишчи камера кўндаланг кесим юзаси ўзгартирилди. Бунда камера конфигурацияси ўзгартирилмади. 2- расмда амалдаги ва таклиф этилган ишчи камера билан аррали цилиндрни схемаси келтирилган.

Таклиф этилган фартукда ишчи камера кўндаланг кесим юзасини

колосник, 6- аррали цилиндр, 7- лобовой брус, 8- зичлик клапани.

1- расм. 5ЛП линтер ишчи камерасини схемаси



1, 2 – шарнирли валиклар, 3, 4- амалдаги ва такомиллаштирилган фартуклар, 5- аралаштиргич, 6- чигит тароғи, 7- колосник, 8- аррали цилиндр, 9- зичлик клапани.

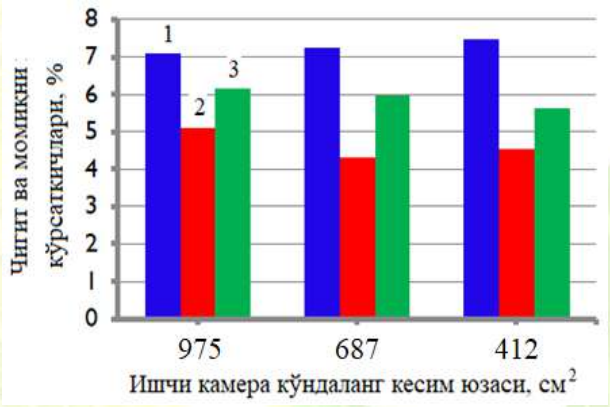
2- расм. Амалдаги ва таклиф этилган фартукларга эга бўлган конструкцияли ишчи камерани схемаси

ISSN 3030-3907

муқобил катталигини аниқлаш учун 30 аррали линтерда тажриба ишлари ўтказилди. Тажриба ишлари даврида камера зеви кенглигини 50 мм, 70 мм ва 90 мм катталикда ўзгаришини таъминлагичдан ишчи камерага бериладиган чигит оқимига таъсири, камерадаги аралаштиргич диаметрини 160 мм, 180 мм ва 200 мм катталикда ўзгаришини ва камера кўндаланг кесим юзасини 399 см^2, 687 см^2 ва 975 см^2 катталикда ўзгаришини чигитли валик ўзгаришига ва линтер самарадорлигига таъсири ўрганилди. Тадқиқот ишлари аррали цилиндрдаги арралар тишлари билан аралаштиргич парракларини 9- 12 мм катталикда ўзгаришида ўтказилди.

Тажриба ишлари бошланғич намлиги 10,8 %, ифлослиги 9,3 % бўлган С-6524 селекцияли пахтани I нав 2-синфида олиб борилди [9, 10]. Бунда линтер таъминлагичидан ишчи камерага берилган чигитнинг намлиги 9,2 % ни, тукдорлиги 10,5 % ни, шикастланиши 3,1 % ни ташкил этди [11-13].

Камера зевининг 50 мм дан 90 мм га, камера кўндаланг кесим юзасини 399 см^2 дан 975 см^2 га катталаштирилишида ва аралаштиргич диаметрининг 160 мм катталигида, аррали цилндр билан аралаштиргич оралиқ масофасини 9-12 мм ўзгаришида чигитни линтерлашдан ишлаб чиқарилган линтерланган чигитнинг тукдорлиги 7,11-7,48 % ни, шикастланиши 5,1-4,54 % ни ташкил этди (3- расм). Чигитни линтерлашдан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 6,14-5,62 % га тенг бўлди. Бунда линтернинг иш унумдорлиги чигит бўйича ўртача 121- 104 кг/соатни, момиқ бўйича ўртача 4,6 – 3,5 кг/соатни ташкил этди. Бу



1- чигит тукдорлиги %, 2- чигит шикастланиши, %, 3- момиқ ифлослиги, %.

3- расм. Чигит ва момиқ кўрсаткичларини ишчи камера параметрига ва аралаштиргич диаметрига боғлиқлиги (аралаштиргич диаметри 160 мм)

ISSN 3030-3907

кўрсаткич аралаштиргич диаметрининг 200 мм катталигида, камера зевининг 50 мм дан 90 мм га, камера кўндаланг кесим юзасини 399 см^2 дан 975 см^2 га катталаштирилишида ва аррали цилндр билан аралаштиргич оралиқ масофасини 9-12 мм ўзгаришида чигитни линтерлашдан ишлаб чиқилган линтерланган чигитнинг тукдорлиги 7,12-7,43 % ни, шикастланиши 5,0-4,48 % ни ташкил этиб, 160 мм диаметрли аралаштиргичли ишчи камерадан ишлаб чиқарилган чигитга қараганда шикастланиши ўртача 0,06 (абс)% га камайди (4- расм). Чигитни линтерлашдан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун



1- чигит тукдорлиги %, 2- чигит шикастланиши, %, 3- момиқ ифослиги, %.

4- расм. Чигит ва момиқ кўрсаткичларини ишчи камера параметрига ва аралаштиргич диаметрига боғлиқлиги (аралаштиргич диаметри 200 мм)

чигитларнинг массавий улуши ўртача 6,12-5,5 % га тенг бўлиб, 160 мм диаметрли аралаштиргичли ишчи камерадан ишлаб чиқарилган момиққа қараганда ифослиги ўртача 0,02-0,12 (абс)% га камайди. Бунда линтернинг иш унумдорлиги чигит бўйича ўртача 128- 108 кг/соатни, момиқ бўйича ўртача 4,8 – 3,9 кг/соатни ташкил этиб, 160 мм диаметрли аралаштиргичли ишчи камера иш унумдорлигига қараганда чигит бўйича ўртача 7-4 кг/соатга, момиқ бўйича ўртача 0,2-0,4 кг/соатга юқори эканлигини кўрсатди.

Аралаштиргич диаметрининг 180 мм катталигида, камера зевини 50 мм дан 90 мм га, камера кўндаланг кесим юзасини 399 см^2 дан 975 см^2 га катталаштирилишида ва аррали цилндр билан аралаштиргич оралиқ масофасини 9-12 мм ўзгаришида чигитни линтерлашдан ишлаб чиқилган линтерланган чигитнинг тукдорлиги 6,82-7,36 % ни, шикастланиши 4,88-4,46 % ни ташкил этиб, 160 мм диаметрли аралаштиргичли ишчи камерадан ишлаб чиқарилган чигитга қараганда шикастланиши ўртача 0,12- 0,08 (абс)% га камайди (5- расм). Чигитни линтерлашдан ишлаб чиқарилган момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 5,92-5,34 % га тенг бўлиб, 160 мм диаметрли аралаштиргичли ишчи камерадан ишлаб чиқарилган момиққа қараганда ифослиги ўртача 0,22-0,28 (абс)% га

ISSN 3030-3907

камайди [14]. Бунда линтернинг иш унумдорлиги чигит бўйича ўртача 132-114 кг/соатни, момиқ бўйича ўртача 5,1- 4,3 кг/соатни ташкил этиб, 160 мм диаметрли аралаштиргичли ишчи камера иш унумдорлигига қараганда чигит бўйича ўртача 11-10 кг/соатга, момиқ бўйича 0,5-0,8 кг/соатга юқори эканлигини кўрсатди.

Тадқиқот ишлари даврида аралаштиргич диаметрини 180 мм да, камера зевини 70 мм, камера кўндаланг кесим юзасини 687 см^2 катталигида линтерланган чигитнинг шикастланиши қоганларига қараганда энг кам бўлиб, 4,25 % ни, момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 5,5 % ни ташкил этди. Бунда линтернинг иш унумдорлиги қолганларга қараганда энг юқори бўлиб, чигит бўйича ўртача 125 кг/соатга, момиқ бўйича ўртача 4,7 кг/соатга тенг бўлди ва ишчи камерада чигитли валикни айланиш тезлиги қолганларига қараганда яхшиланиб, камерадан линтерланган чигитларни ташқарига чиқишини жадаллашиши кузатилди. Натижада таъминлагичдан ишчи камерага чигитни берилиш миқдори қолганларга қараганда оширилди ва ишчи камера зевида чигитларни тўпланиш ёки тиқилиш ҳолатлари бўлмасдан камерадаги чигитли валикка қўшилиши яхшиланди.



1- чигит тукдорлиги %, 2- чигит шикастланиши, %, 3- момиқ ифлослиги, %.

5- расм. Чигит ва момиқ кўрсаткичларини ишчи камера ва аралаштиргич параметрларига боғлиқлиги (аралаштиргич диаметри 180 мм)

Линтер фартуги бўйича ишчи камера кўндаланг кесим юзасини ва бунга мос равишда аралаштиргич диаметрини танлаш бўйича ўтказилган тадқиқот ишларининг натижаси камера зевининг 70 мм катталигида, камера кўндаланг кесим юзасини 687 см^2 ва аралаштиргич диаметрини 180 мм катталигида чигитни самарали линтерлаш жараёни амалга оширилиб, линтер иш унумдорлигини қолган катталикларга қараганда юқори эканлигини инобатга олиб 5ЛП линтери учун ушбу катталикдаги ишчи камера мақсадли эканлиги аниқланди.

ISSN 3030-3907

ХУЛОСА. Махаллий 5ЛП линтерлар конструкциясига асосан техник ва уруғлик чигитни линтерлашга мосланганлиги, лекин линтердаги асосий ишчи қисм бўлган ишчи камера конструкцияси камчилигидан иш унумдорлигининг камлиги, ишлаб чиқарилаётган чигит ва момиқ сифатининг пастлиги билан бирга чигитни линтерлашда технологик талабни бажара олмаётганлигини кўрсатди.

Линтернинг иш унумдорлигини ошириш билан ишлаб чиқарилаётган маҳсулотларнинг сифатини яхшилаш учун линтер ишчи камерасини фартуги такомиллаштирилди. Такомиллаштирилган фартугли ишчи камера кўндаланг кесим юзаси ва унга мос равишда камерадаги аралаштиргич диаметрини аниқлаш учун лаборатория шароитида 30 аррали 5ЛП линтерда ўтказилган тадқиқот ишларининг натижасида аралаштиргич диаметрини 180 мм да, камера зевини 70 мм, камера кўндаланг кесим юзасини 687 $см^2$ катталигида линтерланган чигитнинг шикастланиши қоганларига қараганда энг кам бўлиб, 4,25 % ни, момиқдаги ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улуши ўртача 5,5 % ни ташкил этди. Чигитни линтерлашда линтернинг иш унумдорлиги қолганларга қараганда энг юқори бўлиб, чигит бўйича ўртача 125 кг/соатга, момиқ бўйича ўртача 4,7 кг/соатга тенг бўлди. Бунда ишчи камерада чигитли валикни айланиш тезлиги қолганларига қараганда яхшиланиб, камерадан линтерланган чигитларни ташқарига чиқиши жадаллашди. Натижада таъминлагичдан ишчи камерага чигитни берилиш миқдори қолганларга қараганда оширилди ва ишчи камера зевида чигитларни тўпланиш ёки тиқилиш ҳолатлари бўлмасдан камерадаги чигитли валикка қўшилиши яхшиланди.

Ишчи камера зевининг 70 мм катталигида, камера кўндаланг кесим юзасини 687 $см^2$ ва аралаштиргич диаметрини 180 мм катталигида чигитни самарали линтерлаш жараёни амалга оширилиб, линтер иш унумдорлигини қолган катталикларга қараганда юқори эканлигини инобатга олиб, 5ЛП линтери учун ушбу катталикдаги ишчи камера мақсадли эканлиги аниқланди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Р.Ш. Сулаймонов. Совершенствование базовых звеньев пильного линтера и его освоение в производстве. Отчет ОА “Пахтасаноат илмий маркази”. Ташкент. 2016. – 51 с.

2. Р.Ш.Сулаймонов, А.А.Унгаров. Махаллий линтер самарадорлиги. Таҳлил ва такомиллаштириш йўллари. “Яшил иқтисодиёт” га ўтишда қайта тикланувчи энергия манбалари: муаммо ва замонавий ечимлар. Мавзусидаги

ISSN 3030-3907

республика илмий-амалий конференция материаллари тўплами. Гулистон. 2024, 23-24 сентябрь.- 638-642 б.
3. Р.Ш.Сулаймонов, А.А.Унгаров, Ш.Ф.Эшқувватов. 5ЛП линтернинг самарадорлиги. Қишлоқ хўжалиги, пахта ва енгил саноатда технологик ҳамда экологик муаммоларининг инновацион ечимлари халқаро илмий-амалий анжуман. Жиззах. 2024. 15 ноябрь.-501-505 б.
4. Паспорт пильного линтера 5ЛП.-Ташкент: ТГСКБ по хлопкоочистке, 1981.-18 с.
5. Пахтани дастлабки ишлашнинг мувофиқлаштирилган технологияси (ПДИ 70-2017). А.С. Камаловнинг умумий тахрири остида. “Paxtasanoat ilmiy markazi” АЖ. Тошкент, 2017.- 91 б.
6. Т.М. Кулиев, Р.Ш. Сулаймонов ва б. Пахтани дастлабки ишлаш бўйича қўлланма. Тошкент- “Afvto-nashr”. 2019. -477 б.
7. Сулаймонов, Р. Ш., Унгаров, А. А., & Эшкувватов, Ш. Ф. (2024). 5ЛП ЛИНТЕРНИНГ САМАРАДОРЛИГИ. Science and innovation, 3(Special Issue 52), 501-505.
8. Салимов А.М., Лугачев А.Е., Ходжиев М.Т. Технология первичной обработки хлопка. “Адабиёт учқунлари” . Тошкент. 2018.- 184 б.
9. O‘zMSt 380:2024. Пахта. Намликни аниқлаш усуллари. Тошкент. 2024.
10. O‘zMSt 552:2025. Пахта. Ифлосликни аниқлаш усуллари. Тошкент. 2025.
11. O‘z DSt 600:2008. Техник чигит. Намликнинг массавий улушини аниқлаш усуллари. Тошкент. 2008.
12. O‘z DSt 601 :2022. Чигит тукдорлигини аниқлаш усуллари. Тошкент. 2022.
13. O‘z DSt 597 :2008. Нуқсонли чигитнинг массавий улушини аниқлаш усули
14. O‘zMSt 383:2024. Пахта момиғи. Ифлос аралашмалар ва бутун чигитларнинг массавий улушини аниқлаш усуллари.

ISSN 3030-3907

ПЛАСТИНАСИМОН ҚУРИЛИШ КОНСТРУКЦИЯЛАРИНИНГ ДИНАМИК УСТУВОРЛИГИНИ ANSYS МУҲИТИДА ЧАСТОТАВИЙ ВА МОДАЛ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

Р.А.Абдикаримов

Тошкент архитектура-қурилиш университети, “Қурилиш механикаси ва сейсмик мухандислик” кафедраси профессори, ф.-м.ф.д., профессор, E-mail: rabdikarimov@mail.ru

У.И.Сафаров

Тошкент архитектура-қурилиш университети, “Қурилиш механикаси ва сейсмик мухандислик” кафедраси доценти, т.ф.ф.д (PhD)., доцент, E-mail: u.safarov@taqu.uz

Б.М.Вафаев

Тошкент архитектура-қурилиш университети, “Бино ва иншоотлар зилзилабардошлиги” мутахассислиги 2-босқич магистранти.

Д.Х.Абдуллаева

Тошкент архитектура-қурилиш университети, “Бино ва иншоотлар зилзилабардошлиги” мутахассислиги 1-босқич магистранти.

Ф.Ш. Муродиллаев

Тошкент архитектура-қурилиш университети, “Бино ва иншоотлар зилзилабардошлиги” мутахассислиги 2-босқич магистранти.

Аннотация. Ушбу илмий мақолада замонавий бино ва иншоотларнинг асосий конструктив қисмларини ташкил этувчи пластинасимон элементларнинг эркин тебраниш тавсифлари назарий ва амалий жиҳатдан тадқиқ этилган. Тадқиқотнинг долзарблиги шундаки, иншоотларга таъсир этувчи ташқи динамик ва сейсмик кучлар оқибатида юзага келиши мумкин бўлган резонанс ҳодисаларининг олдини олиш учун конструкцияларнинг хусусий тебраниш частоталари ва модал шаклларини юқори аниқликда прогноз қилиш талаб этилади. Иш доирасида барча томонлари бўйлаб қаттиқ маҳкамланган (СССС чегаравий шарти) тўғри тўртбурчак шаклли пластинанинг динамик модели ANSYS дастурий мажмуаси ёрдамида чекли элементлар усулида қурилди. Сонли модел натижалари классик бигармоник тенгламанинг аналитик ечимлари билан қиёсий таҳлил қилинди ва олинган натижаларнинг ўзаро мутаносиблиги илмий жиҳатдан асосланди. Тадқиқот натижалари лойиҳалаш жараёнида бинокорлик конструкцияларининг мустаҳкамлигини, сейсмик чидамлилигини ва динамик барқарорлигини таъминлашда, шунингдек, материал сарфини оптималлаштиришда муҳим амалий аҳамиятга эга бўлган ҳисоблаш базасини яратади.

ISSN 3030-3907

Калит сўзлар: Пластинасимон элементлар, эркин тебранишлар, хусусий частоталар ва шакллар, ANSYS дастурий мажмуаси, резонанс хавфи, динамик таҳлил, чекли элементлар усули, конструкциялар устиворлиги.

Аннотация. В данной научной статье теоретически и практически исследованы характеристики свободных колебаний пластинчатых элементов, составляющих основные конструктивные части современных зданий и сооружений. Актуальность исследования заключается в необходимости высокоточного прогнозирования собственных частот и модальных форм конструкций для предотвращения явлений резонанса, которые могут возникнуть под воздействием внешних динамических и сейсмических сил. В рамках работы с помощью программного комплекса ANSYS методом конечных элементов была построена динамическая модель прямоугольной пластины, жестко закрепленной по всем сторонам (граничное условие CCCC). Результаты численной модели были подвергнуты сравнительному анализу с аналитическими решениями классического бигармонического уравнения, и взаимная сопоставимость полученных результатов была научно обоснована. Результаты исследования создают расчетную базу, имеющую важное практическое значение для обеспечения прочности, сейсмостойкости и динамической устойчивости строительных конструкций в процессе проектирования, а также для оптимизации расхода материалов.

Ключевые слова: пластинчатые элементы, свободные колебания, собственные частоты и формы, программный комплекс ANSYS, риск резонанса, динамический анализ, метод конечных элементов, устойчивость конструкций.

Abstract. This scientific article investigates the free vibration characteristics of plate-like elements that constitute the core structural components of modern buildings and structures from both theoretical and practical perspectives. The relevance of the research lies in the requirement for high-precision forecasting of natural frequencies and modal shapes of structures to prevent resonance phenomena that may occur due to external dynamic and seismic forces. Within the scope of the work, a dynamic model of a rectangular plate rigidly clamped on all sides (CCCC boundary condition) was constructed using the finite element method in the ANSYS software package. The results of the numerical model were subjected to a comparative analysis with analytical solutions of the classical biharmonic equation, and the mutual consistency of the obtained results was scientifically substantiated. The research findings establish a computational framework of significant practical importance for ensuring the strength, seismic

ISSN 3030-3907

resistance, and dynamic stability of building structures during the design process, as well as for optimizing material consumption.

Keywords: plate elements, free vibrations, natural frequencies and mode shapes, ANSYS software package, resonance risk, dynamic analysis, finite element method, structural stability.

1. КИРИШ

Замонавий муҳандислик амалиётида пластинасимон элементлар – юк кўтарувчи плиталар, панеллар ва қобиқлар – конструкцияларнинг динамик барқарорлигини таъминловчи асосий тизим ҳисобланади. Айниқса, барча томонлари қаттиқ маҳкамланган пластиналар юқори қатъийлик ва чегаравий чекловлар туфайли амалиётда кенг қўлланилади. Бундай элементларнинг эркин тебраниш частоталарини аниқлаш резонанс хавфини камайтириш ва динамик ишончлиликни таъминлаш нуқтаи назаридан муҳим аҳамиятга эга.

Пластиналарнинг эркин тебраниш масаласини ечиш бўйича илк самарали яқинлашувлар Релейнинг энергия усулига асосланган бўлиб, турли чегаравий шартлар комбинацияси учун тахминий частота ифодалари ишлаб чиқилди [1]. Унда нурли функцияларга ўхшаш шакллардан фойдаланилиб, 15 хил чегара шарти учун умумлаштирилган формулалар таклиф этилди. Кейинчалик [2] ишда ушбу ёндашувни такомиллаштириб, муҳандислик ҳисоблари учун соддалаштирилган аналитик ифодаларни ишлаб чиқди.

Ритц усулини қўллаш орқали [3] мақолада пластина эгилишини тасвирловчи нурли модал функциялар асосида квадрат пластиналар учун аниқроқ ҳисоблаш схемаси таклиф қилинган. [4] мақолада эса мазкур ёндашувни ортотроп материаллар ва текис ички кучлар таъсирини ҳисобга олган ҳолда кенгайтирилган, бу эса тебраниш ва барқарорлик масалаларини бирлаштириш имконини берган.

Релей-Ритц ёндашувининг ривожланишида ортогонал полиномлар муҳим ўрин тутади. Грамм–Шмидт жараёни асосида [5] мақолада ортогонал функциялар тизими яратилган бўлиб, айниқса паст модалар учун юқори аниқликка эришилган.

Аниқ ечимга яқинлашиш йўналишида суперпозиция усули орқали [6] мақолада дифференциал тенгламани айнан қаноатлантирувчи ва чегаравий шартларни юқори аниқликда бажарувчи ечимларни таклиф қилинган. Ушбу [7] мақолада ўзгарувчиларни ажратишнинг янги усули ишлаб чиқилган бўлиб, илк маротаба SSCC (S-simple support, C-clamped), SCCC ва CCCC ҳоллари учун аниқ аналитик ечимлар тақдим этилган ҳамда улар чекли элементлар усули натижалари билан тасдиқланган.

ISSN 3030-3907

Замонавий муҳандислик тадқиқотларида пластиналарнинг динамик хоссаларини ўрганишда турли аналитик ва сонли ёндашувлар қўлланиб келинмоқда. Хусусан, [8, 9] ўз ишларида пластиналарнинг ихтиёрий эластик таянчларга эга бўлган ҳолатларини таҳлил қилиб, чегаравий шартларнинг универсал функцияларини таклиф этганлар. Релей-Ритц усулининг аниқлигини ошириш мақсадида [10] мақолада мос келувчи функциялар тўплами ишлаб чиқилган бўлса, [11] да қисмларга ажратилган шакл функцияларидан фойдаланиш асослаб берилган.

Пластиналар тебраниши бўйича фундаментал маълумотлар [12] мақолада тизимлаштирилган бўлиб, у турли геометрик конфигурациялар учун классик ҳисоблаш базасини яратган. Шунингдек, [13] мақолада фундаментал ечимлар усулини қўллаш орқали мураккаб динамик масалаларни ечишнинг юқори самарадорлиги кўрсатилган. Ушбу тадқиқотлар мажмуаси пластинасимон элементларнинг хусусий частоталарини аниқлашда назарий ва амалий тақкослашлар учун муҳим пойдевор бўлиб хизмат қилади.

Мавжуд илмий тадқиқотлар таҳлили шуни кўрсатадики, пластиналар динамикасини ўрганишда қўлланиладиган аналитик ва яқинлашув усуллари ҳозирга қадар юқори аниқликдаги натижаларни тақдим этиб келмоқда. Бироқ, барча томонлари қаттиқ маҳкамланган (СССС) пластиналар учун классик энергия усуллари ва замонавий компьютер моделлаштириш муҳитлари имкониятларини ўзаро тизимли қиёслаш масаласи ҳали тўлиқ ўз ечимини топмаган. Айниқса, юқори тебраниш модаларида ечимнинг яқинлашиш хусусиятларини ҳамда ҳисоблаш алгоритмларининг барқарорлигини комплекс баҳолаш бугунги куннинг долзарб муаммоларидан бири бўлиб қолмоқда.

Юқоридагилардан келиб чиқиб, ушбу тадқиқотнинг асосий мақсади – барча томонлари қаттиқ маҳкамланган тўғри тўртбурчак шаклли пластиналарнинг эркин тебраниш тавсифларини классик аналитик усул (бигармоник тенгламани ечиш) ёрдамида аниқлашдан иборат. Шунингдек, назарий йўл билан олинган натижаларни ANSYS дастурий муҳитидаги сонли моделлар билан қиёсий таҳлил қилиш орқали қўлланилган усулларнинг аниқлик даражаси ва ҳисоблаш барқарорлигини илмий жиҳатдан асослаш белгиланган.

2. ТАДҚИҚОТ УСУЛЛАРИ. Пластинасимон элементларнинг эркин тебраниш тавсифларини юқори аниқликда аниқлаш мураккаб динамик жараёнларни фундаментал тушуниш ва конструктив хавфсизликни таъминлашнинг калити ҳисобланади. Ушбу тадқиқотда қўйилган масалани

ISSN 3030-3907

ҳар томонлама қамраб олиш, олинган натижаларнинг ишончлилигини таъминлаш ва назарий хулосаларни амалий тасдиқлаш мақсадида ўзаро бири-бирини тўлдирувчи иккита асосий ёндашувдан фойдаланилди: бигармоник тенгламанинг ўзгарувчиларни ажратишга асосланган аналитик ечими ҳамда ANSYS дастурий мажмуасидаги сонли моделлаштириш (ЧЭУ).

2.1. Назарий-аналитик ечим. Ушбу усул пластина тебранишининг математик моделини классик бигармоник тенгламалар асосида қуриш имконини беради ва физик моҳиятини ифодаловчи трансцендент частота тенгламалари ва модал функциялар аналитик тарзда таҳлил қилинади. Бу ёндашув тадқиқот учун эталон (таянч) ечим бўлиб хизмат қилади.

Эркин тебранишлар тенгламаси (бигармоник тенглама):

$$D\nabla^4 w(x,y,t) + \rho h \frac{\partial^2 w}{\partial t^2} = 0$$

бу ерда:

$D = \frac{Eh^3}{12(1-\nu^2)}$ —пластинканинг эгилиш қаттиқлиги,

$$\nabla^4 w = \frac{\partial^4 w}{\partial x^4} + 2\frac{\partial^4 w}{\partial x^2\,\partial y^2} + \frac{\partial^4 w}{\partial y^4}$$

w– пластинанинг эгилиши (эгилиш миқдори), D– эгилувчанлик қаттиқлиги, ρ– материал зичлиги, h– пластинанинг қалинлиги, Δ^2– бигармоник оператор.

Ечимни қуйидагича кўринишда қидирамиз:

$$w(x,y,t) = W(x,y)\,T(t)$$

бу ерда: $W(x,y)$— тебраниш шакли, $T(t) = C_1 \cos(\omega t) + C_2 \sin(\omega t)$— вақт бўйича қисмининг кўриниши

Тенгламага қўйиб:

$$D\nabla^4 W \cdot T + \rho h W \ddot{T} = 0$$

Ўзгарувчиларни ажратамиз:

$$\frac{\nabla^4 W}{W} = -\frac{\rho h \ddot{T}}{DT} = \lambda^4$$

бу ерда

$$\lambda^4 = \frac{\rho h \omega^2}{D}$$

Натижада:

$$\nabla^4 W - \lambda^4 W = 0$$

Бу ерда

$$\nabla^4 = \nabla^2(\nabla^2)$$

ISSN 3030-3907

эканлигини ҳисобга олсак, тенгламани қуйидагича ёзиш мумкин:

$$(\nabla^4 - \lambda^4)W = 0$$

кўринишидаги бигармоник тенгламани ечиш учун операторларни кўпайтувчиларга ажратиш усулидан фойдаланамиз. Квадратлар айирмаси формуласига кўра, операторни қуйидагича ифодалаш мумкин:

$$(\nabla^2-\lambda^2)(\nabla^2+\lambda^2)W=0$$

Бу ерда операторларнинг чизиқлилик хоссасидан фойдаланиб, умумий ечимни иккита мустақил функциянинг йиғиндиси сифатида қараш мумкин:

$$W(x,y)=W_1(x,y)+W_2(x,y)$$

Бунда ҳар бир функция тегишли равишда қуйидаги иккинчи тартибли Гельмгольц тенгламаларини қаноатлантиради:

1. $(\nabla^2 + \lambda^2)W_1 = 0$ Гельмгольц тенгламаси (тўлқин тенгламаси).
2. $(\nabla^2 - \lambda^2)W_2 = 0$ Модификацияланган Гельмгольц тенгламаси.

Шундай қилиб, агар W_1 ва W_2 ушбу иккита алоҳида Гелмгольц тенгламасини қаноатлантирса, уларнинг йиғиндиси

$$W = W_1 + W_2$$

Автоматик равишда мураккаб тўртинчи тартибли бигармоник тенгламани қаноатлантиради. Ушбу усул мураккаб тўртинчи тартибли муаммони иккита классик ва яхши ўрганилган иккинчи тартибли дифференциал тенгламаларга келтиради, бу эса ўз навбатида пластинанинг тебраниш шаклини аналитик ифодалаш жараёнини сезиларли даражада осонлаштиради. Бу усул мураккаб муаммони иккита соддароқ муаммога бўлиб ечиш имконини беради.

Иккита Гельмгольц тенгламасига ажратилган тебраниш шакли функциясини $W(x,y) = X(x) \cdot Y(y)$ кўпайтма кўринишида излаймиз. Бу ерда $X(x)$ фақат x координатасига, $Y(y)$ эса фақат y координатасига боғлиқ функциялардир.

Ушбу ифодани дастлабки бигармоник тенгламага қўйсак ва функцияларнинг тегишли тартибдаги ҳосилаларини ҳисобласак, қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$X''''Y+2X''Y''+XY''''-\lambda^4XY=0$$

Тенгламани ўзгарувчиларга ажратиш учун уни XY кўпайтмасига бўлиб чиқамиз:

$$\frac{X''''}{X} + 2\frac{X''}{X}\frac{Y''}{Y} + \frac{Y''''}{Y} - \lambda^4 = 0$$

Бу ерда ўзгарувчиларни мустақил равишда ажратиш учун α ва β ажратиш ўзгармасларини киритамиз:

ISSN 3030-3907

1. $\frac{X''}{X} = -\alpha^2$ ва бундан $\frac{X''''}{X} = \alpha^4$ келиб чиқади.

2. $\frac{Y''}{Y} = -\beta^2$ ва бундан $\frac{Y''''}{Y} = \beta^4$ келиб чиқади.

Ушбу константалар ўзаро қуйидаги муҳим нисбат орқали боғланган:

$$\alpha^2 + \beta^2 = \lambda^2$$

Натижада, юқоридаги нисбатларни асосий тенгламага қўйиш орқали тўртинчи тартибли тождествони ҳосил қиламиз:

$$\alpha^4 + 2\alpha^2\beta^2 + \beta^4 = \lambda^4$$

Бу амаллар бизга мураккаб икки ўлчовли масалани иккита бир ўлчовли оддий дифференциал тенгламаларга келтиришга хизмат қилади.

3. Қаттиқ маҳкамланган пластина учун чегаравий шартлар

Пластинанинг барча қирралари ($x = 0, a$ ва $y = 0, b$) бўйича қуйидаги иккита асосий шарт бажарилиши керак:

1. Эгилишнинг йўқлиги (геометрик шарт)

Пластина қирралари таянчга маҳкамлангани сабабли, бу нуқталарда вертикал кўчиш (прогиб) нолга тенг бўлади:

$$W(0, y) = W(a, y) = 0$$
$$W(x, 0) = W(x, b) = 0$$

2. Бурилиш бурчагининг йўқлиги (қаттиқ маҳкамланганлик шарти):

Қаттиқ маҳкамлаш қирраларда пластинанинг текислигига нисбатан қиялик ҳосил бўлишига йўл қўймайди.

Математик жиҳатдан бу Wфункциясидан нормал бўйича олинган биринчи тартибли ҳосиланинг нолга тенглигини англатади:

$$\frac{\partial W}{\partial x}|_{x=0,a} = 0 \qquad \frac{\partial W}{\partial y}|_{y=0,b} = 0$$

Шарнирли таянчда иккинчи шарт ўрнига моментнинг ноллиги $\frac{\partial^2 W}{\partial n^2} = 0$ олинар эди. Қаттиқ маҳкамлашда эса бурчакнинг чекланиши тизимга қўшимча қаттиқлик беради. Айнан шу шартлар туфайли биз кейинги босқичда оддий синус функциялари ўрнига тригонометрик ва гиперболик функциялар комбинациясидан фойдаланишга мажбур бўламиз.

4. $X(x)$учун ечим

Координаталарни ажратгандан сўнг, $X(x)$ функцияси учун қуйидаги тенглама ҳосил бўлади:

$$X'''' - \alpha^4 X = 0$$

1. Характеристик тенглама

Ушбу тенгламани ечиш учун $X = e^{kx}$ алмаштиришни бажарамиз, натижада характеристик тенглама келиб чиқади:

$$k^4 - \alpha^4 = 0, \quad (k^2 - \alpha^2)(k^2 + \alpha^2) = 0$$

ISSN 3030-3907

Бундан илдизлар қуйидагича бўлади:

$$k_{1,2} = \pm\alpha(\text{ҳақиқий илдизлар})$$

$$k_{3,4} = \pm i\alpha(\text{мавҳум илдизлар})$$

2. Умумий ечим

Илдизларга мос равишда умумий ечим тригонометрик ва гиперболик функциялар йиғиндиси сифатида ёзилади:

$$X(x) = A\cos(\alpha x) + B\sin(\alpha x) + C\cosh(\alpha x) + D\sinh(\alpha x)$$

Бу ерда A, B, C, D— чегаравий шартлардан топиладиган ихтиёрий константалардир.

4.1. Чегаравий шартларни қўллаш

Қаттиқ маҳкамланган чап томон ($x = 0$)учун шартларни қўллаймиз:

$X(0) = 0$: $A\cos(0) + B\sin(0) + C\cosh(0) + D\sinh(0) = 0$, $A + C = 0$, $X'(0) = 0$:$-A\alpha\sin(0) + B\alpha\cos(0) + C\alpha\sinh(0) + D\alpha\cosh(0) = 0, B + D = 0$

Бундан: $C = -A, D = -B$ келиб чиқади.

Энди ўнг қирра $(x = a)$ учун шартларни қўйиб, номаълум A ва Bконстанталарга нисбатан алгебраик тенгламалар тизимини ҳосил қиламиз:

$$\begin{cases} A(\cos\alpha a - \cosh\alpha a) + B(\sin\alpha a - \sinh\alpha a) = 0 \\ -A(\sin\alpha a + \sinh\alpha a) + B(\cos\alpha a - \cosh\alpha a) = 0 \end{cases}$$

4.2. Частота тенгламаси

Юқорида ҳосил қилинган икки номаълумли (A ва B) чизиқли тенгламалар тизими нотривиал ечимга эга бўлиши учун унинг детерминанти нолга тенг бўлиши керак:

$$\begin{vmatrix} \cos\alpha a - \cosh\alpha a & \sin\alpha a - \sinh\alpha a \\ -(\sin\alpha a + \sinh\alpha a) & \cos\alpha a - \cosh\alpha a \end{vmatrix} = 0$$

1. Детерминантни очиш

Детерминантни ҳисоблаганда қуйидаги ифода ҳосил бўлади:

$$(\cos\alpha a - \cosh\alpha a)^2 + (\sin\alpha a - \sinh\alpha a)(\sin\alpha a + \sinh\alpha a) = 0$$

2. Соддалаштириш

Қавсларни очиб ва тригонометрик ҳамда гиперболик айниятларни

$$\cos^2 x + \sin^2 x = 1, \cosh^2 x - \sinh^2 x = 1$$

қўллагандан сўнг:

$$\cos^2\alpha a - 2\cos\alpha\,\text{acosh}\,\alpha a + \cosh^2\alpha a + \sin^2\alpha a - \sinh^2\alpha a = 0$$

$$(\cos^2\alpha a + \sin^2\alpha a) + (\cosh^2\alpha a - \sinh^2\alpha a) - 2\cos\alpha\,\text{acosh}\,\alpha a = 0$$

$$1 + 1 - 2\cos\alpha\,\text{acosh}\,\alpha a = 0$$

3. Якуний трансцендент тенглама

ISSN 3030-3907

Натижада қаттиқ маҳкамланган пластина учун машҳур частота тенгламаси келиб чиқади:

$$\cos \alpha a \cdot \cosh \alpha a = 1$$

Ушбу тенглама аналитик ечимга эга эмас, шунинг учун унинг илдизлари $(\alpha_m a)$ сонли усуллар билан топилади:

Биринчи мода:

$$\alpha_1 a \approx 4.730$$

Иккинчи мода:

$$\alpha_2 a \approx 7.853$$

Юқори модалар ($m \geq 3$):

$$\alpha_m a \approx \frac{(2m+1)\pi}{2}$$

5. Частоталар ифодаси

Илгари аниқланган

$$\alpha^2 + \beta^2 = \lambda^2 \text{ ва } \lambda^4 = \frac{\rho h \omega^2}{D}$$

боғлиқликларидан фойдаланиб, хусусий частота ω_{mn} учун қуйидаги ифодани оламиз:

$$\omega_{mn} = (\alpha_m^2 + \beta_n^2)\sqrt{\frac{D}{\rho h}}$$

Бу ерда mва n— мос равишда xва y ўқлари бўйича тебраниш шаклининг (модасининг) тартиб рақамлари.

Хусусан, квадрат пластина ($a = b$) учун дастлабки иккита асосий частотанинг тақрибий қийматлари қуйидагича бўлади:

$$\omega_{11} \approx \frac{35.99}{a^2}\sqrt{\frac{D}{\rho h}}$$

$$\omega_{12} \approx \frac{73.4}{a^2}\sqrt{\frac{D}{\rho h}}$$

Пластина томонларининг қаттиқ маҳкамланиши тизимнинг умумий қаттиқлигини оширади, бу эса ўз навбатида хусусий частоталарнинг ўсишига олиб келади.

Амалий муҳандислик ҳисоб-китобларида ушбу трансцендент тенглама илдизларининг тайёр жадвалларидан ёки сонли усуллардан (масалан, ЧЭУ) фойдаланилади.

2.2. СОНЛИ МОДЕЛЛАШТИРИШ ВА ЧЕКЛИ ЭЛЕМЕНТЛАР УСУЛИ. Мураккаб чегаравий шартлар ва конструкциянинг геометрик хусусиятларини ҳисобга олиш учун ANSYS дастурий мажмуаси имкониятларидан фойдаланилди. Бунда узлуксиз муҳит дискретлаштирилиб,

ISSN 3030-3907

тизимнинг глобал қаттиқлик ва масса матрицалари асосида хусусий қийматлар масаласи ечилади. Сонли модель назарий ҳисоблашларни верификация қилиш ва юқори тартибли тебраниш шаклларини визуаллаштириш имконини беради. Замонавий муҳандислик масалаларида, хусусан, мураккаб геометрик конфигурацияга эга бўлган, анизотроп (бир жинсли бўлмаган) материаллардан ташкил топган ёки ночизиқли чегаравий шартлар остида ишлайдиган пластинасимон конструкцияларни таҳлил қилишда классик аналитик усуллар етарли аниқликни таъминлай олмайди. Бундай шароитда динамик кўрсаткичларни юқори аниқликда баҳолаш учун Чекли элементлар усули (ЧЭУ) энг самарали ва универсал восита ҳисобланади.

ЧЭУ алгоритмига кўра, узлуксиз муҳит чекли миқдордаги элементларга бўлинади (дискретлаштирилади), натижада узлуксиз дифференциал тенгламалар тизими алгебраик ўз қийматлар масаласига келтирилади:

$$([K] - \omega^2[M])\{w\} = \{0\}$$

бу ерда: $[K]$ – конструкциянинг глобал қаттиқлик матрицаси бўлиб, у материалнинг эластиклик хоссалари ва геометрик характеристикаларини ўзида мужассам этади; $[M]$ – конструкциянинг инерция хоссаларини ифодаловчи глобал масса матрицаси, ω – хусусий тебраниш частоталари, w– вектор кўринишида тебраниш шакллари.

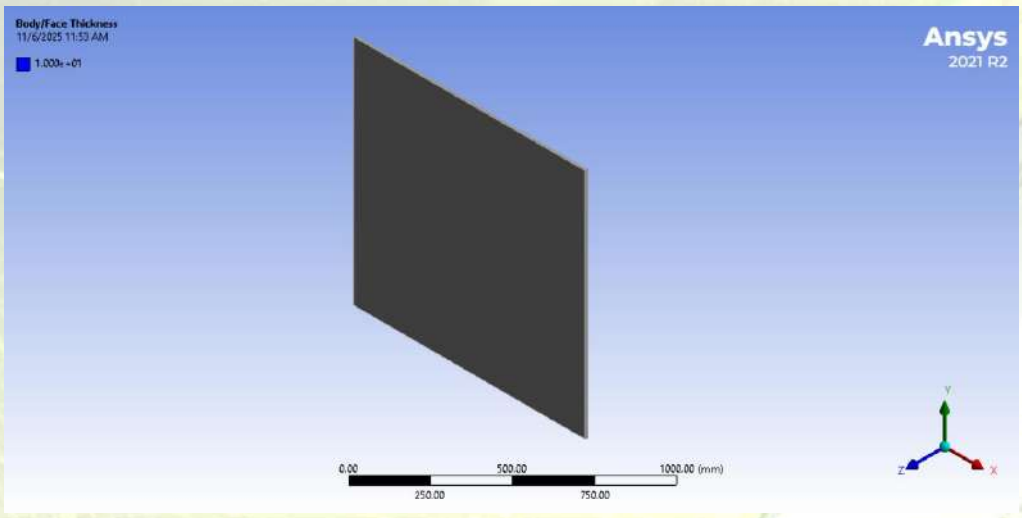
Ушбу тадқиқотда сонли моделлаштириш учун ANSYS дастурий мажмуаси қўлланилган.

3. НАТИЖАЛАР ВА МУҲОКАМА. Барча томонлари қаттиқ маҳкамланган пластинанинг эркин тебранишлари ANSYS дастурий пакетида юқорида баён этилган Чекли элементлар усули (ЧЭУ) асосида тадқиқ қилинди.

а) Модел геометриясини яратиш. Пластина геометрияси ANSYS дастурининг ички моделлаштириш воситалари ёрдамида қурилди. Тадқиқотда квадрат пластина кўриб чиқилди. Унинг геометрик ўлчамлари қуйидагича:

узунлиги — a = 1000 мм, эни — b = 1000 мм, қалинлиги — h = 10 мм.

ISSN 3030-3907



1-расм. Квадрат пластинанинг геометрик модели: ANSYS Design Modeler муҳитида яратилган, ўлчамлари 1000 x 1000 x 10 мм бўлган пластинанинг уч ўлчовли (3D) кўриниши.

б) Материал хусусиятларини белгилаш. Тадқиқотда кўриб чиқилаётган пластина учун таҳлилни амалга оширишда зарур бўлган материал хоссалари қуйидагича белгиланди: Зичлик $\rho = 7850$ кг/м^3, эластиклик модули $E = 2.10\times10^{11}$ Па, Пуассон коэффициенти $\nu = 0.30$.

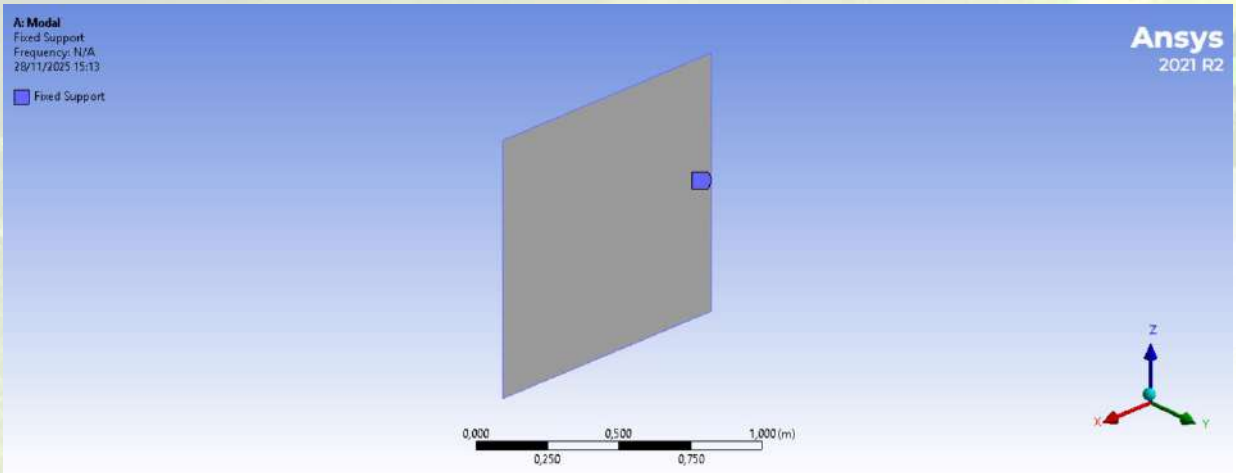
Properties of Outline Row 3: Structural Steel

	A	B	C	D	E
1	Property	Value	Unit		
2	Material Field Variables	Table			
3	Density	7850	kg m^-3		
4	Isotropic Secant Coefficient of Thermal Expansion				
6	Isotropic Elasticity				
7	Derive from	Young's Modulus and Poisso...			
8	Young's Modulus	2E+05	MPa		
9	Poisson's Ratio	0.3			
10	Bulk Modulus	1.6667E+05	MPa		
11	Shear Modulus	76923	MPa		

2-расм. Материалнинг физик-механик хоссаларини киритиш ойнаси: Engineering Data бўлимида пўлат материали учун зичлик ($\rho = 7850$ кг/м^3), эластиклик модули ($E = 2.10\times10^{11}$ Па) ва Пуассон коэффициенти ($\nu = 0.30$) қийматларининг белгиланиши

в) Чегаравий шартларни белгилаш. Қаттиқ маҳкамланган пластина учун чегаравий шартлар аниқланади. Бу ҳолатда пластинанинг барча томонларига қаттиқ маҳкамлаш шартлари қўйилади, яъни четлар бўйлаб эгилиш ва бурчакли айланишлар тўлиқ чекланади. Шу тарзда пластинанинг барча чегаралари бўйлаб ҳаракатланиш эркинликлари нолга тенг қилиб белгиланади.

ISSN 3030-3907



3-расм. Пластина қирралари учун чегаравий шартларни танлаш: Пластинанинг тўртта томонини (Edges) танлаш ва уларга “Fixed Support” шартини қўллаш жараёни

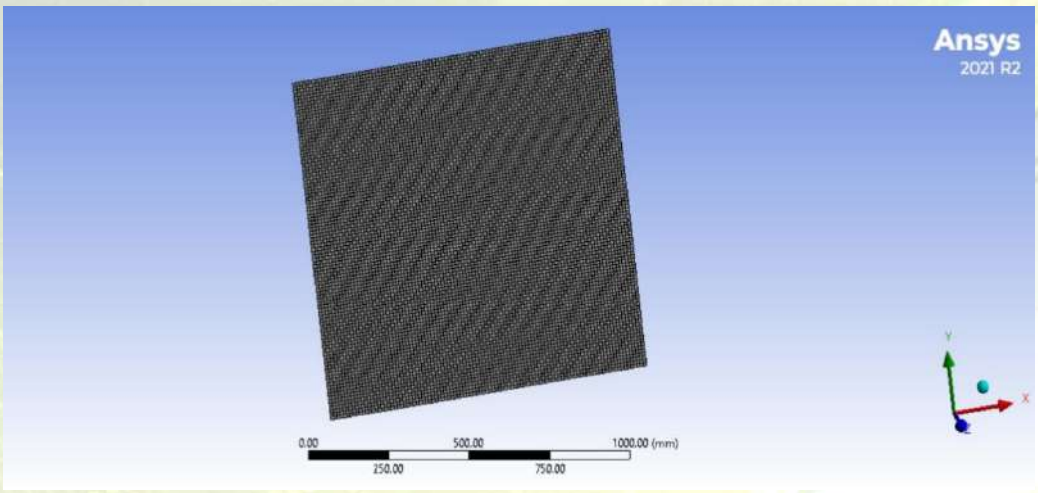
Details of "Fixed Support"

Scope	
Scoping Method	Geometry Selection
Geometry	4 Edges
Definition	
Type	Fixed Support
Suppressed	No

4-расм. Қаттиқ маҳкамланган (CCCC) чегаравий шартларнинг график ифодаси: Пластинанинг барча четларида кўчишлар ва бурилиш бурчаклари чекланганини кўрсатувчи кўк рангли белгилар билан тасвирланган модель.

г) Тўрни моделлаштириш. Чекли элементлар тўри яратилади, у пластинки геометриясини кичикроқ элементларга ажратади. Бу эса деформациялар, кучланишлар ва тебраниш шаклларини янада аниқроқ аниқлаш имконини беради. Таҳлилда элемент ўлчамлари моделлаштириш аниқлигига таъсир кўрсатади, шунинг учун оптимал тўр зичлиги танланади. Натижада пластина модели учун чекли элементлар тўри ҳосил қилиниб, кейинги ҳисоблаш босқичларига тайёр ҳолатга келтирилди.

ISSN 3030-3907



5-расм. Пластинанинг чекли элементлар тўрига бўлинган ҳолати: Юзанинг квадрат шаклли элементлар (Mesh) билан қопланиши ва тўрнинг умумий кўриниши

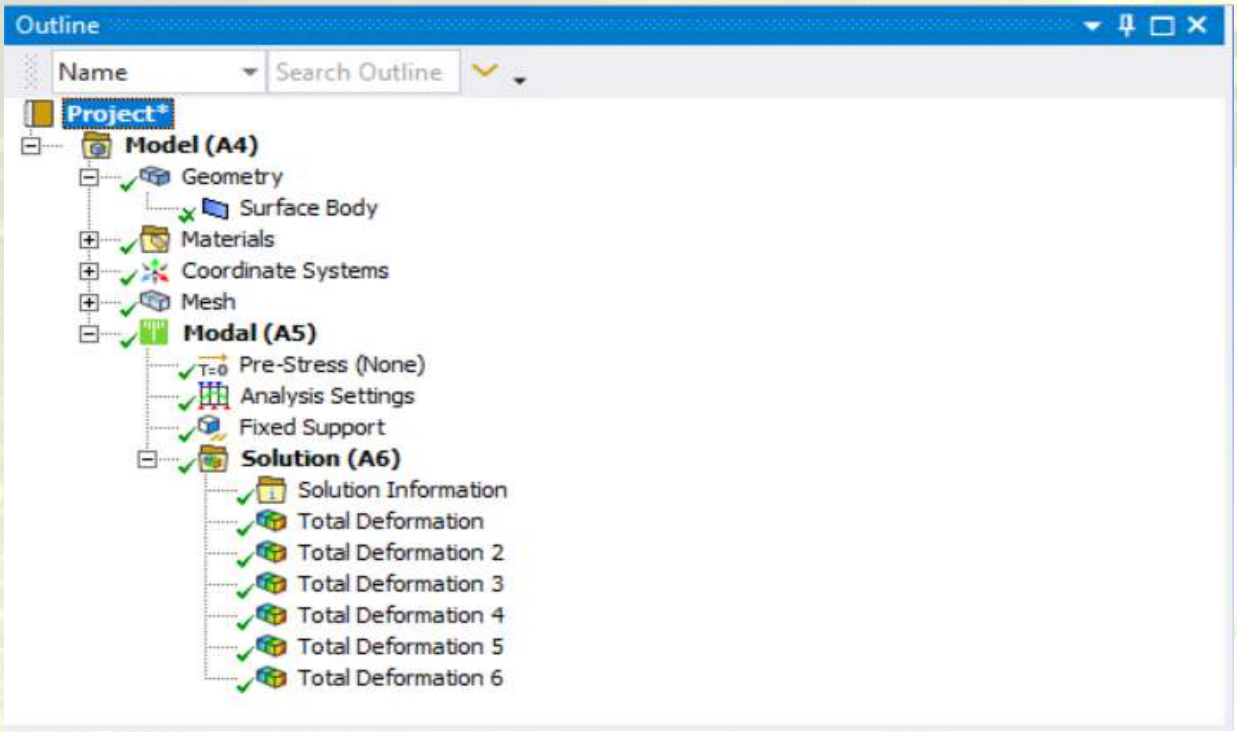
Details of "Mesh"

Display	
Display Style	Use Geometry Setting
Defaults	
Physics Preference	Mechanical
Element Order	Program Controlled
Element Size	10.0 mm
Sizing	
Quality	
Inflation	
Batch Connections	
Advanced	
Statistics	
Nodes	10201
Elements	10000

6-расм. Чекли элементлар ўлчами ва сонини созлаш: “Mesh Control” бўлимида элемент ўлчамларини (Element Size) киритиш ва тугунлар (Nodes) ҳамда элементлар (Elements) сони ҳақидаги маълумотлар.

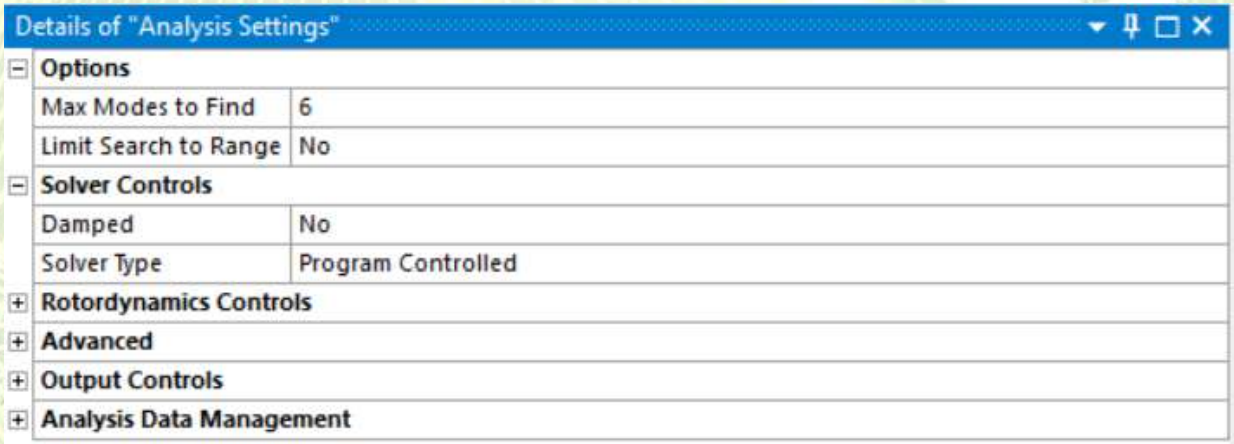
д) Таҳлил турини аниқлаш. Тадқиқотда динамик таҳлил тури танланади. Ушбу ишда пластинасимон элементнинг эркин тебранишларини ўрганиш мақсадида “**Modal Analysis**” тури қўлланилди. Бу таҳлил ёрдамида пластинанинг хусусий частоталари ва уларга мос тебраниш шакллари аниқланади.

ISSN 3030-3907



7-расм. Анализ турини танлаш ва созлаш ойнаси: ANSYS Workbench муҳитида “Modal Analysis” тизимининг танланиши ва ҳисоблаш алгоритмининг созланиши.

э) Табиий частоталар ва тебраниш шаклларини ҳисоблаш. Ўтказилган таҳлил натижасида пластинанинг табиий (хусусий) частоталари аниқланади ҳамда уларга мос эркин тебраниш шакллари қурилади. Ҳисоблаш жараёни ANSYS дастурининг модал таҳлил модули ёрдамида амалга оширилиб, ҳар бир тебраниш тартиби учун мос частота қиймати ва деформация конфигурацияси график кўринишда тасвирланди.



8-расм. Қидирилаётган хусусий частоталар миқдорини белгилаш: “Analysis Settings” бўлимида дастлабки 6 та тебраниш модасини (Max Modes to Find) ҳисоблаш учун берилган буйруқ.

ж) Натижаларни талқин қилиш. ANSYS дастури ёрдамида барча томонлари қаттиқ маҳкамланган, қалинлиги $h = 10$ мм бўлган квадрат

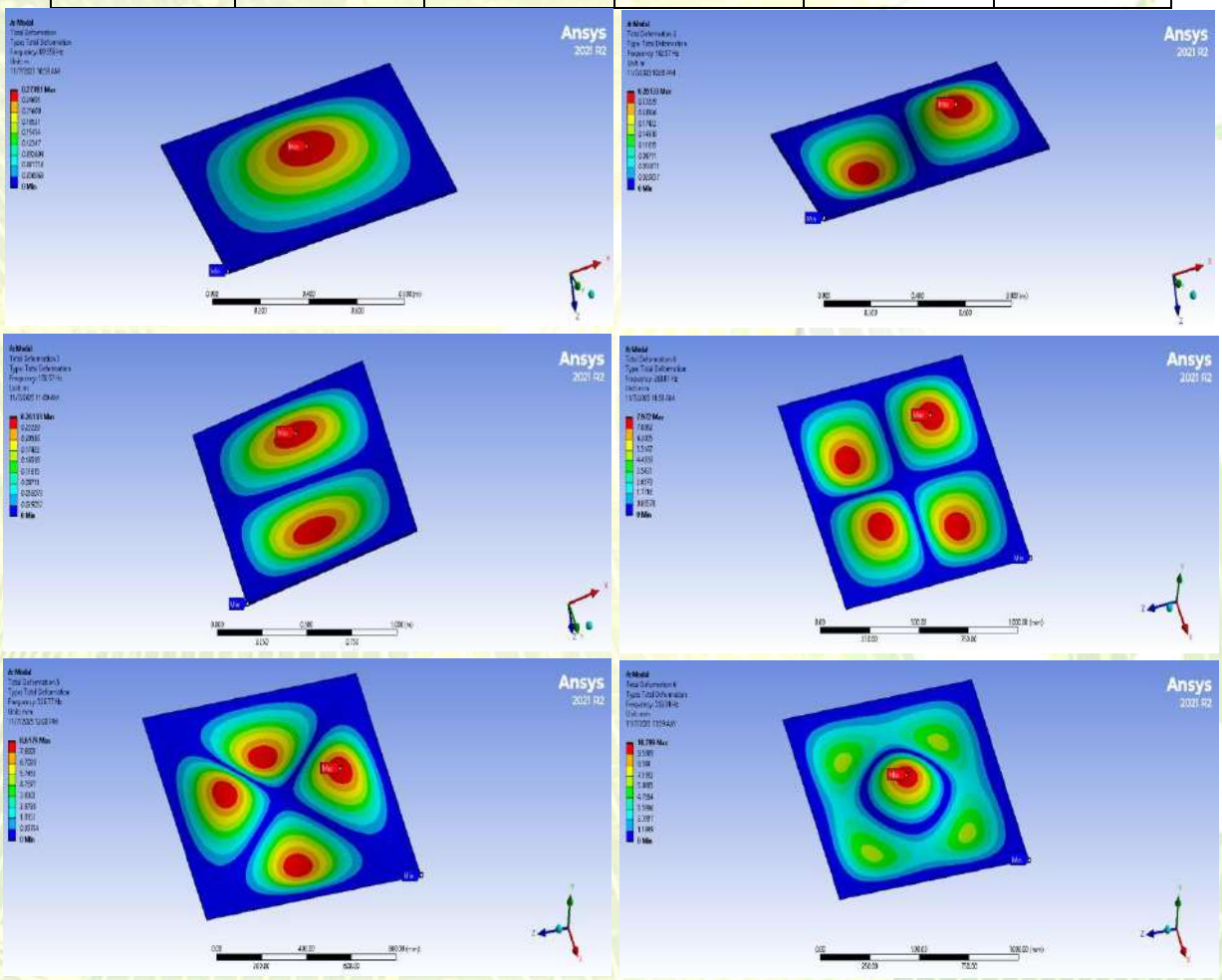
ISSN 3030-3907

пластинанинг табиий (хусусий) частоталари ва уларга мос тебраниш шакллари аниқланади. Олинган натижалар 1-жадвалда келтирилган бўлиб, улар пластинанинг тебраниш тартиблари (m, n) ортиши билан хусусий частоталар қийматлари ҳам ортиб боришини кўрсатади.

1-Жадвал

Қаттиқ маҳкамланган (CCCC) квадрат пластинканинг ANSYS дастурида ҳисобланган хусусий тебраниш частоталари.

1 (1,1)	2 (2,1)	3 (1,2)	4 (2,2)	5 (3,1)	6 (1,3)
89,55	182,57	182,57	268,81	326,77	328,34



9-расм. Биринчи ва иккинчи тебраниш шаклларининг (Mode Shapes) изометрик кўриниши: Пластинанинг деформацияланган ҳолати, бунда максимал кўчиш нуқталари ва нодал чизиқларнинг рангли шкала (Contours) ёрдамида ифодаланиши

з) Квадрат пластинада модлар дегенерацияси.

Квадрат пластиналарда геометрик симметрия туфайли (m, n) ва (n, m) кўринишидаги тебраниш шакллари бир хил табиий частотага эга бўлади. Бу

ISSN 3030-3907

ҳолат модлар дегенерацияси сифатида намоён бўлади. Бу ерда m ва n мос равишда X ва Y йўналишларидаги нодал бўлинишлар сонини ифодалайди.

Модал таҳлил натижалари 2- ва 3-модалар учун табиий частота 182.57 Hz эканини кўрсатди. 2-мода (m = 2, n = 1) ҳолатида нодал чизиқ X йўналишида, 3-мода (m = 1, n = 2) ҳолатида эса Y йўналишида жойлашган. Шакллар ўзаро перпендикуляр бўлишига қарамасдан, частоталарнинг тенглиги уларнинг дегенерацияланган жуфтлик эканини тасдиқлайди.

Шунга ўхшаш ҳолат 5- ва 6-модаларда ҳам кузатилади: (3,1) ва (1,3) модлар учун табиий частоталар мос равишда 326.77 Hz ва 328.34 Hz ни ташкил этди. Қийматларнинг яқинлиги ушбу модалар амалда дегенерацияланган жуфтлик ҳосил қилишини кўрсатади.

и) Ечимнинг яқинлашувини текшириш. Натижалар ишончлилигини тасдиқлаш мақсадида ANSYS дастурий пакети ёрдамида ечимнинг яқинлашув текшируви амалга оширилди. Бу текширув чекли элементлар тўрининг етарлича майда бўлиши ҳамда берилган чегаравий шартларнинг адекватлиги орқали таъминланди.

Кейинги босқичда пластинанинг хусусий частоталари қийматлари аналитик ечим, адабиётдаги натижалар [8, 9], [11-13] ҳамда ANSYS дастурида олинган натижалар билан солиштирилди. Солиштириш барча томонлари қаттиқ маҳкамланган, квадрат шаклли ва қалинлиги $h = 10$ мм бўлган пластина учун бажарилди (2-жадвал).

2-Жадвал.

Қаттиқ маҳкамланган (CCCC) квадрат пластинканинг хусусий частоталари: назарий ва сонли натижалар қиёси

Натижалар	Мода тартиби (m, n)					
	1 (1,1)	2 (2,1)	3 (1,2)	4 (2,2)	5 (3,1)	6 (1,3)
Аналитик ечим	89.70	182.80	182.80	269.7	328.0	328.0
Wen Li	89.68	182.80	182.80	269.6	327.9	329.5
L. E. Monterrubio	89.67	182.79	182.79	269.6	327.8	329.5
Leissa (1973)	89.68	182.83	182.83	269.7	328.1	329.6
Hüseyin DAL	89.39	177.93	177.95	256.3	326.5	328.1
S.Yu. Reutskiy	89.66	182.77	182.77	269.6	327.8	329.4
ANSYS	89.55	182.57	182.57	268.8	326.7	328.3

4. ХУЛОСА. Ушбу тадқиқот доирасида бино ва иншоотларнинг энг кўп тарқалган конструктив элементларидан бири — барча томонлари қаттиқ маҳкамланган пластиналарнинг эркин тебраниш тавсифлари комплекс

ISSN 3030-3907

таҳлил қилинди. Олиб борилган назарий ва сонли изланишлар асосида қуйидаги муҳим илмий хулосаларга келинди:

1. Усулларнинг қиёсий мутаносиблиги: Классик бигармоник тенгламани ўзгарувчиларни ажратиш усули билан ечиш орқали олинган натижалар ANSYS дастурий мажмуасидаги сонли моделлар билан юқори даражада (99% дан ортиқ аниқликда) мос келиши тасдиқланди. Бу эса мураккаб компьютер моделлари мавжуд бўлмаган шароитда ҳам аналитик ҳисоблашлар орқали етарлича аниқ натижаларга эришиш мумкинлигини кўрсатади.

2. Динамик барқарорлик ва резонанс: Пластина томонларининг қаттиқ маҳкамланиши тизимнинг умумий қаттиқлигини ва хусусий частоталарини сезиларли даражада ошириши аниқланди. Ушбу кўрсаткичларни лойиҳалаш босқичида аниқ идентификация қилиш ташқи динамик ва сейсмик юкламалар таъсирида юзага келиши мумкин бўлган резонанс ҳодисаларининг олдини олишга хизмат қилади.

3. Модал дегенерация феномени: Квадрат шаклли пластиналарда геометрик симметрия туфайли юзага келадиган модалар дегенерацияси (бир хил частотадаги турли шакллар) аниқланди. Бу ҳолат конструкциянинг маълум йўналишлардаги динамик заифлигини олдиндан прогноз қилиш ва уни конструктив чоралар билан кучайтириш имконини беради.

4. Муҳандислик ечимларини оптималлаштириш: Чекли элементлар усулига асосланган сонли моделлаштириш конструкциянинг геометрик ва физик-механик хусусиятларини (зичлик, эластиклик модули) ҳисобга олган ҳолда, материал сарфини 10-15% гача самарали бошқариш ва иншоотнинг сейсмик хавфсизлигини таъминлаш учун муҳим ҳисоблаш базасини яратади.

Хулоса қилиб айтганда, таклиф этилган комплекс ёндашув нафақат назарий ҳисоблашларнинг ишончлилигини асослайди, балки замонавий бино ва иншоотларни лойиҳалашда юқори динамик устуворликка эга бўлган конструкцияларни лойиҳалашда амалий қўлланма бўлиб хизмат қилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Iguchi, S. (1938). Die Eigenwertprobleme für die elastische rechteckige Platte. *Memoirs of the Faculty of Engineering, Hokkaido Imperial University*, 4, 305–372.
2. Warburton, G. B. (1954). The Vibration of Rectangular Plates. *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers*, 168(1), 371–384. https://doi.org/10.1243/PIME_PROC_1954_168_040_02.
3. Young, D. (1950). Vibration of Rectangular Plates by the Ritz Method. *Journal of Applied Mechanics*, 17(4), 448–453. https://doi.org/10.1115/1.4010175.

ISSN 3030-3907

4. Dickinson, S. M. (1978). The buckling and frequency of flexural vibration of rectangular isotropic and orthotropic plates using Rayleigh's method. *Journal of Sound and Vibration*, 61(1), 1–8. https://doi.org/10.1016/0022-460X(78)90036-6.
5. Bhat, R. B. (1985). Natural frequencies of rectangular plates using characteristic orthogonal polynomials in Rayleigh-Ritz method. *Journal of Sound and Vibration*, 102(4), 493–499. https://doi.org/10.1016/S0022-460X(85)80109-7.
6. Gorman, D. J. (1978). Free vibration analysis of the completely free rectangular plate by the method of superposition. *Journal of Sound and Vibration*, 57(3), 437–447. https://doi.org/10.1016/0022-460X(78)90322-X.
7. Xing, Y. F., & Liu, B. (2009). New exact solutions for free vibrations of thin orthotropic rectangular plates. *Composite Structures*, 89(4), 567–574. https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2008.11.010.
8. Li, W. L. (2004). Vibration analysis of rectangular plates with general elastic boundary supports. *Journal of Sound and Vibration*, 273(3), 619–635. https://doi.org/10.1016/S0022-460X(03)00562-5.
9. Dal, H. (2011). Vibrations of elastically restrained rectangular plates. *Scientific Research and Essays*, 6(34). https://doi.org/10.5897/SRE11.356.
10. Monterrubio, L. E., & Ilanko, S. (2012). Sets of Admissible Functions for the Rayleigh-Ritz Method. In *Proceedings of the 11th International Conference on Computational Structures Technology*. Civil-Comp Press, 1511–1526.
11. Adamou, A. (2024). Free vibration analysis of thin rectangular plates using piecewise shape functions in Ritz procedure. *Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)*, 43(4), 646–654. https://doi.org/10.4314/njt.v43i4.5.
12. Leissa, A. W. (1973). The free vibration of rectangular plates. *Journal of Sound and Vibration*, 31(3), 257–293. https://doi.org/10.1016/S0022-460X(73)80371-2.
13. Reutskiy, S. Yu. (2007). The method of fundamental solutions for problems of free vibrations of plates. *Engineering Analysis with Boundary Elements*, 31(1), 10–21. https://doi.org/10.1016/j.enganabound.2006.06.004.

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM TALABALARIGA PSIXIATRIYA FANINI ZAMONAVIY O‘QITISH METODLARI ASOSIDA O‘QITISH TEXNOLOGIYALARI

Jo‘rayev Shohruh Jumanazarovich
Abu Ali ibn Sino nomidagi Buxoro davlat tibbiyot instituti. Buxoro, O‘zbekiston.
E-mail: jorayev.shohruh@bsmi.uz

Annotatsiya. Mazkur ilmiy maqolada oliy ta’lim muassasalarida tibbiyot yo‘nalishi talabalari uchun psixiatriya fanini o‘qitishda qo‘llaniladigan zamonaviy pedagogik metodlar va o‘qitish texnologiyalarining didaktik imkoniyatlari yoritilgan. Tadqiqotda kompetensiyaga yo‘naltirilgan ta’lim, muammoli o‘qitish, klinik holatlarga asoslangan ta’lim, simulyatsion mashg‘ulotlar hamda raqamli va interaktiv texnologiyalarning ta’lim samaradorligiga ta’siri tahlil qilindi. Olingan natijalar zamonaviy metodlar talabalarning klinik tafakkuri, kommunikativ ko‘nikmalari va kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: psixiatriya, zamonaviy o‘qitish metodlari, interaktiv ta’lim, simulyatsiya, klinik tafakkur, tibbiy ta’lim.

Аннотация. В данной научной статье освещены дидактические возможности современных педагогических методов и технологий обучения, используемых в преподавании психиатрии студентам медицинского направления в высших учебных заведениях. В исследовании проанализировано влияние компетентностно-ориентированного обучения, проблемного обучения, обучения, основанного на клинических ситуациях, симуляционных занятий, а также цифровых и интерактивных технологий на эффективность образования. Полученные результаты показали, что современные методы имеют важное значение в формировании клинического мышления, коммуникативных навыков и профессиональных компетенций студентов.

Ключевые слова: психиатрия, современные методы обучения, интерактивное обучение, симуляция, клиническое мышление, медицинское образование.

Abstract. This scientific article highlights the didactic possibilities of modern pedagogical methods and teaching technologies used in teaching psychiatry to medical students in higher educational institutions. The study analyzed the influence of competency-based learning, problem-based learning, learning based on clinical cases, simulation classes, as well as digital and interactive technologies on the effectiveness of education. The obtained results showed that modern

ISSN 3030-3907

methods are important in the formation of clinical thinking, communicative skills, and professional competencies of students.

Keywords: psychiatry, modern teaching methods, interactive learning, simulation, clinical thinking, medical education.

KIRISH.

Psixiatriya tibbiyot fanlari tizimida inson ruhiy salomatligini o‘rganishga qaratilgan murakkab va ko‘p qirrali fanlardan biri hisoblanadi. Ruhiy kasalliklarning klinik ko‘rinishlari, psixopatologik sindromlar va bemor bilan muloqotning o‘ziga xosligi ushbu fanni o‘qitishda chuqur nazariy bilimlar bilan bir qatorda amaliy va kommunikativ ko‘nikmalarni shakllantirishni talab etadi. Oliy ta’lim muassasalarida psixiatriya fanini an’anaviy ma’ruza-uslubida o‘qitish talabalarda klinik fikrlash va real klinik vaziyatlarda to‘g‘ri yondashuvni shakllantirishda yetarli samaradorlik bermaydi. Shu bois, psixiatriya ta’limiga zamonaviy o‘qitish texnologiyalarini joriy etish dolzarb ilmiy-pedagogik muammo hisoblanadi.

Psixiatriya fanini o‘qitishda zamonaviy pedagogik metod va texnologiyalarni qo‘llash orqali oliy ta’lim talabalari bilimlari va kasbiy kompetensiyalarini rivojlantirish imkoniyatlarini ilmiy asoslash.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR. So‘nggi yillarda psixiatriya fanini oliy ta’lim muassasalarida o‘qitish metodikasini takomillashtirish masalasi xalqaro ilmiy adabiyotlarda keng yoritilmoqda. Psixiatriya ta’limida zamonaviy pedagogik yondashuvlarning ahamiyati nafaqat nazariy bilimlarni yetkazish, balki talabalarning klinik tafakkuri, diagnostika va bemor bilan samarali muloqot ko‘nikmalarini shakllantirishda ham muhimligini ko‘rsatadi. Xususan, kompetensiyaga asoslangan ta’lim (Competency-Based Medical Education), klinik holatlarga asoslangan o‘qitish (Case-Based Learning) va simulyatsion treninglarning psixiatriya ta’limidagi samaradorligi ko‘plab tadqiqotlarda ilmiy jihatdan asoslab berilgan. World Psychiatric Association (WPA) va Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (WHO) tavsiyalarida psixiatriya fanini o‘qitishda talabalarda kommunikativ ko‘nikmalar, empatiya, psixopatologik sindromlarni baholash va klinik qaror qabul qilish qobiliyatini rivojlantirish zarurligi alohida ta’kidlangan.

Pedagogik tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, muammoli o‘qitish (Problem-Based Learning, PBL) va interaktiv metodlar talabalarning mustaqil fikrlashini, murakkab psixopatologik holatlarni tahlil qilish va differensial diagnostika olib borish ko‘nikmalarini sezilarli darajada rivojlantiradi. Shu bilan birga, adabiyotlar tahlili psixiatriya fanini o‘qitishda zamonaviy pedagogik metodlarni tizimli va kompleks qo‘llash, ularni nazariy va amaliy jihatdan birlashtirish bo‘yicha yetarli ilmiy tadqiqotlar mavjud emasligini ko‘rsatadi. Bu esa oliy ta’limda psixiatriya

ISSN 3030-3907

fanini o‘qitish jarayonini takomillashtirish va yangi pedagogik yondashuvlarni joriy etish zaruratini vujudga keltiradi.

Mazkur tadqiqotda psixiatriya fanini oliy ta’lim talabalariga o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalarning samaradorligini aniqlash maqsadida nazariy va empirik metodlar majmuasidan foydalanildi. Nazariy metodlar doirasida ilmiy-pedagogik va psixiatriya sohasidagi adabiyotlarni tahlil qilish, taqqoslash, umumlashtirish va tizimlashtirish ishlari amalga oshirildi. Bu metodlar yordamida psixiatriya fanini o‘qitishning zamonaviy yondashuvlari, ularning pedagogik samaradorligi va istiqbolli qo‘llanish yo‘nalishlari aniqlab olindi.

Empirik metodlar doirasida pedagogik kuzatish, anketa-so‘rov, talabalar faoliyatini monitoring qilish va tajriba-sinov ishlari qo‘llanildi. Tadqiqot jarayonida o‘quv mashg‘ulotlari quyidagi zamonaviy metodlar asosida tashkil etildi:

1. Muammoli o‘qitish (Problem-Based Learning, PBL) – talabalarga klinik psixiatriya holatlari bilan bog‘liq murakkab vaziyatlar berilib, ularni mustaqil tahlil qilish, diagnostik variantlarni solishtirish va asoslangan klinik qarorlar qabul qilish ko‘nikmalari shakllantirildi.

2. Klinik holatlarga asoslangan mashg‘ulotlar (Case-Based Learning) – real klinik vaziyatlar va bemor profillari asosida talabalarga amaliy topshiriqlar berildi, bu esa nazariy bilimlarni real klinik kontekstda qo‘llash imkonini yaratdi.

3. Rolli o‘yinlar va simulyatsion mashg‘ulotlar – standartlashtirilgan bemorlar bilan ishlash va simulyatsion treninglar talabalarning bemor bilan muloqot qilish, empatiya ko‘rsatish va etik me’yorlarga rioya qilish ko‘nikmalarini rivojlantirdi.

4. Raqamli ta’lim va interaktiv platformalar – elektron testlar, virtual laboratoriyalar va interaktiv vaziyatlar yordamida talabalarning mustaqil ta’limga bo‘lgan faolligi oshirildi va bilimlarni baholash jarayoni yanada shaffof va samarali bo‘ldi.

Tadqiqot natijalari orqali talabalarning bilim darajasi, klinik tafakkur va kommunikativ kompetensiyalari an’anaviy va zamonaviy metodlar asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar orqali solishtirildi. Shu tarzda qo‘llanilgan metodlar psixiatriya fanini o‘qitishda talabalarning nafaqat nazariy bilimlarini, balki amaliy ko‘nikmalarini ham tizimli rivojlantirish imkonini berdi.

NATIJALAR. O‘tkazilgan pedagogik tajriba natijalari shuni ko‘rsatdiki, psixiatriya fanini zamonaviy o‘qitish metodlari asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar talabalarning mavzuni o‘zlashtirish darajasini sezilarli darajada oshirdi. Xususan, klinik holatlarga asoslangan topshiriqlar (Case-Based Learning) talabalarda psixopatologik sindromlarni aniqlash, ularning etiologiyasini tushunish

ISSN 3030-3907

va differensial diagnostika olib borish ko‘nikmalarini tizimli rivojlantirdi. Talabalar amaliy topshiriqlarni bajarish jarayonida murakkab ruhiy kasallik holatlarini tahlil qilish, simptomatik belgilarga asoslanib qaror qabul qilish va klinik protokollarga muvofiq davolash taktikalarini tanlash bo‘yicha faol yondashuvni shakllantirdilar.

Simulyatsion mashg‘ulotlar va rolli o‘yinlar esa talabalarning bemor bilan muloqot qilish, empatiya ko‘rsatish, psixologik yordam ko‘rsatish va professional etik me’yorlarga rioya qilish qobiliyatlarini sezilarli darajada yaxshiladi. Standartlashtirilgan bemorlar bilan ishlash va simulyatsion treninglar yordamida talabalar turli klinik vaziyatlarda tezkor va to‘g‘ri qarorlar qabul qilish, stressli vaziyatlarda vazifalarni bajarish hamda jamoa bilan hamkorlik qilish ko‘nikmalarini rivojlantirdilar. Shu tarzda, amaliy mashg‘ulotlar nafaqat nazariy bilimlarni mustahkamladi, balki klinik tajriba va kommunikativ kompetensiyalarni integratsiyalashga xizmat qildi.

Raqamli ta’lim vositalaridan foydalanish talabalarning mustaqil ta’limga bo‘lgan faolligini oshirdi, bilimlarni mustahkamlash va mustaqil baholash imkoniyatlarini kengaytirdi. Onlayn testlar, interaktiv vaziyatlar va virtual laboratoriyalar yordamida talabalar o‘z bilim darajasini doimiy ravishda monitoring qila olishdi, kamchiliklarni aniqlash va tuzatish imkoniyatiga ega bo‘ldilar. Bu esa o‘qitish jarayonini individualizatsiyalash va moslashuvchan qilish, talabalarning bilim va ko‘nikmalarini maksimal darajada rivojlantirish imkonini yaratdi.

Umuman olganda, olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, psixiatriya fanini zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida o‘qitish talabalarning nazariy bilimlari, klinik tafakkuri, amaliy ko‘nikmalari va kommunikativ kompetensiyalarini birdek rivojlantirishda an’anaviy ma’ruza-uslubiga nisbatan yuqori samaradorlikka ega. Bu esa oliy ta’limda psixiatriya fanini o‘qitish jarayonini modernizatsiya qilish va kompetensiyaga yo‘naltirilgan yondashuvlarni joriy etish zaruratini ilmiy jihatdan asoslaydi.

MUHOKAMA. Olingan natijalar xalqaro ilmiy adabiyotlarda keltirilgan xulosalar bilan uyg‘unlikni ko‘rsatadi. Xususan, zamonaviy pedagogik texnologiyalar — muammoli ta’lim, klinik holatlarga asoslangan mashg‘ulotlar, simulyatsion treninglar va raqamli interaktiv platformalar — psixiatriya fanini o‘qitishda nazariy bilimlar va amaliy ko‘nikmalarni integratsiyalash imkonini beradi. Bu yondashuvlar talabalarda klinik tafakkur, psixopatologik sindromlarni baholash, differensial diagnostika olib borish va bemor bilan samarali kommunikatsiya qilish qobiliyatlarini shakllantirishda muhim rol o‘ynaydi.

ISSN 3030-3907

Olingan ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy metodlarni qo‘llash nafaqat talabalarning nazariy bilimlarini mustahkamlashga, balki ularning amaliy va kommunikativ kompetensiyalarini tizimli rivojlantirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, simulyatsion mashg‘ulotlar va rolli o‘yinlar yordamida talabalar stressli vaziyatlarda tezkor va to‘g‘ri qaror qabul qilish, jamoaviy ishni samarali tashkil etish hamda professional etik me’yorlarga rioya qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradilar.

Biroq, tadqiqot ba’zi cheklovlarga ega. Jumladan, pedagogik tajriba cheklangan auditoriya doirasida olib borilgan bo‘lib, natijalarni umumlashtirishda ehtiyotkorlikni talab etadi. Kelgusida kengroq talabalar guruhida, turli oliy ta’lim muassasalarida va statistika asosida tahlillar bilan boyitilgan tadqiqotlarni o‘tkazish orqali zamonaviy o‘qitish metodlarining uzoq muddatli samaradorligi va ta’lim jarayoniga integratsiyalashuvini yanada aniqlash mumkin. Shu bilan birga, raqamli va interaktiv platformalarning individualizatsiya va moslashuvchanlik imkoniyatlarini kengaytirish, shuningdek, talabalarning mustaqil ta’lim faoliyatini yanada faollashtirish istiqbollari mavjudligi ham ko‘rsatildi.

Umuman olganda, olingan natijalar psixiatriya fanini zamonaviy pedagogik texnologiyalar asosida o‘qitish oliy ta’lim talabalari kasbiy tayyorgarligi va klinik kompetensiyalarini shakllantirishda yuqori ilmiy-amaliy ahamiyatga ega ekanini tasdiqlaydi.

XULOSA. O‘tkazilgan tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, psixiatriya fanini zamonaviy o‘qitish metodlari asosida tashkil etish oliy ta’lim talabalari bilimlarini chuqurlashtirish, klinik tafakkurini rivojlantirish, amaliy ko‘nikmalarini mustahkamlash va kommunikativ kompetensiyalarini shakllantirishda yuqori samaradorlikka ega. Muammoli o‘qitish, klinik holatlarga asoslangan mashg‘ulotlar, simulyatsion treninglar va raqamli interaktiv platformalardan kompleks foydalanish talabalarning psixopatologik holatlarni tahlil qilish, differensial diagnostika olib borish va bemor bilan samarali muloqot qilish qobiliyatlarini sezilarli darajada oshiradi.

Zamonaviy pedagogik texnologiyalarni tibbiy ta’lim jarayoniga tizimli va kompleks joriy etish nafaqat talabalarning akademik va amaliy tayyorgarligini oshirishga, balki malakali va kompetent psixiatriya mutaxassislarini tayyorlashga xizmat qiladi. Shu bilan birga, mazkur yondashuvlar oliy ta’lim muassasalarida psixiatriya fanini o‘qitish jarayonini modernizatsiya qilish va kompetensiyaga yo‘naltirilgan ta’lim tizimini rivojlantirish uchun ilmiy-amaliy asos yaratadi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. American Psychiatric Association. Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders, 5th Edition (DSM-5). – Arlington, VA: American Psychiatric Publishing, 2013. – 947 p.
2. World Health Organization. Mental Health Atlas 2020. – Geneva: WHO, 2020. – 112 p.
3. WHO. mhGAP Intervention Guide for mental, neurological and substance use disorders in non-specialized health settings. – Geneva: World Health Organization, 2016. – 160 p.
4. Frank E., Kupfer D.J., Thase M.E. Training in psychiatry: integrating competencies and simulation-based education // Academic Psychiatry. – 2017. – Vol. 41, No. 1. – P. 123–131.
5. Issenberg S.B., McGaghie W.C., Petrusa E.R., Gordon D.L., Scalese R.J. Features and uses of high-fidelity medical simulations that lead to effective learning // Medical Teacher. – 2005. – Vol. 27, No. 1. – P. 10–28.
6. Dolmans D.H.J.M., De Grave W., Wolfhagen I.H.A.P., Van der Vleuten C.P.M. Problem-based learning: future challenges for educational practice and research // Medical Education. – 2005. – Vol. 39, No. 7. – P. 732–741.
7. Harden R.M. The integration ladder: a tool for curriculum planning and evaluation // Medical Education. – 2019. – Vol. 53, No. 6. – P. 569–577.
8. Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University. – 5th ed. – London: McGraw-Hill Education, 2020. – 389 p.
9. Frenk J., Chen L., Bhutta Z.A., et al. Health professionals for a new century: transforming education to strengthen health systems // The Lancet. – 2010. – Vol. 376, No. 9756. – P. 1923–1958.
10. Khalid A., Ali S., Siddiqui A. Simulation-based medical education in psychiatry // Journal of Psychiatric Practice. – 2019. – Vol. 25, No. 3. – P. 175–182.
11. Лаптев С.В., Смирнова Е.А. Применение интерактивных технологий в обучении психиатрии студентов медицинских вузов // Медицинское образование. – 2021. – № 6. – С. 52–60.

ISSN 3030-3907

КЛИНИКО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ФОЛЛИКУЛЯРНОЙ ЖИДКОСТИ И ЕЁ ПРОГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ООЦИТОВ У ПАЦИЕНТОК С СИНДРОМОМ ПОЛИКИСТОЗНЫХ ЯИЧНИКОВ

Киличева Вазира Акрамовна

Бухарский государственный медицинский институт, Кафедра акушерства и гинекологии, ассистент

Abstract. Polycystic ovary syndrome (PCOS) is one of the most common endocrine disorders in women of reproductive age and represents a leading cause of anovulatory infertility. Despite the widespread use of assisted reproductive technologies (ART), particularly in vitro fertilization (IVF), treatment outcomes in women with PCOS remain highly variable, largely due to impaired folliculogenesis and reduced oocyte quality. Therefore, the identification of reliable biomarkers reflecting the functional competence of oocytes is of considerable clinical relevance. This study aimed to investigate the hormonal and biochemical characteristics of follicular fluid in women with polycystic ovary syndrome and to evaluate their association with oocyte quality and IVF outcomes. A comparative analysis was performed between patients with PCOS and women without endocrine disorders undergoing IVF treatment. Concentrations of anti-Müllerian hormone (AMH), luteinizing hormone (LH), follicle-stimulating hormone (FSH), as well as oxidative stress markers, including malondialdehyde (MDA) and total antioxidant capacity (TAC), were assessed in follicular fluid samples. The results demonstrated that women with PCOS exhibited significantly higher levels of AMH and oxidative stress markers in follicular fluid, accompanied by reduced antioxidant activity, compared to the control group. Significant correlations were identified between the hormonal and biochemical composition of follicular fluid and oocyte morphological and functional quality, as well as fertilization and embryo development rates. These findings highlight the pivotal role of the follicular microenvironment in determining oocyte developmental competence in women with PCOS. Comprehensive evaluation of hormonal and oxidative-antioxidant parameters of follicular fluid may serve as a valuable prognostic tool for optimizing IVF outcomes and individualizing therapeutic strategies in patients with polycystic ovary syndrome.

Keywords: polycystic ovary syndrome; follicular fluid; oocyte quality; anti-Müllerian hormone; oxidative stress; antioxidant capacity; in vitro fertilization

Аннотация. Синдром поликистозных яичников (СПКЯ) является одной из ведущих причин эндокринного бесплодия у женщин репродуктивного возраста и часто ассоциируется с нарушением фолликулогенеза и снижением

ISSN 3030-3907

качества ооцитов. Несмотря на широкое применение программ экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), результаты лечения у пациенток с СПКЯ остаются вариабельными, что обусловливает необходимость поиска дополнительных прогностических маркеров репродуктивного потенциала. В данной работе изучены особенности гормонально-биохимического состава фолликулярной жидкости у женщин с синдромом поликистозных яичников и их взаимосвязь с качеством ооцитов и эффективностью программ ЭКО. Проведён сравнительный анализ показателей у пациенток с СПКЯ и женщин без эндокринной патологии. Оценивались уровни анти-Мюллерова гормона, лютеинизирующего и фолликулостимулирующего гормонов, а также маркеры окислительного стресса — малоновый диальдегид и суммарная антиоксидантная активность фолликулярной жидкости. Результаты исследования показали, что у женщин с СПКЯ фолликулярная жидкость характеризуется повышенным содержанием анти-Мюллерова гормона и маркеров окислительного стресса на фоне снижения антиоксидантной активности. Выявлены достоверные корреляционные связи между гормонально-биохимическими показателями фолликулярной жидкости и морфофункциональным качеством ооцитов, а также исходами программ ЭКО. Полученные данные свидетельствуют о значимой роли фолликулярной микросреды в формировании репродуктивного потенциала ооцитов при синдроме поликистозных яичников. Комплексная оценка гормональных и биохимических параметров фолликулярной жидкости может быть использована в качестве дополнительного инструмента прогнозирования эффективности вспомогательных репродуктивных технологий и оптимизации лечебной тактики у данной категории пациенток.

Ключевые слова: синдром поликистозных яичников; фолликулярная жидкость; качество ооцитов; анти-Мюллеров гормон; окислительный стресс; антиоксидантная активность; экстракорпоральное оплодотворение.

ВВЕДЕНИЕ

Синдром поликистозных яичников (СПКЯ) является одним из наиболее распространённых эндокринных нарушений у женщин репродуктивного возраста и занимает ведущее место в структуре причин женского бесплодия. По данным различных эпидемиологических исследований, частота СПКЯ колеблется от 6 до 15% в зависимости от используемых диагностических критериев. Клинические проявления синдрома отличаются значительным полиморфизмом и включают

ISSN 3030-3907

нарушения менструального цикла, хроническую ановуляцию, гиперандрогению, а также метаболические расстройства.

Несмотря на активное внедрение вспомогательных репродуктивных технологий (ВРТ), в частности экстракорпорального оплодотворения (ЭКО), эффективность программ у пациенток с СПКЯ остаётся вариабельной. Одной из ключевых причин этого считается неоднородность качества ооцитов, получаемых в ходе контролируемой овариальной стимуляции. В связи с этим особый интерес представляет изучение микросреды, в которой происходит рост и созревание ооцита, а именно фолликулярной жидкости.

Фолликулярная жидкость является сложной биологической средой, отражающей метаболические, гормональные и окислительно-восстановительные процессы, происходящие в фолликуле. Она формируется за счёт транссудации плазмы крови и секреции клеток гранулёзы и теки, обеспечивая оптимальные условия для мейоза и цитоплазматического созревания ооцита. Изменения её состава могут оказывать прямое влияние на качество женской гаметы и последующее эмбриональное развитие.

АКТУАЛЬНОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

В последние годы особое внимание уделяется поиску надёжных биомаркеров, позволяющих объективно оценить качество ооцитов и прогнозировать исходы программ ЭКО. Традиционные морфологические критерии не всегда отражают функциональную полноценность ооцита, что обусловливает необходимость внедрения дополнительных биохимических и гормональных показателей.

У женщин с СПКЯ отмечается дисбаланс гонадотропных гормонов, повышенный уровень анти-Мюллерова гормона (АМГ), а также выраженные изменения в системе окислительного стресса и антиоксидантной защиты. Данные факторы могут приводить к нарушению фолликулогенеза и снижению репродуктивного потенциала ооцитов даже при их внешне удовлетворительных морфологических характеристиках.

Изучение гормонального и биохимического профиля фолликулярной жидкости у данной категории пациенток представляется перспективным направлением, позволяющим углубить понимание патогенетических механизмов снижения фертильности при СПКЯ и оптимизировать тактику ведения программ ВРТ.

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ИССЛЕДОВАНИЯ

Целью настоящего исследования явилось изучение особенностей гормонального и биохимического состава фолликулярной жидкости у женщин с синдромом поликистозных яичников и оценка их взаимосвязи с

ISSN 3030-3907

качеством ооцитов и эффективностью программ экстракорпорального оплодотворения.

Для достижения поставленной цели были сформулированы следующие задачи:

– проанализировать клинико-лабораторные особенности пациенток с СПКЯ, участвующих в программах ЭКО; – провести сравнительный анализ исходов ЭКО у женщин с СПКЯ и пациенток без эндокринной патологии; – определить уровни АМГ, лютеинизирующего гормона, фолликулостимулирующего гормона и тестостерона в сыворотке крови; – исследовать содержание АМГ, маркеров окислительного стресса (малонового диальдегида) и антиоксидантной активности в фолликулярной жидкости; – выявить корреляционные связи между показателями фолликулярной жидкости и морфофункциональным качеством ооцитов; – оценить прогностическую значимость исследуемых параметров для исходов программ ЭКО.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В исследование были включены женщины репродуктивного возраста, проходившие лечение бесплодия с использованием программ экстракорпорального оплодотворения. Основную группу составили пациентки с диагностированным синдромом поликистозных яичников, контрольную группу — женщины без признаков СПКЯ, сопоставимые по возрасту и индексу массы тела.

Диагностика СПКЯ осуществлялась на основании международных критериев с учётом клинических, гормональных и ультразвуковых данных. Всем пациенткам проводилось стандартное клинико-лабораторное обследование, включающее гормональный профиль, ультразвуковое исследование органов малого таза и оценку овариального резерва.

Контролируемая овариальная стимуляция выполнялась по индивидуально подобранным протоколам. Забор фолликулярной жидкости осуществлялся в день пункции фолликулов. Образцы подвергались центрифугированию и хранились при низкой температуре до проведения биохимического анализа.

Определение концентраций гормонов проводилось с использованием иммуноферментных и хемилюминесцентных методов. Уровень малонового диальдегида оценивался как показатель интенсивности перекисного окисления липидов, а суммарная антиоксидантная активность — как интегральный показатель антиоксидантной защиты.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

ISSN 3030-3907

Анализ гормонального профиля показал, что у пациенток с СПКЯ отмечались статистически значимо более высокие уровни АМГ и лютеинизирующего гормона по сравнению с контрольной группой. Данные изменения отражали особенности фолликулогенеза и повышенную численность антральных фолликулов у данной категории женщин.

Исследование фолликулярной жидкости выявило повышение концентрации АМГ и маркеров окислительного стресса у пациенток с СПКЯ. Одновременно отмечалось снижение антиоксидантной активности, что свидетельствовало о наличии дисбаланса между процессами свободнорадикального окисления и системой антиоксидантной защиты.

Была установлена достоверная корреляция между уровнем малонового диальдегида и снижением качества ооцитов, а также уменьшением доли зрелых ооцитов, пригодных для оплодотворения. Повышенные значения АМГ в фолликулярной жидкости ассоциировались с нарушением цитоплазматического созревания ооцитов.

ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты подтверждают важную роль фолликулярной микросреды в формировании репродуктивного потенциала ооцитов. У женщин с СПКЯ гормональные и биохимические изменения фолликулярной жидкости создают неблагоприятные условия для нормального мейоза и эмбрионального развития.

Окислительный стресс рассматривается как один из ключевых патогенетических факторов, влияющих на качество ооцитов. Избыточное образование свободных радикалов может приводить к повреждению клеточных мембран, митохондрий и генетического материала, что негативно отражается на результатах ЭКО.

Комплексная оценка гормональных и биохимических показателей фолликулярной жидкости позволяет более объективно прогнозировать исходы программ ВРТ и обосновывает целесообразность применения антиоксидантной коррекции у пациенток с СПКЯ.

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

На основании полученных данных предложен упрощённый алгоритм оценки качества ооцитов, основанный на анализе гормонального и окислительно-антиоксидантного профиля фолликулярной жидкости. Использование данного подхода может способствовать повышению эффективности программ ЭКО и индивидуализации лечебной тактики у женщин с синдромом поликистозных яичников.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ISSN 3030-3907

Таким образом, гормонально-биохимические характеристики фолликулярной жидкости являются важными маркерами функционального состояния ооцитов у женщин с СПКЯ. Их комплексная оценка расширяет возможности прогнозирования исходов экстракорпорального оплодотворения и открывает перспективы для разработки новых патогенетически обоснованных методов повышения репродуктивной эффективности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Azziz R., Carmina E., Chen Z. et al. Polycystic ovary syndrome. *Nature Reviews Disease Primers*. 2016;2:16057.
2. Rotterdam ESHRE/ASRM-Sponsored PCOS Consensus Workshop Group. Revised 2003 consensus on diagnostic criteria and long-term health risks related to polycystic ovary syndrome. *Human Reproduction*. 2004;19(1):41–47.
3. Teede H.J., Misso M.L., Costello M.F. et al. International evidence-based guideline for the assessment and management of polycystic ovary syndrome. *Human Reproduction*. 2018;33(9):1602–1618.
4. Dewailly D., Gronier H., Poncelet E. et al. Diagnosis of polycystic ovary syndrome (PCOS): revisiting the threshold values of follicle count on ultrasound and of the serum AMH level. *Human Reproduction*. 2011;26(11):3123–3129.
5. La Marca A., Volpe A. Anti-Müllerian hormone (AMH) in female reproduction: is measurement of circulating AMH a useful tool? *Clinical Endocrinology*. 2006;64(6):603–610.
6. Pigny P., Merlen E., Robert Y. et al. Elevated serum level of anti-Müllerian hormone in patients with polycystic ovary syndrome. *The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 2003;88(12):5957–5962.
7. Dumesic D.A., Oberfield S.E., Stener-Victorin E. et al. Scientific statement on the diagnostic criteria, epidemiology, pathophysiology, and molecular genetics of polycystic ovary syndrome. *Endocrine Reviews*. 2015;36(5):487–525.
8. Revelli A., Delle Piane L., Casano S. et al. Follicular fluid content and oocyte quality: from single biochemical markers to metabolomics. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2009;7:40.
9. Andersen C.Y. Characteristics of human follicular fluid associated with successful conception after in vitro fertilization. *Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism*. 1993;77(5):1227–1234.
10. Tatone C., Carbone M.C., Falone S. et al. Age-dependent changes in redox status of human follicular fluid. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2006;4:1.

ISSN 3030-3907

11. Agarwal A., Gupta S., Sharma R.K. Role of oxidative stress in female reproduction. *Reproductive Biology and Endocrinology*. 2005;3:28.
12. Ruder E.H., Hartman T.J., Goldman M.B. Impact of oxidative stress on female fertility. *Current Opinion in Obstetrics and Gynecology*. 2009;21(3):219–222.
13. Pasqualotto E.B., Agarwal A., Sharma R.K. et al. Effect of oxidative stress in follicular fluid on the outcome of assisted reproductive procedures. *Fertility and Sterility*. 2004;81(4):973–976.
14. Liu Y., Li Y., Wang H. et al. Oxidative stress and its role in oocyte maturation and embryo development. *Journal of Assisted Reproduction and Genetics*. 2018;35(9):1659–1671.
15. Bedaiwy M.A., Falcone T., Mohamed M.S. et al. Differential growth of human embryos in vitro: role of reactive oxygen species. *Fertility and Sterility*. 2004;82(3):593–600

ISSN 3030-3907

IQTISODIY TA’LIM MAZMUNI VA UNING ZAMONAVIY RIVOJLANISH TENDENSIYALARI.

Xusanboyeva Tursunoy Muxammadqasimdjanovna
Andijon davlat texnika instituti, “Iqtisodiyot” kafedrasi assistenti,
E-mail: xusanboyevatursunoy84@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada iqtisodiy ta’lim mazmunining nazariy asoslari, tarkibiy tuzilmasi va zamonaviy rivojlanish tendensiyalari kompleks ravishda tahlil qilinadi. Tadqiqot jarayonida iqtisodiy ta’limning kompetensiyaviy modeli, raqamlashtirish jarayonlari, xalqaro integratsiya mexanizmlari hamda barqaror rivojlanish konsepsiyasining ta’lim dasturlariga integratsiyasi o‘rganildi. Natijalar iqtisodiy ta’limni modernizatsiya qilish zarurati va uning mehnat bozori talablariga moslashuvini ta’minlash muhimligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: iqtisodiy ta’lim, kompetensiyaviy yondashuv, raqamli iqtisodiyot, inson kapitali, barqaror rivojlanish, kredit-modul tizimi, globallashuv.

Аннотация. В данной статье комплексно анализируются теоретические основы, структурное содержание и современные тенденции развития экономического образования. В ходе исследования были изучены компетентностная модель экономического образования, процессы цифровизации, механизмы международной интеграции, а также интеграция концепции устойчивого развития в образовательные программы. Полученные результаты показали необходимость модернизации экономического образования и важность обеспечения его адаптации к требованиям рынка труда.

Ключевые слова: экономическое образование, компетентностный подход, цифровая экономика, человеческий капитал, устойчивое развитие, кредитно-модульная система, глобализация.

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the theoretical foundations, structural framework, and contemporary development trends of economic education. The study examines the competency-based model of economic education, digitalization processes, mechanisms of international integration, and the integration of the sustainable development concept into educational programs. The findings highlight the necessity of modernizing economic education and emphasize the importance of ensuring its alignment with labor market requirements.

Keywords: economic education, competency-based approach, digital economy, human capital, sustainable development, credit-module system, globalization.

1. KIRISH.

ISSN 3030-3907

XXI asrda iqtisodiyotning globallashuvi, raqamli transformatsiya va bilimlar iqtisodiyotining shakllanishi ta’lim tizimiga yangi talablarni qo‘ymoqda. Inson kapitalining sifati davlatning iqtisodiy raqobatbardoshligini belgilovchi asosiy omil sifatida qaralmoqda. Xalqaro tashkilotlar, jumladan World Bank hamda Organisation for Economic Co-operation and Development ta’limni iqtisodiy o‘sishning strategik resursi sifatida e’tirof etadi.

Iqtisodiy ta’limning mazmuni tarixan iqtisodiy tafakkur rivoji bilan bog‘liq holda shakllangan. Klassik iqtisodiyot asoschisi Adam Smith bozor mexanizmlarini ilmiy asoslab bergan bo‘lsa, John Maynard Keynes makroiqtisodiy tartibga solish nazariyasini ishlab chiqdi. Monetarizm yo‘nalishining yetakchi vakili Milton Friedman esa davlat aralashuvining cheklanganligini asoslab berdi. Ushbu nazariyalar iqtisodiy ta’lim mazmunining fundamental poydevorini tashkil etadi.

Tadqiqotning dolzarbligi — iqtisodiy ta’lim mazmunini zamonaviy sharoitda takomillashtirish zaruratidan kelib chiqadi.

Tadqiqotning maqsadi — iqtisodiy ta’lim mazmuni va uning rivojlanish tendensiyalarini tizimli tahlil qilish.

2. METODOLOGIYA.

Mazkur tadqiqot iqtisodiy ta’lim mazmuni va uning zamonaviy rivojlanish tendensiyalarini aniqlash maqsadida kompleks metodologik yondashuv asosida olib borildi. Tadqiqot nazariy va amaliy manbalarni tahlil qilish, xalqaro tajribani o‘rganish hamda umumlashtirish usullariga tayandi.

2.1. Nazariy tahlil usuli.

Nazariy tahlil iqtisodiy ta’limning ilmiy asoslarini aniqlashga xizmat qildi. Ushbu bosqichda:

- iqtisodiy ta’limning konseptual mazmuni;
- inson kapitali nazariyasi;
- kompetensiyaviy yondashuv modeli;
- raqamli iqtisodiyot sharoitidagi ta’lim transformatsiyasi ilmiy adabiyotlar asosida o‘rganildi.

Shuningdek, xalqaro tashkilotlar, jumladan World Bank va Organisation for Economic Co-operation and Development hisobotlari tahlil qilinib, ta’lim va iqtisodiy o‘sish o‘rtasidagi bog‘liqlik ilmiy jihatdan asoslab berildi.

Nazariy tahlil usuli iqtisodiy ta’lim mazmunining tarkibiy elementlarini (bilim, ko‘nikma, kompetensiya, qadriyatlar) aniqlash imkonini berdi.

2.2. Qiyosiy-komparativ tahlil

ISSN 3030-3907

Qiyosiy-komparativ tahlil yordamida milliy va xalqaro iqtisodiy ta’lim tizimlari o‘rtasidagi o‘xshashlik va farqlar aniqlanib, rivojlangan mamlakatlar tajribasi o‘rganildi.

Ushbu jarayonda:

- Coursera va edX platformalaridagi iqtisodiyot yo‘nalishidagi kurslar mazmuni tahlil qilindi;
- kredit-modul tizimi va akademik mobillik mexanizmlari Bologna Process tamoyillari asosida o‘rganildi;
- barqaror rivojlanish konsepsiyasining ta’lim dasturlariga integratsiyasi United Nations tomonidan ilgari surilgan SDG (Sustainable Development Goals) konsepsiyasi asosida baholandi.

Qiyosiy tahlil iqtisodiy ta’limning xalqaro standartlarga moslashuv darajasini aniqlashga xizmat qildi.

2.3. Tizimli yondashuv.

Tizimli yondashuv iqtisodiy ta’limni yaxlit tizim sifatida ko‘rib chiqishni nazarda tutadi. Bu yondashuv asosida ta’lim jarayoni quyidagi tarkibiy qismlarda o‘rganildi:

1. Maqsad (iqtisodiy tafakkurni shakllantirish);
2. Mazmun (nazariy va amaliy bilimlar majmui);
3. Metodlar (interaktiv, loyiha asosidagi, raqamli metodlar);
4. Natija (kompetensiyalar va kasbiy tayyorgarlik darajasi).

Tizimli yondashuv orqali iqtisodiy ta’limning ichki o‘zaro bog‘liqligi va tashqi muhit (mehnat bozori, global iqtisodiy jarayonlar, texnologik taraqqiyot) bilan aloqasi tahlil qilindi.

2.4. Statistik va analitik umumlashtirish.

Mazkur usul orqali:

- ta’lim sifati ko‘rsatkichlari;
- raqamli texnologiyalarni joriy etish darajasi;
- akademik mobillik ko‘rsatkichlari;
- iqtisodiy o‘sish va ta’lim o‘rtasidagi bog‘liqlik tahlil qilindi.

Statistik ma’lumotlar xalqaro hisobotlar va ilmiy tadqiqotlar asosida umumlashtirildi. Analitik yondashuv iqtisodiy ta’lim mazmunidagi tendensiyalarni aniqlash va ularning istiqboldagi rivojlanish yo‘nalishlarini prognoz qilish imkonini berdi.

2.5. Empirik elementlar (agar qo‘llanilgan bo‘lsa).

Tadqiqotda so‘rovnoma, ekspert intervyusi yoki kontent-tahlil usullari qo‘llanilgan bo‘lsa, ular quyidagicha izohlanadi:

ISSN 3030-3907

• Oliy ta’lim muassasalari o‘qituvchilari va talabalar o‘rtasida so‘rovnoma o‘tkazish;
• O‘quv dasturlarini kontent-tahlil qilish;
• Mehnat bozori talablari va ish beruvchilar fikrini o‘rganish.

Bu usullar iqtisodiy ta’lim mazmunining amaliy samaradorligini aniqlashga xizmat qiladi.

Metodologik yondashuvning ahamiyati.

Kompleks metodologik yondashuv iqtisodiy ta’lim mazmunini bir tomonlama emas, balki ko‘p qirrali va tizimli ravishda o‘rganish imkonini berdi. Natijada, iqtisodiy ta’limning zamonaviy transformatsiyasi ilmiy asosda tahlil qilindi va uning istiqboldagi rivojlanish yo‘nalishlari belgilab berildi.

3. NATIJALAR.

Tadqiqot natijalari iqtisodiy ta’lim mazmunining zamonaviy transformatsiyasi tizimli va ko‘p bosqichli jarayon ekanligini ko‘rsatdi. Tahlillar nazariy manbalar, xalqaro tajriba va statistik umumlashtirish asosida olib borildi.

3.1. Kompetensiyaviy model samaradorligi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy bilimga yo‘naltirilgan modeldan kompetensiyaga asoslangan modelga o‘tish iqtisodiy ta’lim sifatini oshirishga xizmat qilmoqda.

Kompetensiyaviy model quyidagi natijalarni bermoqda:

• Talabalarning amaliy muammolarni hal qilish qobiliyati oshmoqda;
• Real iqtisodiy vaziyatlarni modellashtirish ko‘nikmalari rivojlanmoqda;
• Mustaqil va tanqidiy fikrlash darajasi yuqorilamoqda.

Xalqaro tashkilotlar, jumladan Organisation for Economic Co-operation and Development hisobotlariga ko‘ra, kompetensiyaviy ta’lim modeli qo‘llanilgan davlatlarda bitiruvchilarning mehnat bozoriga moslashuv darajasi yuqori.

3.2. Raqamlashtirish darajasining o‘sishi.

Raqamli texnologiyalar iqtisodiy ta’lim mazmunini sezilarli darajada kengaytirdi. Tahlillar quyidagilarni ko‘rsatdi:

• Onlayn kurslar ulushi yildan-yilga oshib bormoqda;
• Ekonometrik dasturlar va ma’lumotlar bazalari bilan ishlash fan dasturlariga kiritilmoqda;
• Masofaviy ta’lim infratuzilmasi rivojlanmoqda.

Xalqaro platformalar — Coursera va edX — iqtisodiy fanlar bo‘yicha global auditoriyani qamrab olmoqda. Bu esa iqtisodiy ta’limning demokratlashuvi va hayot davomida o‘qish (lifelong learning) modelining kengayishiga olib kelmoqda.

3.3. Xalqaro integratsiya natijalari.

ISSN 3030-3907

Bologna Process doirasida kredit-modul tizimining joriy etilishi quyidagi natijalarni bermoqda:

- Akademik mobillikning oshishi;
- O‘quv dasturlarining standartlashtirilishi;
- Diplomlarning xalqaro tan olinishi.

Bu jarayon iqtisodiy ta’limning sifatini oshirish va global mehnat bozoriga integratsiyalashuvni ta’minlashga xizmat qilmoqda.

3.4. Barqaror rivojlanish integratsiyasi natijalari.

United Nations tomonidan ilgari surilgan Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDGs) iqtisodiy ta’lim mazmuniga faol integratsiya qilinmoqda.

Natijalar shuni ko‘rsatdiki:

- Yashil iqtisodiyot va ekologik moliya fanlari o‘quv rejalarga kiritilmoqda;
- Ijtimoiy mas’uliyat va inkluziv iqtisodiy o‘sish masalalari kengroq yoritilmoqda;
- Talabalarda ekologik va ijtimoiy ong shakllanmoqda.

3.5. Statistik umumlashtirish natijalari.

Statistik va analitik umumlashtirish asosida quyidagi tendensiyalar aniqlandi:

1. Raqamli komponentga ega fanlar ulushi ortmoqda;
2. Xalqaro qo‘shma dasturlar soni ko‘paymoqda;
3. Talabalarning amaliy loyihalarda ishtiroki kengaymoqda;
4. Mehnat bozori talablariga mos kompetensiyalar shakllanish darajasi oshmoqda.

World Bank hisobotlari ta’lim sifati va iqtisodiy o‘sish o‘rtasida ijobiy korrelyatsiya mavjudligini ko‘rsatadi. Bu iqtisodiy ta’lim mazmunini modernizatsiya qilish strategik ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, iqtisodiy ta’lim mazmunining zamonaviy rivojlanishi to‘rtta asosiy omil bilan belgilanadi:

1. Kompetensiyaviy transformatsiya;
2. Raqamli innovatsiyalar;
3. Xalqaro standartlarga moslashuv;
4. Barqaror rivojlanish tamoyillari integratsiyasi.

Ushbu omillar o‘zaro bog‘liq holda iqtisodiy ta’lim tizimining sifatini oshirishga xizmat qilmoqda.

4. MUHOKAMA.

Tadqiqot natijalari iqtisodiy ta’lim mazmunining zamonaviy transformatsiyasi tizimli va ob’ektiv omillar ta’sirida yuz berayotganini ko‘rsatdi. Muhokama jarayonida aniqlangan tendensiyalar nazariy asoslar, xalqaro tajriba va milliy amaliyot nuqtai nazaridan tahlil qilindi.

4.1. Iqtisodiy ta’lim va inson kapitali o‘rtasidagi bog‘liqlik.

ISSN 3030-3907

Zamonaviy iqtisodiy nazariyada inson kapitali iqtisodiy o‘sishning asosiy omili sifatida qaraladi. World Bank hamda Organisation for Economic Co-operation and Development tadqiqotlari ta’lim sifati yuqori bo‘lgan davlatlarda iqtisodiy barqarorlik va innovatsion rivojlanish darajasi yuqoriligini tasdiqlaydi.

Shu nuqtai nazardan, iqtisodiy ta’lim mazmunini yangilash:

- milliy iqtisodiyotning raqobatbardoshligini oshirish;
- innovatsion faoliyatni kuchaytirish;
- yuqori malakali kadrlar tayyorlash uchun strategik ahamiyat kasb etadi.

4.2. Kompetensiyaviy yondashuvning ustunliklari va cheklovlari.

Muhokama natijalariga ko‘ra, kompetensiyaga asoslangan ta’lim modeli iqtisodiy tafakkurni shakllantirishda samarali hisoblanadi. Talabalar nazariy bilimni amaliy vaziyatlarda qo‘llashni o‘rganadilar.

Biroq quyidagi muammolar kuzatiladi:

- O‘qituvchilarning metodik tayyorgarligi yetarli emasligi;
- Baholash mezonlarining aniq standartlashtirilmaganligi;
- Amaliyot bazasining cheklanganligi.

Demak, kompetensiyaviy modelni to‘liq joriy etish uchun pedagogik kadrlarni qayta tayyorlash va o‘quv-metodik bazani mustahkamlash zarur.

4.3. Raqamlashtirishning tizimli ta’siri.

Raqamli transformatsiya iqtisodiy ta’limni yangi bosqichga olib chiqmoqda. Onlayn platformalar, masalan Coursera va edX, ta’limning ochiqligini ta’minladi. Shu bilan birga, raqamlashtirish quyidagi xavf-xatarlarni ham yuzaga keltiradi:

- Raqamli tengsizlik (digital divide);
- Akademik halollik muammolari;
- Axborotning haddan tashqari ko‘pligi.

Shuning uchun raqamlashtirish jarayoni infratuzilma va metodik ta’minot bilan birgalikda olib borilishi lozim.

4.4. Xalqaro integratsiya va milliy xususiyatlar muvozanati.

Bologna Process doirasidagi islohotlar iqtisodiy ta’limni standartlashtirish va global integratsiyani ta’minlamoqda.

Biroq muhokama jarayonida quyidagi masala muhim deb topildi: xalqaro standartlarni joriy etishda milliy iqtisodiyotning o‘ziga xos xususiyatlarini saqlab qolish zarur. Aks holda, ta’lim mazmuni real iqtisodiy ehtiyojlardan uzoqlashishi mumkin.

4.5. Barqaror rivojlanish va iqtisodiy tafakkur.

United Nations tomonidan ilgari surilgan Barqaror rivojlanish maqsadlari iqtisodiy ta’lim mazmuniga yangi qadriyatlar tizimini olib kirdi. Endilikda iqtisodchi mutaxassis:

ISSN 3030-3907

- ekologik mas’uliyatli;
- ijtimoiy jihatdan ongli;
- uzoq muddatli strategik fikrlovchi

bo‘lishi talab etiladi.

Bu esa iqtisodiy ta’limni tor doiradagi foyda maksimallashtirish modelidan kengroq ijtimoiy-iqtisodiy muvozanat modeliga o‘tkazmoqda.

Muhokama natijalari shuni ko‘rsatadiki, iqtisodiy ta’lim mazmunining zamonaviy rivojlanishi obyektiv global jarayonlar bilan shartlangan. Transformatsiya quyidagi yo‘nalishlarda tizimli ravishda davom etadi:

1. Raqamli iqtisodiyotga moslashuv;
2. Kompetensiyaviy modelni chuqurlashtirish;
3. Xalqaro standartlar va milliy manfaatlar muvozanatini ta’minlash;
4. Barqaror rivojlanish tamoyillarini institutsional darajada joriy etish.

Shu asosda aytish mumkinki, iqtisodiy ta’lim tizimi kelajakda nafaqat bilim beruvchi institut, balki innovatsion rivojlanishning strategik platformasiga aylanishi lozim.

Iqtisodiy ta’lim mazmuni haqiqatan ham zamonaviy sharoitda tubdan transformatsiya jarayonini boshdan kechirmoqda. Bu o‘zgarishlar faqat o‘quv rejalari yangilanishi bilan cheklanmay, balki ta’lim falsafasi, metodologiyasi, baholash tizimi va ta’lim natijalariga qo‘yiladigan talablarning ham yangilanishini anglatadi.

Birinchidan, **kompetensiyaviy yondashuv** iqtisodiy ta’limning markaziy yo‘nalishiga aylanmoqda. An’anaviy modelda asosiy e’tibor nazariy bilimlarni o‘zlashtirishga qaratilgan bo‘lsa, zamonaviy modelda talabaning amaliy faoliyatga tayyorligi ustuvor hisoblanadi. Bu yondashuv talabalarda quyidagi kompetensiyalarni shakllantirishni nazarda tutadi:

- analitik va tanqidiy fikrlash;
- iqtisodiy ma’lumotlarni qayta ishlash va interpretatsiya qilish;
- muammoli vaziyatlarda asoslangan qaror qabul qilish;
- jamoada ishlash va kommunikativ ko‘nikmalar;
- tadbirkorlik va innovatsion fikrlash.

Bu jarayon inson kapitali nazariyasi bilan hamohang bo‘lib, uni rivojlantirish zarurligi World Bank va Organisation for Economic Co-operation and Development hisobotlarida alohida ta’kidlanadi.

Ikkinchidan, **raqamlashtirish jarayoni** iqtisodiy ta’lim mazmunini tubdan o‘zgartirmoqda. Raqamli iqtisodiyot sharoitida iqtisodchi mutaxassislar quyidagi yo‘nalishlarda bilim va ko‘nikmalarga ega bo‘lishi zarur:

- Big Data va statistik paketlar bilan ishlash;

ISSN 3030-3907

- ekonometrik modellashtirish;
- moliyaviy texnologiyalar (FinTech);
- sun’iy intellekt asosidagi iqtisodiy tahlil.

Onlayn ta’lim platformalari, masalan Coursera va edX, iqtisodiy ta’limni global miqyosda ochiq va moslashuvchan shaklga keltirdi. Bu esa ta’limning demokratlashuvi va hayot davomida o‘qish (lifelong learning) tamoyilini mustahkamlamoqda.

Uchinchidan, **xalqaro integratsiya** iqtisodiy ta’lim sifatini oshirishga xizmat qilmoqda. Bologna Process doirasida kredit-modul tizimi, akademik mobillik va diplomlarning o‘zaro tan olinishi joriy etildi. Bu esa o‘quv dasturlarini xalqaro standartlarga moslashtirishni talab qiladi. Talabalar nafaqat milliy, balki global iqtisodiy muhitni tushuna oladigan mutaxassis bo‘lib yetishishi zarur.

To‘rtinchidan, **barqaror rivojlanish tamoyillari** iqtisodiy ta’lim mazmuniga faol integratsiya qilinmoqda. United Nations tomonidan ilgari surilgan Barqaror rivojlanish maqsadlari iqtisodiy fanlar dasturiga ekologik iqtisodiyot, yashil moliya, ijtimoiy mas’uliyat va inkluziv o‘sish masalalarini kiritishni talab qilmoqda. Bu esa iqtisodiy ta’limning faqat foyda maksimallashtirish emas, balki ijtimoiy va ekologik muvozanatni ta’minlashga ham xizmat qilishini anglatadi.

Kelajak istiqbolida iqtisodiy ta’lim quyidagi strategik yo‘nalishlarda rivojlanishi kutiladi:

1. Individual ta’lim trayektoriyalari — har bir talabaning qiziqishi va mehnat bozori ehtiyojidan kelib chiqib moslashtirilgan o‘quv dasturlari.
2. Sun’iy intellekt asosida adaptiv o‘qitish tizimlari.
3. Real sektor bilan integratsiya — dual ta’lim, amaliy loyihalar va startap inkubatorlari.
4. Ilmiy-tadqiqot va innovatsiya faoliyatining kuchayishi.
5. Global iqtisodiy xavf-xatarlarni (inflyatsiya, moliyaviy inqiroz, ekologik tahdidlar) tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantirish.

Xulosa. Shunday qilib, zamonaviy iqtisodiy ta’lim nafaqat bilim berish, balki iqtisodiy tafakkur madaniyatini shakllantirish, strategik fikrlovchi va raqobatbardosh kadrlarni tayyorlash tizimiga aylanmoqda. Uning asosiy vazifasi — global iqtisodiy jarayonlarni chuqur anglay oladigan, innovatsion qarorlar qabul qila oladigan va barqaror rivojlanishga hissa qo‘sha oladigan mutaxassislarni tayyorlashdan iborat.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. Adam Smith – *The Wealth of Nations* – W. Strahan and T. Cadell – 1776 й.
2. John Maynard Keynes – *The General Theory of Employment, Interest and Money* – Macmillan – 1936 й.

ISSN 3030-3907

3. Milton Friedman – *Capitalism and Freedom* – University of Chicago Press – 1962 й.
4. David Ricardo – *On the Principles of Political Economy and Taxation* – John Murray – 1817 й.
5. Friedrich Hayek – *The Road to Serfdom* – Routledge – 1944 й.
6. Amartya Sen – *Development as Freedom* – Oxford University Press – 1999 й.
7. Robert Solow – *Growth Theory and After* – Princeton University Press – 1988 й.
8. World Bank – *Education and Economic Growth Reports* – World Bank Publications – турли йиллар.
9. Organisation for Economic Co-operation and Development – *Education Policy Outlook* – OECD Publishing – турли йиллар.
10. United Nations – *Sustainable Development Goals Report* – UN Publications – турли йиллар.

ISSN 3030-3907

ШИРИН БОДОМНИНГ ХАЛҚ ТАБОБАТИДАГИ АХАМИЯТИ

А.А. Жураев

Қўқон университети Андижон филали ўқитувчиси

Аннотация. Ушбу мақолада ширин бодомнинг ботаник хусусиятлари, кимёвий таркиби, халқ табобатида қўлланилиши хамда тана ҳароратини тушириш учун ишлатиладиган баъзи кенг қўлланиладиган синтетик дори воситалари ҳақида маълумотлар берилган.

Калит сўзлар: *Prunus dulcis (Mill.) D. A. Webb,* амигдалин, ахоли саломатлиги, бодом барги, бодом мағзи, истима, биофаол моддалар.

Аннотация. В этой статье представлена информация о ботанических свойствах сладкого миндаля, его химическом составе, применении в народной медицине, а также о некоторых широко используемых синтетических препаратах, применяемых для снижения температуры тела.

Ключевые слова: *Prunus dulcis (Mill.) D. A. Webb,* амигдалин, здоровье насиление, листья миндаля, ядро миндаля, лихорадка, биоактивные вещества

Anotation. This article provides information on the botanical properties of sweet almonds, their chemical composition, their use in folk medicine, and some widely used synthetic drugs used to reduce body temperature.

Keywords: Prunus dulcis (Mill.) D. A. Webb, Amygdalin, population health, almond leaves, almond kernel, fever, bioactive substances.

КИРИШ.

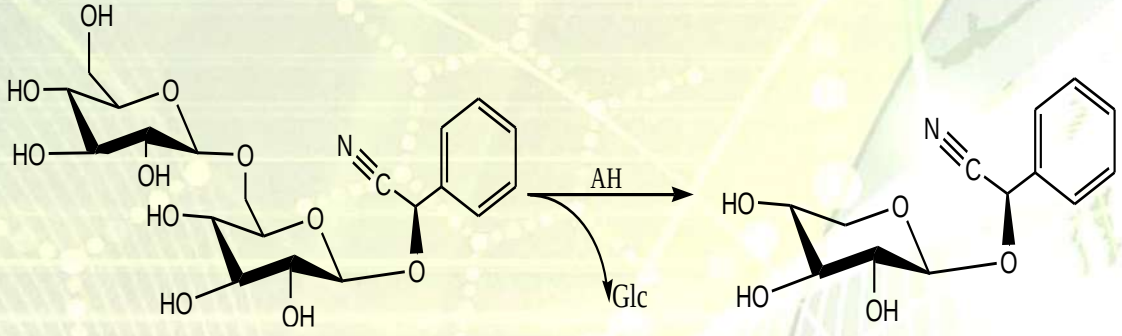
Хаммамизга маълумки нафақат дунёда балки республикамизда хам ахоли саломатлигини таъминлаш юзасидан турли чора тадбирлар амалга оширилмоқда. Жумладан халқ табобати сохасида хам қатор ижобий ўзгаришлар амалга оширилди. Бу эса ўз навбатида касалликларни олдини олиш, даволашда нафақат синтетик дори воситалари, балки табиий воситалардан хам фойдаланиш имконини беради. Раънодошлар оиласига кирувчи бута ўсимлик ширин бодом ҳам шундай воситалардан хисобланиб, турли хил касалликларни даволашда мухим ахамиятга эга.

НАЗАРИЙ ҚИСМ. *Prunus* туркуми Раънодошлар оиласи вакили, лекин бугунги кунда бутун дунёнинг кўплаб давлатларида етиштириладиган данак мева бодом *(Prunus dulcis (Mill.) D. A. Webb* баландлиги 6-10 м бўлган дарахт ёки бута. Бугунги кунда дунёда 40 дан ортиқ нави учрайди. Бодом қурғоқчилик, иссиқлик, тузга чидамли бўлиб, ер ости сувлари даражаси паст тош ва қумлоқ ерларда яхши ўсади[1,2]. Бодомнинг мағзи таркибидаги амигдалин миқдори, пўстлоғининг хусусиятларига кўра аччиқ, ярим аччиқ, ширин хамда юмшоқ ва қаттиқ шакллари тавсифланади.

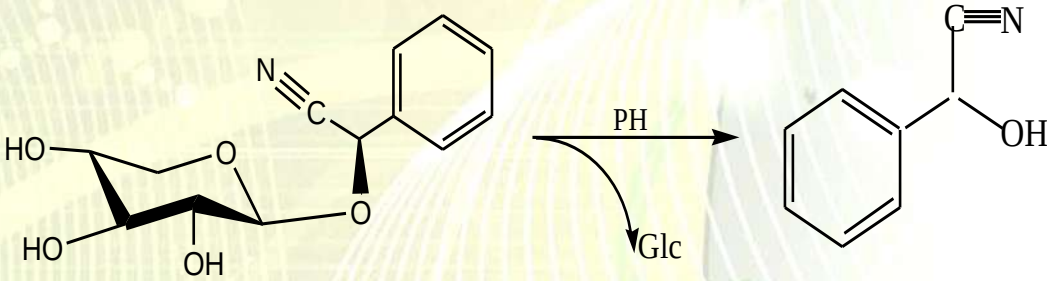
ISSN 3030-3907

Аччиқ бодом таркибида амигдалин миқдори 3-9% ни ташкил этиб, ширин бодом таркибида унинг излари, баъзи адабиётларда эса мажуд эмаслиги тўғрисида фикрлар мавжуд.

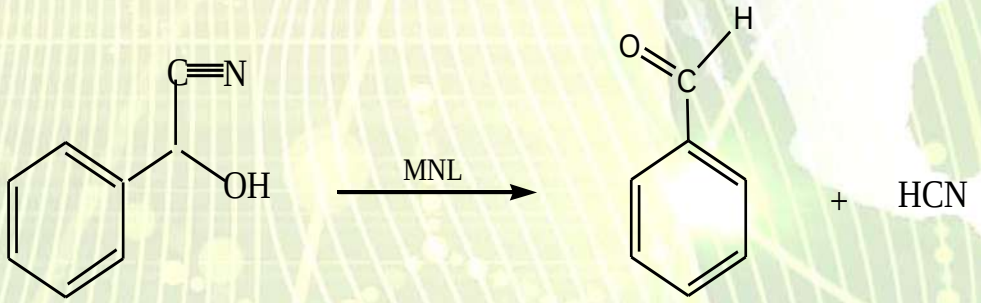
Қуйидаги реакцияда амигдалинни гидролизланиши келтирилган бўлиб, реакция натижасида амигдалин бензаьлдегид хамда нафас системаси учун хавфли бўлган, захарли цианид кислотага парчаланиши келтирилган[3,4].



Амигдалин **Пруназин**



Пруназин **Манделонитрил**



Манделонитрил **Бензалдегид**

Ширин бодом мағзининг ўртача узунлиги 2,3 см, кенглиги 1,4 см ва қалинлиги 0,8-1,0 см. Бодом ядроларида сув миқдори кам. Ёғ миқдори эса 46% дан 64% гача ўзгариши мумкин[5]. У ёқимли таъмга эга бўлиб уни бутунлигича қовурилган холда ҳам истеъмол қилиш мумкин[6]. Мағзи, пўстлоғи, барглари, илдизлари турли хил биофаол моддалар: полифеноллар, терпеноидлар хамда ёғ кислоталари, витаминлар ва минераллар каби бир нечта кимёвий синфларни ўз ичига оладиган мухим озуқавий моддалар манбаи[7].

Ширин бодом хам аччиқ бодом сингари шифобахш бўлиб, ундан халқ табобатида кўплаб касалликлар жумладан бош мия, нафас йўллари ва сийдик йўлларининг айрим касалликларида ва бошқа кўплаб касалликларда

ISSN 3030-3907

қўлланилади. Ширин бодом микробларга, яллиғланишга, ўсмага, қон камайишига қарши самарали восита сифатида хамда антиоксидант, гепатопротектор, кардиометаболик, тинчлантирувчи, нейропотектор таъсирга эга. Қандли диабет, амнезия ва бошқа касалликларда, хамда соғломлаштирувчи озиқ-овқат сифатида, қувватни оширишда, шунингдек одам танасининг ҳимоя-мослашувчан реакцияси хисобланган, патоген қўзғатувчилар натижасида юзага келадиган тана хароратининг кўтарилиши каби жараёнларда хам фойдали[8,9].

Айрим холларда тана ҳароратининг ортиши катталарга нисбатан болаларда алохида эътиборни талаб этади. Болаларда тана ҳарорати 38,5°C га кўтарилганида хам боланинг соғлиғи нормал холатда бўлса, иситма хавфсиз истима деб ҳисобланади. Бу ҳолат дори-дармонларни талаб қилмайди; етарли миқдорда суюқлик истеъмол қилиш (сув, чой, мевали ичимликлар, газсиз минерал сув ва бошқалар) ва юпқа, хаво ўтказувчан матодан тикилган кенг кийим кийиш (ёки чойшаб билан ёпилган ҳолда қолдириш) мумкин [10].

Хароратини туширишда хозирги замонавий тиббиёт амалиётида аспирин, парацетамол, ибупрофен каби наркотик бўлмаган айрим антипиретиклардан кенг фойдаланилади. Бу синтетик дори воситалари хароратни белгиланган нуқтасини пасайтириб, болалар тана ҳароратини туширишда ҳам кенг қўлланилади[11].

Ароматик гомоциклик бирикма ацетилсалицил кислотаси (аспирин) сирка ангидридни ацетиллашда олинадиган наркотик бўлмаган оқ кристалл, ҳидсиз кукун анальгетик бўлиб, яллиғланиш, шишиш, оғриқ ва иситмага олиб келади простагландинларни ҳосил қилувчи циклоксигеназа ферменти фаоллигига таъсир этади[12]. Захарлилик даражаси ибупрофенга нисбатан юқори [10].

Парацетамол ($C_8H_9NO_2$) ароматик амидлар синфига мансуб органик бирикма. Парацетамол молекуласи амид гуруҳи ($-NHCOCH_3$) билан боғланган фенол халқасидан иборат. Парацетамол оғриқ қолдирувчи, иситмани туширувчи ва яллиғланишга қарши таъсирга эга [13]. Парацетамолнинг терапевтик миқдори хавфсиз бўлсада аммо у бошқа рецептсиз бериладиган оғриқ қолдирувчи воситаларга қараганда анча заҳарлироқ [14,15].

Ибупрофен (2-(4-изобутилфенил) пропан кислотаси оқ кристалл кукун, сувда амалда эримайди, органик эритувчиларда (этанол, ацетон) яхши эриувчи стероид бўлмаган яллиғланишга қарши дори воситалари синфига кириб, оғриқ қолдирувчи ва тана ҳароратини туширувчи таъсирга эга. Узоқ муддат қўлланилганида захарланиш холатлари кузатилиши мумкин. [16].

ISSN 3030-3907

ХУЛОСА. Бодом ширин навининг хамма қисмлари шифобахшлиги учун ундан нафақат халқ табобатида, балки замонавий тиббиётда антиоксидант, тана хароратини туширувчи ва оғриқни колдирувчи самарали табиий восита сифатида мутахассис назорати остида фойдаланиш мумкин.

Чунки тана ҳароратининг кўтарилиши нафақат катталар балки, болалаларда ҳам тиббий ёрдамга мурожаат қилишнинг кенг тарқалган сабабларидан бўлиб, уни туширишда юқорида таъкидланганидек аспирин, парацетамол, ибупрофен каби синтетик айрим антипиретик препаратлардан кенг фойдаланилганлиги хисобга олинса ширин бодом табиий самарали восита сифатида мухим ахамиятга эга.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР

1. И.Р. Асқаров. Табобат қомуси Тошкент. Мумтоз сўз. 2019. 1142 бет.
2. Davide Barreca[1], Seyed Mohammad Nabavi[2] at al. Almonds (Prunus Dulcis Mill. D. A. Webb): A Source of Nutrients and Health-Promoting Compounds page 22.
3. Lillian M. Franklin and Alyson E. Mitchell. Review of the Sensory and Chemical Characteristics of Almond (Prunus dulcis) Flavor. J. Agric. Food Chem. 2019, 67, 2743−2753
4. АБДУГАППАРОВ ФАРХОД СУЛТОНАХМАДОВИЧ. АМИГДАЛИН ВА о-, м- , п-ФЕРРОЦЕНИЛБЕНЗОЙ КИСЛОТАЛАРИ АЙРИМ ҲОСИЛАЛАРИ СИНТЕЗИ ҲАМДА УЛАРНИ СИНФЛАШ. Д И С С Е Р Т А Ц И Я. 2020 у.
5. Ana Beltrán Sanahuja , Salvador E. at al. Variability of Chemical Profile in Almonds (Prunus dulcis) of Different Cultivars and Origins. Foods 2021, 10, 153
6. Sara El Bernoussi, Ihssan Boujemaa at al. Comparative analysis of nutritional value and antioxidant activity in sweet and bitter almonds. Volume 206, August 15, 2024, 116587.
7. Ibrahim Adeola Moronfolu1, Usman Okeme, at al. Prunus dulcis (Almond): A Comprehensive Review of Botanical Classification, Ethnomedicinal Applications, Nutritional Composition, Phytochemical Profile, and Therapeutic Potential. 2025
8. Zahra Karimi, Mojdeh Firouzi. Almond at al. As a nutraceutical and therapeutic agent in Persian medicine and modern phytotherapy: A narrative review. Phytotherapy Research. 2020;1–16.
9. Ansari Mohd Masihuzzaman, Munshi Younus Iftikhar and Khanum Farheen. Badam shireen (Prunus dulcis Mill): A ghiza-e-dawaee and immunomodulator: A latest review International Journal of Unani and Integrative Medicine 2020; 4(2): 09-14

ISSN 3030-3907

10. Momina Siddiqui, Prof Wajeeha Begum. Almond (Prunus amygdalus L.): A source of revitalizing health and its therapeutic application.. Journal of Drug Delivery and Therapeutics. 15.11.2023.
11. В.К. Таточенко, М.Д. Бакрадзе Жаропонижающие средства. ПЕДИАТРИЧЕСКАЯ ФАРМАКОЛОГИЯ /2011/ ТОМ 8/ № 5. 2011.
12. Manoj Sax et al. . Physical analysis of aspirin in different phases and states using density functional theory. Volume 10, Issue 11, June 15, 2024, e32610. journal homepage: www.cell.com/heliyon. 10.1016/j.heliyon.2024.e32610
13. Сердаров Д и др. СИНТЕЗ ПАРАЦЕТАМОЛА: ХИМИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС И МЕТОДЫ ПОЛУЧЕНИЯ. Международный научный журнал «Символ науки» 12-1-3 / 2024.
14. А.Тожихонова, С.О.Мирзакулов ва бошқалар. in vivo ШАРОИТИДА ПОЛИФЕНОЛ МОДДАСИНИНГ ПАРАЦЕТАМОЛ БИЛАН ИНДУКЦИЯЛАНГАН ГЕПАТИТ МОДЕЛИДАГИ ФАОЛЛИГИ ҚИЁСИЙ ПРЕПАРАТГА (ФОСФОГЛИФГА) НИСБАТАН САМАРАДОРЛИГИНИ ЎРГАНИШ . XORAZM MA'MUN AKADEMIYASI AXBOROTNOMASI – 12/1-2025.
15. Chidiac A.S, Buckley N.A, at al. Paracetamol (acetaminophen) overdose and hepatotoxicity: mechanism, treatment, prevention measures, and estimates of burden of disease. Expert Opin Drug Metab Toxicol. 2023 Jan-Jun;19(5):297-317. doi: 10.1080/17425255.2023.2223959.
16. Е.Н. Антонов, С.А. Минаева, В.К. Попов. Исследование растворимости ибупрфена в сверхкритическом диоксиде углерода методом ИК-ФУРЬЕ спектроскопии. Сверхкритические Флюиды: Теория и Практика. Том 7. №3. 2012.

ISSN 3030-3907

A COMPREHENSIVE REVIEW OF P0–P5 HYBRID ELECTRIC VEHICLE CONFIGURATIONS

Keldiyarova Malika Shuhrat kizi
Senior teacher at the Department of Automation and Controlling of technological processes, Karshi State Technical University.
E-mail: malika.keldiyarova1995@gmail.com
Yakhshilikova Gulnora Shermuhammad kizi
Associate professor at the Department of Aerospace and Mechanical engineering, Turin Polytechnic University in Tashkent.

Abstract. The degree and quality of electrification in a vehicle depend not only on battery size or motor power but also on where the electric motor is physically integrated into the driveline. A widely used way to describe this is the P0–P5 classification, where each position (P0 to P5) corresponds to a typical location of the electric motor between the engine and the wheels. This article presents an overview of P0–P5 architectures, explains their technical characteristics, and discusses their main advantages and limitations.

Keywords: electric motor, HEV, P0-P5 configuration, mild hybrids, PHEV, ICE, battery.

Аннотация. Степень и качество электрификации транспортного средства зависят не только от ёмкости аккумуляторной батареи или мощности электродвигателя, но и от того, где именно электродвигатель физически интегрирован в трансмиссию. Широко используемым способом описания этого является классификация P0–P5, где каждая позиция (от P0 до P5) соответствует типичному расположению электродвигателя между двигателем внутреннего сгорания и ведущими колёсами. В данной статье представлен обзор архитектур P0–P5, разъясняются их технические характеристики, а также рассматриваются основные преимущества и ограничения.

Ключевые слова: электродвигатель, HEV, конфигурация P0–P5, мягкие гибриды, PHEV, ДВС, аккумулятор

Annotatsiya. Transport vositasining elektrlashtirish darajasi va sifati nafaqat akkumulyator batareyasining sig‘imi yoki elektr dvigatel quvvatiga, balki elektr dvigatelning transmissiya tizimida qaysi joyga o‘rnatilganiga ham bog‘liq. Buni tavsiflashning keng qo‘llaniladigan usullaridan biri P0–P5 tasnifi bo‘lib, unda har bir pozitsiya (P0 dan P5 gacha) ichki yonuv dvigateli va yetakchi g‘ildiraklar orasidagi elektr dvigatel joylashuvini ifodalaydi. Mazkur maqolada P0–P5 arxitekturalarining umumiy sharhi keltiriladi, ularning texnik xususiyatlari yoritiladi hamda asosiy afzalliklari va cheklovlari tahlil qilinadi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: elektr dvigatel, HEV, P0–P5 konfiguratsiyasi, yumshoq gibrid, PHEV, ichki yonuv dvigateli, akkumulyator batareyasi.

INTRODUCTION

Electrified vehicles have become a central part of modern transportation strategies to reduce fuel consumption and emissions. Battery electric vehicles completely remove the internal combustion engine, whereas hybrid electric vehicles (HEVs) and plug-in hybrid electric vehicles (PHEVs) operate using both an internal combustion engine (ICE) and an electric drive system. In these vehicles, overall performance depends not only on the power ratings of individual components but also on how the powertrain is structurally arranged. According to their powertrain layout, hybrid electric vehicles are typically classified into three main types: series, parallel, and series–parallel architectures. The P0–P5 classification framework primarily refers to parallel hybrid architectures, in which the electric motor supports or complements the mechanical power transmitted from the internal combustion engine (ICE) to the drive wheels. As shown in Figure 1, these positions range from a belt-driven machine at the front of the engine to motors located at or near the wheels. Each position changes how energy flows through the powertrain and what operating modes are feasible. For instance, whether the vehicle can move with the engine completely off depends strongly on whether the motor can be mechanically decoupled from the ICE [1][2]. Therefore, motor positioning is not a minor packaging decision but a core architectural choice.

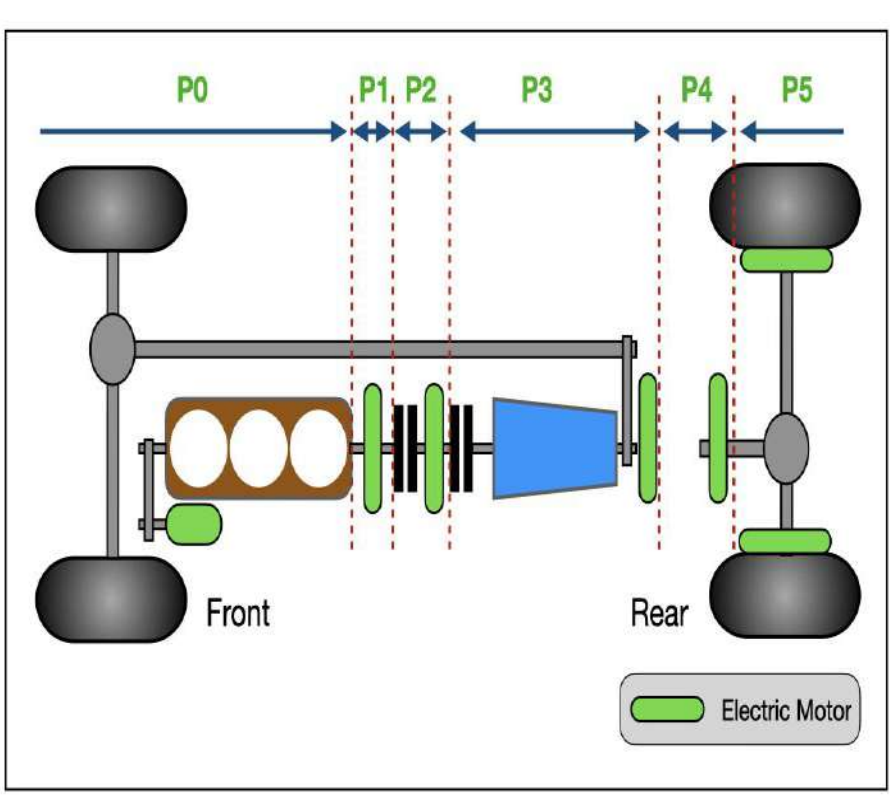


Figure 1. Topology of P0-P5 hybrid electric vehicle configuration

ISSN 3030-3907

This paper systematically reviews P0–P5 hybrid configurations and provides a structured comparison to highlight their technical characteristics and application suitability.

METHODOLOGY

This paper is based on a systematic analysis of existing literature related to P0–P5 hybrid electric vehicle architectures. Scientific articles, conference papers, and technical reports were collected from major engineering databases using relevant keywords associated with hybrid powertrain configurations. The selected studies were classified according to motor location, power flow structure, electrification level, and regenerative capability. A comparative evaluation framework was applied to identify the technical differences, advantages, and limitations of each P0–P5 configuration.

RESULTS AND DISCUSSION

In a P0 configuration (Figure 1), the electric machine is connected to the engine via a belt drive, typically acting as a belt-driven starter-generator. From an engineering standpoint, this is one of the simplest forms of electrification. The system can support automatic stop–start, provide small torque assistance, and recuperate a limited amount of braking energy. However, the belt limits torque transmission and efficiency at higher loads. Pure electric propulsion is not feasible because the motor cannot drive the wheels independently. For these reasons, P0 is mainly used in mild hybrid systems, often at 12 V or 48 V, where cost and ease of integration are priorities [3][4].

The P1 position (Figure 1) mounts the electric machine directly on the crankshaft or engine output shaft. This removes belt slip issues and allows higher torque transfer than P0. The motor can assist the engine more effectively and improve transient response. Regeneration capability is also somewhat improved. Nevertheless, the motor is still rigidly coupled to the engine, so engine drag losses remain during regeneration, and electric-only driving is generally not possible without additional decoupling devices. Thus, P1 remains closer to mild hybrid functionality than to full hybrid capability [2][5].

A more capable arrangement is P2, where the motor is located between the engine and the transmission, typically combined with a clutch that can disconnect the engine. As indicated in Figure 1, this location allows the motor to drive the vehicle while the engine is fully decoupled. This enables true electric-only operation at low to medium loads, efficient regenerative braking, and engine-off coasting. Many modern full hybrids and PHEVs use a P2-like layout because it offers a good compromise between functionality and compatibility with existing transmission technologies. The trade-off is higher mechanical complexity,

ISSN 3030-3907

additional clutches, and the need for sophisticated control of mode transitions and torsional vibrations [1][6].

In the P3 configuration (Figure 1), the motor is placed on the transmission output side, closer to the differential and wheels. This positioning can be effective for regenerative braking because the motor is directly linked to wheel speed. It also reduces the need to modify the engine–transmission interface. However, since the motor is downstream of the gearbox, it cannot always exploit gear ratios for torque multiplication in the same way as P2. As a result, higher motor torque may be required for the same wheel torque. Electric-only operation depends on whether the engine can be decoupled and on transmission design details. P3 can be attractive in certain integration scenarios but requires careful sizing and control design [7][8].

P4, shown in Figure 1 on a separate axle, represents an electric axle drive. A common example is a rear e-axle added to a front-engine front-wheel-drive vehicle. This enables electric all-wheel drive without a mechanical prop shaft. From a system perspective, P4 allows independent electric propulsion on one axle, strong regenerative braking on that axle, and flexible torque distribution for traction and stability control. The disadvantages include additional cost, mass, and a more demanding control problem because two propulsion sources must be coordinated across axles. Brake blending and thermal management become particularly important in these systems [2][9].

The P5 configuration moves the concept even closer to the wheels, typically with in-wheel motors. As suggested by Figure 1, each wheel can have its own electric machine. This provides maximum flexibility in torque control and enables advanced functions such as precise torque vectoring. It can also reduce mechanical transmission losses. However, placing motors in or near the wheels increases unsprung mass, which can negatively affect ride comfort and handling. The motors must also withstand harsh environmental conditions. Durability, sealing, and cost are major engineering challenges. Consequently, P5 is still more common in research prototypes and specialized vehicles than in large-scale production cars [10][11].

Table 1

The comparitive analysis of the P0-P5 configurations

Configuration	EV mode	Regenerative Efficiency	Complexity	Application level
P0	No	Low	Low	Mild hybrid
P1	No	Medium	Low	Mild hybrid
P2	Yes	High	Medium	Full/PHEV
P3	Yes	High	High	Advanced parallel

ISSN 3030-3907

P4	Yes	High	High	AWD hybrid
P5	Yes	Very high	Very high	Advanced EV/Hybrid

The comparative analysis of the P0–P5 configurations is presented in Table 1, considering operating modes, regenerative braking efficiency, system complexity, and application level. When comparing all positions in Figure 1, a general pattern emerges: moving from P0 toward P5 typically increases functional capability and electrification potential, but also raises system complexity and cost. The optimal solution depends on target market, performance goals, and cost constraints rather than on a single technical metric [1][12].

CONCLUSION

The P0–P5 classification provides a clear and practical framework for understanding hybrid and electrified vehicle architectures. As illustrated in Figure 1, each motor position defines a different balance between cost, complexity, and functionality. P0 and P1 are well suited for mild hybridization and incremental efficiency gains. P2 and P3 enable deeper hybrid functions and more effective energy recuperation, with P2 particularly strong due to engine decoupling. P4 supports e-axle concepts and electric all-wheel drive, while P5 offers maximum controllability but faces significant engineering challenges.

In real-world vehicle development, motor position is only one part of a larger system that includes batteries, power electronics, and control strategies. Still, it strongly shapes what the system can achieve. As electric machines and batteries continue to improve, the trade-offs among P0–P5 may shift, but the classification itself will remain a useful conceptual tool for engineers and researchers.

REFERENCES

1. Ehsani, M., Gao, Y., Emadi, A. Modern Electric, Hybrid Electric, and Fuel Cell Vehicles. CRC Press.
2. Guzzella, L., Sciarretta, A. Vehicle Propulsion Systems. Springer.
3. Miller, J.M. Propulsion Systems for Hybrid Vehicles. IET.
4. Dornoff, J. et al. Mild-Hybrid Vehicles: A Near-Term Technology Trend. ICCT.
5. Chan, C.C. “The State of the Art of Electric and Hybrid Vehicles.” Proceedings of the IEEE.
6. Onori, S., Serrao, L., Rizzoni, G. Hybrid Electric Vehicles: Energy Management Strategies. Springer.
7. Zhang, X., Mi, C. Vehicle Powertrain Electrification. Wiley-IEEE Press.
8. Hofman, T. et al. Hybrid powertrain design methodologies.
9. Emadi, A. Handbook of Automotive Power Electronics and Motor Drives. CRC Press.

ISSN 3030-3907

10. Hori, Y. “Future vehicle driven by electricity and control.” IEEE Transactions on Industrial Electronics.
11. de Santis, M. et al. “Efficiency evaluation of electrified powertrains.” Energies.
12. Larminie, J., Lowry, J. Electric Vehicle Technology Explained. Wiley.

ISSN 3030-3907

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ФРАГМЕНТА ТИОМОЧЕВИНЫ ГИДРОКСИБЕНЗОЙНЫХ КИСЛОТ

Хайдарова Х.А.
Бухарский государственный технический университет
Ниязов Л.Н.
Бухарский государственный медицинский институт имени Абу Али ибн Сино
Хайдаров А.А.
Бухарский государственный технический университет

Аннотация. Изучены методы синтеза гидроксибензойных кислот путем введения серного фрагмента и образования амидов с аминокислотами, а также выбраны методы синтеза потенциальных молекул. Биологическая активность этих веществ PassOnline Прогноз был составлен с использованием программы.

Ключевые слова. гидроксибензойная кислота, фрагмент, синтез, аминокислота, амид, биологическая активность.

Annotatsiya. Gidroksibenzoy kislotalariga oltingugurt fragmentini kiritib, aminokislotalar bilan amidlarini hosil qilish borasida sintez qilish usullari o‘rganilgan va potensial molekelalar sintezi tanlangan. Ushbu moddalarning biologik faolligi PassOnline dasturi yordamida prognozlangan.

Kalit so‘zlar. gidroksibenzoy kislota, fragment, sintez, aminokislota, amid, biologik faollik.

Abstract. Methods for synthesizing hydroxybenzoic acids by introducing a sulfur fragment and forming amides with amino acids were studied, and potential molecules were selected for synthesis. The biological activity of these substances was predicted using the PassOnline program.

Keywords. hydroxybenzoic acid, fragment, synthesis, amino acid, amide, biological activity.

ВВЕДЕНИЕ

Авторизоваться. Текущий в тот день фенол продукт был гидроксибензойная кислота к кислотам химический синтез с точки зрения был внимание усиливающийся Потому что гидроксибензойная кислота кислоты другой добрый биологический активность проявление сделать средний продукт Гидроксибензойная кислота кислоты фармацевтические препараты, косметика и еда в отрасли широкий применимый органический являются кислотами [1].

Гидроксибензойная кислота кислоты (ГК) важный от использования один этот к воспалению против лекарство как в теле воспаление урожай

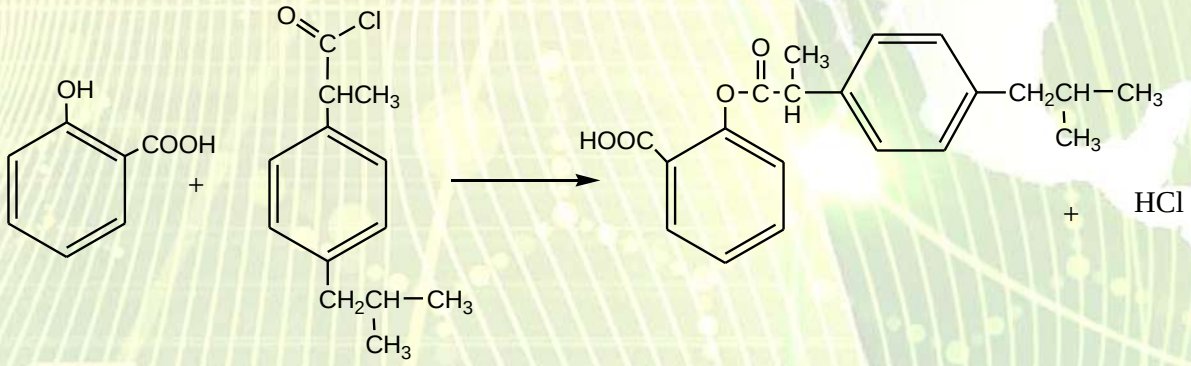
ISSN 3030-3907

исполнитель простагландины работающий релиз ингибирование через влияние ГЦ также влияют на состояние кожи. чистящее средство и антимикробный функции из-за на лице пятна в лечении и в шампунях активный вещества как использован [2]. Гидроксибензойная кислота кислоты амиды и трансляции широкий по шкале биологический к деятельности В частности, известно, что молекула лейтенантов к структуре в зависимости от гидроксибензойной кислоты кислоты трансляции жаропонижающее, обезболивающее, противовоспалительное против активность, N-гидроксибензоил производные и - кардиопротектор, ноотроп, церебропротектор активность показать возможно [3-8].

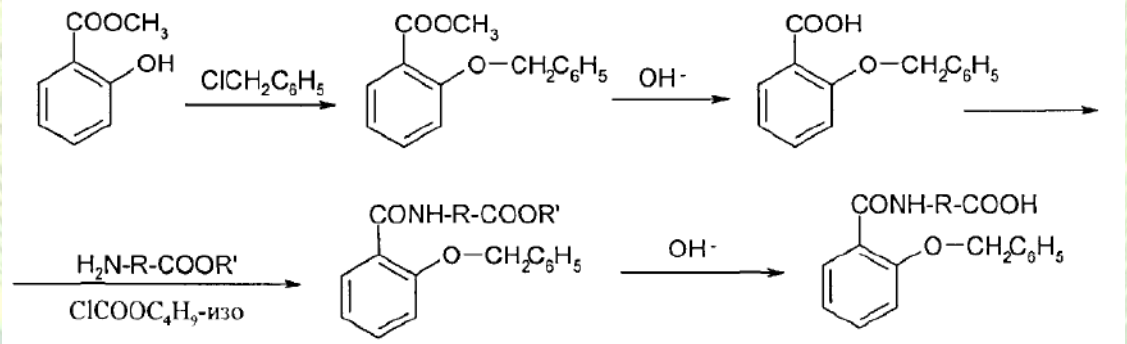
Гидроксибензойная кислота кислота , аминокислоты и производные другой в таких областях , как медицина и сельское хозяйство. ферма и в материаловедении приложение из-за их соединения синтез сделать внимание последний временами растет .

СЪЕМНЫЙ ПРОБЛЕМА И ПО ДАННОМУ ВОПРОСУ БЫТЬ ПОЛОЖЕН

Пример для салициловая 2-(4-изобутилфенил) пропан в кислоту кислота соляная кислота влияние Химически модифицированный вариант ибупрофена получают добавлением соляной кислоты, содержащей ибупрофен, к раствору СК в эфире. Смесь перемешивают в течение 15 часов. в течение смешанный, затем ещё 5 часов в течение интерпретируется [9]:

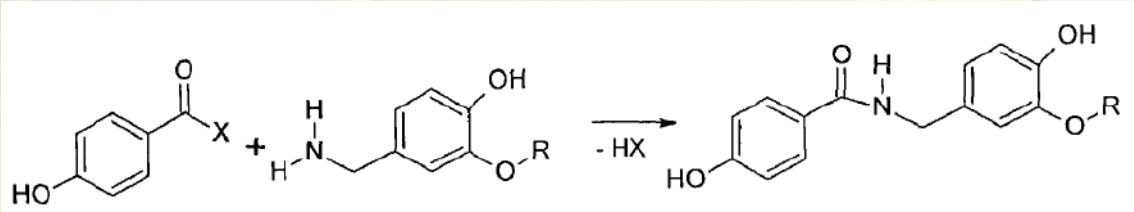


В [10] авторы синтезировали амиды СК – производные α-аминокислот – с использованием метода смешанных амидов:



ISSN 3030-3907

Карбодиимидный метод получения амидов кислот используется для получения амида N-(4-гидрокси-3-метоксибензил)-4-гидроксибензойной кислоты. В этом случае в качестве растворителя используется диоксан, а реакция проводится в атмосфере азота. Выход реакции составляет 40-70% [11].



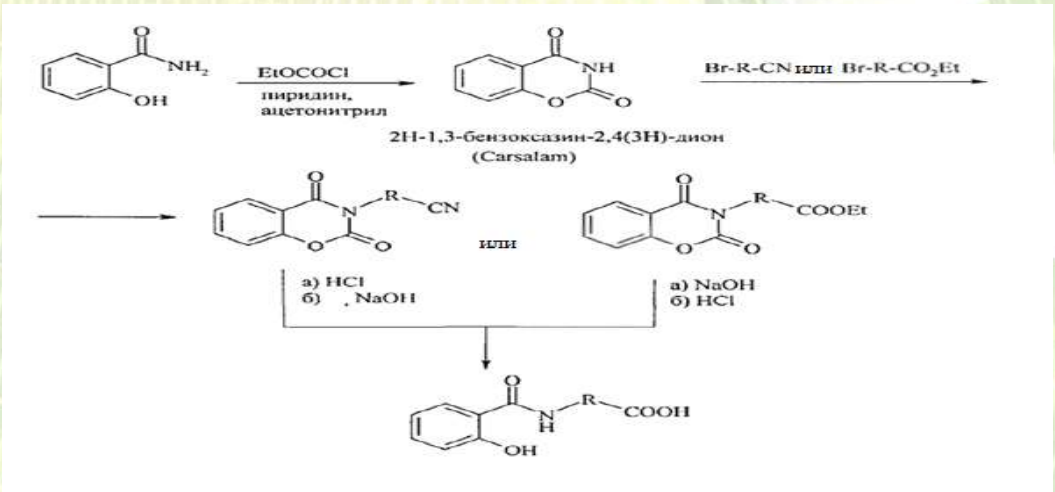
этот на земле R = $-\mathrm{CH_3}, -\mathrm{C_2H_5}$.

N-(о- бензилоксибензоил)- и N-(о- ацетоксибензоил) -аминокислоты трансляции синтез в процессе смесь ангидриды метод, т.е. о-бензилоксибензоат кислота и метилацетилсалицилат хлоркарбонат кислота изобутил эфир влияние доставлено , затем сухой тетрагидрофуран в окружающей среде аминокислота алкил эфир добавлено [10].

Алкилированный салициламид (SAM) снова один взять метод два со сцены состоит из [12]:

Шаг 1: Защита / активация SAM алкилирование;

Этап 2: Защита группа элиминация / алкилированный SAM деактивировать.

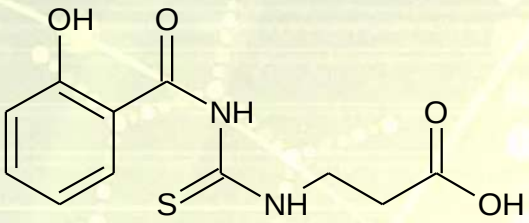


Исходя из вышеизложенного приходить вне сложный к структуре имеет был или простой молекулы синтез от совершения до Помимо материально-технической базы для синтеза органических и неорганических веществ, лаборатории также необходимы реагенты, которые могут быть очень дорогими. Поэтому важно прогнозировать и моделировать потенциальную биологическую активность веществ до их синтеза. Синтезируемые нами вещества представляют собой малые молекулы, содержащие серный фрагмент амидов гидроксибензойной кислоты. Малые молекулы могут

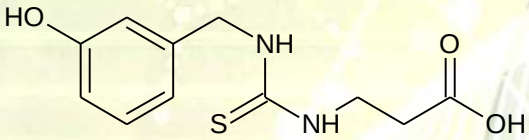
ISSN 3030-3907

взаимодействовать с различными бимолекулярными мишенями и проявлять потенциальную биологическую активность. Поэтому синтезированные вещества были проанализированы с помощью специальных компьютерных программ .

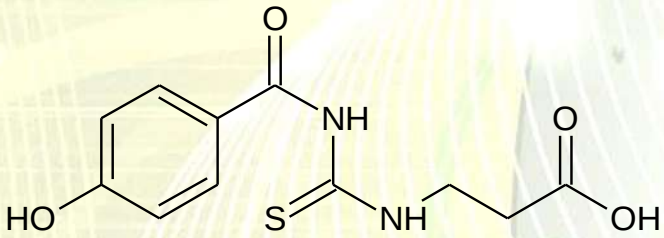
Синтез что нужно сделать вещества формула:



3-{[(2- гидроксибензоил) карбамотиоил]амино} пропан кислота



3- { [(3- гидроксибензоил) карбамотиоил]амино} пропан кислота



3 -{ [(4- гидроксибензоил) карбамотиоил]амино} пропан кислота

ЭКСПЕРИМЕНТ И ВЗЯТЫЙ РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗ

Анализ сделанный увеличивать для гидроксибензойная кислота кислоты, аминокислоты избирательно был взят, потому что каждый вещество отдельно биологический актив имеет. В этом вещества и сера фрагмент вход касательно синтез сделанный увеличивать запланировано. Синтез выполнить в 3 этапа сделанный увеличивать с учетом взять, продукты фрукты высокий быть прогноз возможно [13-15]. В этом синтез гидроксибензойная кислота кислота соляная кислота чтобы получить, затем соляная кислота через сера фрагмент введен и синтеза последний на фазе соответствующий аминокислота введено. В этом синтез простота, мало экономическая эффективность с разделенные стоит.

ПОЛУЧЕННЫЙ РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЕ

Вещества На основе программы PassOnline анализ результаты этот показывает, что мукомембрана защита, фобия болезни лечение, мукозит лечение, метилентетрагидрофолат ингибитор редуктазы (NADPH), диметиларгининаза ингибитор, треонин альдолаза ингибитор, экспрессия HMGCS2 усилитель, субстрат CYP2J2, катехол оксидаза ингибитор, кортикостероид-изомераза боковой цепи ингибитор как активность

ISSN 3030-3907

проявление сделать Наличие в молекулах различных функциональных групп, а именно -OH, -COOH, -NH и серного фрагмента -карбамотиола, также очень важно с точки зрения координационной химии молекул. интересный Это означает, что его можно использовать в качестве лиганда.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Гидроксибензойная кислота кислоты, аминокислоты и сера фрагментарный производные структура квантово-химический в некотором смысле исследовать был и физико-химический характеристики другой исследовать методы с было решено. Кроме того, их исходный потенциал биологический активность Используя веб-приложение PassOnline исследовать [16]. В этом взятый в результатах известный это случилось синтезируемый вещества ряд протеазы классу входящий ферменты с подключенный биоактивность показать *in silico* таким образом Было установлено, что и собственный по очереди другой болезни в лечении приложение возможный был потенциал лекарство инструменты потому что это так доказательство дает.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брель А.К., Будаева Ю.Н., Лисина С.В., Ниязов Л.Н. Синтез амидов производных гидроксибензойных кислот с 6-амино-1,3-диметилпиримидин-2,4-дионом // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2022. – № 12 (271). – С. 66-69.
2. Ekinci D., Şentürk M., Küfrevioğlu Ö. İ. Salicylic acid derivatives: synthesis, features and usage as therapeutic tools //Expert opinion on therapeutic patents. – 2011. – Т. 21. – №. 12. – С. 1831-1841.
3. Брель А.К., Лисина С.В., Сидоренко П.В., Ниязов Л.Н. О-аминоацил производные гидроксибензойных кислот и оценка их биологической активности // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2023. – № 5 (276). – С. 48-55.
4. Sharma A. et al. Cosmeceuticals significance of hydroxybenzoic acids //Specialized Plant Metabolites as Cosmeceuticals. – Elsevier, 2024. – С. 99-118.
5. Menezes J. C., Campos V. R. Unlocking the Potential of Hydroxycinnamic Acid Bioconjugates: Tailored Derivatives for Biomedical, Cosmetic, and Food Applications //Compounds. – 2024. – Т. 4. – №. 4. – С. 604-625.
6. Zhu X. et al. Design, synthesis and biological activity of hydroxybenzoic acid ester conjugates of phenazine-1-carboxylic acid //Chemistry Central Journal. – 2018. – Т. 12. – С. 1-10.
7. Williamson G., Clifford M. N. A critical examination of human data for the biological activity of phenolic acids and their phase-2 conjugates derived from

ISSN 3030-3907

dietary (poly) phenols, phenylalanine, tyrosine and catecholamines //Critical Reviews in Food Science and Nutrition. – 2024. – С. 1-60.
8. Yürekli N. et al. Molecular mechanisms of heat shock proteins in distinct diseases //Heat Shock Proteins (HSP) in Translational Neuroscienc. – 2023.
9. Пат. US20020065254A1, A61K 31/603, A61K 31/12. Ibuprofen-aspirin and hydroxymethylacylflilvene analogs./ A. Guttag – 2002
10. Синтез и противовоспалительная активность некоторых амидов салициловой кислоты - производных с а-аминокислотами / Диванян Н.М.[и др.]// Хим.-фарм. Журнал. – 1978. – Т. 12, № 9. – С. 45-48 .
11. Пат. US2008021467 (Al), A61K31/166; A23L1/22; C07C233/73; A61K31/166; A23L1/22; C07C233/00. Hydroxybenzoic acid amides and the use thereof for masking bitter taste / Ley J., Bertram H. J., Kindel G., Krammer G.; SYMRISE GMBH & CO. KG , Holzminden, DE. – 2008.
12. Пат. US6399798 (B2), C07C 233/65, C07D 262/26. Method of preparing alkylated salicylamides / Gschneidner D., Bemadino J.N., Bay W.E.; Emisphere Technologies, Inc., NY. – 2002.
13. Baxromov H.Q. Belgilangan xossali organik tuzlarning (aminokislotalar va gidroksibenzoy kislotalari amidlari ishtirokida) olinishi va xossalari: kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori avtoreferati. – Toshkent.: 2023. – 42 b.
14. Brel A. K. et al. Experience in the synthesis of hydroxybenzoic acid derivatives //Russian Chemical Bulletin. – 2022. – Т. 71. – №. 11. – С. 2335-2341.
15. Bedane K. G., Singh G. S. Reactivity and diverse synthetic applications of acyl isothiocyanates //ARKIVOC: Online Journal of Organic Chemistry. – 2015. – Т. 2015.
16. Ikhtiyarova, G., Khaydarov, A., & Gafforov, A. (2024, January). Methods for obtaining chitin and using chitosan as an intensifier for dying and printing of blended fabrics with water-soluble dyes. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2969, No. 1, p. 060021). AIP Publishing LLC.
17. https://www.way2drug.com

ISSN 3030-3907

METROPOLITEN VAGONLARIDA TEXNIK NOSOZLIKLARNI ANIQLASH VA BARTARAF ETISHNING ZAMONAVIY TEXNOLOGIYALARI

Kasimova Fotima Abduraxmanovna
Toshkent davlat transport universiteti mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Mazkur tadqiqotda metropoliten vagonlarida yuzaga keladigan texnik nosozliklarni aniqlash va ularni bartaraf etishda qo‘llanilayotgan zamonaviy texnologiyalar tahlil qilinadi. Xususan, IoT sensorlari, sun’iy intellekt algoritmlari, dronlar yordamida diagnostika, robotlashtirilgan ta’mirlash uskunalari hamda 3D bosib chiqarish texnologiyalarining amaliy samaradorligi o‘rganilgan. Tadqiqot natijalari ushbu texnologiyalar ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish, texnik xizmat ko‘rsatish muddatini qisqartirish va transport xavfsizligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: metropoliten, vagon nosozliklari, IoT, sun’iy intellekt, dron diagnostikasi, texnik xizmat ko‘rsatish.

Аннотация. В данном исследовании анализируются современные технологии, применяемые для выявления и устранения технических неисправностей вагонов метрополитена. В частности, изучена практическая эффективность IoT-датчиков, алгоритмов искусственного интеллекта, диагностики с использованием дронов, роботизированного ремонтного оборудования и технологий 3D-печати. Результаты исследования показывают, что данные технологии играют важную роль в снижении эксплуатационных затрат, сокращении сроков технического обслуживания и повышении безопасности транспорта.

Ключевые слова: метрополитен, неисправности вагонов, IoT, искусственный интеллект, диагностика дронами, техническое обслуживание.

Abstract. This study analyzes modern technologies used to detect and eliminate technical failures occurring in metro railcars. In particular, the practical effectiveness of IoT sensors, artificial intelligence algorithms, drone-based diagnostics, robotic repair equipment, and 3D printing technologies is examined. The research results demonstrate that these technologies play a significant role in reducing operational costs, shortening maintenance time, and improving transport safety.

Keywords: metro, railcar failures, IoT, artificial intelligence, drone diagnostics, maintenance.

KIRISH

TADQIQOT OBYEKTI VA DOLZARBLIGI. Temir yo‘l va metropoliten transporti zamonaviy shahar infratuzilmasining ajralmas qismi hisoblanadi. Aholi sonining ortishi, yo‘lovchi oqimining ko‘payishi va logistika

ISSN 3030-3907

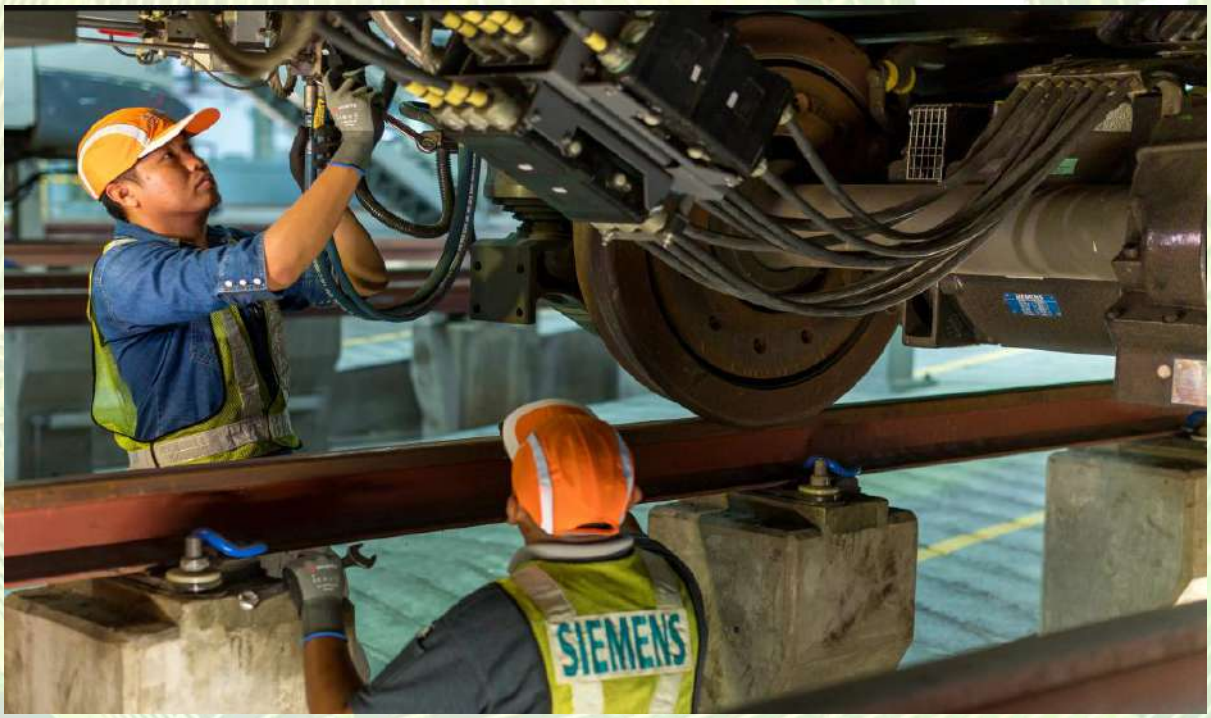
tizimlarining murakkablashuvi transport vositalarining uzluksiz va xavfsiz ishlashini ta’minlashni dolzarb masalaga aylantirmoqda [1]. Shu bois, metropoliten vagonlarining texnik holati va nosozliklarni aniqlash, ularni bartaraf etish tizimlari ilmiy va amaliy jihatdan katta ahamiyat kasb etadi.

Tadqiqot obyekti — metropoliten vagonlaridagi texnik nosozliklarni aniqlash va bartaraf etish jarayonida qo‘llanilayotgan zamonaviy raqamli texnologiyalar, jumladan IoT sensorlari, sun’iy intellekt algoritmlari, dron diagnostikasi, robotlashtirilgan ta’mirlash uskunalari va 3D bosib chiqarish texnologiyalari hisoblanadi.

MUAMMONING QO‘YILISHI

Metropoliten vagonlarida yuzaga keladigan texnik nosozliklar nafaqat iqtisodiy zarar keltiradi, balki yo‘lovchilar xavfsizligiga jiddiy tahdid tug‘diradi. An’anaviy texnik xizmat ko‘rsatish tizimi asosan reja asosida yoki nosozlik sodir bo‘lgandan so‘ng amalga oshiriladi. Bunday yondashuv ortiqcha vaqt va mablag‘ sarfiga olib keladi, favqulodda to‘xtashlar sonini oshiradi va transport barqarorligini pasaytiradi [2].

Mavjud ilmiy manbalarda yuqori tezlikdagi temir yo‘l tizimlari va energiya samaradorligi masalalari keng yoritilgan bo‘lsa-da, metropoliten vagonlarida raqamli diagnostika va prognozlash tizimlarining kompleks qo‘llanilishi yetarlicha o‘rganilmagan. Shu sababli, zamonaviy texnologiyalarni joriy etish orqali nosozliklarni aniqlash aniqligi, texnik xizmat muddatini qisqartirish va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish imkoniyatlarini o‘rganish dolzarb ilmiy va amaliy vazifa hisoblanadi.



TADQIQOT MAQSADI VA VAZIFALARI

ISSN 3030-3907

Mazkur maqolaning maqsadi — metropoliten vagonlarida nosozliklarni aniqlash va bartaraf etishda qo‘llanilayotgan ilg‘or texnologiyalarni tahlil qilish hamda ularning amaliy samaradorligini baholashdan iborat.



Tadqiqot bir necha bosqichda amalga oshirildi.

Birinchi bosqichda vagonlarning asosiy texnik uzellariga harorat, bosim, tebranish, namlik va elektr yuklama ko‘rsatkichlarini o‘lchovchi sensorlar o‘rnatildi. Ushbu qurilmalar real vaqt rejimida ma’lumotlarni markaziy serverga uzatdi. Olingan ma’lumotlar uzluksiz monitoring tizimi orqali saqlanib, keyingi tahlil uchun qayta ishlash markaziga yo‘naltirildi.

Ikkinchi bosqichda yig‘ilgan ma’lumotlar asosida mashinaviy o‘rganish algoritmlari qo‘llanildi. Tizim avvalgi nosozliklar statistikasi hamda real vaqt ko‘rsatkichlarini solishtirish orqali ehtimoliy nosozliklarni prognoz qildi. Natijada profilaktik ta’mirlash muddatlarini optimallashtirish imkoniyati yaratildi.

Uchinchi bosqichda vagonlarning tashqi qismi, xususan, inson yetib borishi qiyin bo‘lgan hududlar dronlar yordamida tekshirildi [3]. Yuqori aniqlikdagi tasvirlar maxsus dasturiy ta’minot orqali tahlil qilinib, yoriqlar, korroziya va mexanik shikastlanishlar aniqlanib texnik xizmat rejasiga kiritildi.

ADABIYOTLAR SHARXI

Transport tizimlarida texnik xizmat ko‘rsatish masalalari bo‘yicha qator ilmiy manbalarda nazariy va amaliy yondashuvlar bayon etilgan. Jumladan, energetika va transport infratuzilmasi rivoji masalalari [1] da tahlil qilingan. Yuqori tezlikdagi temir yo‘llar ekspluatatsiyasi va texnik xizmat ko‘rsatish tizimlari [2] da

ISSN 3030-3907

keng yoritilgan. Elektr ta’minoti tizimlari va diagnostika asoslari [3], elektronika va avtomatlashtirish elementlari [4] da bayon etilgan.

Tajriba jarayonida 100 ta metropoliten vagoni kuzatuvga olindi. Ulardan 50 tasida an’anaviy texnik xizmat ko‘rsatish usuli, qolgan 50 tasida esa zamonaviy texnologiyalar asosidagi yondashuv qo‘llanildi. Olingan natijalar matematik-statistik usullar yordamida tahlil qilindi.

Mazkur tadqiqot ana shu bo‘shliqni to‘ldirishga qaratilgan.

METODOLOGIYA

Tadqiqot uch bosqichda amalga oshirildi:

1-bosqich. Ma’lumotlarni yig‘ish.

Vagonlarning asosiy texnik uzellariga harorat, bosim, tebranish, namlik va elektr yuklama ko‘rsatkichlarini o‘lchovchi IoT sensorlari o‘rnatildi. Ma’lumotlar real vaqt rejimida markaziy serverga uzatildi.

2-bosqich. Ma’lumotlarni tahlil qilish.

Yig‘ilgan ma’lumotlar mashinaviy o‘rganish algoritmlari asosida qayta ishlanib, ehtimoliy nosozliklar prognoz qilindi.

3-bosqich. Vizual diagnostika.

Vagonlarning tashqi qismi dronlar yordamida tekshirildi. Yuqori aniqlikdagi tasvirlar maxsus dastur orqali tahlil qilindi.

Tajriba 100 ta vagon misolida o‘tkazildi:

50 ta vagon — an’anaviy usul;

50 ta vagon — zamonaviy texnologiyalar asosida.

Natijalar matematik-statistik usullar yordamida tahlil qilindi.

TADQIQOT NATIJALARI

Olingan natijalar quyidagilarni ko‘rsatdi:

1-Jadval

An’anaviy va zamonaviy texnologiyalar samaradorligini taqqoslash

№	Ko‘rsatkich	An’anaviy usul	Zamonaviy texnologiya	Farq (%)
1	Nosozlik aniqlash aniqligi	78 %	97 %	+19 %
2	Prognozlash samaradorligi	60 %	84 %	+40 %
3	Texnik xizmat davomiyligi	10 kun	5 kun	−50 %
4	Yillik ekspluatatsion xarajat	100 %	70 %	−30 %
5	Favqulodda to‘xtashlar soni	12 ta/yil	5 ta/yil	−58 %

Natijalar zamonaviy texnologiyalar nosozliklarni erta bosqichda aniqlash va favqulodda to‘xtashlarni kamaytirishda yuqori samaradorlikka ega ekanini tasdiqladi [3,4].

DISKUSSIYA

Ilmiy topilmalarni muhokama qilish

ISSN 3030-3907

IoT sensorlari uzluksiz monitoringni ta’minlab, nosozliklarni dastlabki bosqichda aniqlash imkonini beradi. Sun’iy intellekt tizimlari katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlab, profilaktik ta’mirlash muddatlarini optimallashtiradi [4].

Dron diagnostikasi inson omilini kamaytiradi va tekshiruv aniqligini oshiradi. Robotlashtirilgan ta’mirlash tizimlari xavfsizlikni kuchaytiradi, 3D bosib chiqarish esa ehtiyot qismlarni tezkor ishlab chiqarishga xizmat qiladi [3,5].

2-Jadval

Qo‘llanilgan texnologiyalar va ularning funksional afzalliklari

Texnologiya	Qo‘llanilish sohasi	Asosiy natija	Samaradorlik
IoT sensorlari	Real vaqt monitoring	erta ogohlantirish	Juda yuqori
Sun’iy intellekt	Nosozlik prognozi	profilaktik ta’mir	Yuqori
Dron diagnostikasi	Tashqi inspeksiya	aniqlik oshishi	Yuqori
Robotlashtirilgan tizim	Ta’mirlash jarayoni	xavfsizlik	O‘rta–yuqori
3D bosib chiqarish	Ehtiyot qismlar	tezkor ishlab chiqarish	Yuqori

BAHOLASH

Natijalar ilgari e’lon qilingan nazariy qarashlarni amaliy jihatdan tasdiqlaydi. Biroq tadqiqot 100 ta vagon doirasida o‘tkazilgani sababli, kengroq miqyosda qo‘shimcha tadqiqotlar talab etiladi.

Cheklovlar va tavsiyalar

Dastlabki investitsiya xarajatlari yuqori.

Raqamli infratuzilma va malakali mutaxassislar talab etiladi.

Kelgusida katta hajmdagi ma’lumotlar bazasini shakllantirish va milliy metropoliten tizimlariga moslashtirilgan algoritmlar ishlab chiqish tavsiya etiladi.

XULOSA

Ilmiy izlanishlar natijalari shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy diagnostika vositalari va ilmiy asoslangan texnik xizmat ko‘rsatish tizimini joriy etish metro elektr jihozlarining nosozliklarini 20–35% gacha kamaytirish imkonini beradi hamda transport xavfsizligi va iqtisodiy samaradorlikni oshiradi.

Metro vagonlari elektr jihozlarida yuzaga keladigan nosozliklarni prognozlash va oldini olishning zamonaviy usullari tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy reja asosidagi yoki nosozlikdan keyingi

ISSN 3030-3907

texnik xizmat ko‘rsatish tizimlari zamonaviy sharoitda yetarli darajada samarali emas. Transport tizimining uzluksiz va xavfsiz ishlashini ta’minlash uchun prognozlashga asoslangan, raqamlashtirilgan va avtomatlashtirilgan yondashuvlarni qo‘llash zarur.

Raqamli monitoring tizimlari yordamida elektr jihozlarining asosiy parametrlarini real vaqt rejimida nazorat qilish, og‘ishlarni erta aniqlash va favqulodda holatlarning oldini olish mumkin. Sun’iy intellekt va mashinaviy o‘qitish algoritmlari esa katta hajmdagi ma’lumotlarni tahlil qilish orqali ehtimoliy nosozliklarni oldindan bashorat qilish imkonini beradi. IoT texnologiyalari barcha qurilmalarni yagona axborot makoniga birlashtirib, masofaviy diagnostika va markazlashtirilgan boshqaruvni ta’minlaydi.

Shu sababli metropoliten tizimlarini modernizatsiya qilish jarayonida avtomatlashtirilgan, raqamli va prognozlashga asoslangan texnik xizmat ko‘rsatish tizimlarini keng joriy etish maqsadga muvofiqdir. Ilmiy izlanishlar natijalari elektr jihozlari nosozliklarini kamaytirish hamda ularning ishonchliligini oshirishda zamonaviy innovatsion texnologiyalarni tatbiq etish muhim ahamiyat kasb etishini tasdiqlaydi [5].

TASHAKKURNOMA

Muallif tadqiqot jarayonida metodik va ilmiy maslahatlar bergan hamkasblariga hamda tajriba o‘tkazishda ko‘maklashgan transport sohasi mutaxassislariga minnatdorlik bildiradi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. Ташкент: Изд. “Молия” Банковско-финансовой академии, 2007. – 388 с.
2. Киселёв И.П. и др. Высокоскоростные железные дороги. Общий курс. Том 1-2. уч. пос.– М.: УМЦ по образованию на ж.д. транспорте, 2014. – 308 с.
3. Muhiddinov Sh.Q., Muxamedjanov M.F. Elektrlashgan temir yo‘llar elektr ta’minoti: amaliy va mustaqil ishlarni bajarish uchun uslubiy o‘quv ko‘rsatma. -Toshkent: Toshkent temir yo‘l muhandislari instituti, 2015. – 43 b.
4. Safarov A.M. Elektronika asoslari: oliy o‘quv yurtlari talabalari uchun o‘quv qo‘llanma. -Toshkent: “Adabiyot uchqunlari ” nashriyoti, 2015. – 376 b.
5. Temir yo‘l atamalarining ruscha – o‘zbekcha o‘quv lug‘ati/A.E.Odilxo‘jayev umumiy tahriri ostida. – Toshkent: “Fan” nashriyoti, 2008. – 227 b.

ISSN 3030-3907

KIYIKO‘T *(ZIZIPHORA PEDICELLATA L.)* O‘SIMLIGI TARKIBIDAGI NAMLIKNI ANIQLASH

Z.X.Abduraimov

Andijon davlat universiteti “Tabiiy birikmalar va oziq-ovqat kimyosi” kafedrasi dotsenti v.b., kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori (PhD)

N.B.Sheraliyeva

Andijon davlat universiteti kimyo ta’lim yo‘nalishi 3-bosqich talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada kiyiko‘t (*ziziphora pedicellata L.*) o‘simligining xalq tabobatida qo‘llanilishi, kimyoviy tarkibini o‘rganish bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlarning adabiyotlar tahlili, o‘simlikning yer ustki qismini gigroskopik namligini gravimetrik usulda aniqlash natijalari va ularni matematik statistika usullarida baholash natijalari bayon qilingan.

Kalit so‘zlar. Kiyiko‘t (*ziziphora pedicellata L.*), triterpen soponinlar, ursol, oleanol, xlorogen, flavonoidlar, gravimetriya, sinol, pinen, borneol, funktsional biofaol birikmalar.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы применения зизифоры (*Ziziphora pedicellata L.*) в народной медицине, приводится обзор литературы по исследованиям её химического состава. Также изложены результаты определения гигроскопической влажности надземной части растения гравиметрическим методом и результаты их оценки методами математической статистики.

Ключевые слова. Зизифора (*Ziziphora pedicellata L.*), тритерпеновые сапонины, урсоловая кислота, олеаноловая кислота, хлорогеновая кислота, флавоноиды, гравиметрия, цинеол, пинен, борнеол, функциональные биоактивные соединения.

Abstract. This article discusses the application of the plant Ziziphora pedicellata L. in folk medicine and provides a literature review of research conducted on its chemical composition. Furthermore, the results of determining the hygroscopic moisture content of the aerial parts of the plant using the gravimetric method, as well as the evaluation of these results through mathematical statistical methods, are presented.

Keywords. Ziziphora pedicellata L., triterpene saponins, ursolic acid, oleanolic acid, chlorogenic acid, flavonoids, gravimetry, cineole, pinene, borneol, functional bioactive compounds.

KIRISH.

Insonga berilgan ne’matlar ichida salomatlikning o‘rni beqiyos. Bizning har bir faoliyatimiz natijasi, umrimiz mazmuni sog‘ligimizga bog‘liq. Salomatlikni

ISSN 3030-3907

asrash, kasalliklarni davolash va profilaktikasi azal-azaldan odamlar oldida turgan asosiy masalalardan bo‘lib kelgan.

Aholi salomatligini ta’minlash, turli kasalliklarga shifo topish maqsadida tabiiy mahsulotlardan foydalanib kelinishi, o‘z navbatida asrlar davomida xalq tabobatining ham shakllanishiga, takomillashuviga xizmat qilgan. So‘nggi yillarda xalq tabobati sohasini tartibga solish, xalq tabobatida qo‘llaniladigan shifobaxsh giyohlarni mamlakatimizda yetishtirish vaqayta ishlash masalalariga alohida e’tibor qaratilmoqda. O‘zbekiston Respublikasi prezidentining 2020-yil 10-apreldagi PQ-4668-sonli “O‘zbekiston Respublikasida xalq tabobatini rivojlantirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlar to‘g‘risida” gi qarori sog‘liqni saqlash tizimida olib borilayotgan islohotlarning mantiqiy davomi desak, mubolag‘a bo‘lmaydi.

Bugungi kunda mamlakatimizda xalq tabobati va zamonaviy tibbiyotda ishlatiladigan ko‘plab dorivor preparatlarni o‘simliklardan ajratib olish, ularning kimyoviy tarkibini, shifobaxsh xususiyatlarini o‘rganish borasida diqqatga sazovor ishlar amalga oshirilib kelinmoqda. Bu borada Andijon davlat universiteti huzuridagi “Tovarlar kimyosi va xalq tabobati ilmiy tadqiqotlar markazi” laboratoriyasida ham dorivor o‘simliklarning kimyoviy tarkibini zamonaviy fizikaviy tadqiqot usullari yordamida kompleks tekshirish va taxlil qilish ishlari jadal sur’atlar bilan amalga oshirilib kelinmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Kiyiko‘t (*ziziphora pedicellata L.*) labguldoshlar oilasiga mansub. Bo‘yi 40 sm atrofidagi ko‘p yilli o‘t o‘simlikdir. Tog‘li tumanlarda tog‘ yon bag‘irlarida, shag‘al va toshloq qo‘ng‘ir tuproqli yerlarda dengiz sathidan 2400 metrgacha balandlikda o‘sadi. Kiyiko‘t asosan Shimoliy yarim sharning mo‘tadil iqlimli hududlariga xos. U Yevropa, Osiyo va Shimoliy Amerikaning keng hududlarida uchraydi. Markaziy Osiyo (O‘zbekiston, Qozog‘iston, Qirg‘iziston, Tojikiston), Kavkaz, Eron, Afg‘oniston, Xitoyning g‘arbiy qismlarida tarqalgan. Xususan, Toshkent viloyati, Samarqand, Farg‘ona vodiysi, Qashqadaryo va Surxondaryo tog‘ etaklarida keng tarqalgan.Yevropada deyarli barcha mamlakatlarda yovvoyi holda o‘sadi. Iyun-avgustda gullaydi, mevalari avgust-sentyabrda yetiladi. Asosan o‘simlikning yer ustki qismi (o‘ti) ishlatiladi.

Tarkibida 1-2 foizgacha efir moylari, triterpen soponinlar, ursol, oleanol, xlorogen, flavonoidlar va boshqa moddalar bor. Efir moyi tarkibiga fenollar, sinol, pinen, borneol kiradi[1].

Kiyik o‘ti o‘simligining bargi va ildizi tarkibida uchraydigan makro va mikro elementlar ISP-MC tahlil qilinganda (kalsiy, kremniy, alyuminiy, temir, magniy, kobalt, rux, mis, marganes, molibden) lar borligi aniqlangan[2].

ISSN 3030-3907

Ziziphora pedicellata L. va *Portulaca oleracea L.*da 20 xil aminokislotalarning mavjudligi aniqlangan[3]. *Ziziphora L.* ning mikroblarga qarshi, antioksidant va immunomodulyatsion faolligi o‘rganilgan[4]. Shuningdek O‘zbekiston florasidan Lamiaceae oilasiga mansub hushbo‘y o‘simliklarning an’anaviy qo‘llanilishi, etnofarmakologiyasi, biologik faolligi va efir moylari tarkibiga oid adabiyotlarni tanqidiy ko‘rib chiqilgan. O‘rganishlar *Ziziphora pedicellata L* turlarning biologik faolligi va dorivor xususiyatlarining aksariyati oziq-ovqat, ozuqa, farmatsevtika va kosmetika sanoatida qo‘llanilishi ma‘lum bo‘lgan turli xil funktsional biofaol birikmalarni o‘z ichiga olgan efir moylari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin[5].

EKSPERIMENTAL QISM. Tajribalar Andijon davlat universiteti huzuridagi “Tovarlar kimyosi va xalq tabobati ilmiy tadqiqotlar markazi” laboratoriyasida amalga oshirildi.

Namlikni aniqlash usuli xom ashyo to‘liq quruq holatga qadar quritilganda gigroskopik namlik va uchuvchan moddalar ta’sirida massa yo‘qotilishini o‘lchashga asoslangan. Namlikni aniqlashdan maqsad kul va faol moddalar tarkibini mutlaqo quruq xom ashyoga aylantirishda quritishdagi yo‘qotish tegishli sinovlar uchun tayyorlangan namunalarda aniqlanadi.

Uskunalar, materiallar va reaktivlar. Sinov uchun quyidagilar qo‘llanildi: Memmert UN 30 quritish pechi, $1 \cdot 10^{-4}$ g aniqlikda tortuvchi ADAM nomli laboratoriya analitik tarozisi(Germaniya), eksikator, metall qoshiqcha, qaychi, tigel, byukslar, tigel qisqichlari, kalsiy xlorid, kiyiko‘tning yer ustki qismi.

Sinovga tayyorgarlik. Toza quruq raqamlangan byukslarning har biriga uchi to‘mtoq shisha tayoqcha solindi. Byukslar qopqog‘i ochiq holda (ichidagilari bilan birga) quritish pechida 100-105ºC haroratda 30-40 daqiqa quritildi va eksikatorda sovutilib $1 \cdot 10^{-4}$ g aniqlikda tortildi. Birinchi byuksning massasi 23,001 g, ikkinchi byuksning massasi 22,998 g. Byuksni quritish jarayonida namligi aniqlanadigan mahsulot (kiyiko‘tning yer ustki qismi-analitik namuna) tayyorlandi. Analitik namuna qaychi bilan taxminan 10 mm zarracha o‘lchamiga qadar kesildi. Namunani aralashtirib $1 \cdot 10^{-4}$ g aniqlikda biri 4,336 g, ikkinchisi 4,337 g. bo‘lgan ikkita qism tortib olindi. Har bir qism oldindan tortilgan, raqamlangan va qopqog‘i yopilgan byukslarga solinib shisha tayoqcha yordamida aralashtirildi hamda og‘irligi shu tarozini o‘zida tortildi. Bunda birinchi byuks namuna bilan birgalikda 27,337 g, ikkinchi byuks namuna bilan birgalikda 27,335 g bo‘ldi.

Sinovni o‘tkazish. Tayyorlangan byukslar tortilgan namunalar bilan birga, qopqoqlari ochiq holda, tezda 100-105ºC ga qadar isitiladigan quritish pechiga joylashtirildi. Shu vaqtda pechdagi harorat biroz tushdi. Namunani quritish

ISSN 3030-3907

pechdagi harorat 100-105ºC yetgan vaqtdan boshlab 6 soat quritildi, vaqti-vaqti bilan byuksdagi aralashma shisha tayoqcha bilan aralashtirib turildi. 6 soatdan so‘ng byukslarning qopqog‘i yopilib qisqichlar yordamida pechdan chiqarildi va 30 daqiqa davomida sovutish uchun tubida suvsiz kalsiy xloridli eksikatorga joylashtirildi. Sovutilgan byukslar tortildi. Birinchi byuksning massasi 26,908 g, ikkinchi byuksning massasi 26,914 g. Byukslar shu tariqa yana bir soat quritildi va tortib ko‘rildi. Bunda birinchi byuksning massasi 26,893 g, ikkinchi byuksning massasi 26,898 g bo‘lidi. Byukslarning ikkita tortish o‘rtasidagi farq 0,01 g dan ortiq bo‘lganligi uchun yana yarim soat quritildi va tortildi. Keyingi tortishda birinchi byuksning massasi 26,883 g, ikkinchi byuksning massasi 26,888 g bo‘ldi. Demak ikkinchi va uchinchi tortish orasidagi farq 0,01 g dan oshmaganligi uchun doimiy vaznga erishildi deb hisoblashimiz mumkin.

Analiz vaqtida natijaning to‘g‘ri bo‘lishini ta’minlash uchun uch marta parallel tajribalar amalga oshirildi.

Olingan natijalar va ularning muhokamasi. Xomashyoning namligi (X) quyidagi formula bo‘yicha hisoblanadi:

$$X = \frac{(m-m_1)\cdot 100}{m},$$

bu yerda m-quritishdan oldingi namunaning massasi, g;

m_1-quritilgandan keyingi namuna massasi, g.

Birinchi parallel aniqlashdagi namunaning namligi:

$$Birinchi\ namunaga\ nisbatan\ (\%)\ da;\ X = \frac{4{,}336 - 3{,}882}{4{,}336}\cdot 100;\ X = 10{,}47\%$$

$$Ikkinchi\ namunaga\ nisbatan\ (\%)\ da;\ X = \frac{4{,}337 - 3{,}890}{4{,}337}\cdot 100;\ X = 10{,}30\%$$

Ikkinchi parallel aniqlashdagi namunaning namligi:

$$Birinchi\ namunaga\ nisbatan\ (\%)\ da;\ X = \frac{4{,}3368 - 3{,}8863}{4{,}3368}\cdot 100;\ X = 10{,}39\%$$

$$Ikkinchi\ namunaga\ nisbatan\ (\%)\ da;\ X = \frac{4{,}3366 - 3{,}8915}{4{,}3366}\cdot 100;\ X = 10{,}26\%$$

Uchinchi parallel aniqlashdagi namunaning namligi:

$$Birinchi\ namunaga\ nisbatan\ (\%)\ da;\ X = \frac{4{,}3369 - 3{,}8967}{4{,}3369}\cdot 100;\ X = 10{,}15\%$$

ISSN 3030-3907

$$Ikkinchi\ namunaga\ nisbatan\ (\%)\ da; X = \frac{4{,}337 - 3{,}8946}{4{,}337} \cdot 100; X = 10{,}2\%$$

1-jadval

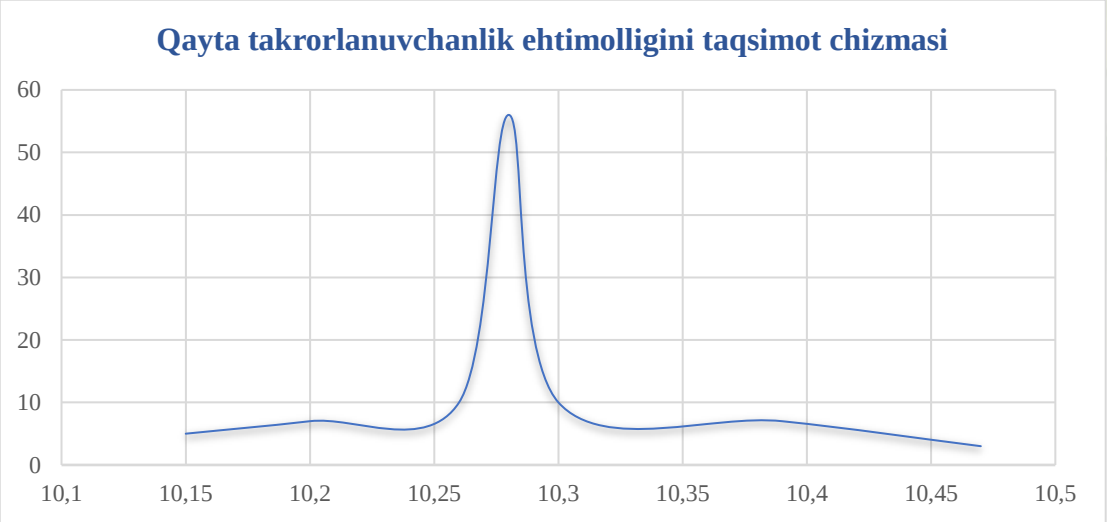
Olingan natijalarni o‘rtacha qiymatini

Namuna turi va raqami	Byuksning raqami	Idishning (tayoqcha bilan) massasi, (g)	Yangi namuna solingan idishning massasi, (g)	Namuna bilan quritilgan idishning massasi(g)	Xomashyoning namligi (%)	Quruq moddaning miqdori (%)
Kiyiko‘tning yer ustki qismi №1	№1	23	27,336	26,888	10,34	89,66
Kiyiko‘tning yer ustki qismi №2	№2	23	27,336	26,892	10,25	89,75

Kiyiko‘tning yer ustki qismini gigroskopik namligini uch marta parallel aniqlashlarning o‘rtacha natijalari berilgan 1-jadvalda birinchi namunalarning gigroskopik namligining o‘rtacha olingan qiymati 10,34 (%) ni , ikkinchi namunalarning gigroskopik namligining o‘rtacha olingan qiymati esa 10,25 (%) ni tashkil etdi. Bundan ko‘rinib turibdiki parallel aniqlashlardagi gigroskopik namliklar orasidagi faraq 0,09 (%) ni tashkil qilmoqda. Bu esa tajribalar bir xil sharoitda bajarilganligidan dalolat beradi. Parallel tajribalarda olingan natijalar o‘zaro bir biriga to‘g‘ri kelsa, natijalar qayta takrorlanuvchan hisoblanadi. Qayta takrorlanuvchanlik matematik statistika usullari yordamida baholanadi.

Analiz natijalarini matematik statistika usullar yordamida baholash. Matematik statistika usullari yordamida natijalar qayta hisoblandi. Parallel tajribalar sonidan kelib chiqib, natijalar taqsimot chizmasida tasvirlandi.

ISSN 3030-3907



Taqsimot chizmasidagi cho‘qqi simmetrik bo‘lganligi uchun parallel tajribalarda olingan natijalar qayta takrorlanuvchan bo‘ladi.

Parallel tajribalarda olingan natijalar orasida takrorlanuvchanligi eng yuqori bo‘lgani 10,28 (%) ekanligini taqsimot chizmasida ko‘rishimiz mumkin.

XULOSA. Kiyiko‘t (*ziziphora pedicellata L.*) o‘simligining gigroskopik namligi aniqlash bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi xulosalarga kelindi. O‘simlik namunasining gigroskopik namligining o‘rtacha qiymati 10,295 % ekanligi aniqlandi. Olingan natijalarni matematik statistika usullari yordamida qayta takrorlanuvchanligi baholandi.

Kiyiko‘t (*ziziphora pedicellata L.*) o‘simligi tarkibidagi vitaminlarni, mikro va makroelementlarni, ushbu o‘simlik ekstraktini antioksidantlik va antiradikallik xususiyatlarini, flavonoidlarini zamonaviy fizik-kimyoviy tadqiqot usullari yordamida tadqiq etish, tarkibidagi biologik faol moddalarning organizmga ta’sirini in-Vitro va in-Vivo sharoitlarida o‘rganish va amaliyotga joriy etish uni tibbiyotda yoki Xalq tabobatida qo‘llanilish ko‘lamini yanada kengaytiradi.

ADABIYOTLAR

1. I.Asqarov “Tabobat qomusi” Toshkent: Mumtoz so‘z 2019
2. Q.Sh.Tursunov., X.Sh.Tursunova. Kiyiko‘t o‘simligining kimyoviy tarkibi va makro va mikroelelmentlar ISP-MC tahlili. “Talqin va tadqiqotlar ilmiy-uslubiy jurnal. UIF-2023:8.2/2181-3035/№18. 263-267-b.
3. I.R.Asqarov., M.M.Akbarova., Z.A.Smanova. Determination of amino acids of Ziziphora pedicellata L. and Portulaca oleracea L. plants. International internet conference «MODERN CHEMISTRY OF MEDICINES» November 7, 2025, Kharkiv, Ukraine 8-p.
4. Mert Ilhan. , Perihan Gürbüz., İpek Süntar. An Updated Review on Ziziphora L.: A Valuable Source of Phytoconstituents for Potential Health Benefits. Special

ISSN 3030-3907

Issue-Lamiaceae Family: Phytochemistry, Pharmacology, Ethnopharmacology, Ethnobotany and Food Source. Rec. Nat. Prod. 19:SI (2025) 375-399.

5. Nilufar Z. Mamadalieva., Davlat Kh. Akramov., Elisa Ovidi., Antonio Tiezzi., Lutfun Nahar., Shaxnoz S. Azimova., Satyajit D. Sarker. Aromatic Medicinal Plants of the Lamiaceae Family from Uzbekistan: Ethnopharmacology, Essential Oils Composition, and Biological Activities Submission received: 25 December 2016 / Revised: 24 January 2017 / Accepted: 4 February 2017 / Published: 10 February 2017

6. Сыри лекарсвенное растительное. ГОСТ 24027.2-80 Взамен ГОСТ 6076-74 в части методов определения влажности, содержания золы, экстрактивных и дубильних веществ, эфирного масла.

7. O.Fayzullayev. Analitik kimyo. Darslik Toshkent “Yangi asr avlodi” 2006.

8. Mavlyanov Z.F., Usmonxodjayeva A.A., Ravshanova M.Z., Ruzimurotova Y.Sh. Xalq tabobati: O‘quv qo‘llanma/ Toshkent: Samarqand 2022. -356 b.

ISSN 3030-3907

НЕЙРО-НЕЧЕТКОЕ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПАРАМЕТРАМИ ЭНЕРГООБЪЕКТОВ

И.Х. Сиддиков.
Профессор, ***Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова***
Г.Р. Алимова.
Доцент, ***Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова***
Н.Р. Усмоналиева
Магистрант, ***Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова***
К.М.Абдусатторова
Магистрант, ***Ташкентский государственный технический университет имени И.Каримова***

Аннотация. Приведены результаты исследования свойств система автоматического регулирования с пропорционально-интегрально-дифференциальном-регулятором с адаптацией. Отличительная особенность адаптации заключается в том, что в процессе работы системы параметры регулятора не меняются и соответствуют настройке, предшествующей запуску системы. При этом в зависимости от изменения параметров объекта управления, меняется коэффициент передачи регулятора который происходят только в тех случаях, когда качества система автоматического регулирования становится неудовлетворительным вследствие изменения свойств объекта управления или из-за воздействия на объект управления возмущений. Для настройки параметров пропорционально-интегрально-дифференциального-регулятора предложен двухслой- ная искусственная нейронная сеть, отличающиеся простотой реализации на микроконтроллерах. Осуществлен сравнительный анализ полученных результатов путем проведения имитационного эксперимента на среде «MATLAB». Результаты исследования система автоматического регулирования с нейро-нечетким регулятором показали данный регулятор позволяет значительно улучшить качество технологическими параметрами объекта.

Ключевые слова: система автоматического регулирования, адаптивный Proportional–integral–derivative controller (ПИД-регулятор), нейро-нечеткий регулятор, искусственная нейронная сеть, двухслойная нейронная сеть, механизм адаптации, коэффициент передачи, качество управления,

ISSN 3030-3907

технологические параметры, имитационное моделирование, среда MATLAB, реализация на микроконтроллерах.

Annotatsiya. Avtomatik rostlash tizimining moslashuvchan Proportional–integral–derivative controller (PID-regulyator) bilan jihozlangan holati bo‘yicha o‘tkazilgan tadqiqot natijalari keltirilgan. Mazkur moslashuv mexanizmining o‘ziga xos xususiyati shundan iboratki, tizim ishlash jarayonida regulyatorning asosiy parametrlarini (proportsional, integral va differensial koeffitsiyentlar) o‘zgartirmaydi hamda ular ishga tushirishdan oldingi sozlash qiymatlariga mos holda saqlanadi. Shu bilan birga, boshqarilayotgan obyekt parametrlarining o‘zgarishiga qarab regulyatorning uzatish koeffitsiyenti mos ravishda o‘zgartiriladi. Mazkur o‘zgarishlar faqat avtomatik rostlash tizimi sifati obyekt xossalarining o‘zgarishi yoki tashqi bezovta qiluvchi ta’sirlar natijasida qoniqarsiz holatga kelgan hollardagina amalga oshiriladi. Proportsional–integral–differensial regulyator parametrlarini sozlash uchun mikrocontrollerlarda amaliy jihatdan sodda realizatsiya qilinadigan ikki qatlamli sun’iy neyron tarmoq modeli taklif etilgan. Olingan natijalar MATLAB muhitida imitatsion tajriba o‘tkazish orqali qiyosiy tahlil qilindi. Neyro-noaniq (neyro-fuzzy) regulyator bilan jihozlangan avtomatik rostlash tizimi bo‘yicha olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, mazkur regulyator boshqarilayotgan obyektning texnologik parametrlarini rostlash sifatini sezilarli darajada yaxshilash imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: avtomatik rostlash tizimi, moslashuvchan Proportional–integral–derivative controller (PID-regulyator), neyro-noaniq regulyator, sun’iy neyron tarmoq, ikki qatlamli neyron tarmoq, moslashuv mexanizmi, uzatish koeffitsiyenti, boshqaruv sifati, texnologik parametrlar, imitatsion modellashtirish, MATLAB muhiti, mikrocontrollerlarda realizatsiya.

Annotation: The results of a study on the properties of an automatic control system with an adaptive Proportional–integral–derivative controller (PID controller) are presented. The distinctive feature of the proposed adaptation mechanism is that, during system operation, the main controller parameters (proportional, integral, and derivative gains) remain unchanged and correspond to the settings defined prior to system start-up. At the same time, depending on variations in the controlled plant parameters, the controller gain is adjusted. Such adjustment occurs only when the quality of the automatic control system becomes unsatisfactory due to changes in the plant dynamics or as a result of external disturbances acting on the plant. For tuning the parameters of the PID controller, a two-layer artificial neural network is proposed. The suggested structure is characterized by its simplicity and suitability for implementation on microcontrollers. A comparative analysis of the obtained results was carried out by conducting a simulation experiment in the MATLAB

ISSN 3030-3907

environment. The research findings for the automatic control system employing a neuro-fuzzy controller demonstrate that this controller significantly improves the quality of regulation of the technological parameters of the controlled object.

Keywords: automatic control system, adaptive Proportional–integral–derivative controller (PID controller), neuro-fuzzy controller, artificial neural network, two-layer neural network, adaptation mechanism, gain coefficient, control quality, technological parameters, simulation modeling, MATLAB environment, microcontroller implementation.

ВВЕДЕНИЕ.

На сегодняшний день одной из актуальных проблем современной теории управления является разработка способов обеспечения требуемого качества систем автоматического регулирования (САР) объектами с нестационарными параметрами [1]. В настоящее время используемые в промышленности пропорционально-интегрально-дифференциальное (ПИД)-регуляторы относятся к наиболее распространённому типу регуляторов. Порядка 90-95% регуляторов, находящихся в настоящее время в эксплуатации, используют ПИД-алгоритм. Причинами столь высокой популярности являются простота построения и промышленного использования, ясность функционирования, пригодность для решения большинства практических задач и низкая стоимость [2]. Использование ПИД-закона ведёт к повышению качества регулирования, но ограничено сложностью его настройки. Это объясняется особенностью работы САР с ПИД- регуляторами: высокая чувствительность к отклонению оптимума их настроек и невозможность применения шагового метода для получения вида переходного процесса.

Адаптивное управления динамическими объектами в настоящее время большинстве случаев осуществляется на основе идентификации с последующим решением задачи определения параметров ПИД-регулятора. Основными недостатками такого подхода является сложность реализации процедуры идентификации и ограниченные возможности изменения динамических свойств САР путем изменения параметров ПИД-регулятора. При наличие свойства нелинейные. Использование нелинейных регуляторов (например нечетких или нейронных регуляторов [3, 4]), позволяет добиться более высоких показателей качества переходного процесса. Однако простота и ясность структуры ПИД-регуляторов с тимулирует исследования, связанные с усовершенствованием их конструкции ([15-8] и другие). Так в работе [5] предлагается дополнять ПИД-регулятор нейросетевым регулятором, обучаемым с помощью алгоритма обратного распространения

ISSN 3030-3907

ошибки. Сигналы обоих регуляторов складываются, что позволяет получить нелинейный закон управления. В работе [6] используется RBF-сеть, которая служит для изменения коэффициентов ПИД-регулятора. Настройка происходит с помощью генетического алгоритма (ГА). В [7] искусственная нейронная сеть аппроксимирует ПИД-регулятор, для обучения используется алгоритм дифференциальной эволюции. В [8] нейронный супервизор на базе НС прямого распространения управляет коэффициентами ПИД-регулятора. В данной работе исследуется простой вариант модификации цифрового ПИД-регулятора, основный на эквивалентном представлении, на базе нейронной сети (НС) с последующим введением нелинейностей, улучшающих качество переходных процессов.

МЕТОД РЕШЕНИЯ. В представленной работе приводятся результаты исследования свойств САР с ПИД-регулятором и последовательным адаптивным корректирующим устройством. В процессе работы системы регулирования, в зависимости от изменения параметров объекта управления, меняется коэффициент передачи корректора или создаваемый им фазовый сдвиг. Что позволяет обеспечить устойчивость системы и повысить качество переходных процессов. Эти изменения происходят только тех случаях, когда качества САР становится неудовлетворительным вследствие изменения свойств объекта управления или из-за воздействия на объект управления возмущений.

Результаты исследования САР с линейными корректирующими устройствами показали, что процедура адаптации линейных корректоров при использовании метода нечеткой логики, возможна лишь при ограниченных по диапазону и характеру изменениях параметров объекта управления []. Применение нелинейных корректоров связано с проблемой учета зависимости частотных характеристик от амплитуды гармонических колебаний входного сигнала. Применение адаптивного псевдолинейного корректора динамических характеристик позволяет получать требуемые амплитудные и фазовые частотные характеристики. Обычно эти устройства имеют два канала, амплитудный и фазовый, настраиваемые независимо друг от друга. При этом частотные характеристики псевдолинейных корректирующих устройств не зависят от амплитуды гармонических колебаний входного сигнала.

В этом случае ПИД-регулятор может быть представляется в виде простейшей нейронной сети (НС), содержащей всего один нейрон с тремя входами и линейной активационной функцией (рис. 1). Закон управления представляет собой гиперплоскость в 4-х мерном пространстве. Можно

ISSN 3030-3907

предположить, что улучшение качества управления обеспечивается при замене гиперплоскости

$$(x+a)^n = \sum_{k=0}^{n} \binom{n}{k} x^k a^{n-k}$$

некоторой гиперповерхностью, для описания которой можно перейти от структуры рис. 1 к более сложной структуре, содержащей нелинейности.

Для решения поставленной задачи рассмотрим дискретное представление ПИД- регулятора, заменив производную и интеграл отношениями конечных разностей.

$$u(n) = kx_p e(n) ki\Delta t + \sum_{k=0}^{n} \left[e(k) + \frac{kd}{\Delta t}\big(e(n) - e(n-1)\big) \right],$$

где n- момент времени.

Ограничиваясь двумя слагаемыми в формуле для интеграла, имеем

$$u(n) = kx_p e(n) + si\big(e(n-1)\big) + sd\big(e(n) - e(n-1)\big),$$

где $si = ki\Delta t, sd = \frac{kd}{\Delta t}, \Delta t$ −шаг дискретизации по времени.

Для реализации дискретного ПИД-регулятора можно рассмотреть двухслойную НС, в которой линейной является лишь активационная функция 2-го слоя, а активационные функции 1-го слоя в общем случае нелинейные (рис. 2).

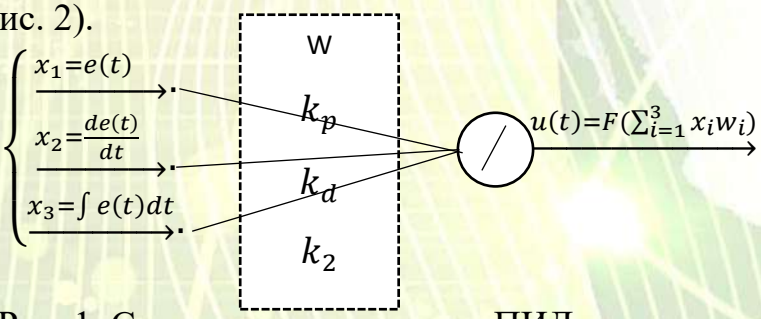


Рис. 1. Структура дискретного ПИД-регулятора

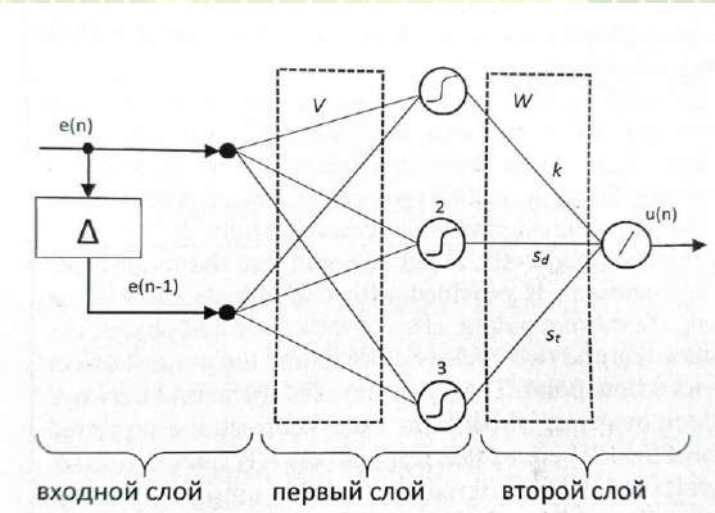


Рис.2. Задержка на один такт

ISSN 3030-3907

Таким образом, в структуре нелинейного ПИД-регулятора (нейро-ПИД) неизвестными оказываются лишь параметры активационных функций нейронов 1-го слоя.

Настройка нелинейного цифрового ПИД-регулятора осуществить следующими способами:

1. Синтез линейного цифрового ПИД-регулятора, в процессе которого формируется матрица весов 2-го слоя W.

2. Оптимизация параметров нелинейных активационных функций нейронов первого слоя, формирующая нелинейный закон управления, удовлетворяющий заданным показателям качества.

На первом шаге происходит оптимизация коэффициентов линейного ПИД- регулятора (рис. 1). Переходный процесс (реакция на единичный скачок) после оптимизации описывает кривая a на рис. 3.

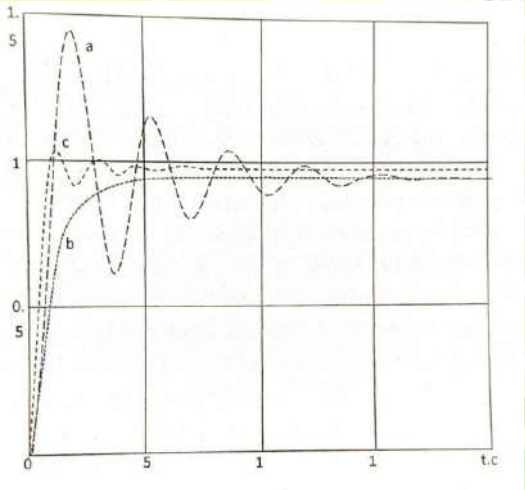


Рис.3. переходный процесс (реакция на единичный скачок) после оптимизации

Линейный закон управления приводит здесь к значительному перерегулированию и большой статической ошибке. На втором шаге происходит оптимизация параметров активационной функции нейрона 2 (рис.2), которому соответствует дифференциальная составляющая ПИД-регулятора.

На третьем шаге происходит оптимизация параметров активационной функции нейрона 3 (рис.2), которому соответствует интегральная составляющая ПИД-регулятора. Переходному процессу соответствует кривая на рис. 3. Переходный процесс приобрел колебательный характер, но перерегулирование незначительно, время нарастания значительно сократилось, а статическая ошибка стала незначительной. Заметим, что активационная функция нейрона 1 (рис. 2) в рассмотренном примере осталась линейной, т.е. базовый коэффициент усиления здесь остается

ISSN 3030-3907

постоянным. Для других динамических объектов эта ситуация в процессе оптимизации может измениться. Рассмотренный подход к проектированию нелинейного ПИД- регулятора (или нейро-ПИД) отличается простотой и основан на представлении регулятора двухслойной НС, в которой три нейрона 1-го слоя могут иметь нелинейные активационные функции, а нейрон 2-го слоя линейную активационную функцию.

Оптимизация может выполняться всего по трем параметрам, однако целевая функция является мульти модельной, что требует использования методов глобальной оптимизации, таких как генетический алгоритм.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Имитационное моделирование показали, что замена ПИД-регулятора нейро-ПИД регулятором может обеспечить значительное улучшение качества управления, которое недостижимо при линейном законе управления.

Таким образом, предлагаемый подход может быть полезен при модернизации систем управления широким классом динамических объектов, где используются линейные ПИД-регуляторы.

ЗАКЛЮЧЕНИЯ. Предложен модифицированный цифровой ПИД-регулятор, на базе нейронной сети с введением нелинейностей типа инвестиция. Проведён сравнительный анализ методик настройки САР с ПИД-регулятором, на основе которого выбраны наиболее пригодные для практического использования. Для определения возможностей ПИД-закона выполнен расчет настроек ПИД- регулятора с учётом критериев качества переходного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. Zheng X, Liu S, Yu Z, Luo C. A New Method for Dynamical System Identification by Optimizing the Control Parameters of Legendre Multiwavelet Neural Network. *Mathematics*. 11(24):4913. 2023; https://doi.org/10.3390/math11244913

2. Revay, M.; Wang, R.; Manchester, I.R. Recurrent equilibrium networks: Flexible dynamic models with guaranteed stability and robustness. *IEEE Trans. Autom. Control*. 2023.

3. Otto, S.E.; Rowley, C.W. Linearly recurrent autoencoder networks for learning dynamics.SIAM J. *Appl. Dyn. Syst*. 18, 2019, pp.558–593.

4. Isamidin Siddikov, Davronbek Khalmatov, Gulchekhra Alimova, Ulugbek Khujanazarov, Sadikova Feruzaxon, Mustafaqul Usanov. Investigation of auto-oscilational regimes of the system by dynamic nonlinearities. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). Vol. 14, No. 1, February 2024, pp. 230-238. DOI: 10.11591/ijece.v14i1.pp230-238

ISSN 3030-3907

5. de Campos Souza, P.V. Fuzzy neural networks and neuro-fuzzy networks: A review the main techniques and applications used in the literature. *Appl. Soft Comput*. 92, 106275, 2020.
6. Isamiddin Siddikov, Gulruxsor Nashvandova, Gulchekhra Alimova Neural network optimizer of proportional-integral-differential controller parameters. International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE). Vol.14, No. 3, June 2024, pp. 2533~2540 ISSN: 2088-8708, DOI: 10.11591/ijece.v14i3.pp 2533-2540.
7. O.Porubay, I.Siddikov, G.Nashvandova, G.Alimova. Synthesis of a Control System for a Two-Mass Electromechanical. // Problems in the textile and light industry in the context of integration of science and industry: Vol:2023, DOI: https://nammti.uz/uz/ptlicispws-2/.
8. I. X. Siddikov; G. R. Alimova; M. M. Usanov. Self-Tuning system of regulation of technological parameters of cotton ginning process. *AIP Conf. Proc*. 3244, 030057. 2024. https://doi.org/10.1063/5.0242336
9. Siddikov, I., Alimova, G., Rustamova, M., Usanov, M. Digital adaptive control with pulse width modulation of signals. *International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE)*. Vol. 15, No. 1, February 2025, pp. 252-259, doi: 10.11591/ijece.v15i1.pp.252-259.
10. Xakimovich, S.I., Dilnoza Maxamadjonovna, U. The research mathematical model of the three-impulse system of automatic control of steam generator water supply on load relief. *2020 International Conference on Information Science and Communications Technologies, ICISCT 2020*, 2020, 9351384
11. Siddikov, I.X, Umurzakova, D.M. Synthesis of Adaptive Control Systems of a Multidimensional Discrete Dynamic Object with a Forecasting Models. International Conference on Information Science and Communications Technologies: Applications, Trends and Opportunities, ICISCT 2019, 2019, 9012033
12. Siddikov, I., Porubay, O., Rakhimov, T. Synthesis of the neuro-fuzzy regulator with genetic algorithm. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 2024, 14(1), страницы 184–191.
13. И.М Макаров., В.М. Лохин, С.В. Манько, М.П. Романов Искусственный интеллект и интеллектуальные системы управления/ Отделение информ. Технологий и вычислит. систем РАН. – М.: Наука, 2016. – 333с.
14. А.И Зайцев. Применение нечетких систем управления в электроприводах./А.И. Г.Л Зайцев,. В.Л Муравьев,. Сташнёв.– www.electro.nizniy.ru// papers/4/00407.html.

ISSN 3030-3907

15. Астахов В.А. Теория автоматического управления. — М.: Энергоатомиздат, 2018.
16. Ogata K. Modern Control Engineering. — Prentice Hall, 2010.
17. Haykin S. Neural Networks and Learning Machines. — Pearson, 2009.

ISSN 3030-3907

FOTOELEKTRIK MODULLARNI ISHLAB CHIQARISHNI MAVJUD VA ISTIQBOLLI TEXNOLOGIYALARINI TADQIQ QILISH

Maxammadiyev Farrux Mirazimovich

O‘zbekiston Respublikasi Fanlar akademiyasi Energetika muammolari instituti "Elektrotexnologiyalar va energetik uskunalarni ekspluatatsiya qilish" ilmiy laboratoriyasi mudiri, PhD, katta ilmiy xodim.

Baratov Laziz Suyun o‘g‘li

Jizzax Politexnika instituti “Energetika va elektr texnalogiyasi” kafedrasi assistenti. “Energetika muammolari instituti” mustaqil izlanuvchisi.

E-mail: lblazizbek94@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada quyosh energiyasidan quyosh fotoelektr o‘zgartgichlar yordamidan foydalanib elektr energiya olish, qolaversa elektronika elementlarining hususiyatlari keltirib o‘tilgan. Quyosh energiyani fotoelektr o‘zgartirgichlar sohasidagi nazariy tadqiqot va amaliy ishlanmalar fotoelektr o‘zgartirgichlarda nurlanish energiyani o‘zgartirishda yuqori FIK bilan amalga oshirish mumkimligini tasdiqlanadi va bu maqsadga erishish uchun asosiy yo‘nalishlar belgilanadi.

Kalit so‘zlar: Fotoelektrik modul, quyosh elementi, kremniy texnologiyasi, PERC, HJT, perovskit, tandem struktura, energiya samaradorligi.

Аннотация. В данной статье описывается использование солнечных фотоэлектрических преобразователей для выработки электроэнергии, а также характеристики электронных элементов. Теоретические исследования и практические разработки в области солнечных фотоэлектрических преобразователей подтверждают возможность реализации высокой эффективности преобразования лучистой энергии в фотоэлектрических преобразователях, и определены основные направления достижения этой цели.

Ключевые слова: Фотоэлектрический модуль, солнечная батарея, кремниевая технология, PERC, HJT, перовскит, тандемная структура, энергоэффективность.

Abstract. This article describes the use of solar photovoltaic converters to generate electricity, as well as the characteristics of electronic elements. Theoretical research and practical developments in the field of solar photovoltaic converters confirm the possibility of implementing high efficiency in the conversion of radiant energy in photovoltaic converters, and the main directions for achieving this goal are determined.

Keywords: photovoltaic module, solar cell, crystalline silicon, thin-film, perovskite, tandem cell, efficiency.

KIRISH.

Dunyoda qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo‘lgan talabning ortishi fotoelektrik modullar ishlab chiqarish texnologiyalarini takomillashtirishni taqozo etmoqda. Quyosh energiyasi ekologik toza va cheksiz manba sifatida energetika tizimida muhim o‘rin tutadi. So‘nggi yillarda ishlab chiqarish hajmining ortishi va texnologik innovatsiyalar natijasida quyosh panellarining tannarxi sezilarli darajada kamaydi.

Fotoelektrik modullarni ishlab chiqarishda asosiy maqsad – foydali ish koeffitsientini (FIK) oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish va uzoq muddatli ekspluatatsiya barqarorligini ta’minlashdir. Global energetika tizimida dekarbonizatsiya jarayonlari jadallashib borayotgan sharoitda quyosh energetikasi strategik ahamiyat kasb etmoqda. Fotoelektrik modullar ishlab chiqarish texnologiyalarining rivojlanishi elektr energiyasining tannarxini pasaytirish va samaradorlikni oshirishga xizmat qilmoqda. So‘nggi o‘n yillikda kremniy asosidagi modullar bozorning asosiy qismini egallagan bo‘lsada, yangi avlod materiallari yuqori samaradorlik ko‘rsatkichlariga erishmoqda.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Ilmiy adabiyotlarda fotoelektrik elementlarning nazariy samaradorlik chegarasi Shockley–Queisser limiti bilan belgilanadi. So‘nggi tadqiqotlarda passivatsiya texnologiyalari va ko‘p qatlamli strukturalar yordamida ushbu chegaraga yaqinlashish kuzatilmoqda. Fraunhofer ISE va IEA hisobotlarida kristalli kremniy texnologiyasi yetakchilik qilayotgani qayd etilgan.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Monokristalli kremniy texnologiyasi yuqori kristall tozaligi tufayli 24 % gacha sanoat samaradorligini ta’minlaydi. Polikristalli texnologiya iqtisodiy jihatdan maqbul bo‘lsada, donador tuzilma sabab rekombinatsiya yo‘qotishlari yuqoriroq. Yupqa qatlamli CdTe va CIGS texnologiyalari kam material sarfi bilan ajralib turadi, biroq ba’zi komponentlarning toksikligi ekologik xavflarni keltirib chiqaradi.

PERC, TOPCon va HJT texnologiyalari yuzaki va orqa passivatsiyani takomillashtirish orqali zaryad tashuvchilar yo‘qotilishini kamaytiradi. HJT strukturalarida amorf va kristalli kremniy qatlamlarining kombinatsiyasi yuqori ochiq zanjir kuchlanishini ta’minlaydi.

Fotoelektr o‘zgartirgichlar (FEO‘) uchun o‘ziga xos taxminan 300-350 K muvozanat va quyosh T≈6000 K temperaturalarda ularning nazariy FIKning chegarasi 90% bo‘ladi. Bu esa, energiyaning qaytmas yo‘qotishlarni kamaytirishga yo‘naltirilgan o‘zgartirgichlarning tuzilma va ko‘rsatkichlarni maqbullashtirish oqibatda amalda haqiqiy FIKni 50% gacha va undan ortiqcha ko‘tarish mumkinligini kursatadi (laboratoriyalarda hozir FIK 40% gacha erishgan) [1-3].

ISSN 3030-3907

FEO‘larning birjinsli bo‘lmagan yarimo‘tkazgichli tuzilmalarga quyosh nurlanish ta’sir etganda, hosil bo‘ladigan energiyaning o‘zgartirishi fotoelektr effektiga asoslangan [4].

λ uzunlikdagi to‘lqinlar nurlanishda fotonlar energiyasi (eV) quyidagi munosabatdan aniqlanadi:

$$h\nu = h\frac{c}{\lambda} = \frac{1{,}24}{\lambda};$$

bu yerda h = 6,626×10-34 J×s – Plank doimiysi; c = 2,997925×108 m/s – yorug‘lik tezligi; λ – to‘lqin uzunligi, mkm.

Elektronvolt – potensiallar farqi 1 V bo‘lgan ikkita nuqtalar orasida elektronni ko‘chirish uchun zarur bo‘lgan energiyadir [5].

1 eV=1,6×10-19 J.

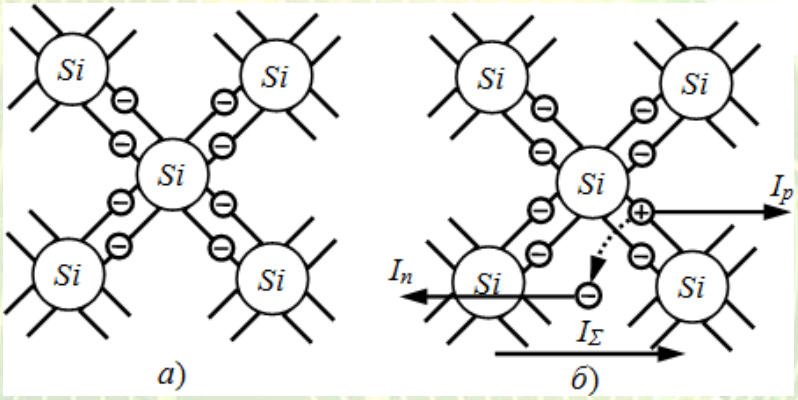
λg chegara to‘lqin uzunligidan boshlab quyosh fotoelementning materialda fotonlar yutiladi:

λg = 1,24 / ΔYE;

Bundan ortiqroq uzun to‘lqinli nurlanishlar yarimo‘tkazgichlarda yutilmaydi, demak, fotoelektr o‘zgartirish nuqtai nazardan foydasiz bo‘ladi .

Quyosh nurlanish energiyani elektr energiyaga o‘zgartirish uchun yarimo‘tkazgichli qurilmalar quyosh fotoelementlar (QFE) deb nomlanadi.

Yarim o‘tkazgichli materiallardan germaniy Ge va kremniy Si eng muhim hisoblanadi. Kremniy D. I. Mendeleyev Davriy tizimida IV guruhdagi elementlarga kiradi, uning valentligi 4 ga teng. Kremniy atomlar tashqi elektron qobiqda 4 ta elektronlarga ega .



1-rasm: Toza kremniyning kristallik panjara

Energiya (issiqlik yoki yorug‘lik) keltirilganda panjarada atomlararo bog‘lanishlar elektronlarni yo‘qotadi, bunda musbat zaryadlar hosil bo‘ladi.

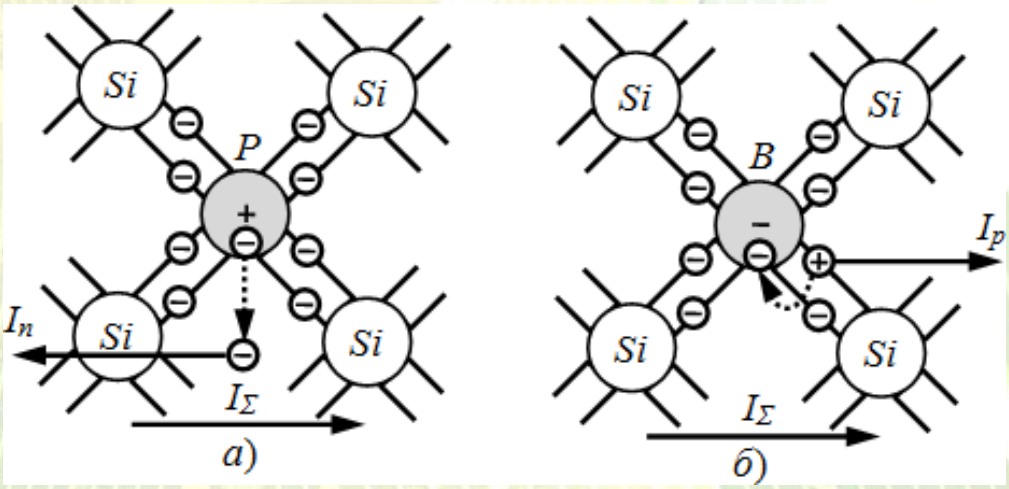
Panjaradagi elektron bo‘lmagan joyga “teshik” deb ataladi. “Teshik” – bu elektronni yo‘qotgan atom, bu esa elektronlarning teshikdan teshikka o‘tish bilan teshiklarning “harakati” vujudga keladi (“teshiklar” o‘zi esa harakatlanmaydi.

ISSN 3030-3907

Agarda yarimo‘tkazgichga tashqi elektr maydoni ta’sir etmasa, teshik va erkin elektronlar tartibsiz harakatlanadi. Agarda yarimo‘tkazgichni elektr maydonga joylashtirsa, teshik va elektronlarning harakati tartibli yo‘nalgan bo‘ladi. Teshiklarning bir atomdan boshqa atomga o‘tish harakatning yo‘nalishi yarimo‘tkazgich orqali tokning o‘tish yo‘nalishiga mos keladi. Teshiklar harakati bilan hosil bo‘lgan o‘tkazuvchaligiga teshikli yoki r-turdagi o‘tkazuvchanlik (lotin. positive-musbat) deb ataladi.

Elektronlar harakati bilan hosil bo‘lgan o‘tkazuvchaligiga esa elektron yoki p-turdagi o‘tkazuvchanlik (lotin. negativt-manfiy) deb ataladi. Shunday qilib, yarimo‘tkazgichning o‘tkazuvchanligi elektronlarning o‘tkazuvchanlik sohasidagi hamda elektronlarning valentlik sohasidagi harakati bilan belgilanadi. Lekin valentlik sohasida elektronlar emas balki teshiklar harakatlanadi deb qabul qilingan. Valentlik bog‘lanishlar bo‘zilishi oqibatda hosil bo‘ladigan yarimo‘tkazgichning o‘tkazuvchanligiga xususiy o‘tkazuvchanlik deb ataladi .

To‘rt atomli Si kremniyni besh valentli R fosfor bilan legirlanganda aralashmaning atom joyning o‘rniga ortiqcha elektron vujudga keladi (2 a - rasm).



2-rasm. Legirlangan kremniyning kristallik panjarasi:
a – fosfor bilan; b – bor bilan

Erkin elektronlarni vujudga keltiruvchi aralashmalarga donorli (lotin. donore-hadya qilmoq) deb ataladi. Bu holda kremniy elektron o‘tkazuvchanli yarimo‘tkazgich yoki p-turidagi yarimo‘tkazgich deb nomlanadi. p-turidagi yarim o‘tkazgichda o‘tkazuvchanlik faqat elektronlar bilan hosil qilinadi [6].

To‘rt atomli Si kremniyni uch valentli V bor bilan legirlanganda aralashmaning atom joyning o‘rniga ortiqcha teshik vujudga keladi (2 b- rasm). Erkin elektronlarni kamaytiruvchi aralashmalarga akseptorli (lotin. acceptor-qabul qilmoq) deb ataladi. Bu holda kremniy teshik o‘tkazuvchanli yarimo‘tkazgich yoki r-turidagi yarimo‘tkazgich deb nomlanadi. r-turidagi yarimo‘tkazgichda o‘tkazuvchanlik faqat teshiklar bilan hosil qilinadi .

ISSN 3030-3907

MUHOKAMA VA NATIJALAR: Fotoelektrik elementlar yarimo‘tkazgich materiallar asosida ishlab chiqariladi. Ularning ishlash prinsipi fotoeffekt hodisasiga asoslanadi. Quyosh nuri yarimo‘tkazgich yuzasiga tushganda elektron–teshik juftlari hosil bo‘ladi va p-n o‘tish orqali elektr toki yuzaga keladi.

Asosiy tarkibiy qismlar:

- Quyosh elementi (solar cell)
- Himoya shishasi
- EVA (etilen-vinil-atsetat) qatlam
- Orqa himoya plyonkasi
- Alyuminiy ramka

Monokristalli panellar Czochralski usuli orqali o‘stirilgan kremniy kristallaridan tayyorlanadi.

Afzalliklari:

- Yuqori samaradorlik (20–24 %)
- Uzoq xizmat muddati (25–30 yil)
- Kichik maydonda yuqori quvvat

Kamchiliklari:

- Ishlab chiqarish tannarxining nisbatan yuqoriligi
- Kristall yetishtirish jarayonining murakkabligi

Polikristalli panellar eritilgan kremniyni qoliplarga quyish orqali olinadi.

Afzalliklari:

- Nisbatan arzon ishlab chiqarish
- Texnologik jarayon soddaroq

Kamchiliklari:

- Samaradorligi pastroq (16–19 %)
- Kattaroq maydon talab etadi

Yupqa qatlamli (Thin-Film) texnologiyalar Bu turdagi modullar kadmiy tellurid (CdTe), amorf kremniy (a-Si) yoki CIGS (Cu(In,Ga)Se2) asosida ishlab chiqariladi.

Afzalliklari:

- Moslashuvchanlik
- Kam material sarfi
- Past haroratda samaradorlikning barqarorligi

Kamchiliklari:

- Nisbatan past FIK (10–18 %)
- Ayrim materiallarning toksikligi

Fotoelektrik modullar ishlab chiqarish bosqichlari

1. Kremniyni tozalash (99,9999 % gacha)

ISSN 3030-3907

2. Ingot (quyma) tayyorlash
3. Plastinalarga (wafer) kesish
4. Doping jarayoni (p-n o‘tish hosil qilish)
5. Metall kontaktlar hosil qilish
6. Laminatsiya va yig‘ish
7. Sinov va sertifikatsiya

Ishlab chiqarishda avtomatlashtirish va robotlashtirish darajasi samaradorlikni sezilarli oshirmoqda.

PERC texnologiyasi (Passivated Emitter and Rear Cell) Orqa yuzani passivatsiyalash orqali yorug‘likni qayta aks ettirib samaradorlikni 1–2 % ga oshiradi.

HJT (Heterojunction) texnologiyasi Kristalli va amorf kremniy qatlamlari kombinatsiyasiga asoslanadi.

- Samaradorlik: 24–26 %
- Past degradatsiya

Zamonaviy texnologiyalar ishlab chiqarish tannarxini kamaytirish bilan birga energiya qaytish davrini (Energy Payback Time) 1–3 yilgacha qisqartirdi.

Ekologik jihatdan:

- CO_2 chiqindilarini kamaytiradi
- Qayta ishlash (recycling) texnologiyalari rivojlanmoqda
- Kadmiy va qo‘rg‘oshin asosli modullar uchun utilizatsiya muhim masala

Perovskit asosidagi quyosh elementlari yuqori yorug‘lik yutilish koeffitsienti va arzon ishlab chiqarish imkoniyati bilan ajralib turadi. Laboratoriya sharoitida 30 % ga yaqin samaradorlikka erishilgan. Tandem (kremniy + perovskit) strukturalar esa spektrning turli qismlarini samarali o‘zlashtirish orqali Shockley–Queisser limitidan yuqori natijalarga erishish imkonini bermoqda**.**

XULOSA VA TAKLIFLAR: Fotoelektrik modullar uchun energiya qaytish muddati o‘rtacha 1–3 yilni tashkil etadi. CO2 emissiyasini kamaytirish ko‘rsatkichi an’anaviy issiqlik elektr stansiyalariga nisbatan sezilarli darajada past. Qayta ishlash (recycling) texnologiyalarini rivojlantirish barqaror energetika tizimini shakllantirishda muhim omil hisoblanadi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, kristalli kremniy texnologiyasi yaqin yillarda yetakchilikni saqlab qoladi. Biroq perovskit va tandem elementlar yuqori samaradorlik ko‘rsatkichlari bilan istiqbolda sanoat miqyosida keng qo‘llanilishi kutilmoqda. Ishlab chiqarish jarayonlarini avtomatlashtirish va ekologik xavfsizlikni ta’minlash asosiy ustuvor yo‘nalish bo‘lib qoladi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Shockley W., Queisser H.J. Detailed Balance Limit of Efficiency of p-n Junction Solar Cells.
2. Green M.A. Solar Cells: Operating Principles, Technology and System Applications.
3. Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE. Photovoltaics Report.
4. International Energy Agency (IEA). World Energy Outlook.
5. Yoshikawa K. et al. Silicon heterojunction solar cell technology development.
6. Qurbanov A., Baratov L Jalilov O. Quyosh energiyasidan foydalanishda quyosh fotoelektr o‘zgartgichlarining axamiyati //Interpretation and researches. – 2023. – T. 1. – №. 6.
7. Baratov L., Majidov X. Elektromagnit o‘zgartgich parametrlari //Talqin va tadqiqotlar. – 2023. – T. 1. – №. 21.

ISSN 3030-3907

DETERMINATION OF SOFTENING TEMPERATURES OF POLYMERS

Beknazarov Elyor Murodovich
Associate Professor, University of Economics and Pedagogy
Uzbekistan Karshi city

Abstract. In this article, the softening temperatures of secondary polymer samples were studied by studying their physicomechanical and technological properties. The softening temperatures of polymers were studied in a Vicat / HDT laboratory device according to GOST 15088-2014 (ISO 306:2004). Based on the results obtained, the necessary conclusions were drawn regarding the structural-chemical composition and physicomechanical properties of secondary polymer waste, as well as methods for their processing. During the research, it was experimentally confirmed that the softening temperature of polymers depends on their molecular weight, degree of crystallinity, amount of plasticizers, and degradation states occurring during processing. It was found that chemical changes such as thermooxidation, chain shortening, or branching occurring in secondary polymers have a significant effect on the softening temperature. It was also noted that there is a certain correlation between the deformation indices under temperature (HDT) and the needle penetration temperature (Vicat). The experimental results showed that the softening temperature of recycled polymers can differ by 5–20°C compared to primary polymers, which is important in determining their operational properties and processing parameters. Also, specific ranges of softening temperatures were determined for different polymer categories (PP, PE, PS, etc.) and their behavior during regranulation was analyzed. These scientific results create the necessary basis for selecting high-quality processing technologies from secondary polymer resources, determining optimal heat loads, and using them to stabilize product quality.

Keywords: Vicat / HDT, secondary PP and PVC blends, plasticizer, dioctyl phthalate (DOF), PP + plasticizer, PVC + plasticizer, secondary PP and PVC blends + plasticizer.

Аннотация. В данной статье проведено исследование температур размягчения образцов вторичных полимеров путем изучения их физико-механических и технологических свойств. Исследования температур размягчения полимеров проводились на лабораторной установке Vicat/HDT по ГОСТ 15088-2014 (ISO 306:2004). На основании полученных результатов сделаны необходимые выводы относительно структурно-химического состава и физико-механических свойств вторичных полимерных отходов, а также методов их переработки. В ходе исследований экспериментально

ISSN 3030-3907

подтверждено, что температура размягчения полимеров зависит от их молекулярной массы, степени кристалличности, количества пластификаторов и деградационных состояний, происходящих в процессе переработки. Установлено, что химические изменения, такие как термоокисление, укорочение цепи или разветвление, происходящие во вторичных полимерах, оказывают существенное влияние на температуру размягчения. Также отмечено, что существует определённая корреляция между индексами деформации под действием температуры (HDT) и температурой проникновения иглы (Vicat). Результаты экспериментов показали, что температура размягчения вторичных полимеров может отличаться на 5–20 °C по сравнению с первичными полимерами, что важно для определения их эксплуатационных свойств и параметров переработки. Также были определены конкретные диапазоны температур размягчения для различных категорий полимеров (ПП, ПЭ, ПС и др.) и проанализировано их поведение при регрануляции. Данные научные результаты создают необходимую основу для выбора высококачественных технологий переработки вторичных полимерных ресурсов, определения оптимальных тепловых нагрузок и их использования для стабилизации качества продукции.

Ключевые слова: Vicat/HDT, вторичные смеси ПП и ПВХ, пластификатор, диоктилфталат (ДОФ), ПП + пластификатор, ПВХ + пластификатор, вторичные смеси ПП и ПВХ + пластификатор.

Annotatsiya. Ushbu maqolada ikkilamchi polimer namunalarining fizik-mexanik va texnologik xossalarini o‘rganish asosida ularning yumshash harorati tadqiq etildi. Polimerlarning yumshash harorati GOST 15088-2014 (ISO 306:2004) standartiga muvofiq Vicat/HDT laboratoriya qurilmasida aniqlanildi. Olingan natijalar asosida ikkilamchi polimer chiqindilarining strukturaviy-kimyoviy tarkibi, fizik-mexanik xususiyatlari hamda ularni qayta ishlash usullari bo‘yicha tegishli ilmiy xulosalar chiqarildi. Tadqiqot jarayonida polimerlarning yumshash harorati ularning molekulyar massasi, kristallanish darajasi, plastifikatorlar miqdori hamda qayta ishlash davomida yuz beradigan degradatsiya jarayonlariga bog‘liqligi tajriba yo‘li bilan tasdiqlandi. Ikkilamchi polimerlarda kuzatiladigan termo-oksidlanish, zanjirlarning qisqarishi yoki tarmoqlanishi kabi kimyoviy o‘zgarishlar yumshash haroratiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. Shuningdek, harorat ta’sirida deformatsiya ko‘rsatkichlari (HDT) bilan igna botish harorati (Vicat) o‘rtasida ma’lum darajada korrelyatsiya mavjudligi qayd etildi. Eksperimental natijalar shuni ko‘rsatdiki, qayta ishlangan polimerlarning yumshash harorati birlamchi polimerlarga nisbatan 5–20°C farq qilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Bu esa ularning ekspluatatsion xossalari va qayta ishlash parametrlarini belgilashda muhim ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, turli polimer turlari (PP, PE, PS va boshqalar) uchun yumshash haroratining aniq diapazonlari belgilandi hamda ularning qayta granulatsiya jarayonidagi xatti-harakatlari tahlil qilindi. Olingan ilmiy natijalar ikkilamchi polimer resurslaridan samarali foydalanish, optimal issiqlik yuklamalarini aniqlash, yuqori sifatli qayta ishlash texnologiyalarini tanlash hamda tayyor mahsulot sifatini barqarorlashtirish uchun zarur ilmiy asos yaratadi.

Kalit so‘zlar: Vicat/HDT, ikkilamchi PP va PVC aralashmalari, plastifikator, dioktil ftalat (DOF), PP + plastifikator, PVC + plastifikator, ikkilamchi PP va PVC aralashmalari + plastifikator.

INTRODUCTION

The softening temperatures of polymers were studied in a Vicat / HDT laboratory device according to GOST 15088-2014 (ISO 306:2004).

During the experiments conducted to study the softening temperatures of secondary waste, 3 samples were prepared and tested.

The thickness of the samples was taken as standard: sample 1 was 3.4 mm, sample 2 was 3.6 mm, and sample 3 was 3.5 mm. The experiment started at room temperature of 22.40°C. The heating rate of the apparatus was 500°C/hour. The time taken for the needle to penetrate 1 mm under a load (10 N) applied to sample 1 was 111.67 minutes, and the temperature at this time was 117.30°C.

1-experiment. Determination of softening temperatures of secondary PP and PVC mixtures obtained in equal amounts.

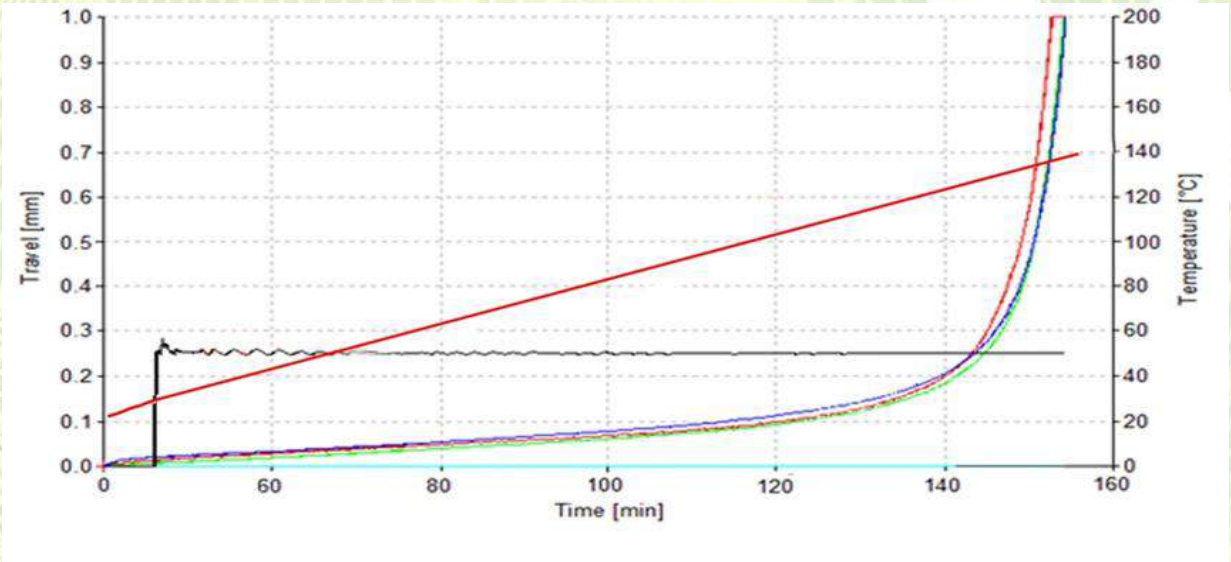


Figure 1. Softening temperatures of secondary PP and PVC blends.

EXPLANATION. The red straight line in the figure is the temperature of the device, and the green, blue and light reddish colors are the temperatures of three identical samples.

ISSN 3030-3907

2-experiment. Determination of softening temperatures of secondary PP and PVC mixtures + plasticizer (1:0.2 m.b.) obtained in equal amounts.

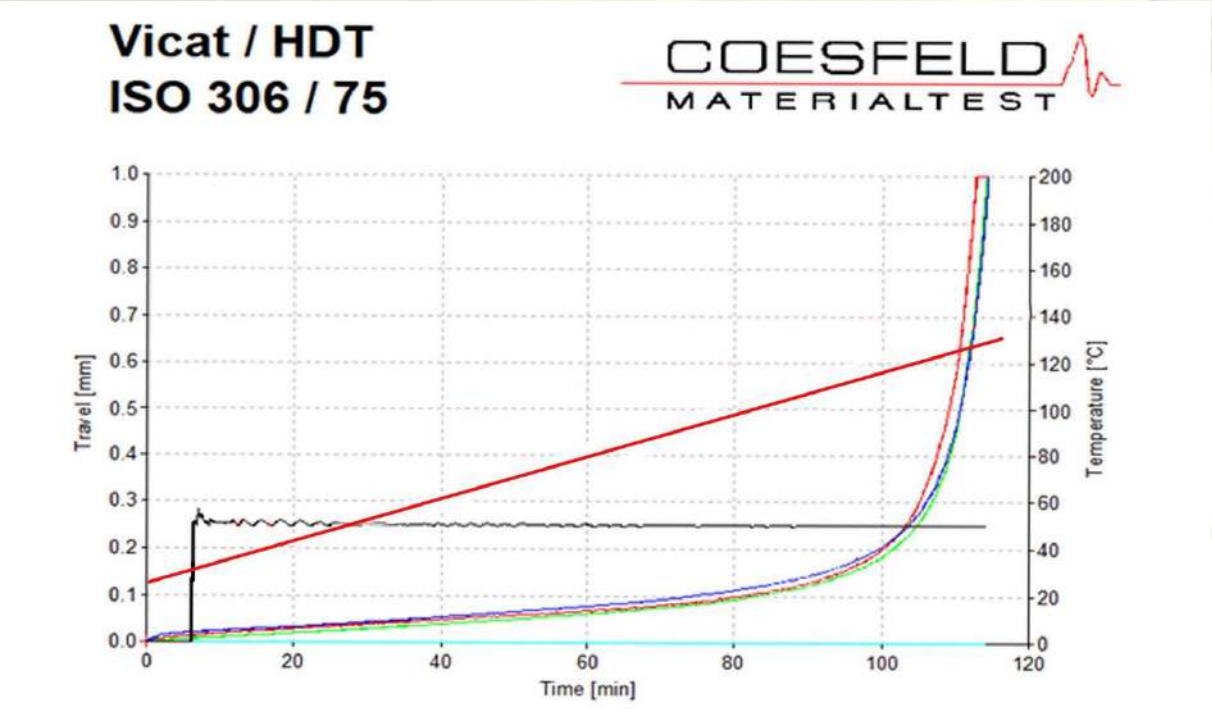


Figure 2. Softening temperatures of equal amounts of secondary PP and PVC mixtures + plasticizer (1:0.2 m.p.).

3-experiment. Determination of softening temperatures of secondary PP and PVC mixtures + plasticizer (1:0.5 m.p.) obtained in equal amounts.

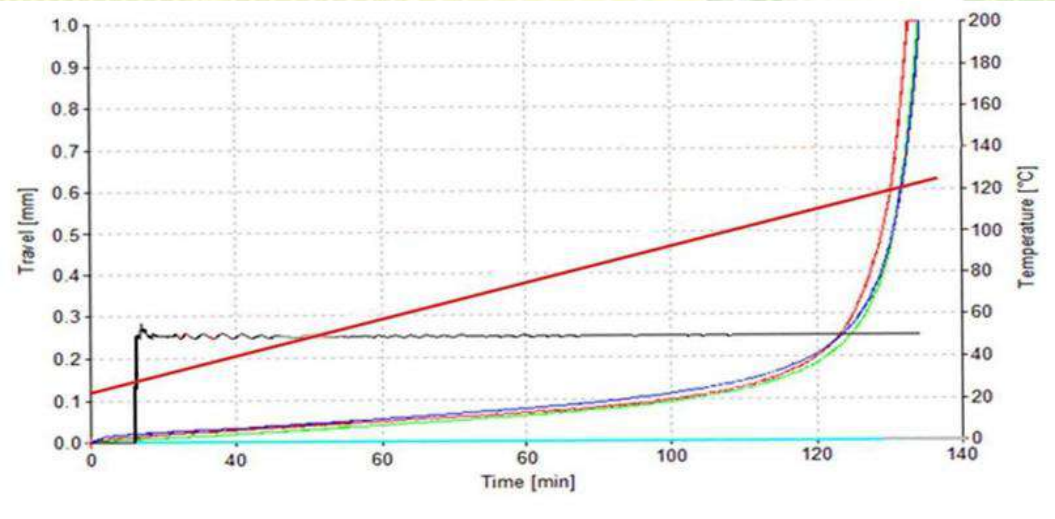


Figure 3. Softening temperatures of equal amounts of secondary PP and PVC mixtures + plasticizer (1:0.5 m.b.).

4-experiment. Determination of softening temperatures of secondary PP and PVC mixtures + plasticizer (1:0.8 m.p.) obtained in equal amounts.

ISSN 3030-3907

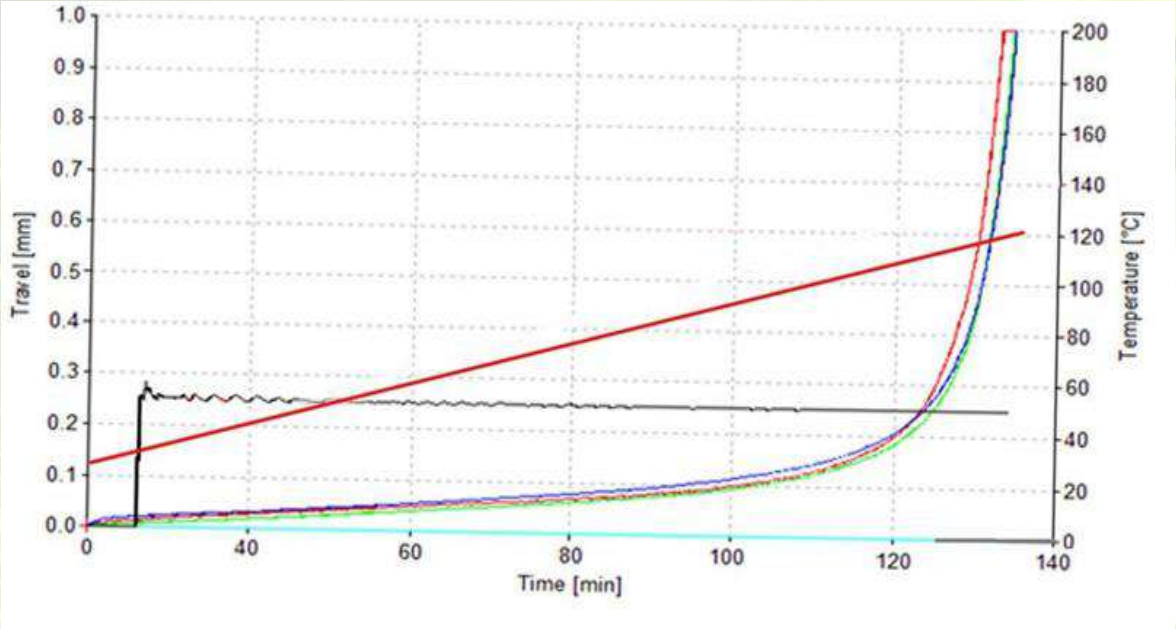


Figure 4. Softening temperatures of equal amounts of secondary PP and PVC mixtures + plasticizer (1:0.8 m.p.).

The results obtained during the study of softening temperatures of secondary waste are presented in Table 1:

Table 1

Softening temperatures of primary and secondary PP, PVC waste and their plasticized compositions

Names of polymers and obtained proportions of plasticizers	Softening temperature, 0C
Polypropylene	138
Secondary PP	134,5
PP + plasticizer; 1 : 0.2	129
PP + plasticizer; 1 : 0.5	123
PP + plasticizer; 1 : 0.8	119
PVC resin	104
Secondary PVC	124
PVC + plasticizer; 1 : 0.2	122
PVC + plasticizer; 1 : 0.5	118
PVC + plasticizer; 1 : 0.8	115,4
Secondary PP and PVC blends	141

ISSN 3030-3907

Secondary PP and PVC mixtures + plasticizer; 1 : 0.2	135,8
Secondary PP and PVC mixtures + plasticizer; 1 : 0.5	129,3
Secondary PP and PVC mixtures + plasticizer; 1 : 0.8	127

App. *Dioctyl phthalate (DOF) was obtained for the plasticization of secondary mixed PE, PP, PVC waste.*

As can be seen from Table 1, the softening temperatures of primary PP and PVC raw materials are higher than the softening temperatures of secondary PP and PVC waste (red straight line), and the softening temperatures of PVC waste are much lower, except due to various additives in its composition.

The composition of this secondary waste is 1:0.2; 1:0.5; It can be noted that their softening temperatures decreased when plasticizer (DOF) was added in 1:0.8% ratio.

Therefore, the mixture of plasticizers penetrates between polymer macromolecules, weakens their intermolecular forces of attraction (Vander-Waals), and as a result, the flexibility of the polymer increases to a certain extent, the molding properties during processing are improved, and the softening temperatures are reduced.

It is clear from this that the introduction of plasticizers into the composition of secondary PP and PVC-based waste makes it possible to produce various types of products from polymer waste.

REFERENCES

1. С.Ш.Лутфуллаев, Э.М.Бекназаров. Исследование физико-химических и механических свойств полимеров из промышленных отходов при их вторичной переработке. Universum: технические науки. 2021. 12-4 (93). 80-83.

2. Т.К. Юнусов, У.Н. Зайнутдинов, К.У. Утениязов, Ш.И. Салихов. Кимёда физикавий усуллар. Тошкент, “Университет”, 2007.

3. Э.М.Бекназаров. Этеленхлоргидрин ва монохлорсирка кислотасининг этил эфирини баъзи учламчи аминлар билан реакцияларини ўрганиш. Научный Фокус. 2024. 1 (11), 319-324.

4. Э.М.Бекназаров. Натрий карбоксиметилцеллюлозадан рудани бойтишда фойдаланиш. Научный Фокус. 2024. 1 (11), 308-318.

ISSN 3030-3907

5. Osswald, T., & Menges, G. (2012). Material Science of Polymers for Engineers. Hanser Publishers, Munich.
6. Ehrenstein, G. W. (2001). Polymer Testing. Hanser Publishers.
7. Brydson, J. A. (1999). Plastics Materials. 7th Edition. Butterworth-Heinemann.

ISSN 3030-3907

OLIY TA’LIM TIZIMIDA YARIM O‘TKAZGICHLARDA INFRAQIZIL VA ULTRABINAFSHA NURLAR VA ULARNING SOHALARDA QO‘LLANILISHI

Hojiqurbonova Nilufar Sunnatullo qizi

Buxoro Davlat Pedagogika instituti.Aniq va tabiiy fanlar fakulteti 7FA-24guruh Magistranti.

E-mail :rajabovmuhsmmadjon@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola infraqizil va ultrabinafsha nurlarining fizik xususiyatlari, qo‘llanilish sohalari va dolzarbligini o‘rganadi. Infraqizil nurlari tibbiyotda diagnostika va davolash usullarida, ayniqsa, termografiya orqali tanadagi harorat farqlarini aniqlashda qo‘llaniladi. Ushbu usul kasalliklarni erta aniqlash va bemorlarning sog‘lig‘ini yaxshilashda muhim ahamiyatga ega. Ultrabinafsha nurlari esa sanitariya va gigiena sohalarida mikroorganizmlarni yo‘qotish uchun samarali vosita sifatida ishlatiladi. Ultrabinafsha nurlari ekologiya sohasida o‘simliklar fotosintezida va iqlim o‘zgarishini o‘rganishda muhim rol o‘ynaydi. Maqola, shuningdek, infraqizil va ultrabinafsha nurlarining sanoatdagi qo‘llanilishi, energiya samaradorligini oshirish va mahsulot sifatini nazorat qilishdagi ahamiyatini ko‘rsatadi. Ushbu tadqiqot infraqizil va ultrabinafsha nurlarining dolzarbligini, ularning zamonaviy ilm-fan va texnologiyalardagi o‘rnini va kelajakdagi rivojlanish imkoniyatlarini yoritadi. Maqola, shuningdek, ushbu nurlarni o‘rganish va qo‘llash orqali jamiyat uchun yangi imkoniyatlar yaratish zarurligini ta'kidlaydi.

Kalit so‘zlar: Infraqizil nurlari, ultrabinafsha nurlari,tibbiyot, diagnostika, termografiya, sanitariya, mikroorganizmlar, ekologiya, fotosintez, iqlim ozgarishi, sanoat, energiya samaradorligi, innovatsion texnologiyalar, xavfsizlik, sogliqni saqlash.

Аннотация. В данной статье рассматриваются физические свойства инфракрасного и ультрафиолетового излучения, области их применения и актуальность. Инфракрасное излучение широко используется в медицине для диагностики и лечения, в частности, в термографии для выявления температурных различий в организме. Данный метод имеет важное значение для раннего выявления заболеваний и улучшения состояния здоровья пациентов. Ультрафиолетовое излучение эффективно применяется в санитарии и гигиене для уничтожения микроорганизмов. Кроме того, ультрафиолетовые лучи играют важную роль в экологии — в процессах фотосинтеза растений и изучении изменений климата. В статье также показано значение инфракрасного и ультрафиолетового излучения в промышленности, в повышении энергоэффективности и контроле качества

ISSN 3030-3907

продукции. Данное исследование раскрывает актуальность инфракрасного и ультрафиолетового излучения, их место в современной науке и технологиях, а также перспективы дальнейшего развития. В статье подчёркивается необходимость изучения и применения этих видов излучения для создания новых возможностей для общества.

Ключевые слова: Инфракрасные лучи, ультрафиолетовые лучи, медицина, диагностика, термография, санитария, микроорганизмы, экология, фотосинтез, изменение климата, промышленность, энергоэффективность, инновационные технологии, безопасность, здравоохранение.

Abstract. This article examines the physical properties of infrared and ultraviolet radiation, their fields of application, and their relevance. Infrared radiation is widely used in medicine for diagnostic and therapeutic purposes, particularly in thermography to detect temperature differences in the human body. This method plays an important role in the early diagnosis of diseases and in improving patients' health. Ultraviolet radiation is effectively used in sanitation and hygiene as a means of destroying microorganisms. In addition, ultraviolet rays play a significant role in ecology, particularly in plant photosynthesis and in the study of climate change. The article also highlights the importance of infrared and ultraviolet radiation in industry, including their role in improving energy efficiency and ensuring product quality control. This study emphasizes the relevance of infrared and ultraviolet radiation, their role in modern science and technology, and their potential for future development. The article also stresses the necessity of studying and applying these types of radiation to create new opportunities for society.

Keywords: Infrared rays, ultraviolet rays, medicine, diagnostics, thermography, sanitation, microorganisms, ecology, photosynthesis, climate change, industry, energy efficiency, innovative technologies, safety, healthcare.

KIRISH

Yarim o‘tkazgich materiallar infraqizil va ultrabinafsha nurlar bilan ta’sirlashganda ularning elektr va fizik xossalari sezilarli darajada o‘zgaradi.Bunday nurlar turli energiya diapazoniga ega bo‘lgani sababli yarim o‘tkazgichda mutlaqo turlicha mexanizmlar orqali ta’sir ko‘rsatadi.

Infraqizil va ultrabinafsha nurlari zamonaviy ilm-fan va texnologiyalarning muhim qismidir. Ularning dolzarbligi bir qator omillar bilan bog‘liq. Birinchidan, tibbiyot sohasida infraqizil nurlari innovatsion diagnostika va davolash usullarini taqdim etadi. Termografiya yordamida inson tanasining haroratini o‘lchash va yallig‘lanish jarayonlarini aniqlash, kasalliklarni erta bosqichda aniqlash imkoniyatini yaratadi. Bu esa bemorlarning sog‘lig‘ini yaxshilashda muhim rol o‘ynaydi.

ISSN 3030-3907

Ikkinchidan, ultrabinafsha nurlari sanitariya va gigiena sohalarida keng qo‘llaniladi.

Ultrabinafsha nurlari mikroorganizmlarni yo‘qotish uchun samarali bo‘lib, bu jarayon suv va havoda mikroblarni zararsizlantirishda muhim ahamiyatga ega. Bu esa sog‘liqni saqlash va qishloq xo‘jaligida xavfsizlikni ta'minlaydi.

Uchinchidan, ekologiya sohasida ultrabinafsha nurlari o‘simliklar fotosintezida va iqlim o‘zgarishini o‘rganishda ahamiyatlidir. O‘simliklarning ultrabinafsha nurlariga bo‘lgan ta'siri, ularning rivojlanishi va turli sharoitlarga moslashuvini tushunishda muhim ma'lumotlar beradi.

Shuningdek, infraqizil va ultrabinafsha nurlarining sanoatdagi qo‘llanilishi energiya samaradorligini oshirish va mahsulot sifatini nazorat qilishda muhimdir. Ularning dolzarbligi kelajakda yangi texnologiyalar va innovatsion yechimlarni ishlab chiqish imkoniyatini yaratadi. Shu sababli, Infraqizil va ultrabinafsha nurlarining tadqiqoti va qo‘llanilishi zamonaviy jamiyat uchun muhim ahamiyatga ega.

ASOSIY QISM

Infraqizil nurlar

Infraqizil nurlar elektromagnit to‘lqinlar shkalasida radioto‘lqinlar va ko‘zga ko‘rinuvchi qizil yorug‘lik o‘rtasida joylashgan. Uning to‘lqin uzunligi 2 mm dan 760 nm gacha oraliqda bo‘ladi. Bu nurlarning chastotasi qizil nurnikidan kichikroq bo‘lgani uchun infraqizil, ya’ni qizildan pastroq chastotali deb nomlangan. U 1800-yilda ingliz olimi V.Gershel tomonidan kashf qilingan bo‘lib, juda katta energiyaga ega. Bu nurlar tushgan joyini juda qattiq qizdiradi va shu sababli unga issiq nur deb nom berilgan.[1]

Volfram tolali cho‘g‘lanma va gaz to‘ldirilgan turli xil lampalar infraqizil nurlarning manbayi bo‘ladi. Infraqizil nurning eng kuchli tabiiy manbayi – Quyosh. Quyosh nurlarining qariyb yarmi infraqizil nurlardan tashkil topgan. Infraqizil nurlar inson va jonli organizmlarning to‘qimalariga singib, barcha biologik jarayonlarning borishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Uning qishloq xo‘jaligidagi ahamiyati ham katta. Shisha va shaffof plyonkalardan o‘tgan infraqizil nurlar parnik ichida issiqlik energiyasiga aylanadi (parnik effekti). Shuningdek, bu nurlar mevalar, sabzavotlar va boshqa narsalarni quritishda ham ishlatiladi. Narsalarning infraqizil tasvirlarini ko‘rinuvchi tasvirlarga aylantiruvchi asboblar ham mavjud.[2]

Kuchli infraqizil nurlanish yarim o‘tkazgichda lokal qizish hosil qiladi.Bu esa elektr o‘tkazuvchanlikning temperaturaga bog‘liqligi sababli o‘lchanuvchi signalga aylanadi.Noyob jihati shundaki taqiqlangan zonaga ega yarim o‘tkazgichlarda infraqizil sezgirlik kvant cheklanishi tufayli keskin ortadi.

ISSN 3030-3907

Infraqizil nurlardan texnikada va turmushda keng foydalaniladi.Infraqizil nurlar yordamida qorong‘ilikdagi narsalarning joyini aniqlash mumkin.Kechasi kirish asboblari va kameralari, jismlar va tananing issiqlik termografiyasini olish, nishonni issiqlik nurlanishiga ko‘ra topib berish, infraqizil isitgichlar,bo‘yalgan sirtlarni quritish,uzoq kosmik obyektlarni tadqiq qilish, qurilmalarni masofadan turib boshqarish (televizor, magnitofon,konditsioner pultlari)va shu kabilarda infraqizil nurlardan foydalaniladi.Infraqizil lazerlar Yerda va kosmosda aloqa o‘rnatishda ham ishlatiladi.

Ular ko‘plab sohalarda, jumladan, tibbiyot, sanoat, ekologiya va xavfsizlikda keng qo‘llaniladi. Infraqizil nurlari bilan bog‘liq texnologiyalar o‘sib borayotgan ehtiyojlarni qondirishda muhim rol o‘ynaydi.

1. TIBBIYOTDA QO‘LLANILISHI

Tibbiyotda infraqizil nurlari asosan diagnostika va davolashda qo‘llaniladi. Infraqizil termografiya – bu inson tanasining haroratini o‘lchashga asoslangan usul. Ushbu usul orqali turli kasalliklarni, masalan, yallig‘lanish jarayonlarini va qon aylanishi muammolarini aniqlash mumkin. Infraqizil kameralar yordamida olingan tasvirlar tanadagi harorat farqlarini ko‘rsatadi, bu esa shifokorlarga kasalliklarni erta bosqichda aniqlash imkonini beradi. Shuningdek, infraqizil nurlari fizioterapiya jarayonlarida ham qo‘llaniladi, masalan, mushaklarni va to‘qimalarni isitish uchun.[3]

2. SANOATDA QO‘LLANILISHI

Sanoat sohasida infraqizil nurlari energiya samaradorligini oshirish va mahsulot sifatini nazorat qilishda muhim o‘rin tutadi. Infraqizil texnologiyalar yordamida materiallarning harorati o‘lchanadi va shunday qilib, ishlab chiqarish jarayonlarida yoki mahsulot sifatini baholashda muhim ma'lumotlar olinadi. Masalan, infraqizil kameralar yordamida elektr jihozlarining issiqlik chiqarishi monitoring qilinadi, bu esa qurilmalarning ishdan chiqishini oldini olishda yordam beradi. Bunday nazorat tizimlari sanoat jarayonlarida ishonchni oshiradi va energetik xarajatlarni kamaytirishga yordam beradi.[4]

3. EKOLOGIYADA QO‘LLANILISHI

Ekologiya sohasida infraqizil nurlari o‘simliklar va hayvonlar ekologiyasi tadqiqotlarida qo‘llaniladi. O‘simliklar infraqizil nurlarini fotosintez jarayonida ishlatadi, bu esa ularning yashash muhitida energiya ta'minlashda muhim rol o‘ynaydi. Infraqizil nurlari yordamida o‘simliklarning suv iste'moli va ularning sog‘lig‘i haqida ma'lumot olish mumkin. Bu esa agronomlarga o‘simliklar rivojlanishini va ularning ekologik sharoitlarga moslashuvini yaxshiroq tushunishga yordam beradi.

4. XAVFSIZLIK VA MONITORING

ISSN 3030-3907

Infraqizil nurlari xavfsizlik sohasida ham keng qo‘llaniladi. Infraqizil kameralar yordamida kechki paytlarda yoki yomon ob-havo sharoitlarida ko‘rish imkoniyati oshadi. Bu, masalan, harbiy va xavfsizlik xizmatlarida qo‘llaniladi. Shuningdek, infraqizil texnologiyalar yordamida yong‘inlarni aniqlash va monitoring qilish tizimlari yaratildi. Infraqizil sensorlar muayyan hududlardagi harorat o‘zgarishlarini o‘lchab, yong‘in xavfini erta aniqlashga imkon beradi.[3]

ULTRABINAFSHA NURLAR

Ultrabinafsha nurlar binafsha yorug‘likdan keyin joylashgan bo‘lib, to‘lqin uzunligi 400 nm dan 10 nm gacha oraliqda bo‘ladi. (Ultrabinafsha so‘zi binafshadan kattaroq chastotali, ya’ni to‘q binafsha degan ma’noni anglatadi.)[1]

Ultrabinafsha nurlar ko‘zga ko‘rinmaydi va shartli ravishda quyidagi turlarga bo‘linadi: yaqin ultrabinafsha nurlar (400–200nm to‘lqin uzunlikli), 1801-yilda nemis fizigi I.Ritter va ingliz fizigi U.Vollastonlar tomonidan kashf qilingan; uzoq va vakuumli ultrabinafsha nurlar (200–10 nm) nemis fizigi V.Shuman va ingliz fizigi T.Laymanlar tomonidan o‘rganilgan. 3 000 K gacha qizdirilgan jismlar ultrabinafsha nurlar manbayi bo‘ladi. Bunday manba vazifasini simobli, ksenonli va boshqa gazli lampalar, istalgan yuqori temperaturali plazma o‘tashi mumkin. Quyosh, yulduzlar va boshqa fazoviy jismlar ultrabinafsha nurlarning tabiiy manbayi hisoblanadi.

Ultrabinafsha nurlar kuchli biologik ta’sirga ega. To‘lqin uzunligi 400–320 nm bo‘lgan ultrabinafsha nurlar chiniqtiruvchi, sog‘liqni mustahkamlovchi ta’sirga ega. Inson organizmida D vitamin hosil bo‘lishiga yordam beradi. 320– 280 nm li nurlar badanning qorayishiga olib kelsa, 280□250 nm li to‘lqinlar bakteriyalarni o‘ldiruvchi ta□sir ko‘rsatadi. Bu nurlarning yuqori dozasi ko‘zning jarohatlanishi va terining kuyishiga olib keladi.[2]

Ultrabinafsha nurlar ta’sirida yarim o‘tkazgichning ish funksiyasi vaqtincha kamayadi,bu esa fotokatodlar va vakuum mikroelektronika qurilmalarida muhim ahamiyatga ega.Yuqori energiyali Ultrabinafsha nurlar elektronlarni yarim o‘tkazgichdan tashqariga chiqarib yuborishi mumkin.Bu hodisa fotoelektr effekti deb ataladi.Ultrabinafsha nurlar yarim o‘tkazgichlarga ta’sir etganda kuchli qo‘zg‘alish hosil bo‘ladi.Ultrabinafsha nur fotonlarining energiyasi taqiqlangan zonadan katta bo‘lgani sababli:

•ko‘p miqdorda elektron-kovak juftlari hosil bo‘ladi;

•jarayon asosan material sirtiga yaqin qatlamda sodir bo‘ladi.

Noyob jihati shundaki Ultrabinafsha nurlar sirt holatlarini faollashtirib ,Fermi darajasining siljishiga olib keladi.Natijada sirt o‘tkazuvchanligi hajmiy o‘tkazuvchanlikdan ustun bo‘lishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Ultrabinafsha nurlarning asosiy manbai Yerda Quyosh hisoblanadi.Ultrabinafsha nurlar Yer atmosferasi tomonidan kuchli yutiladi va shuning uchun ham baland tog‘ hududlarida o‘rganiladi.Bu nurlar inson terisiga ta'sir etadi hamda uni qoraytiradi.Ultrabinafsha nurlar ta’sirida polimerlarning rangi o‘chadi, ba’zan to‘la parchalanishi ham kuzatiladi.

Odatda, ular ultrabinafsha nurlarni ko‘zga ko‘rinuvchi nurlarga aylantiruvchi foto- va luminessensiyalanadigan materiallarda qayd qilib o‘rganiladi. Nurlanish va yutilish spektridagi ultrabinafsha nurlar sohasini o‘rganish atomlar, molekulalar, ionlar va qattiq jismlarning elektron tuzilishini o‘rganishga yordam beradi. Bu nurlarni o‘rganish osmon jismlari haqida ma’lumot beradi. Ultrabinafsha nurlarning moddalarga ta’siridan kriminalistika va san’atshunoslikda keng foydalaniladi. Shuningdek, ultrabinafsha nurlar yordamida atmosferadagi turli zararli aralashmalarni ham aniqlash mumkin.[3]

Ultrabinafsha nurlari, asosan, quyoshdan, sun'iy manbalardan va boshqa tabiiy manbalardan olinadi. Ularning tibbiyot, ekologiya, sanoat va xavfsizlik sohalarida keng qo‘llanilishi mavjud.

1. TIBBIYOTDA QO‘LLANILISHI

Tibbiyot sohasida ultrabinafsha nurlari muhim rol o‘ynaydi. Ultrabinafsha nurlari, ayniqsa Ultrabinafsha-B va Ultrabinafsha-C turlari, dermatologiyada keng qo‘llaniladi. Ular teri kasalliklarini davolashda, masalan, psoriaz va ekzema kabi yallig‘lanishli kasalliklarni bartaraf etishda samaralidir. Ultrabinafsha nurlari, shuningdek, teridagi qizil ranglarni kamaytirish va terining ko‘rinishini yaxshilash uchun ham ishlatiladi.[5]

Shuningdek, Ultrabinafsha nurlari mikroorganizmlarni yo‘qotish uchun ham ishlatiladi. Ultrabinafsha-C nurlari bakteriyalar, viruslar va boshqa patogenlarni zararsizlantirishda samarali. Ushbu xususiyatlar, ayniqsa, suvlarda va havoda sanitariya o‘rnatish uchun muhimdir, bu esa tibbiyot muassasalarida va sanitariya xizmatlarida ulardan foydalanishni ta'minlaydi.

2. EKOLOGIYADA QO‘LLANILISHI

Ekologiya sohasida ultrabinafsha nurlari o‘simliklarning fotosintez jarayonida muhim rol o‘ynaydi. O‘simliklar ultrabinafsha nurlarini qabul qilish orqali energiya ishlab chiqaradi, bu esa ularning o‘sishi va rivojlanishi uchun zarurdir. Ultrabinafsha nurlari, shuningdek, o‘simliklarning ultrabinafsha nurlariga qarshi mexanizmlarini rivojlantirishda yordam beradi, bu esa ularning turli ekologik sharoitlarga moslashuvini ta'minlaydi.[6]

Bundan tashqari, ultrabinafsha nurlari ekologik monitoringda ham qo‘llaniladi. O‘simliklarning ultrabinafsha nurlariga bo‘lgan ta'sirini o‘rganish

ISSN 3030-3907

orqali, ilm-fan odamlari iqlim o‘zgarishi va boshqa ekologik muammolarni aniqlashga yordam beradigan ma'lumotlar olishi mumkin.

3. SANOATDA QO‘LLANILISHI

Sanoat sohasida ultrabinafsha nurlari turli jarayonlarda qo‘llaniladi. Ultrabinafsha nurlari yordamida quritish jarayonlari amalga oshiriladi, masalan, ultrabinafsha qoplamalar va ultrabinafsha bo‘yoqlarni quritishda. Bu jarayonlar, mahsulotlarning tezkor tayyorlanishini ta'minlaydi va samaradorlikni oshiradi.

Bundan tashqari, ultrabinafsha nurlari sanoat sterilizatsiyasi uchun ham ishlatiladi. Ultrabinafsha texnologiyalari sanitariya va gigiena standartlariga rioya qilishda muhim ahamiyatga ega. Sanoat uskunalarida, masalan, oziq-ovqat va ichimliklar ishlab chiqarish jarayonlarida, ultrabinafsha nurlari mikroorganizmlarni yo‘q qilish va mahsulot sifatini yaxshilashda foydalaniladi.[7]

4. XAVFSIZLIK VA MONITORING

Xavfsizlik sohasida ultrabinafsha nurlari ham muhim ahamiyatga ega. Ultrabinafsha texnologiyalari yordamida yong‘inlarni aniqlash va monitoring qilish tizimlari yaratilgan. Ultrabinafsha nurlari yordamida ob-havo sharoitlarida harorat o‘zgarishlari aniqlanadi va bu yong‘in xavfini kamaytirishga yordam beradi.

Shuningdek, ultrabinafsha nurlari yordamida analitik tadqiqotlar o‘tkaziladi. Ultrabinafsha spektroskopiyasi kimyoviy moddalarning tarkibini aniqlash va sifatini baholashda qo‘llaniladi. Bu esa ilmiy tadqiqotlar va sanoat jarayonlarida muhim ahamiyatga ega.

Ultrabinafsha nurlari turli sohalarda keng qo‘llanilishi bilan birga, ularning texnologiyalari rivojlanayotgan dunyoda muhim rol o‘ynaydi. Tibbiyot, ekologiya, sanoat va xavfsizlik sohalarida ultrabinafsha nurlarining qo‘llanilishi, innovatsion yechimlarni ishlab chiqishda yordam beradi va insoniyat uchun yangi imkoniyatlar yaratadi. Ularning kelajakda rivojlanishi, yangi texnologiyalar va samarali usullarni o‘z ichiga oladi.[8]

XULOSA

Infraqizil va ultrabinafsha nurlari elektromagnit spektrning muhim qismlarini tashkil etadi. Ularning fizik xususiyatlari va qo‘llanilishi turli sohalarga ta'sir ko‘rsatadi, jumladan, tibbiyot, sanoat, ekologiya va xavfsizlik. Infraqizil nurlari to‘lqin uzunligi 700 nanometrdan 1 millimetrgacha bo‘lgan elektromagnit nurlardir. Ular tibbiyotda termografiya usuli orqali tananing haratini o‘lchashda qo‘llaniladi, bu esa turli kasalliklarni erta aniqlash imkonini beradi. Sanoatda infraqizil kameralar yordamida materiallarning sifatini nazorat qilish va energiya samaradorligini oshirishda foydalaniladi. Ultrabinafsha nurlari esa to‘lqin uzunligi 10 dan 400 nanometrgacha bo‘lib, tibbiyotda teri kasalliklarini davolash va

ISSN 3030-3907

mikroorganizmlarni yo‘qotishda muhim ahamiyatga ega. UV nurlari dermatologiyada, sanitariya va sterilizatsiya jarayonlarida qo‘llaniladi. Ekologiya sohasida ular o‘simliklar fotosintezida va iqlim o‘zgarishini o‘rganishda muhim rol o‘ynaydi.

Umuman olganda, infraqizil va ultrabinafsha nurlari innovatsion yechimlar va samarali usullarni taqdim etib, insoniyat hayotini yaxshilashda muhim rol o‘ynaydi. Ularning rivojlanishi yangi texnologiyalar va tibbiy davolash usullarini olib keladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Karimov, A. (2020). *Infraqizil nurlari va ularning tibbiyotdagi qo‘llanilishi*. Tibbiyot Jurnali.
2. Iskandarov, N. (2019). *Ultrabinafsha nurlari: biologik ta'siri va xavfsizlik masalalari*. Biofizika.
3. Smith, J. (2020). *Infrared Thermography: A New Tool for Medicine*. Medical Journal.
4. Johnson, L. (2019). *Industrial Applications of Infrared Radiation*. Industrial Science.
5. Lee, R. (2021). *Ultraviolet Light in Dermatology*. Dermatology Reviews.
6. Miller, A. (2022). *The Role of UV Light in Plant Growth*. Botanical Studies.
7. Ivanov, P. (2018). *Prilozheniya infrakrasnogo izlucheniya v promyshlennosti*. Promyshlennaya Tekhnika.
8. Petrova, S. (2020). *Ultravioletnye luchi i ikh biologicheskoe vliyanie*. Zdravookhranenie.
9. Thompson, M. (2019). *The Use of UV Sterilization in Healthcare Settings*. Infection Control Journal.
10. Brown, T. (2018). *Principles of Infrared Technology*. Engineering Press.
11. White, P. (2020). *The Impact of UV Radiation on Ecosystems*. Environmental Research Letters.
12. Martin, S. (2021). *Medical Applications of Ultraviolet Light*. Journal of Dermatological Science.
13. Wilson, R. (2019). *Advancements in Infrared Spectroscopy*. Analytical Chemistry Review.
14. Davis, F. (2022). *The Role of UV Light in Water Purification*. Environmental Engineering Journal.
15. Turner, V. (2021). *Ultraviolet Radiation: Health Effects and Safety Measures*. Journal of Public Health Policy.

ISSN 3030-3907