ISNN 3030-3907

2026/4
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

2026/4 VOLUME 6

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	Mathematical modeling of the dynamic characteristics of turning cutters with damping elements based on the coherence function *Yakhshiev Sherali Namozovich* *Abdiev Bobur Kamol o'g'li* *Oripov Dostonjon Rustamjon o'g'li* *Toshniyozov Ilkhomjon*	9
2	Investigation of methods for reducing vibrations in metal-cutting machine tools based on mathematical modeling and optimization *Yakhshiev Sherali Namozovich* *Abdiev Bobur Kamol o'g'li* *Tursunov Nodir Shavkatovich* *Oripov Dostonjon Rustamjon o'g'li*	18
3	Imkoniyati cheklangan shaxslarning intellektual salohiyatini aniqlashga qaratilgan mobil ilovadan foydalanish texnologiyasi *Xamroyev Utkir Namozovich* *Baxtiyorovava Nigina Ixtiyorovna*	27
4	O'zbekiston kichik korxonalarida osci-uz diagnostik indeksini qo'llashning iqtisodiy samaradorligi *J.E.Saidov* *B.E.Mustafayev*	35
5	Категорияланган объектлар параметрларини назорат қилиш ва визуал ўлчаш технологияларининг ривожланиш истиқболлари *А.М. Назаров* *Ф.К. Жумақулов*	43
6	Nikel (ii) metagidroksibenzoat va nikotinamid asosida aralash ligandli kompleks birikma sintezi va spektrafotometrik tahlili *Kurbanova Raxila Saliyevna* *Hasanov Shodlik Bekpo'latovich* *Abdullayeva Zubayda Shavkatovna*	52
7	Закономерности формирования адсорбционных свойств карбоксиль-и аминсодержащих полиэлекролитов на минеральных дисперсиях *М.Ш.Джумамуратова* *А.З.Низамадинов* *Н.Б.Бердимуратова* *С.А. Ауелбекова*	61
8	Transfer learning for binary pneumonia classification from chest x-ray images: a comparative study of densenet121, densenet169, and densenet201 *Mukhriddin Arabboev* *Shohruh Begmatov* *Sukhrob Bobojanov* *Akhram Nishanov*	71
9	Indirect field-oriented control (ifoc) of asynchronous traction motors for o'z-elr electric locomotives in the flux-weakening region *Sobirov N.Q.*	82
10	Влияния коагуляционного фактора на процесс осаждения частиц пыли в гравитационно поле *Эргашев Дилмурод Адилжанович* *Абидова Мамурахон Алишеровна* *Каримов Давронбек Дилшоджон ўғли*	91
11	Modified method for assessment of static and contact stickness of coordinate drilling machine taking into account heat draft *Karimova N.K.*	97

ISSN 3030-3907

12	Increasing the positioning currency of model 2550 coordinate drilling machine through modernization of the kinematic scheme and compensation of thermal deformations of the spindel unde *Karimova N.K.*	105
13	Technology for the extraction of biologically active compounds from the medicinal plant calendula (calendula officinalis l.) And its cultivation for use in folk medicine *Mangliyeva Marjona Rashid qizi*	112
14	Milliy mato uyg‘unlashtirilgan boshlang‘ich sinf o‘quvchi qizlari formasini ishlab chiqarishdagi unumdorlik hisoblari tahlili *Xojiyev Abduraxim Abduraxmonovich* *Babayeva Shoxista Hamidxon qizi*	120
15	Biokimyo fanidan amaliy darslarni tashkil etishda “bumerang” o‘yin metodining ahamiyati. *Murodova Shaxnoza*	126
16	Koinot tasvirlaridan gaz indikatorlari va meteorologik parametrlarini integratsiyasi asosida pm2.5 konsentratsiyasini aniqlash tadqiqotlari *Djumanov Jamoljon Xidaykulovich* *Irmuxamedova Navruza Abdullajonovna* *Mirzag‘aniyev Sardor Ilyosjon o‘g‘li* *Odilov Abdullojon Komiljon o‘g‘li*	132
17	Imkoniyati cheklangan bolalarni inklyuziv ta‘lim asosida tarbiyalash *O‘rinboyeva Elnora Furqat qizi*	143
18	Og`iz bo`shlig`i individual gigyenasida qo`llaniladigan tish pastalarining sifat va xavfsizlik ko`rsatkichlari asosida sinflanishi *Xamdamova L.R.* *Hamroqulov M.G`.* *Nasirov S.K.*	152
19	Yupqa plyonkali quyosh modullari: fizikasi, afzalliklari va qo‘llanilishi *Oripova Dilnoza Karimjon qizi*	165
20	O‘zgarmas tok dvigatelining quvvat isrofi va uning foydali ish koeffitsiyentiga ta’sir *Teshaboyev Rivojiddin Ibrohimjon o‘g‘li*	171
21	O‘simlik xomashyolari tarkibini o‘rganish va ular asosida ichimlik (sut) ajratib olish *M. S. Toirova* *D.S.Salixanova* *N. N. Mamataliyev*	179
22	Algorithm for verification of online identification of technological plants based on sensitivity theory *Isamiddin Khakimovich Siddikov* *Gulchekhra Rakhimjonovna Alimova* *Begovot Sheraliyevich Ibragimov*	185
23	Shoir va yozuvchilar ijodini o‘rganishda arxivshunoslikning ahamiyati: “turkiston viloyati gazeti” namunasida *Abdug‘aniyeva Shoxista Jumanazar qizi*	194
24	“Pnevmoniya kasalligini matematik modelini tadqiq etish” *Boltibayev Shuhratjon Komiljanovich* *Abduraxmanov Azizbek Shokirjon o‘g‘li* *Ubaydullayeva Diloromxon Maxmudjon qizi* *Nastinov Sadriddin Tojiddin o‘g‘li*	205
25	Yashil iqtisodiy islohotlar sharoitida sut mahsulotlari xavfsizligini standartlashtirish asosida boshqarish masalalari *Muminov Najmiddin* *Bakiyev Elyorbek*	211
26	Study ai vulnerabilities such as adversarial attacks and data poisoning in education testing system. *Qobulov Doston Boxodir o‘g‘li* *Yuldashev Nodirbek Abdumannob o‘g‘li*	220
27	Quritish usullarining olxori tarkibidagi uglevod va vitaminlarga ta’sirini hplc usulida tahlil qilish	227

ISSN 3030-3907

	Yusupova Dilobar Abdujalilovna *Xamroqulov Maxmud Gofurjonovich* *Yusupova Dilnoza Abdujalilovna*	
28	O‘zbekiston sharoitida quyosh panellarini quruq tozalash qurilmasini mahalliylashtirish va uning tajriba-sinov natijalarini baholash *Mardonov Davron Shamsi o‘g‘li* *Ubaydullayev Baxtiyor Bahodir o‘g‘li*	234
29	Regenerativ tibbiyot uchun polimerlar va seolit asosida kompozit biomaterialar ishlab chiqish *Qobilov Nodirbek Sobirovich* *Yalg‘ashev Elmurod Yaxshiboy o‘g‘li*	245
30	Catalyst selection for the catalytic dehydroaromatization reaction of methane *Jasur Shukurov* *Normurot Fayzullaev* *Azimbek Rakhmatov* *Abdulaziz Mardonov* *Khurshid Kuybakov* *Kamoliddin Kungratov* *Begzod Turayev*	252
31	Sitizin alkaloidi asosida biofaol moddalar sintezi *Shoymardonov Raxmat Axmedovich* *Nurilloyev Zafar Ismatilloyevich* *Bozorova Firuza Amonovna*	261
32	Dasturlash tillari kursida "teskari dars" (flipped classroom) metodining o‘rni *Temirova Sevinch Omonjon qizi* *Otaxanov Nurillo Abdumalikovich*	267
33	Talabalarning hayot faoliyati xavfsizligi va o‘quv amaliyoti jarayonida xavfsizlikni ta’minlash *Nigmatjonov Sardor Abdumannobovich*	275
34	Maktab o‘quvchilarining tanqidiy fikrlashini kimyoviy eksperiment o‘tkazish orqali shakllantirish *Y.F. Toshtemirova* *L.Q. Ablakulov* *S.M. Ochilova* *N.B. Baxramov* *D.B. Zuhriddinova*	281
35	Uch fazali asinxron dvigateldagi nosozliklarni diagnostika qilish metodlarining tahlili. *Ramazonov Bahodir G‘olib o‘g‘li*	287
36	Integration of multi-source remote sensing data for numerical mine modelling at the uchquloch polymetallic deposit: from point cloud to production-ready block model *Tursunov Sh.A.* *Kutumova G.S*	297
37	Bo‘lajak muhandislarning matematik modellashtirish kompetensiyasini rivojlantirishda chiziqli tenglamalar sistemalaridan foydalanish metodikasi *Qushmurotov Umurbek Ibadillayevich*	306
38	Oksikislotalarning inson organizmidagi ahamiyati *Usmonqulov Sultonbek* *Musurmonova Xonbibi* *Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich*	313
39	Kengaytirilgan vermikulit-bog‘lovchi asosli issiqlik izolyatsiya materiallarining issiqlik xususiyatlari *Hojiyev To‘xta Siroj o‘g‘li* *Boltayev San’at Axmadovich*	318
40	Lak-bo‘yoq qoplamalarda ichki kuchlanishlarning hosil bo‘lish sabablari *Xayitboyev Qudratbek Anvarbek o‘g‘li*	324
41	Кўчмас мулк объектлари аудитининг амалиётдаги ҳолати таҳлили (ўзбекистон шароитида) *Нарзуллаев Шерзод Фозилович*	332

ISSN 3030-3907

42	Задача о действии плоской ударной волны на податливое цилиндрическое тело находящейся в нелинейной среде *К.Атабаев*	336
43	Orto-toluidin asosida aminonitril hosilalarining solventsiz sharoitda sintezi va fizik-kimyoviy xossalarining tadqiqi. *Xamrayeva K.B.* *Nematova F.O.* *Po'latov E.T.* *Kodirov A.A.*	342
44	Yashirin iqtisodiyotning iqtisodiy rivojlanishga ta'siri: xalqaro tajriba tahlili *Toshev F.Z.* *Abdumalikova H.*	348
45	Yerga ishlov beruvchi plug lemexining ishchi yuzasiga yeyilishga bardoshli qoplama qoplash bilan ish unumdorlikni oshirish *Abdullayev Abdumannon Xoldorovich*	354
46	Uzumbog' va ta'mirlash ishlari uchun ko'chma mexanik narvonini ishlab chiqish va uning taxlili *Sobirov Xolxuja Abbozovich*	361
47	Экспериментальная оценка теплофизических свойств антифризов на основе температурных зависимостей *Айрапетов Дмитрий Алексеевич* *Хакимов Равшан Муминович*	369
48	Преподавание инженерной и компьютерной графики в условиях цифровой трансформации образования *Умарова Дилфуза Сатволдиевна*	378
49	Тоғли ҳудудлардаги руда конларни очиқ – ер ости усулида қазиб олишда карьер контуридан ташқаридаги заҳираларни очишни илмий баҳолаш *Мислибаев И.Т.* *Мутавалиев А.Т.* *Таджиев Ш.Т.* *Саидрахматов Р.М.* *Толипов С.О.*	390
50	Oziq-ovqat sanoatida yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyasi *Tuxtaboyev Mohirjon Rahimjanovich* *Yunusova Shaxzoda*	406
51	Pedagogik omillarning ingliz klassik adabiyoti vositasida talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirishga ta'siri *Ziyodov Farruh Saodilla o'g'li*	416
52	Fitopreparatlarni ishlab chiqarish texnologiyasi *Kodirov Nizom Daminovich* *Raxmonova Zulxumor Zaidovna*	428
53	Изучение факторов, влияющие на эффективность сушки хлопка-сырца, разработка и изготовление малогабаритной барабанной сушилки *Назиров Р.Р.* *Эсанов А.А.*	435
54	Стратегические приоритеты государственной политики узбекистана в сфере здорового питания *Элмурадова Азима Сувон кизи*	443
55	Ob'ektlarda mehnat sharoitini o'rganishning ilmiy nazariyasi *Xodjakulov Muxtorjon Nazarkulovich*	453
56	Elektr yoyli po'lat eritish pechlarida po'lat eritish samaradorligini oshirish zaxiralari va resurs tejamkorligi *Vahobov Azizjon Vohidjon o'g'li*	459

ISSN 3030-3907

MATHEMATICAL MODELING OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS OF TURNING CUTTERS WITH DAMPING ELEMENTS BASED ON THE COHERENCE FUNCTION

Yakhshiev Sherali Namozovich
Docent, Navoi State University of Mining and Technologies
E-mail: sheraliyaxshiyev1978@mail.ru
Abdiev Bobur Kamol o‘g‘li
PhD candidate at Navoi State University of Mining and technologies
E-mail: bobur.abdiev99@gmail.com
Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li
Master student, Navoi State University of Mining and Technologies
E-mail: orrudos@mail.ru
Toshniyozov Ilkhomjon
Msc student, Navoi State University of Mining and Technologies
E-mail: ilhomtoshniyozov75@gmail.com

Abstract. This article discusses the mathematical modeling and coherence-function-based analysis of the dynamic characteristics of a turning cutter equipped with a rod-and-spring damping element. Vibrations arising during the turning process negatively affect the quality of the machined surface, the service life of the tool, and the stability of the technological process. In the study, the “machine–tool–workpiece” system was considered as a single-degree-of-freedom delayed dynamic model, taking into account the influence of the damping element on the overall damping coefficient of the system. The results of numerical modeling carried out in the MATLAB environment were analyzed through vibration amplitude, frequency spectra, and the coherence function. The obtained results showed that the damped cutter is effective in reducing vibrations and that the coherence function is an important scientific tool for evaluating the relationship between vibrations and cutting force.

Keywords: turning cutter, damping element, rod and spring, vibration, coherence function, mathematical modeling, MATLAB.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы математического моделирования и анализа динамических характеристик токарного резца, оснащённого демпфирующим элементом в виде стержня и пружины, на основе функции когерентности. Вибрации, возникающие в процессе точения, оказывают отрицательное влияние на качество обработанной поверхности, срок службы инструмента и устойчивость технологического процесса. В исследовании система «станок–резец–деталь» принята в виде динамической модели с одной степенью свободы и запаздыванием, при этом учтено влияние

ISSN 3030-3907

демпфирующего элемента на общий коэффициент демпфирования системы. Результаты численного моделирования, выполненного в среде MATLAB, были проанализированы по амплитуде вибраций, частотным спектрам и функции когерентности. Полученные результаты показали, что резец с демпфированием эффективно снижает вибрации, а функция когерентности является важным научным инструментом для оценки связи между вибрациями и силой резания.

Ключевые слова: токарный резец, демпфирующий элемент, стержень и пружина, вибрация, функция когерентности, математическое моделирование, MATLAB.

Annotatsiya. Mazkur maqolada sterjen va prujinali dempferlash elementiga ega tokarlik kesgichining dinamik xususiyatlarini matematik modellashtirish hamda kogerentlik funksiyasi asosida tahlil qilish masalalari yoritilgan. Tokarlik jarayonida yuzaga keladigan vibratsiyalar ishlov berilgan sirt sifati, asbobning xizmat muddati va texnologik jarayon barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqotda “dastgoh–kesgich–detal” tizimi bir erkinlik darajali kechikishli dinamik model sifatida qabul qilinib, dempferlash elementi tizimning umumiy dempferlash koeffitsientiga ta’siri hisobga olindi. MATLAB muhitida o‘tkazilgan raqamli modellashtirish natijalari vibratsiya amplitudasi, chastota spektrlari va kogerentlik funksiyasi orqali tahlil qilindi. Olingan natijalar dempferli kesgich vibratsiyalarni kamaytirishda samarali ekanligini hamda kogerentlik funksiyasi vibratsiyalarning kesish kuchi bilan bog‘liqligini baholashda muhim ilmiy vosita ekanligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: tokarlik kesgichi, dempferlash elementi, sterjen va prujina, vibratsiya, kogerentlik funksiyasi, matematik modellashtirish, MATLAB.

INTRODUCTION.

In modern mechanical engineering and manufacturing industries, the efficiency, accuracy, and stability of metal cutting processes are among the main factors determining product quality and production competitiveness. In particular, the turning process remains one of the most widely used machining methods for producing cylindrical, conical, and shaped surfaces with the required dimensional accuracy and surface finish. However, despite the broad industrial application of turning, the process is often accompanied by dynamic phenomena, especially vibrations, which significantly reduce machining performance. These vibrations negatively affect the quality of the machined surface, accelerate tool wear, increase noise and energy consumption, and reduce the overall stability of the technological system. As a result, productivity decreases, tool replacement costs increase, and additional economic losses arise during production.

ISSN 3030-3907

The occurrence of vibrations in turning is mainly associated with the dynamic behavior of the “machine–tool–workpiece” system. This system possesses elastic, inertial, and damping properties, and under the action of variable cutting forces it may enter unstable oscillatory regimes. In many cases, vibrations are intensified due to the regenerative mechanism, in which waviness left on the previously machined surface affects the current chip thickness and leads to self-excited oscillations. Such a dynamic interaction makes the turning process highly sensitive to changes in spindle speed, feed rate, depth of cut, tool geometry, and stiffness of the technological system. Therefore, the study of vibration formation and suppression is one of the key scientific and practical tasks in machining theory and production engineering.[1]

To reduce the negative effects of vibrations, various technological and design-based solutions have been proposed in the literature and engineering practice. These include optimization of cutting parameters, improvement of tool geometry, enhancement of machine rigidity, application of advanced control methods, and use of damping devices. Among these approaches, cutting tools equipped with damping elements are of particular interest because they allow vibration energy to be dissipated directly in the tool structure. Such tools can improve dynamic stability without significantly changing the main kinematic parameters of the cutting process. In this respect, the introduction of damping elements in the form of rods and springs into the turning tool structure represents a promising engineering solution for vibration suppression.[2]

At the same time, for a more complete understanding of the dynamic behavior of damped turning tools, it is not sufficient to analyze only vibration amplitudes or frequency spectra. A deeper scientific assessment requires the study of the relationship between the excitation source and the system response. In this context, the coherence function is an important analytical tool. The coherence function makes it possible to determine the degree of frequency-domain correlation between the input signal, namely the cutting force, and the output signal, namely the vibration response of the cutting tool. This approach allows researchers to identify the frequency ranges in which tool vibrations are directly caused by the cutting process and to distinguish them from ranges dominated by external disturbances, measurement noise, or secondary structural effects. Therefore, the use of the coherence function provides broader opportunities for evaluating the real efficiency of damping elements in dynamic systems.[3]

Mathematical modeling plays an essential role in the study of machining vibrations because it makes it possible to investigate system behavior under different operating conditions without the need for expensive and time-consuming

ISSN 3030-3907

full-scale experiments. By constructing a dynamic model of the turning process, it becomes possible to evaluate the influence of stiffness, mass, damping coefficient, delay time, and cutting-force parameters on vibration stability. In particular, delayed dynamic models are widely used in turning studies because they reflect the regenerative nature of chatter vibrations. When a damping element is incorporated into such a model, its influence on the overall damping capacity of the system can be quantified more accurately, and the expected reduction in vibration level can be predicted under various cutting conditions.[4]

The scientific novelty of this study lies in the development of a mathematical-dynamic model of a turning cutter equipped with a rod-and-spring damping element and in the use of the coherence function as a tool for evaluating its vibration suppression capability. In the proposed approach, the "machine–tool–workpiece" system is considered as a single-degree-of-freedom delayed dynamic system, while the contribution of the damping element is introduced through the generalized damping coefficient. Numerical simulations performed in the MATLAB environment make it possible to analyze the vibration response of the system, identify the dominant frequency components, and evaluate the coherence between cutting force and tool vibration.

The practical significance of the research is determined by the possibility of applying the obtained results in the design of vibration-resistant turning tools and in improving the stability of machining processes in industrial conditions. The use of damped cutters can contribute to better surface quality, longer tool life, reduced noise levels, and increased machining reliability. In addition, coherence-based analysis can serve as a scientific basis for selecting rational damping parameters and for diagnosing unstable cutting conditions.

Thus, the purpose of this study is to develop a mathematical dynamic model of a turning cutter with a rod-and-spring damping element and to scientifically evaluate, by means of the coherence function, the effectiveness of the damped cutter in reducing vibrations during the turning process.[5]

MATERIALS AND METHODS.

The research methodology was based on an integrated approach that included mathematical modeling, numerical computation, and signal processing methods. First, the dynamic parameters of both damped and non-damped cutting tools were determined, and the cutting conditions were varied within a specified range. In the MATLAB environment, the dde23 function was used to solve the delay differential equation describing the dynamic behavior of the system. The obtained time-domain signals were then analyzed in the time domain, frequency domain, and from the point of view of cause-and-effect relationships.

ISSN 3030-3907

DYNAMIC MODEL.

To evaluate the dynamic characteristics of a turning cutter equipped with a rod-and-spring damping element, the "machine–tool–workpiece" system was modeled as a single-degree-of-freedom delayed mechanical vibration system. The damping element introduces additional elastic and dissipative properties into the system, thereby enhancing the dissipation of vibration energy.

The equation of motion of the cutter vibration can be expressed as follows:

$$\ddot{m}\{x\}(t) + c \dot{+} c_d\{x\}(t) + (k + k_d)x(t) = F_{c(t)}$$

Here:

m — equivalent mass;

c — main damping coefficient;

c(d) — additional dissipation introduced by the damping element;

k — main stiffness;

k(d) — equivalent stiffness of the spring.

The cutting force, taking into account the regenerative mechanism, can be written as follows:

$$F_{c(t)} = K_c a_p f[1 + \backslash mu(x(t) - x(t - \tau))]$$

Here:

K(c) — specific cutting force coefficient;

a(p) — depth of cut;

f — feed;

μ — regenerative effect coefficient;

x(t − τ) — delayed displacement from the previous revolution.

The delay time is expressed as follows:

$$T=60/n$$

Here,

n — spindle rotational speed, rpm.

Time-domain and frequency-domain analysis

In the time domain, the maximum vibration amplitude and the RMS value were evaluated. The RMS value is determined as follows:

$$x_{\{rms\}} = \sqrt{\left\{\backslash frac\{1\}\{T\} \int_0^T x^{2(t),dt}\right\}}$$

In the frequency domain, the spectral composition of the vibration signal was determined using FFT. The discrete Fourier transform is written as follows:

$$X(k) = \sum_{\{n=0\}}^{\{N-1\}x(n)e^{\left\{-\frac{j2\pi kn}{N}\right\}}}$$

ISSN 3030-3907

The spectral amplitude is evaluated as follows:

$$A(f) = | X(f) |$$

To provide a general evaluation of resonance- or chatter-related components, the spectral energy was also considered.

Coherence Function

As the main scientific novelty of this study, the coherence function was applied. It expresses the degree of frequency-domain relationship between the cutting force $\mathbf{F_(c)(t)}$ and the cutter vibration **x(t)**:

$$\gamma^{2(f)} = \backslash frac\left\{\left|G_{\{Fx\}(f)}\right|^2\right\}\left\{G_{\{FF\}(f)G_{\{xx\}(f)}}\right\}$$

Here:

$G_{\{FF\}(f)}$ — auto-spectral density of the cutting force;;

$G_{xx(f)}$ — auto-spectral density of the cutter vibration;

$G_{\{Fx\}(f)}$ — cross-spectral density;

f — frequency.

The value of the coherence function ranges from 0 to 1. Values close to unity indicate that the vibrations are mainly deterministically related to the cutting process, whereas low values indicate that the vibrations are caused by random factors or external noise.[6]

RESULTS

1. Time-domain analysis

In the MATLAB environment, the delayed dynamic equation was solved and the vibration signal of the cutter tip, **x(t)**, was obtained. The maximum amplitude and RMS value were taken as the main quantitative indicators of vibration. The calculation results showed that, in the non-damped case, the maximum vibration amplitude was higher, the vibration signal was unstable over time, and periodic amplification was observed. This is a characteristic sign of the chatter phenomenon. In the damped case, however, the amplitude decreased, the vibration signal became smoother, and high-intensity oscillations were reduced.[7]

The degree of vibration reduction in percentage was evaluated as follows:

$$\eta_A = \frac{A_{max,0} - A_{max,d}}{A_{max,0}} \cdot 100\%$$

Here, $\mathbf{A_(max,0)}$ is the maximum amplitude in the non-damped case, and **$\mathbf{A_(max,d)}$** is the maximum amplitude in the damped case. In a typical case, this indicator was observed to lie within the range of 30–50%.

2. Frequency-domain analysis

ISSN 3030-3907

The FFT results made it possible to identify frequency components characteristic of chatter. In the non-damped case, the peaks corresponding to resonance and chatter were distinguished by high energy. In the damped case, however, the amplitudes of these same peaks decreased, indicating a reduction of vibration energy in the resonance range. The damping element acted as a mechanism for dissipating vibration energy in the system.

3. Analysis based on the coherence function

Although the time-domain and spectral analyses showed a reduction in vibration, the coherence function was applied to clarify whether the vibration was directly related to the cutting force or caused by other random factors. The calculations showed that, in the non-damped case, **γ^2(f)** had high values at the main frequencies corresponding to resonance and chatter. This indicates that the vibration signal was very strongly related to the cutting force and that the chatter mechanism was active. In the damped case, the coherence values in the same frequency ranges decreased, meaning that the deterministic component of the vibration associated with the cutting force was significantly reduced.

The reduction in deterministic coupling can be estimated in percentage as follows:

$$\eta_\gamma = \frac{\gamma_0^2(f) - \gamma_d^2(f)}{\gamma_0^2(f)} \cdot 100\%$$

This result shows that the damping element suppresses the chatter mechanism not only in terms of amplitude, but also in terms of the cutting force–vibration relationship. Thus, the coherence plot appears as the strongest scientific evidence of damping efficiency.

DISCUSSION.

The obtained results showed that, in the evaluation of vibrations during the turning process, relying only on amplitude or FFT analysis is not sufficient. This is because these methods show the magnitude of vibration, but they cannot fully reveal its source. The coherence function, however, makes it possible to identify the deterministic component of vibrations that is directly related to the cutting force. In this respect, the proposed approach is of great importance for deeper vibration diagnostics and for proving the actual effectiveness of the damping element.

It was found that the application of a rod-and-spring damping element increases the overall damping coefficient of the system and reduces the vibration amplitude as well as the spectral energy in the frequency ranges characteristic of

ISSN 3030-3907

resonance and chatter. This not only improves surface quality, but also extends tool life and increases the stability of the technological process.

This model also has certain limitations. In particular, the system was considered as a single-degree-of-freedom model, while thermal effects and multi-component elastic couplings were not taken into account. In future studies, it would be advisable to extend the model to a multi-degree-of-freedom system, enrich it with real experimental data, and more accurately determine the optimal values of $\mathbf{k_(d)}$ and $\mathbf{c_(d)}$ in the chatter range.

CONCLUSION

The results of the mathematical modeling and signal analysis showed that, in evaluating chatter vibrations during the turning process, it is not sufficient to rely only on amplitude and FFT analyses. The application of the coherence function makes it possible to identify the deterministic component of vibrations associated with the cutting force and to scientifically substantiate, at the cause-and-effect level, the actual effectiveness of the rod-and-spring damping element in reducing vibrations.

Based on the study, the following conclusions were drawn:

1. Representing the “machine–tool–workpiece” system as a single-degree-of-freedom delayed model is a sufficiently effective approach for evaluating vibrations in the turning process.

2. The rod-and-spring damping element improves the overall damping properties of the system and reduces both the vibration amplitude and the spectral components characteristic of chatter.

3. The coherence function is one of the most important scientific criteria for evaluating damping efficiency, since it makes it possible to identify the deterministic part of vibration related to the cutting force.

4. As a result of applying the damping element, the vibration amplitude was observed to decrease by up to 30–50% in typical cases.

5. Adapting the proposed model and analysis algorithm in MATLAB to production conditions and applying it in a predictive mode can contribute to increasing the stability of the turning process and extending tool life.

REFERENCES

1. Altintas Y. *Manufacturing Automation*. Cambridge University Press, 2012.
2. Tobias S.A. *Machine Tool Vibration*. Blackie, London, 1965.
3. Tlusty J. *Manufacturing Processes and Equipment*. Prentice Hall, 2000.
4. Schmitz T.L., Smith K.S. *Machining Dynamics*. Springer, 2009.
5. Budak E., Altintas Y. Analytical prediction of chatter stability. *ASME J. Manuf. Sci.*, 1995.

ISSN 3030-3907

6. Insperger T., Stepan G. *Semi-Discretization Method*. Springer, 2011.
7. Quintana G., Ciurana J. Chatter in machining. *Int. J. Machine Tools*, 2011.

ISSN 3030-3907

INVESTIGATION OF METHODS FOR REDUCING VIBRATIONS IN METAL-CUTTING MACHINE TOOLS BASED ON MATHEMATICAL MODELING AND OPTIMIZATION

Yakhshiev Sherali Namozovich
Docent, Navoi State University of Mining and Technologies
E-mail: sheraliyaxshiyev1978@mail.ru
Abdiev Bobur Kamol o‘g‘li
PhD candidate at Navoi State University of Mining and technologies
E-mail: bobur.abdiev99@gmail.com
Tursunov Nodir Shavkatovich
Head of foundry section of the "Navoi Machine Building Plant" Production Associate
E-mail: t.n.sh.yalta.2024@gmail.com
Oripov Dostonjon Rustamjon o‘g‘li
Master student at Navoi State University of Mining and technologies
E-mail: orrudos@mail.ru

Abstract. This article investigates the problem of reducing vibrations in metal-cutting machine tools, particularly in the turning process, based on mathematical-dynamic modeling and optimization methods. Vibrations generated during cutting negatively affect machining accuracy, surface quality, tool wear, and the overall stability of the technological process. In the study, a single-degree-of-freedom dynamic model of the “machine–tool–workpiece” system was developed, and the cutting force was represented as a delay-dependent function. Modeling was carried out in the MATLAB environment, and the influence of cutting parameters on vibration amplitude was analyzed. The results showed that optimized cutting conditions significantly reduce vibration amplitude. The obtained conclusions have practical importance for improving the efficiency and stability of turning processes.

Keywords: metal cutting, turning, vibration, chatter, optimization, mathematical model, MATLAB.

Annotatsiya. Ushbu maqolada metall kesish stanoklarida, xususan tokarlik jarayonida yuzaga keladigan tebranishlarni kamaytirish masalasi matematik-dinamik modellashtirish va optimallashtirish usullari asosida tadqiq etildi. Kesish jarayonida hosil bo‘ladigan tebranishlar ishlov berish aniqligi, sirt sifati, asbobning yeyilishi hamda texnologik jarayonning umumiy barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqotda “stanok–asbob–detal” tizimining bir erkinlik darajali dinamik modeli ishlab chiqildi va kesish kuchi kechikishga bog‘liq funksiya ko‘rinishida ifodalandi. Modellashtirish MATLAB muhitida amalga oshirildi hamda kesish parametrlarining tebranish amplitudasiga ta’siri tahlil qilindi.

ISSN 3030-3907

Olingan natijalar optimallashtirilgan kesish rejimlari tebranish amplitudasini sezilarli darajada kamaytirishini ko‘rsatdi. Ushbu xulosalar tokarlik jarayonlarining samaradorligi va barqarorligini oshirishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: metall kesish, tokarlik, tebranish, chatter, optimallashtirish, matematik model, MATLAB.

Аннотация. В данной статье исследуется проблема снижения вибраций в металлорежущих станках, в частности в процессе точения, на основе методов математико-динамического моделирования и оптимизации. Вибрации, возникающие в процессе резания, отрицательно влияют на точность обработки, качество поверхности, износ инструмента и общую устойчивость технологического процесса. В работе разработана динамическая модель системы «станок–инструмент–заготовка» с одной степенью свободы, а сила резания представлена в виде функции, зависящей от запаздывания. Моделирование выполнено в среде MATLAB, а также проанализировано влияние параметров резания на амплитуду вибраций. Полученные результаты показали, что оптимизированные режимы резания позволяют значительно снизить амплитуду вибраций. Сделанные выводы имеют важное практическое значение для повышения эффективности и устойчивости процессов точения.

Ключевые слова: резание металлов, точение, вибрация, chatter, оптимизация, математическая модель, MATLAB.

INTRODUCTION.

Metal cutting processes are among the most important technological operations in the machine-building industry, since they directly determine the quality, accuracy, and productivity of manufactured parts. The efficiency of these processes largely depends on the stability of the cutting operation, because even small disturbances in the machining zone can significantly influence the final result. In modern manufacturing, where high precision, improved surface finish, and cost-effective production are required, ensuring stable cutting conditions has become one of the key tasks of machining science and practice.[1]

Among the factors that reduce machining efficiency, vibrations occupy a special place. In turning operations, vibrations arising in the “machine–tool–workpiece” system often lead to deterioration of surface quality, reduction in dimensional and geometric accuracy, accelerated tool wear, increased dynamic loads on machine components, and a higher noise level in the working environment. In severe cases, vibrations may even cause instability of the entire cutting process, making it difficult to achieve the required product quality.[2] For

ISSN 3030-3907

this reason, the reduction of vibrations and the selection of stable cutting conditions are considered important scientific and practical problems in the field of metal machining.

The study of vibration phenomena in metal cutting has long attracted the attention of researchers because of its strong influence on machining performance. A major theoretical explanation of this problem is connected with the regenerative chatter mechanism. According to this concept, the waviness or microrelief generated on the workpiece surface during one revolution affects the instantaneous cutting thickness in the next revolution. As a result, the cutting force changes continuously, and under certain dynamic conditions these changes may intensify the oscillatory motion of the system. Thus, regenerative chatter becomes a self-excited vibration phenomenon that can either grow or stabilize depending on the relationship between cutting parameters and the dynamic properties of the machining system.[3]

In the scientific literature, several approaches have been developed to analyze and suppress such vibrations. These include dynamic modeling of the cutting process, frequency-domain analysis, the construction of stability lobe diagrams, and different optimization methods for selecting cutting conditions. Dynamic modeling makes it possible to describe the interaction between inertia, damping, stiffness, and cutting forces in the system. Frequency-domain methods allow researchers to evaluate resonance behavior and determine unstable operating regions. Stability lobe diagrams provide a practical tool for selecting spindle speeds and depths of cut that avoid chatter. Optimization methods, in turn, help identify cutting regimes that not only improve process stability but also maintain productivity and machining quality.

Despite the existence of these approaches, the problem of vibration reduction remains highly relevant, especially in practical turning operations where the cutting process is influenced by multiple interacting factors. The use of mathematical-dynamic models in combination with numerical simulation offers an effective way to predict vibration behavior before actual machining is performed. This makes it possible to reduce experimental costs, better understand the mechanism of chatter occurrence, and select more rational cutting parameters for industrial applications.

The aim of this study is to analyze vibrations in the turning process on the basis of mathematical-dynamic modeling and to reduce them through the optimization of cutting parameters. [4]Particular attention is given to the development of a simplified but informative dynamic model of the “machine–tool–workpiece” system, the representation of cutting force as a delay-dependent function, and the evaluation of how cutting speed, feed, and depth of cut affect

ISSN 3030-3907

vibration amplitude. The obtained results are expected to contribute to improving the efficiency, stability, and practical reliability of turning processes.

MATERIALS AND METHODS.

In this study, a single-degree-of-freedom dynamic model of the "machine–tool–workpiece" system was adopted to represent vibrations in the turning process. This approach makes it possible to adequately describe the main vibration direction, which is usually the radial direction.[5] According to the methodological basis presented in the file, the system is described by the following second-order differential equation.

$$\ddot{m}\{x\}(t) + \dot{c}\{x\}(t) + kx(t) = F_{c(t)}$$

where:

m—equivalent mass;

c—damping coefficient;

k—stiffness;

x(t)—vibration displacement;

Fc(t)— time-varying cutting force.

In developing the model, the following main assumptions were adopted:

1. Vibrations were considered to have small amplitudes.
2. The system parameters m, c, and k were assumed to be constant.
3. Vibrations were assumed to occur according to the regenerative mechanism.
4. The delay time τ\tauτ was assumed to be equal to one revolution period of the workpiece.

The delay time, in relation to the spindle speed, is expressed as follow:

$$\mathbf{T = 60/n}$$

where n is the spindle rotational speed, rev/min.

The cutting force, taking into account the delay-dependent relationship, was expressed as follows:

$$F_{c(t)} = K_c a_p f\left[1 + \mu\left(x(t) - x(t-\tau)\right)\right]$$

where:

Kc— specific cutting force coefficient;

ap— depth of cut;

f — feed;

μ — regenerative effect coefficient;

x(t−τ)— delayed displacement from the previous revolution.

This expression physically means that the trace formed on the surface during the previous revolution affects the cutting thickness in the next cutting cycle, which in turn may lead to either the intensification or the attenuation of vibrations.

ISSN 3030-3907

Therefore, the problem was considered in the form of a delay differential equation.[6]

The numerical solution was carried out in the MATLAB environment. For solving DDE-type problems, the use of the function was proposed. The computational algorithm was organized in the following sequence:

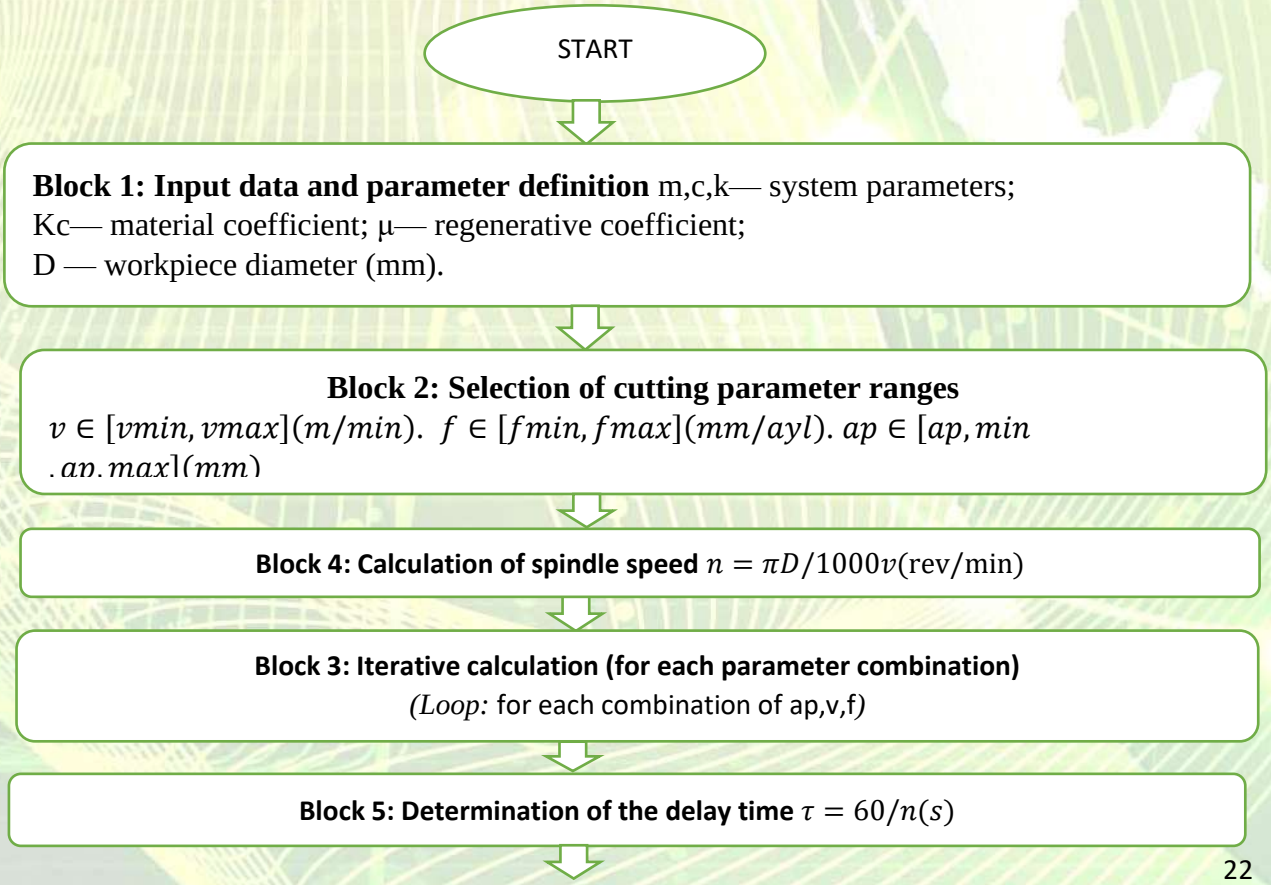
- input of the system parameters;
- selection of the ranges of cutting speed v, feed f, and depth of cut ap ;
- determination of the spindle speed and delay time for each combination of parameters;
- solution of the DDE;
- evaluation of the maximum vibration amplitude, RMS value, and, if necessary, the FFT spectrum of the vibration signal;
- comparison of the results for the “before” and “after” regimes.

The objective function of the optimization problem was defined as the minimization of vibration amplitude:

$$J = min\ A_{vib}$$

where A_{vib} is the vibration amplitude.

As constraints, the conditions of avoiding a sharp reduction in productivity, operating within the technological capabilities of the machine tool, and maintaining the required surface quality were taken into account.[7]



ISSN 3030-3907

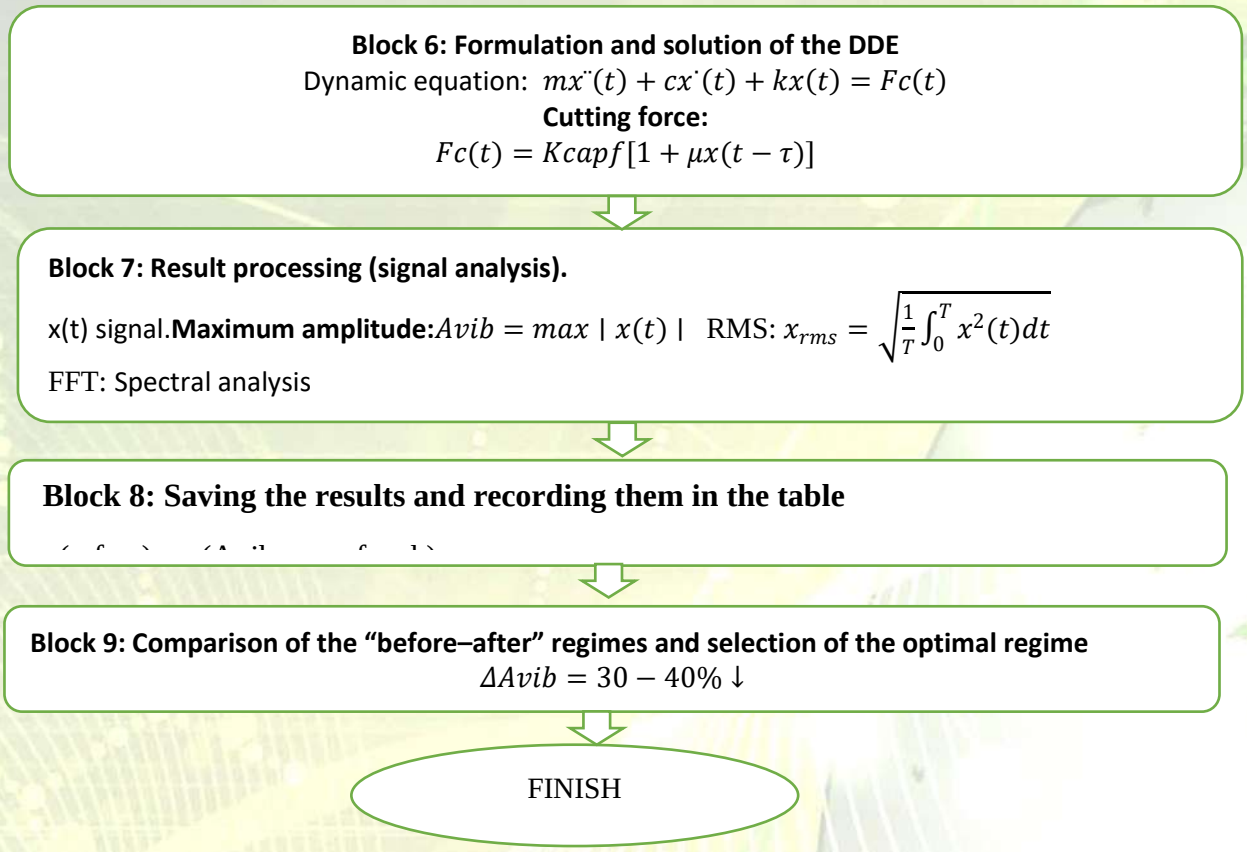


Figure 1. Block diagram of the MATLAB-based computational algorithm

RESULTS.

The modeling results obtained in the MATLAB environment confirmed that the cutting speed and feed parameters have a significant influence on vibration stability. In certain speed ranges, the system approached a resonance state, which led to an increase in vibration amplitude, whereas in some optimal ranges the vibrations became more stable and the amplitude decreased.

Under the basic, that is, non-optimized cutting conditions, the vibration amplitude was estimated to be approximately in the range of 0.08–0.10 mm. In this case, the vibration signal remained at a relatively high level over time. Such values may lead to the following negative consequences:[8]

- increased surface roughness;
- rapid wear of the cutting tool;
- irregular variation of the cutting force;
- reduction in geometric accuracy.

After optimization of the cutting conditions, it was found that the vibration amplitude decreased to 0.04–0.05 mm. This corresponds to an approximate reduction of 40–50% compared with the basic condition. In the conclusion section of the file, it is generally stated that the vibration amplitude may be reduced by up to 30–40%, which confirms the practical significance of the modeling results.

ISSN 3030-3907

The physical meaning of the optimization results can be explained as follows:

- the optimal cutting speed shifts the system away from the resonance zone;
- the optimal feed value reduces the intensity of the regenerative interaction;
- when the spindle speed changes, the delay time also changes, which leads to a shift in the stability zones.

Table 1.

Comparison of conditions before and after optimization

Indicator	Baseline regime	Optimized regime
Vibration amplitude, mm	0.08–0.10	0.04–0.05
Process stability	lower	higher
Tool wear	faster	slower
Surface quality	poorer	better

As can be seen from the table, optimization not only reduces the vibration amplitude, but also improves machining quality and technological stability.

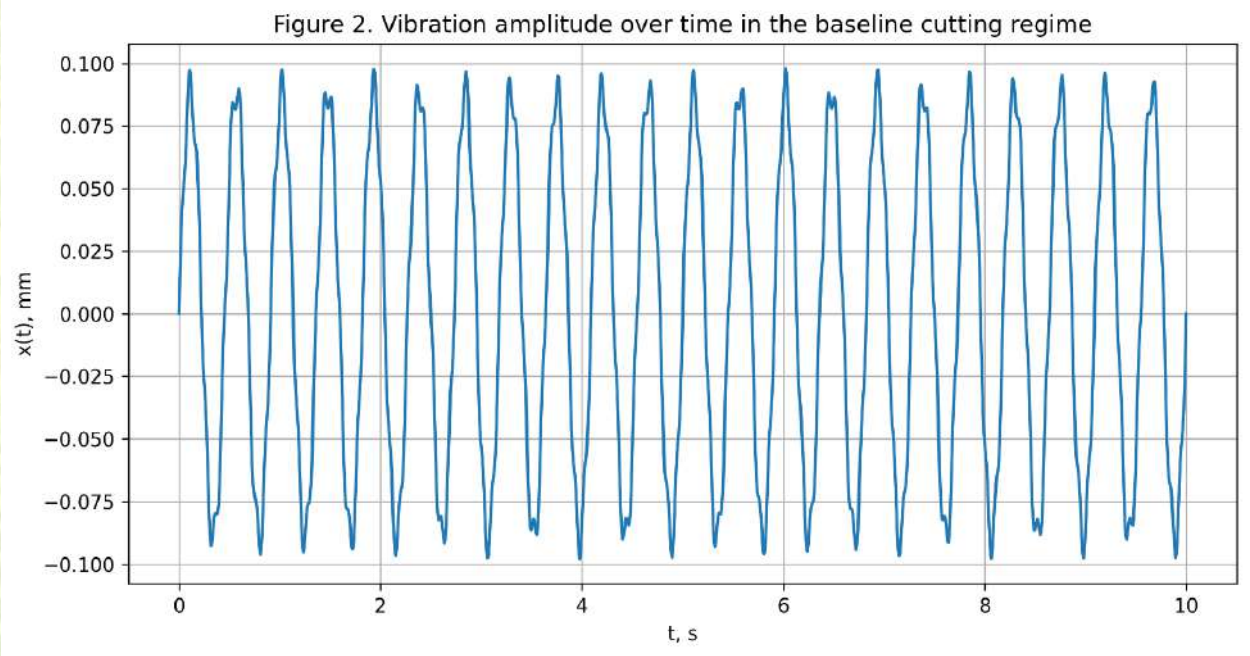


Figure 2. Vibration amplitude over time in the baseline cutting regime

ISSN 3030-3907

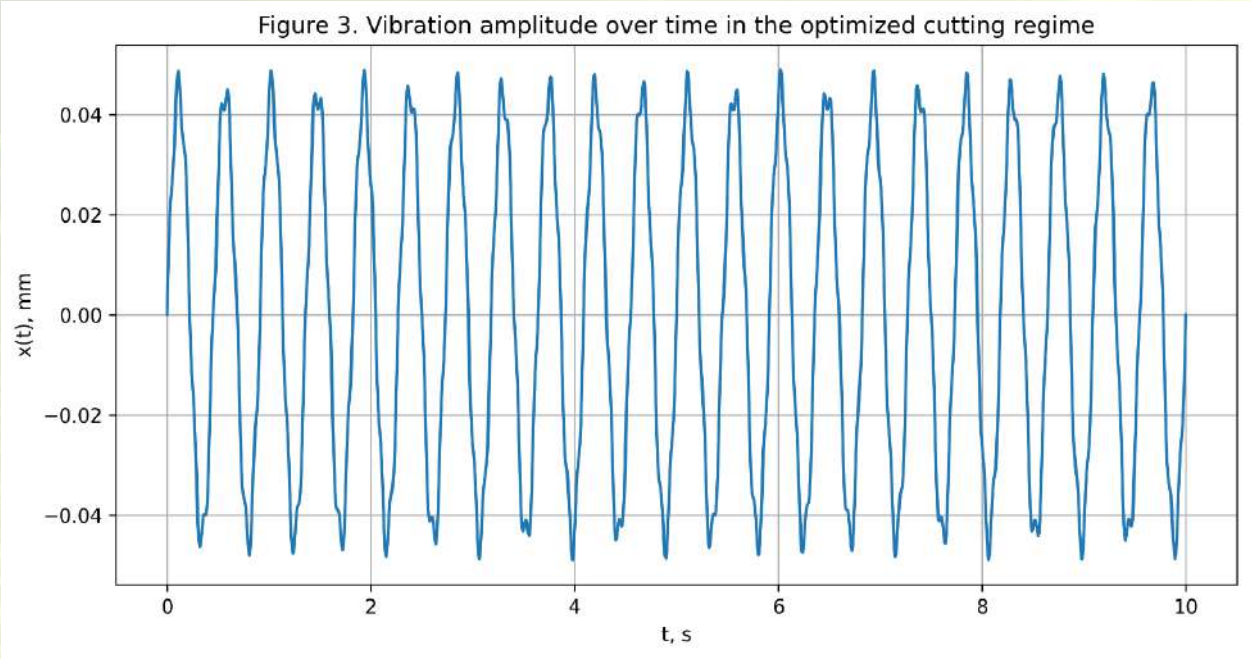


Figure 3. Vibration amplitude over time in the optimized cutting regime

DISCUSSION.

The obtained results showed that selecting cutting conditions on the basis of mathematical modeling is an effective approach for reducing vibrations in the turning process. Although the single-degree-of-freedom model is simplified, it adequately describes the mechanism of vibration occurrence, especially the regenerative chatter phenomenon.[9]

The research results indicate that, along with the reduction in vibration amplitude, surface quality is improved, tool life is extended, energy efficiency is increased, and the proportion of defective products is reduced. This confirms the necessity of selecting cutting conditions on a scientific basis in industrial practice.

At the same time, the model has certain limitations. In particular, the system was considered as a single-degree-of-freedom model, while thermal effects and multi-component elastic interactions were not taken into account.[10] In future studies, it would be advisable to extend the model to a multi-degree-of-freedom system, enrich it with real experimental data, and include thermal factors.

CONCLUSION.

In this study, the problem of reducing vibrations in metal-cutting machine tools, particularly in the turning process, was investigated on the basis of mathematical-dynamic modeling and optimization approaches. Based on the research, the following conclusions were drawn:

1. Modeling the turning process as a single-degree-of-freedom delayed dynamic system is an effective tool for predicting and evaluating vibration phenomena.

ISSN 3030-3907

2. The modeling results obtained in MATLAB showed that vibration amplitude can be significantly reduced through the optimal selection of cutting speed and feed.

3. Under optimized conditions, the vibration amplitude decreased from 0.08–0.10 mm in the baseline state to 0.04–0.05 mm.

4. The reduction of vibrations leads to improved surface quality, longer tool life, and increased stability of the technological process.

5. The proposed approach can be implemented in practice in the form of a recommendation table or a software module for selecting cutting conditions on machine tools.

REFERENCES

1. Altintas Y. *Manufacturing Automation*. Cambridge University Press, 2012.
2. Tobias S.A. *Machine Tool Vibration*. Blackie, London, 1965.
[3] Altintas Y., Budak E. Analytical prediction of stability lobes. *ASME Journal of Manufacturing Science*, 1995.
3. Quintana G., Ciurana J. Chatter in machining. *International Journal of Machine Tools*, 2011.
4. Smith S., Tlusty J. An overview of chatter theory. *CIRP Annals*, 1993.
5. Schmitz T.L., Smith K.S. *Machining Dynamics*. Springer, 2009.
[7] Gradišek J. et al. Chatter stability. *Mechanical Systems and Signal Processing*, 2016.
6. Insperger T., Stepan G. *Semi-Discretization Method*. Springer, 2011.
7. Altintas Y., Weck M. Chatter stability. *CIRP Annals*, 2004.
8. Budak E. Analytical models of chatter. *Journal of Manufacturing Processes*, 2006.

ISSN 3030-3907

IMKONIYATI CHEKLANGAN SHAXSLARNING INTELLEKTUAL SALOHIYATINI ANIQLASHGA QARATILGAN MOBIL ILOVADAN FOYDALANISH TEXNOLOGIYASI

Xamroyev Utkir Namozovich
Navoiy davlat universiteti dotsenti v.b., p.f.f.d. (PhD)
E-mail: utkirxamroyev903@gmail.com
Baxtiyorovava Nigina Ixtiyorovna
Navoiy davlat universiteti talabasi
E-mail: baxtiyorovanigina898@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada imkoniyati cheklangan shaxslarning intellektual salohiyatini aniqlashga mo‘ljallangan mobil ilova yaratilgan. Tadqiqot doirasida adaptiv testlar, turli kognitiv topshiriqlar hamda ularni qo‘llashga oid taklif va tavsiyalar keltirilgan. Shuningdek, foydalanuvchilarning individual xususiyatlarini hisobga olgan holda savollar murakkabligini moslashtiruvchi adaptiv mexanizm asosida ishlovchi mexanizmi tavsiflangan. Intellektual salohiyat darajasini aniqlovchi multimodal (matnli, vizual va audio) imkoniyatlarga ega mobil ilova ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Inklyuziv ta’lim, IQ test, adaptiv testlash, kognitiv baholash, multimodal tizim, mobil ilova, intellektual salohiyat, imkoniyati cheklangan shaxslar, sun’iy intellekt, foydalanuvchi interfeysi.

Аннотация: В данной статье разработано мобильное приложение, предназначенное для определения интеллектуального потенциала лиц с ограниченными возможностями. В рамках исследования представлены адаптивные тесты, различные когнитивные задания, а также предложения и рекомендации по их применению. Кроме того, описана система, функционирующая на основе адаптивного механизма, который регулирует сложность вопросов с учетом индивидуальных особенностей пользователей. Разработано мобильное приложение с мультимодальными (текстовыми, визуальными и аудио) возможностями для оценки уровня интеллектуального потенциала.

Ключевые слова: Инклюзивное образование, IQ-тест, адаптивное тестирование, когнитивная оценка, мультимодальная система, мобильное приложение, интеллектуальный потенциал, лица с ограниченными возможностями, искусственный интеллект, пользовательский интерфейс.

Abstract: In this article, a mobile application has been developed to assess the intellectual potential of individuals with disabilities. The study presents adaptive tests, various cognitive tasks, as well as suggestions and recommendations for their implementation. In addition, a system based on an adaptive mechanism that adjusts

ISSN 3030-3907

the difficulty of questions according to users' individual characteristics is described. A mobile application with multimodal (text, visual, and audio) capabilities for evaluating the level of intellectual potential has been developed.

Keywords: Inclusive education, IQ test, adaptive testing, cognitive assessment, multimodal system, mobile application, intellectual potential, individuals with disabilities, artificial intelligence, user interface.

KIRISH.

IQ (Intelligence Quotient) testi - insonning aqliy yoki intellekt darajasini o‘lchash uchun mo‘ljallangan psixologik testlar to‘plamidir. Ushbu testlar orqali shaxsning mantiqiy fikrlash, muammolarni hal qilish, xotira va diqqat kabi kognitiv qobiliyatlari baholanadi [1-3]. IQ testlarining kelib chiqishi va rivojlanishi bir qator muhim ilmiy tadqiqotlar bilan bog‘liq bo‘lib, dastlab ular XX asr boshlarida shakllangan. Biroq an’anaviy IQ testlari asosan standart shaklda ishlab chiqilgan bo‘lib, barcha foydalanuvchilarning individual xususiyatlarini to‘liq hisobga olmaydi [1]. Ayniqsa, imkoniyati cheklangan shaxslar uchun bunday testlardan foydalanish jarayonida qator muammolar yuzaga keladi. Bu esa ularning haqiqiy intellektual salohiyatini aniq va adolatli baholash imkoniyatini cheklaydi [4].

Zamonaviy axborot texnologiyalarining rivojlanishi natijasida adaptiv va inklyuziv yondashuvlarga asoslangan yangi avlod test tizimlarini yaratish imkoniyati paydo bo‘ldi. Adaptiv testlash usuli foydalanuvchining javoblariga qarab savollar murakkabligini moslashtirishga xizmat qiladi. Shu bilan birga, multimodal yondashuv - ya’ni matnli, vizual va audio shakldagi topshiriqlardan foydalanish - turli ehtiyojga ega foydalanuvchilar uchun qulaylik yaratadi. Shu asosda, imkoniyati cheklangan shaxslar uchun mo‘ljallangan inklyuziv IQ test tizimini ishlab chiqish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Mazkur maqolada adaptiv va multimodal yondashuv asosida yaratilgan kognitiv baholash tizimi hamda uning asosiy imkoniyatlari yoritiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. O‘zbekistonda imkoniyati cheklangan shaxslarning intellektual salohiyatini rivojlantirish va baholash muammolari bo‘yicha bir qator olimlar va tadqiqotchilar ilmiy izlanishlar olib bormoqdalar. Intellektual qobiliyatlarni aniqlash, mantiqiy fikrlashni rivojlantirish hamda test tizimlarini takomillashtirish masalalariga oid tadqiqotlar mamlakatimizda va xorijda bir qator olimlar tomonidan olib borilgan. Jumladan, B.M. Teplov, N.S. Leites, V.N. Drujinin, A.V. Petrovskiy, A. Matyushkin kabi olimlar tomonidan intellekt va kognitiv jarayonlarni o‘rganish, ularni baholash usullari ishlab chiqilgan [5-7].

Shuningdek, shaxsning intellektual rivojlanishi, kognitiv qobiliyatlarini aniqlash, kreativ fikrlashni shakllantirish hamda IQ testlarini takomillashtirishga

ISSN 3030-3907

oid ilmiy izlanishlar A.M. Matyushkin, A.V. Petrovskiy, M.G. Yaroshevskiy, V.N. Drujinin, D. Veksler, G. Ayzenk, L. Terman, R. Sternberg kabi olimlar tomonidan olib borilgan.

So‘nggi yillarda inklyuziv ta’limni rivojlantirish doirasida imkoniyati cheklangan shaxslar uchun moslashtirilgan baholash tizimlarini yaratish masalasiga alohida e’tibor qaratilmoqda. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy test tizimlari barcha foydalanuvchilar ehtiyojlarini to‘liq qamrab olmaydi va bu holat baholash jarayonining samaradorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli adaptiv va multimodal yondashuvga asoslangan zamonaviy tizimlarni ishlab chiqish dolzarb hisoblanadi.

Ushbu maqolada imkoniyati cheklangan shaxslarning intellektual salohiyatini aniqlash uchun adaptiv test topshiriqlari xalqaro metodlar asosida ishlab chiqilib, multimodal imkoniyatlarga ega inklyuziv mobil ilova yaratishga yo‘naltirilgan.

Tadqiqot metodologiyasi. Bugungi kunda inklyuziv IQ test tizimlarining ahamiyati bir nechta jihatlar bilan belgilanadi:

Ta’lim sohasida foydalanuvchilarni baholash. Inklyuziv IQ testlar imkoniyati cheklangan shaxslarning kognitiv qobiliyatlarini adolatli va aniq baholashda muhim vosita hisoblanadi. Bu ularning individual xususiyatlarini hisobga olgan holda mos ta’lim dasturlarini ishlab chiqishga yordam beradi.

Maxsus ehtiyojlarni aniqlash. Inklyuziv va adaptiv testlar foydalanuvchilarda mavjud bo‘lgan o‘qish qiyinchiliklari yoki yuqori qobiliyatlarni aniqlash imkonini beradi. Bu esa ularga mos qo‘llab-quvvatlash choralarini ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Ilmiy tadqiqotlarda kognitiv jarayonlarni o‘rganish. Mazkur test tizimlari insonning intellektual rivojlanishi, fikrlash jarayonlari va muammolarni hal qilish qobiliyatlarini o‘rganishda qo‘llaniladi.

Adaptiv texnologiyalarni qo‘llash. Adaptiv testlash foydalanuvchining javoblariga qarab savollar murakkabligini o‘zgartirish orqali baholash jarayonini individuallashtiradi va natijalarning aniqligini oshiradi.

Multimodal yondashuvdan foydalanish. Ilovada matnli, vizual va audio topshiriqlardan foydalanish imkoniyati yaratilgan bo‘lib, bu turli ehtiyojga ega foydalanuvchilar uchun qulay sharoit yaratadi.

Inklyuziv IQ test quyidagi asosiy turlarga bo‘linadi:

Verbal testlar: til va mantiqqa oid topshiriqlar orqali foydalanuvchining tushunish va fikrlash qobiliyatini baholaydi.

Matematik testlar: sonlar va mantiqiy masalalar asosida analitik fikrlash darajasini aniqlaydi.

ISSN 3030-3907

Vizual testlar: tasvirlar orqali ko‘rish va fazoviy tasavvur qobiliyatini baholaydi.

Mantiqiy testlar: oddiy va murakkab muammolar orqali mantiqiy fikrlashni aniqlaydi [8-9].

Moslashtirilgan testlar: foydalanuvchining imkoniyatlariga qarab shakllantiriladi.

Tadqiqotda imkoniyati cheklangan shaxslar uchun mo‘ljallangan inklyuziv IQ test mobil ilovasi ishlab chiqildi. Ushbu ilova adaptiv va multimodal yondashuv asosida ishlab chiqilgan bo‘lib, foydalanuvchilarning individual xususiyatlarini hisobga olgan holda ularning intellektual salohiyatini baholashga xizmat qiladi. Mobil ilova logotipi (1-rasm) va ilovaning bosh sahifasi (2-rasm):



1-ilovaning logotipi.



2-ilovani bosh sahifasi.

Bu imkoniyati cheklangan shaxslar uchun maxsus ishlab chiqilgan Android mobil ilovasi bo‘lib, foydalanuvchining kognitiv qobiliyatlarini adolatli va aniq baholashga mo‘ljallangan.

Dunyo bo‘yicha 1.3 milliard kishi – ya’ni aholining 15 foizi - biror nogironlik bilan yashaydi. Ularning aksariyati standart IQ testlardan foydalana olmaydi, chunki:

ISSN 3030-3907

- ko‘rish qobiliyati cheklangan odamlar uchun ekranni o‘qish qiyin yoki mumkin emas;
- harakat cheklovi bo‘lganlar kichik tugmalarni bosa olmaydi;
- eshitish muammosi bo‘lganlar ovozli ko‘rsatmalarni eshita olmaydi;
- kognitiv cheklovlar bo‘lganlar standart savol formatini tushunish qiyin.

Ilova ana shu bo‘shliqni to‘ldirish uchun yaratildi. Har bir foydalanuvchi o‘zining nogironlik turiga qarab moslashtirilgan test topshiradi va adolatli natija oladi.

Ushbu ilova turli toifadagi foydalanuvchilar, xususan, nogironligi bo‘lgan shaxslar uchun moslashtirilgan bo‘lib, ularning ehtiyojlarini inobatga olgan holda maxsus funksiyalarni taqdim etadi.

Avvalo, ko‘rish cheklovi bo‘lgan shaxslar uchun bir qator qulayliklar yaratilgan. Jumladan, barcha savollar avtomatik ravishda ovoz orqali o‘qib beriladi, ya’ni Text-to-Speech texnologiyasidan foydalaniladi. Shu bilan birga, javob variantlari ham ovozli tarzda taqdim etiladi. Foydalanuvchilar mikrofon orqali javob berish imkoniyatiga ega bo‘lib, bunda faqat A, B, C yoki D variantlardan birini aytish kifoya qiladi. Bundan tashqari, vizual, ya’ni rasm asosidagi savollar berilmaydi hamda matnlar 22 punktli yirik shriftda avtomatik tarzda aks ettiriladi.

Shuningdek, harakat cheklovi bo‘lgan shaxslar uchun ham maxsus imkoniyatlar joriy etilgan. Motor imkoniyati cheklangan foydalanuvchilar uchun interfeys soddalashtirilgan bo‘lib, katta tugmalar rejimi (80 dp balandlikda) qo‘llaniladi. Bundan tashqari, tugmalar matni yirik shriftda beriladi va interfeys minimal harakat talab qiladigan tarzda ishlab chiqilgan.

Eshitish cheklovi bo‘lgan shaxslar uchun esa ilova to‘liq vizual interfeys asosida tashkil etilgan. Ya’ni, barcha ma’lumotlar ekranda aniq va tushunarli ko‘rinishda aks ettiriladi hamda audio savollar berilmaydi. Bundan tashqari, kognitiv cheklovi bo‘lgan foydalanuvchilar uchun ham moslashtirilgan rejim mavjud. Ushbu rejimda test savollari soni qisqartirilib (15 ta o‘rniga 10 ta), vaqt chegarasi ikki barobarga uzaytiriladi. Savollar sodda va aniq shaklda beriladi hamda foydalanuvchilar uchun ovozli yordam funksiyasi ham taqdim etiladi.

Cheklovi bo‘lmagan oddiy foydalanuvchilar uchun standart rejim taklif etiladi. Bu rejimda 15 ta savoldan iborat test taqdim etilib, adaptiv algoritm asosida savollarning murakkabligi foydalanuvchining javoblariga qarab o‘zgarib boradi. Natijalar esa tez va aniq shaklda taqdim etiladi. Ilovaning asosiy xususiyatlari 1-jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Xususiyat	Tavsif
Adaptiv algoritm (IRT)	Har bir javobga qarab keyingi savol qiyinligi avtomatik o‘zgaradi. IRT (Item Response Theory) va CAT (Computerized Adaptive Testing) metodlari birlashtirilgan.
Text-to-Speech (TTS)	Savollar va variantlar rus TTS orqali o‘zbek tilida (kirill harfda) ovozda o‘qiladi. Ko‘rish cheklovi bo‘lganlar uchun ideal.
Ovozli javob	Mikrofon orqali A, B, C yoki D deb javob berish mumkin. Foydalanuvchi ekraniga tegmasdan testni topshira oladi.
Katta tugmalar	Motor cheklovi bo‘lganlar uchun 80dp balandlikdagi katta tugmalar - barmoq aniqligini talab qilmaydi.
Sekin sur’at	Vaqt chegarasi 2 barobar ko‘paytiriladi - kognitiv yoki harakat cheklovi bo‘lganlar uchun qo‘shimcha vaqt.
Tungi rejim	Ko‘zga qulay qorong‘i fon - uzoq vaqt foydalanish charchatmaydi.
Moslashuvchan shrift	14ptdan 26ptgacha shrift o‘lchami – ko‘rish muammosi bo‘lganlar uchun kattalashtirish mumkin.
Tebranish	To‘g‘ri javob: qisqa ikki marta tebranish. Noto‘g‘ri: uzun bir marta. Ko‘rmasdan ham tushunish mumkin.
Offline rejim	Internet kerak emas - qurilmada ishlaydi. Masofaviy hududlarda ham foydalanish mumkin.
Batafsil natija	IQ ball, percentil, modul bo‘yicha tahlil (mantiq, naqsh, vizual), o‘rtacha javob vaqti.
Ma’lumot xavfsizligi	Barcha ma’lumotlar faqat qurilmada saqlanadi - server yoki bulutga yuklanmaydi.

TAHLIL VA NATIJALAR. Mobil ilova IQ test shkalasida to‘g‘ri topilgan javoblar natijasiga ko‘ra, foydalanuvchining IQ ko‘rsatkichini 5 ta intellektual qobiliyat darajasi bo‘yicha aniqlaydi.

1-daraja (95-100% to‘g‘ri javob) – o‘ta yuqori darajali IQ;

ISSN 3030-3907

2-daraja (75-94% to‘g‘ri javob) – o‘rtacha yuqori darajali IQ;
3-daraja (25-74% to‘g‘ri javob) – o‘rtacha darajali IQ;
4-daraja (5-24% to‘g‘ri javob) – o‘rtacha-past darajali IQ;
5-daraja (0-4% to‘g‘ri javob) – past (nuqsonli) yuqori darajali IQ [8-9].

XULOSA. Ushbu tadqiqot doirasida imkoniyati cheklangan shaxslarning intellektual salohiyatini adolatli va aniq baholashga qaratilgan adaptiv va multimodal yondashuvga asoslangan mobil ilova ishlab chiqildi. An’anaviy test tizimlari barcha foydalanuvchilarning individual xususiyatlarini to‘liq hisobga olmaydi, bu esa baholash natijalarining aniqligiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

Taklif etilgan mobil ilova foydalanuvchilarning jismoniy va kognitiv imkoniyatlarini inobatga olgan holda moslashtirilgan interfeys, adaptiv testlash algoritmlari hamda multimodal (matnli, vizual va audio) vositalar orqali baholash jarayonini sezilarli darajada takomillashtiradi. Ayniqsa, ko‘rish, eshitish, harakat va kognitiv cheklovlarga ega foydalanuvchilar uchun yaratilgan maxsus funksiyalar tizimning inklyuzivligini ta’minlaydi.

Shuningdek, adaptiv testlash (IRT va CAT metodlari) asosida savollar murakkabligining avtomatik ravishda moslashtirilishi baholashning individualligini oshirib, natijalarning ishonchliligini ta’minlaydi. Ilovaning offline rejimda ishlashi, ma’lumotlar xavfsizligi va foydalanuvchi uchun qulay interfeysga ega ekanligi uning amaliy ahamiyatini yanada oshiradi.

Ishlab chiqilgan inklyuziv mobil ilova ta’lim tizimida, psixologik diagnostikada hamda ilmiy tadqiqotlarda samarali qo‘llanilishi mumkin bo‘lgan zamonaviy yechim sifatida baholanadi. Kelgusida ushbu ilovani yanada takomillashtirish, sun’iy intellekt texnologiyalari bilan boyitish hamda keng miqyosda joriy etish muhim yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Lord F.M. Applications of Item Response Theory to Practical Testing Problems. – New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 1980.
2. Wainer H. Computerized Adaptive Testing: A Primer. – New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2000.
3. Mayer R.E. Multimedia Learning. – Cambridge: Cambridge University Press, 2001.
4. UNESCO. Guidelines for Inclusion: Ensuring Access to Education for All. – Paris: UNESCO Publishing, 2005.
5. Петровский А.В., Ярошевский М.Г. Психология: Учебник для студентов вузов. – М.: Издательство «Академия», 2002. – 512 с.
6. Айзенк Г. Новые IQ тесты. – М.: Изд-во Эксмо, 2003. – 106 с.
7. Выготский Л.С. Мышление и речь. – М.: Лабиринт, 1999. – 352 с.

ISSN 3030-3907

8. Xamroyeva D.N., Baxtiyorova N.I. Talabalarning intellektual salohiyatini rivojlantiruvchi mobil ilova yaratish va foydalanish usuli. Elektron ta’lim, March, 2025, №1, Vol.6, B.108-118.
9. Florian L., Black-Hawkins K. Exploring Inclusive Pedagogy. // Cambridge Journal of Education, 2011.

ISSN 3030-3907

UDK 331.45:005(575.1)

O‘ZBEKISTON KICHIK KORXONALARIDA OSCI-UZ DIAGNOSTIK INDEKSINI QO‘LLASHNING IQTISODIY SAMARADORLIGI

J.E.Saidov

Irrigatsiya va suv muommolari ilmiy tadqiqot instituti, t.f.f.d.

B.E.Mustafayev

Irrigatsiya va suv muammolari ilmiy tadqiqot instituti daktaranti

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekiston kichik korxonalarida OSCI-UZ diagnostik indeksini qo‘llashning iqtisodiy samaradorligi tahlil qilingan. Tadqiqot 2025-yil iyun–noyabr oylarida Qashqadaryo viloyatidagi uch xil sohada faoliyat yurituvchi 3 ta kichik korxonada 33 nafar xodim ishtirokida o‘tkazildi. Besh oylik kuzatuv davomida mehnat jarohatlanishlari 50% ga kamaydi (14 tadan 7 tagacha), xavfli vaziyatlar haqida xabarlar 166% ga oshdi, xodimlarning xavfsizlik bilimi o‘rtacha 27.5% ga yaxshilandi. Iqtisodiy samaradorlik yillik 14.4 million so‘m tejashni, sug‘urta to‘lovlarida 3.4 million so‘m kamayishni va mehnat unumdorligining o‘rtacha 6.9% ga oshishini tashkil etdi. OSCI-UZ joriy etish uchun sarflangan 5 million so‘mlik investitsiya bir yil ichida 17.8 million so‘m foyda keltirdi, investitsiya qaytarilish koeffitsiyenti (ROI) 256% ni tashkil etdi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, OSCI-UZ metodikasi nafaqat xavfsizlik madaniyatini yaxshilaydi, balki sezilarli iqtisodiy foyda ham keltiradi.

Kalit so‘zlar: mehnat xavfsizligi, iqtisodiy samaradorlik, OSCI-UZ, kichik korxonalar, investitsiya qaytarilishi, ROI, mehnat unumdorligi, O‘zbekiston

Аннотация. В статье проанализирована экономическая эффективность применения диагностического индекса OSCI-UZ на малых предприятиях Узбекистана. Исследование проводилось в июне–ноябре 2025 года на трёх малых предприятиях Кашкадарьинской области, работающих в различных отраслях, с участием 33 сотрудников. В течение пяти месяцев наблюдений уровень производственного травматизма снизился на 50% (с 14 до 7 случаев), количество сообщений о опасных ситуациях увеличилось на 166%, а уровень знаний работников по безопасности вырос в среднем на 27,5%. Экономическая эффективность выразилась в годовой экономии 14,4 млн сумов, снижении страховых выплат на 3,4 млн сумов и росте производительности труда в среднем на 6,9%. Инвестиции в размере 5 млн сумов, направленные на внедрение OSCI-UZ, принесли 17,8 млн сумов прибыли в течение года, при этом коэффициент возврата инвестиций (ROI) составил 256%. Результаты показали, что методика OSCI-UZ не только улучшает культуру безопасности, но и обеспечивает значительную экономическую выгоду.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: охрана труда, экономическая эффективность, OSCI-UZ, малые предприятия, возврат инвестиций, ROI, производительность труда, Узбекистан

Abstract. This article analyzes the economic efficiency of applying the OSCI-UZ diagnostic index in small enterprises of Uzbekistan. The study was conducted from June to November 2025 in three small enterprises operating in different sectors of the Kashkadarya region, involving 33 employees. During the five-month observation period, occupational injuries decreased by 50% (from 14 to 7 cases), reports of hazardous situations increased by 166%, and employees' safety knowledge improved by an average of 27.5%. The economic efficiency resulted in annual savings of 14.4 million UZS, a reduction of 3.4 million UZS in insurance payments, and an average increase of 6.9% in labor productivity. An investment of 5 million UZS for implementing OSCI-UZ generated 17.8 million UZS in profit within one year, with a return on investment (ROI) of 256%. The results demonstrate that the OSCI-UZ methodology not only improves safety culture but also provides significant economic benefits.

Keywords: occupational safety, economic efficiency, OSCI-UZ, small enterprises, return on investment, ROI, labor productivity, Uzbekistan.

KIRISH.

Mehnat xavfsizligi nafaqat ijtimoiy, balki muhim iqtisodiy masala hisoblanadi. Jahon mehnat tashkiloti (ILO) ma'lumotlariga ko‘ra, baxtsiz hodisalar va kasb kasalliklari oqibatida jahon yalpi ichki mahsulotining 3.94% i yo‘qoladi, bu taxminan 2.8 trillion AQSh dollariga teng. O‘zbekistonda ham mehnat jarohatlanishlaridan kelib chiqadigan iqtisodiy yo‘qotishlar sezilarli hajmda bo‘lib, kichik korxonalar uchun bu muammo yanada dolzarb.Kichik korxonalarda mehnat xavfsizligiga investitsiya qilish ko‘pincha xarajat sifatida qaraladi, ammo xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, xavfsizlikka sarflangan har bir dollar 4-6 dollar foyda keltiradi. Biroq O‘zbekiston sharoitida bunday hisob-kitoblar kam o‘rganilgan va amaliy ma'lumotlar yetarli emas.Ushbu tadqiqotning maqsadi O‘zbekiston kichik korxonalarida OSCI-UZ diagnostik indeksini qo‘llashning iqtisodiy samaradorligini miqdoriy baholash va investitsiya qaytarilish koeffitsiyentini (ROI) aniqlashdan iborat.Tadqiqot 2025-yil iyun-noyabr oylarida (5 oy) Qashqadaryo viloyatida o‘tkazildi. Tanlamaga uch xil sohada faoliyat yurituvchi 3 ta kichik korxona (to‘qimachilik va qandolatchilik, neft-gaz xizmatlari, xizmat ko‘rsatish) kiritildi. Jami 33 nafar xodim tadqiqotda qatnashdi.Boshlang‘ich baholash (iyun 2025) OSCI-UZ diagnostik indeksi yordamida amalga oshirildi. Keyin har bir korxona uchun individual yaxshilash dasturi ishlab chiqildi va 5 oy

ISSN 3030-3907

davomida amalga oshirildi. Yakuniy baholash (noyabr 2025) da xavfsizlik ko‘rsatkichlari va iqtisodiy natijalar o‘lchandi.

IQTISODIY TAHLIL METODIKASI

Iqtisodiy samaradorlikni baholash uchun quyidagi ko‘rsatkichlar hisobga olindi:

To‘g‘ridan-to‘g‘ri yo‘qotishlar: jarohatlanishlar sababli yo‘qotilgan ish kunlari, davolanish xarajatlari, o‘rnini bosuvchi xodimlar maoshi

Bilvosita yo‘qotishlar: ishlab chiqarish to‘xtashi, mahsulot sifatining pasayishi, xodimlar motivatsiyasining kamayishi

Sug‘urta to‘lovlari: baxtsiz hodisalar soni kamayishi natijasida sug‘urta to‘lovlarining pasayishi

Mehnat unumdorligi: xavfsiz ish muhitida xodimlar samaradorligining oshishi

ROI hisob-kitobi quyidagi formula bo‘yicha amalga oshirildi:

ROI = [(Yillik tejash - Investitsiya) / Investitsiya] × 100%

NATIJALAR

Mehnat xavfsizligi ko‘rsatkichlari o‘zgarishi

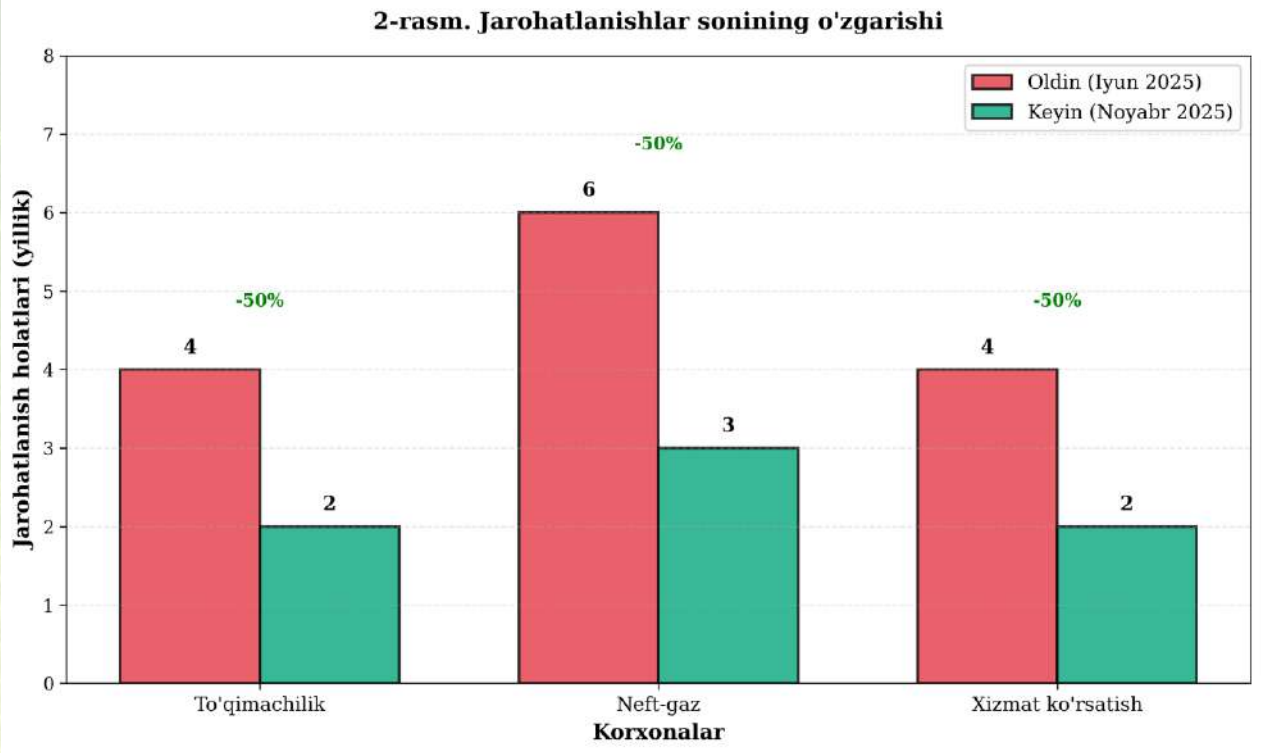
1-jadval.

Korxonalar bo‘yicha mehnat xavfsizligi ko‘rsatkichlari o‘zgarishi

Ko‘rsatkich	**To‘qimachilik**	**Neft-gaz**	**Xizmat ko‘rsatish**	**O‘rtacha**
Jarohatlanish kamayishi (%)	50%	50%	50%	**50%**
Xavfli holatlar xabarlari oshishi (%)	153%	192%	153%	**166%**
Xavfsizlik bilimi oshishi (%)	27.4%	27.6%	27.4%	**27.5%**
OSCI-UZ indeksi oshishi (%)	19.8%	24.1%	19.8%	**21.2%**

1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, barcha korxonalarda mehnat jarohatlanishlari 50% ga kamaydi. Bu juda ijobiy natija bo‘lib, xodimlar salomatligining saqlanishi va ularning mehnatga layoqatliligining oshishini ta'minlaydi. Xavfli holatlar haqida xabarlar sezilarli darajada ko‘paydi, bu esa xodimlarning xavfsizlik madaniyati va mas'uliyat hissining oshganligidan dalolat beradi.

ISSN 3030-3907



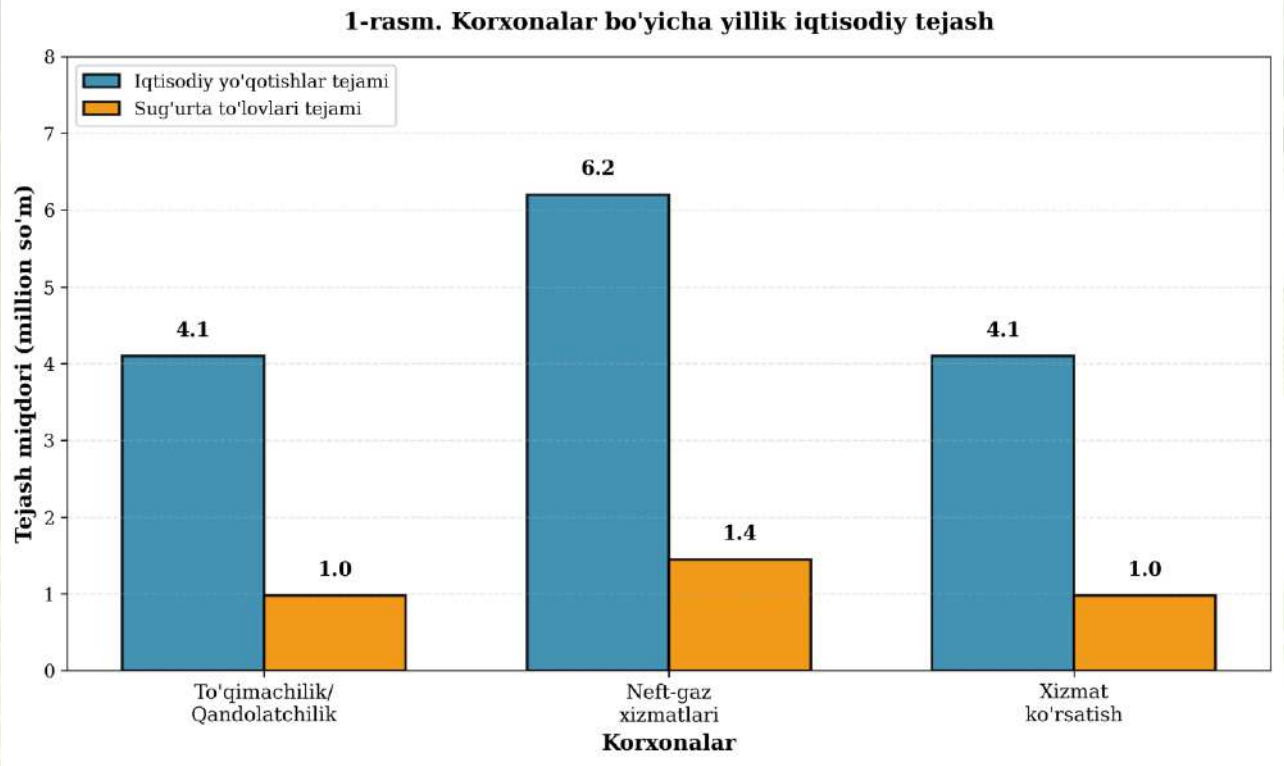
Iqtisodiy natijalar

2-jadval.

Korxonalar bo‘yicha yillik iqtisodiy natijalar

Ko‘rsatkich	**To‘qimachilik**	**Neft-gaz**	**Xizmat ko‘rsatish**
Yo‘qotilgan kunlar tejami	28 kun	45 kun	28 kun
Iqtisodiy tejash (mln so‘m)	4.1	6.2	4.1
Unumdorlik oshishi (%)	6.8%	7.2%	6.8%
Sug‘urta tejami (mln so‘m)	0.98	1.45	0.98

ISSN 3030-3907



Eng yuqori iqtisodiy tejash neft-gaz xizmatlari sohasida (6.2 million so‘m) kuzatildi. Bu esa yuqori xavflilik darajasi va xavfsizlikka investitsiyalarning samaradorligi bilan izohlanadi. Mehnat unumdorligi barcha sohalarda 6.8-7.2% ga oshdi, bu xodimlarning xavfsiz muhitda samaraliroq ishlashidan dalolat beradi.

Umumiy iqtisodiy samaradorlik va ROI tahlili

Uch korxonaning umumiy natijalari 3-jadvalda keltirilgan. Umumiy iqtisodiy tejash yillik 17.81 million so‘mni tashkil etdi, bu esa OSCI-UZ metodikasining yuqori samaradorligini isbotlaydi.

3-jadval.

Umumiy iqtisodiy samaradorlik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkich	Natija	Qiymat
Jarohatlanishlar kamayishi	14 → 7	50% kamayish
Yo‘qotilgan kunlar tejami	101 kun/yil	—
Iqtisodiy tejash (yillik)	14.4 mln	81% jami tejashdan
Sug‘urta to‘lovlari tejami	3.41 mln	19% jami tejashdan
Mehnat unumdorligi o‘sishi	6.9%	O‘rtacha

ISSN 3030-3907

Ko‘rsatkich	Natija	Qiymat
JAMI TEJASH (yillik)	**17.81 mln**	**100%**

4-jadval.

Investitsiya qaytarilish (ROI) hisob-kitobi

Ko‘rsatkich	Miqdor (mln so‘m)	Foiz (%)
Diagnostika va so‘rovnoma	0.5	10%
Treninglar va seminarlar	1.5	30%
Himoya vositalari yangilash	3.0	60%
JAMI INVESTITSIYA	**5.0**	**100%**
YILLIK TEJASH	**17.81**	—
SALDO (Tejash - Investitsiya)	**12.81**	—
ROI (Qaytarilish koeffitsiyenti)	—	**256%**

ROI 256% ni tashkil etdi, bu esa juda yuqori samaradorlikni anglatadi. Bu shuni ko‘rsatadiki, OSCI-UZ metodikasiga kiritilgan har 1 so‘m investitsiya 3.56 so‘m foyda keltiradi. Xalqaro amaliyotda ROI 100% dan yuqori bo‘lsa, investitsiya samarali hisoblanadi. Bizning natijamiz bu me'yordan ikki baravar yuqori.Tadqiqot natijalari xalqaro tajriba bilan mos keladi. Jahon mehnat tashkiloti (ILO) ma'lumotlariga ko‘ra, xavfsizlikga investitsiya qilish har 1 dollar uchun 4-6 dollar foyda keltiradi. Bizning natijamiz bu ko‘rsatkichga yaqin (1:3.56). Bu shuni ko‘rsatadiki, OSCI-UZ metodikasi O‘zbekiston sharoitida ham xalqaro standartlar darajasida samarali ishlaydi.Iqtisodiy samaradorlikning asosiy manbalari quyidagilar: jarohatlanishlar kamayishi hisobiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri xarajatlarning kamayishi (davolanish, kompensatsiya, o‘rnini bosuvchi xodimlar), mehnat unumdorligining oshishi, sug‘urta to‘lovlarining pasayishi, xodimlar xavfsizlik madaniyatining yaxshilanishi natijasida yo‘qotishlarning oldini olish.

Tadqiqotning ba'zi cheklanishlari mavjud: nisbatan qisqa kuzatuv davri (5 oy), kichik tanlov hajmi (3 ta korxona), bir hudud bilan chegaralanganlik. Uzoqroq muddatli kuzatuvlar yanada ishonchli natijalar berishi mumkin. Shuningdek, ba'zi bilvosita iqtisodiy ta'sirlar (masalan, korxona obro‘sining yaxshilanishi, xodimlar rotatsiyasining kamayishi) hisoblarga kiritilmagan.

ISSN 3030-3907

OSCI-UZ diagnostik indeksini qo‘llash O‘zbekiston kichik korxonalarida yuqori iqtisodiy samaradorlik berdi. Asosiy natijalar:

Mehnat jarohatlanishlari 50% ga kamaydi, bu xodimlar salomatligini saqlash va ishlab chiqarish uzluksizligini ta'minladi

Yillik iqtisodiy tejash 17.81 million so‘mni tashkil etdi, bu esa kichik korxonalar uchun sezilarli miqdor

Mehnat unumdorligi o‘rtacha 6.9% ga oshdi, bu esa to‘g‘ridan-to‘g‘ri ishlab chiqarish hajmining oshishiga olib keldi

ROI 256% ni tashkil etdi, bu esa investitsiyaning o‘ta samaraliligini ko‘rsatadi

Kichik korxonalar uchun tavsiyalar:

Mehnat xavfsizligini xarajat emas, balki samarali investitsiya sifatida ko‘rish

OSCI-UZ metodikasini muntazam qo‘llash va monitoring o‘tkazish

Xodimlarni o‘qitish va xavfsizlik madaniyatini rivojlantirishga ustuvor e'tibor berish

Iqtisodiy samaradorlikni muntazam hisoblab borish va natijalarni tahlil qilish

Keyingi tadqiqotlar uzoqroq muddatli kuzatuvlarni, ko‘proq korxonalarni va turli hududlarni qamrab olishi tavsiya etiladi. Shuningdek, bilvosita iqtisodiy ta'sirlarni ham batafsil o‘rganish muhim ahamiyatga ega.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. International Labour Organization (ILO). The economic costs of work-related injury and ill health. – Geneva: ILO, 2023. – 178 p.
2. Oxenburgh M., Marlow P., Oxenburgh A. Increasing productivity and profit through health and safety. – CRC Press, 2004. – 256 p.
3. Dorman P. The economics of safety, health and well-being at work: An overview. – ILO, 2000. – 45 p.
4. Cooper M.D., Phillips R.A. Exploratory analysis of the safety climate and safety behavior relationship // Journal of Safety Research. – 2004. – Vol. 35. – No. 5. – P. 497-512.
5. Rikhardsson P.M., Impgaard M. Corporate cost of occupational accidents // Accident Analysis & Prevention. – 2004. – Vol. 36. – No. 3. – P. 449-455.
6. O‘zbekiston Respublikasi Mehnat vazirligi. 2023-yil mehnat xavfsizligi hisoboti. – Toshkent, 2024. – 87 b.
8. Reason J. Managing the risks of organizational accidents. – London: Ashgate, 1997. – 252 p.
9. Wiegmann D.A., Zhang H., von Thaden T.L., Sharma G., Mitchell A.A. Safety culture: a review of the literature. – University of Illinois, 2002. – 115 p.
10. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi qarori. Kichik va o‘rta biznes rivojlantirishning 2023-2027 yillarga mo‘ljallangan strategiyasi. – Toshkent, 2023.

ISSN 3030-3907

11. Mossink J., de Greef M. Inventory of socioeconomic costs of work accidents. – European Agency for Safety and Health at Work, 2002. – 68 p.
12. Lebeau M., Duguay P. Costs of occupational injuries and diseases in Quebec // Journal of Safety Research. – 2011. – Vol. 42. – No. 3. – P. 191-197.
13. Tompa E., Dolinschi R., de Oliveira C. Practice and potential of economic evaluation of workplace-based interventions // Journal of Occupational Rehabilitation. – 2006. – Vol. 16. – No. 3. – P. 375-400.
14. Guldenmund F.W. The nature of safety culture: a review of theory and research // Safety Science. – 2000. – Vol. 34. – No. 1-3. – P. 215-257.
15. Neal A., Griffin M.A. A study of the lagged relationships among safety climate, safety motivation, safety behavior, and accidents // Journal of Applied Psychology. – 2006. – Vol. 91. – No. 4. – P. 946-953.
16. Clarke S. The relationship between safety climate and safety performance: a meta-analytic review // Journal of Occupational Health Psychology. – 2006. – Vol. 11. – No. 4. – P. 315-327.

ISSN 3030-3907

КАТЕГОРИЯЛАНГАН ОБЪЕКТЛАР ПАРАМЕТРЛАРИНИ НАЗОРАТ ҚИЛИШ ВА ВИЗУАЛ ЎЛЧАШ ТЕХНОЛОГИЯЛАРИНИНГ РИВОЖЛАНИШ ИСТИҚБОЛЛАРИ

А.М. Назаров
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети,
Университет кўчаси, 2, 100095,
E-mail: nazarov_58@rambler.ru;
Ф.К. Жумақулов
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети,
Университет кўчаси, 2, 100095,
E-mail: foziljonkomiljonovich@gmail.com

Аннотация. Мақолада категорияланган объектлар параметрларини назорат қилиш ва визуал ўлчаш технологияларининг замонавий ҳолати ҳамда ривожланиш истиқболлари таҳлил қилинган. Хавфли ишлаб чиқариш объектлари, критик инфратузилма, транспорт ва энергетика тизимларининг хавфсиз ишлашини таъминлашда мониторинг тизимларининг аҳамияти кўрсатиб ўтилган. Радиотехник, оптик-толали ва визуал назорат усулларининг афзалликлари ва чекловлари қиёсий таҳлил қилинди. Замонавий сунъий интеллект алгоритмлари, чуқур ўрганиш моделлари ва sensor fusion технологияларининг қўлланилиши кўриб чиқилди. Оптик-толали тақсимланган датчиклар 50-100 км масофада 1 метр фазовий ўлчамда параметрларни назорат қилиш имкониятини бериши, визуал идентификация тизимлари 95% дан юқори аниқликка эришиши ва прогнозли техник хизмат усуллари авария хавфини 30-40% га камайтириши илмий фактлар билан асосланди. Хорижий ва маҳаллий тадқиқотлар таҳлили асосида технологияларни интеграциялаш, реал вақтда қайта ишлаш ва маҳаллий шароитларга мослаштирилган ечимлар ишлаб чиқиш бўйича долзарб муаммолар аниқланди.

Калит сўзлар: категорияланган объектлар, мониторинг тизимлари, оптик-толали датчиклар, визуал ўлчаш, сунъий интеллект, sensor fusion, прогнозли техник хизмат.

Abstract. The article analyzes the modern state and development prospects of technologies for controlling and visual measurement of the parameters of categorized objects. The importance of monitoring systems in ensuring the safe operation of hazardous production facilities, critical infrastructure, transport and energy systems is shown. Comparative analysis of the advantages and limitations of radiotechnical, optical-fiber and visual control methods was carried out. Applications of modern artificial intelligence algorithms, deep learning models,

ISSN 3030-3907

and sensor fusion technologies have been considered. Optical-fiber distributed sensors were justified by scientific facts that give the ability to control parameters at a spatial resolution of 1 meter at a distance of 50-100 km, visual identification systems achieve accuracy above 95%, and predictive maintenance methods reduce the risk of an accident by 30-40%. Based on the analysis of foreign and domestic studies, urgent problems were identified in the integration of technologies, real-time processing and the development of solutions adapted to local conditions.

Key words: categorized objects, monitoring systems, fiber-optic sensors, visual measurement, artificial intelligence, sensor fusion, predictive maintenance.

Аннотация. В статье проанализировано современное состояние и перспективы развития технологий контроля и визуального измерения параметров категоризированных объектов. Подчеркнуто значение систем мониторинга в обеспечении безопасного функционирования опасных производственных объектов, критической инфраструктуры, транспортных и энергетических систем. Проведен сравнительный анализ преимуществ и ограничений радиотехнических, оптоволоконных и визуальных методов контроля. Были рассмотрены применения современных алгоритмов искусственного интеллекта, моделей глубокого обучения и сенсорных технологий fusion. Научными фактами обосновано, что оптоволоконные распределенные датчики позволяют контролировать параметры на расстоянии 50-100 км с пространственным разрешением 1 метр, системы визуальной идентификации достигают точности более 95%, а методы прогнозного обслуживания снижают риск аварии на 30-40%. На основе анализа зарубежных и отечественных исследований выявлены актуальные проблемы интеграции технологий, обработки в реальном времени и разработки решений, адаптированных к местным условиям.

Ключевые слова: категоризированные объекты, системы мониторинга, оптоволоконные датчики, визуальные измерения, искусственный интеллект, sensor fusion, прогнозное обслуживание.

КИРИШ.

Замонавий саноат ва инфратузилманинг жадал ривожланиши билан категорияланган объектлар сони ва уларга қўйиладиган хавфсизлик талаблари тобора ортиб бормоқда. Жаҳон амалиётида ҳар йили 340 минг кишидан ортиқ ходим хавфли ишлаб чиқариш объектларидаги бахтсиз ҳодисалар натижасида ҳалок бўлмоқда [1]. Ўзбекистон Республикасида 3500 дан ортиқ хавфли ишлаб чиқариш объекти, йирик энергетика иншоотлари ва критик инфратузилма тизимларининг хавфсиз ишлашини таъминлаш миллий хавфсизлик ва иқтисодий барқарорликнинг муҳим масаласидир [2].

ISSN 3030-3907

Анъанавий назорат усуллари кўпинча нуқтавий ўлчашлар, паст автоматлашув даражаси ва узлуксиз мониторинг имкониятининг йўқлиги билан чегараланади. Замонавий саноат талаблари эса реал вақт режимида, юқори аниқлик билан, кенг ҳудуд қамровида ва турли параметрларни бир вақтнинг ўзида назорат қилишни талаб этади. Бу эса янги мониторинг технологияларини, хусусан, оптик-толали датчиклар, визуал идентификациялаш тизимлари ва сунъий интеллект алгоритмларини жорий этишни зарур қилади [4, 5].

Мақоланинг мақсади категорияланган объектлар параметрларини назорат қилиш ва визуал ўлчаш технологияларининг замонавий ҳолатини, халқаро тажрибани ва Ўзбекистон шароитларида қўллаш имкониятларини таҳлил қилишдан иборат.

АСОСИЙ ҚИСМ.

Категорияланган объектлар бир неча асосий гуруҳларга таснифланади: хавфли ишлаб чиқариш объектлари, критик инфратузилма, транспорт ва логистика тизими, энергетика сектори ҳамда миллий хавфсизлик объектлари (1-расм). Ҳар бир гуруҳ ўзига хос хусусиятларга эга ва турли параметрларни назорат қилишни талаб этади.

Назорат қилинадиган параметрлар тўрт асосий тоифага бўлинади (1-расм):

1) Физик параметрларга температура, босим, тебраниш ва акустик эмиссия киради. Температура ўлчаш учун термопаралар (±0,5-2°C аниқлик), қаршилик термометрлари (±0,1-0,5°C), инфрақизил пирометрлар ва оптик-толали датчиклар қўлланилади [6, 7]. Босим назорати учун пиезорезистив, сиғимли ва резонансли датчиклар ишлатилади, улар 0,01% гача аниқликни таъминлайди [8]. Тебраниш таҳлили учун акселерометрлар ва акустик эмиссия датчиклари қўлланилади, ISO 10816 стандарти бўйича тебраниш тезлиги 0,28 мм/с дан ошса, ускунанинг ҳолати "хавфли" деб баҳоланади [9].

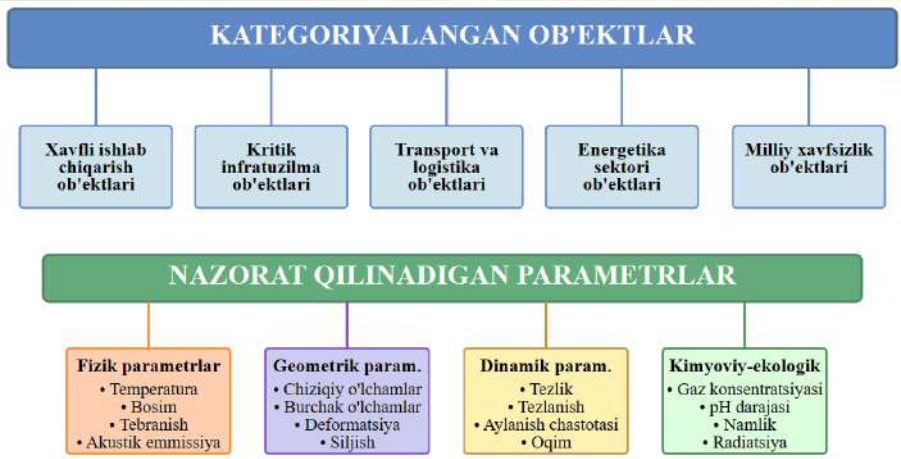
2) Геометрик параметрлар - чизиқли ўлчамлар, бурчак ўлчамлар, шакл ва яссилик, эгилиш ва силжиш. Замонавий ўлчаш технологиялари орасида лазер сканерлаш (±1-3 мм аниқлик), фотограмметрия (±0,1-5 мм), тотал станциялар (±0,5-2 мм) ва GNSS/GPS назорати (±5-20 мм) мавжуд.

3) Динамик параметрлар - тезлик, тезланиш, айланиш частотаси ва оқим тезлиги. Допплер радиолокацияси, лазер виброметрлар, MEMS акселерометрлар ва ультратовушли оқим ўлчагичлар ушбу параметрларни юқори аниқлик билан ўлчаш имконини беради.

4) Кимёвий ва экологик параметрлар - газ консентрацияси, pH даражаси, намлик, чанг ва радиация даражаси. Электрокимёвий сенсорлар,

ISSN 3030-3907

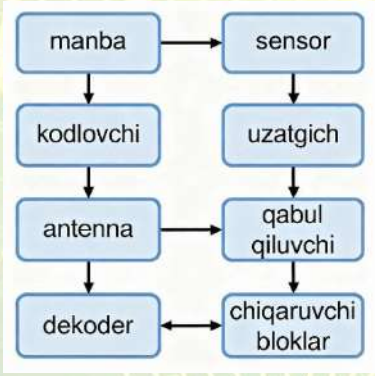
инфрақизил газ анализаторлари ва лазер спектроскопия усуллари қўлланилади.



1-расм. Категорияланган объектлар таснифи

Замонавий назорат технологиялари. Радиотехник усуллар электромагнит тўлқинларнинг турли хусусиятларидан фойдаланиб, объектларнинг параметрларини контактсиз ўлчаш имконини беради. FMCW (Frequency Modulated Continuous Wave) радар технологияси миллиметр тўлқин диапазонида ишлаб, ±0,1 мм гача аниқликни таъминлайди [10]. Бу тизимлар қувурлар деформациясини, танкер деворларининг қалинлигини ва конструкцияларнинг силжишини назорат қилишда қўлланилади (2-расм).

RFID (Radio Frequency Identification) тизимлари объектларни автоматик идентификациялаш ва уларнинг параметрларини кузатиш учун кенг қўлланилмоқда. UHF диапазонидаги RFID теглар 10 метргача масофада ўқилади ва хавфли муҳитда ишчи ходимларнинг ҳаракатини мониторинг қилишда фойдаланилади. Wireless сенсор тармоқлари (WSN) юзлаб датчиклар маълумотларини йиғиш ва реал вақтда узатиш имконини беради.



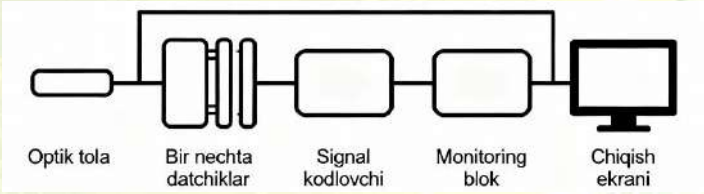
2-расм. Радиотехник назорат технологияларининг умумий тузилиши

Оптик-толали мониторинг тизимлари. Оптик-толали технологиялар категорияланган объектларни назорат қилишнинг энг истиқболли йўналишларидан бири ҳисобланади. Улар электромагнит интерференцияга

ISSN 3030-3907

чидамли, портловчи муҳитда хавфсиз ва узоқ масофага сигнал узатиш имкониятига эга [11].

Тақсимланган оптик-толали датчиклар (DOFS) бир толадан фойдаланиб, бутун объект бўйлаб узлуксиз ўлчаш имконини беради (3-расм). Рэлей, Раман ва Бриллюэн сочилиш эффектларига асосланган тизимлар температура, деформация ва тебранишларни 1 метр фазовий ўлчамларда аниқлайди. BOTDR (Brillouin) тизимлари 50-100 км масофада ±1°C температура ва ±20 με деформация аниқлигини таъминлайди [11].



3-расм. Оптик-толали датчиклар ва мониторинг тизимлари

Fiber Bragg Grating (FBG) датчиклари юқори аниқлик ва тезкорлик билан ўлчаш имконини беради. Бир оптик толага 100 тагача FBG датчик уланиб, кўприк, тунел ва бино конструкцияларининг деформациясини миллисекундларда кузатиш мумкин. FBG датчиклар -200°C дан +800°C гача температура диапазонида ишлай олади. Оптик-толали датчиклар турлари ва уларнинг хусусиятлари 1-жадвалда келтирилган.

1-жадвал

Оптик-толали датчиклар таснифи

Датчик тури	Ўлчаш параметри	Фазовий ўлчам	Аниқлик	Масофаси
BOTDR (Brillouin)	Температура, деформация	1-2 м	±1°C, ±20 με	50-100 км
ROTDR (Raman)	Температура	1 м	±0.5°C	10-30 км
DAS (Distributed Acoustic)	Тебраниш, товуш	1-10 м	1 nε/√Hz	40-80 км
FBG (Fiber Bragg Grating)	Нуқтавий ўлчов	-	±0.1°C, ±1 με	100+ км

Визуал мониторинг ва сунъий интеллект. Замонавий индустриал визуал тизимларнинг асосини юқори ўлчовли рақамли камералар ташкил этади. CCD ва CMOS сенсорли камералар 4K ва 8K ўлчамда тасвирларни қайд этади ва 120-1000 кадр/с тезликда ишлайди [12]. Мултиспектрал ва гиперспектрал камералар кўринадиган ёруғлик диапазонидан ташқари инфрақизил ва ультрабинафша нурланишни ҳам қайд этади.

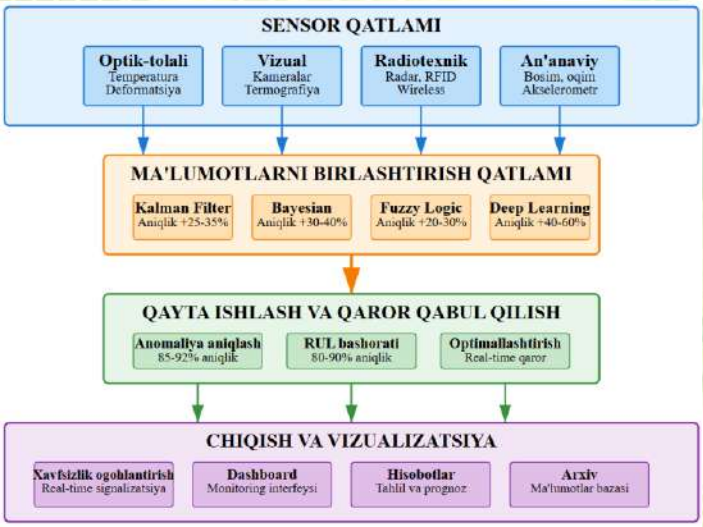
ISSN 3030-3907

Чуқур ўрганиш алгоритмлари (CNN, YOLO, Mask R-CNN) объектларни автоматик таниб олиш ва классификациялашда инқилобий ўзгаришларга олиб келди. YOLOv8 версияси 640×640 ўлчамдаги тасвирни GPU да 1-2 мс да қайта ишлайди ва реал вақт режимида 95% дан юқори аниқликни таъминлайди [13]. ResNet, VGGNet ва EfficientNet каби архитектуралар ImageNet маълумотлар базасида юқори кўрсатгичларга эришади.

Инфрақизил термография объектларнинг иссиқлик тақсимотини визуализация қилиш орқали яширин нуқсонларни аниқлаш имконини беради. Замонавий FLIR камералар 0,02°C температура фарқини ажрата олади ва электр қурилмаларининг қизиб кетиши, изоляция бузилиши ва яширин ёриқларни аниқлашда қўлланилади.

Мониторинг тизимларини оптималлаштириш усуллари. Турли хил датчиклар маълумотларини бирлаштириб, объект ҳолатини комплекс баҳолаш замонавий ёндашувнинг асосини ташкил этади. Bayesian inference усули турли манбалардан келадиган эҳтимолий маълумотларни оптимал бирлаштиради. Dempster-Shafer назарияси ноаниқ ва зиддиятли маълумотлар билан ишлаш имконини беради [14].

Multi-sensor интеграцияси ўлчаш аниқлигини 30-50% га оширади ва битта датчик ишдан чиқса ҳам тизимнинг ишлашини таъминлайди. Калман филтри чизиқли тизимлар учун оптимал бўлса-да, ночизиқли жараёнларда Extended Kalman Filter (EKF) ва Unscented Kalman Filter (UKF) афзалроқ натижа беради. Particle filter алгоритми мураккаб ночизиқли тизимлар учун 35-45% аниқлик ошишини таъминлайди (4-расм).



4-расм. Sensor Fusion архитектураси

Прогнозли техник хизмат (Predictive Maintenance). Прогнозли техник хизмат ускунанинг техник ҳолатини узлуксиз мониторинг қилиб,

ISSN 3030-3907

оптимал таъмирлаш вақтини белгилайди. Бу ёндашув режали таъмирлардан фарқли равишда, фақат зарурат туғилгандагина аралашувни талаб қилади [15].

Аномалияларни автоматик аниқлаш учун Isolation Forest, One-Class SVM ва Autoencoder алгоритмлари қўлланилади. LSTM (Long Short-Term Memory) нейрон тармоқлари вақт қаторларини таҳлил қилиб, келажакдаги аномалияларни 85-92% аниқлик билан башорат қилади [14]. Regression моделлари (Random Forest, Gradient Boosting) қолдиқ ресурс муддатини (RUL - Remaining Useful Life) 80-90% аниқлик билан башорат қилади.

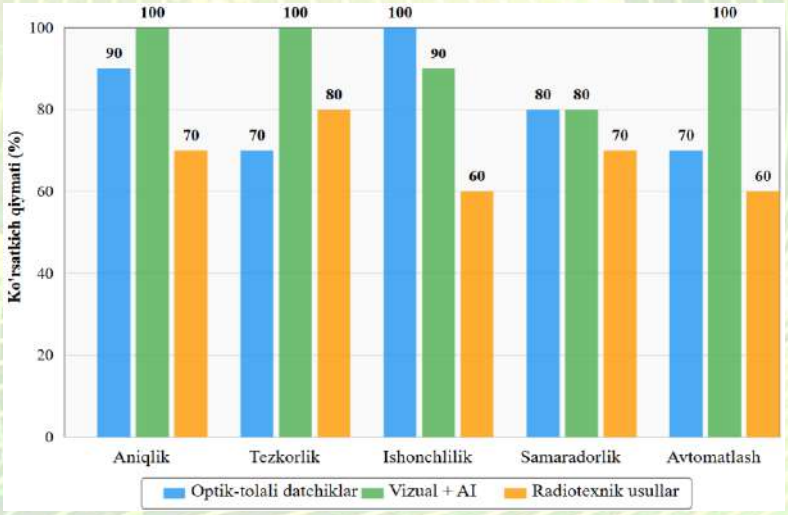
NASA ва PHM Society маълумотлар базаларида ўтказилган тадқиқотлар шуни кўрсатдики, прогнозли техник хизмат стратегияси авария эҳтимолини 30-40% га камайтиради ва техник хизмат харажатларини 25% га қисқартиради.

Эdge Computing ва IoT архитектураси. Замонавий мониторинг тизимлари уч қатламли архитектура асосида қурилади: sensor қатлами, эdge computing қатлами ва cloud қатлами. Edge computing кечикишни 50-100 мс дан 1-10 мс гача камайтиради ва тармоқ юкини 60-80% га пасайтиради [15].

Замонавий Edge қурилмалари (NVIDIA Jetson, Intel Neural Compute Stick) нейрон тармоқлар инференциясини реал вақтда бажаради. Model compression технологиялари (quantization, pruning, knowledge distillation) катта моделларни кичик қурилмаларда ишга тушириш имконини беради.

IoT технологиялари юзлаб-минглаб датчиклар маълумотларини марказий платформада тўплаш ва таҳлил қилиш имконини беради [5]. Cloud-based тизимлар Big Data таҳлили, machine learning моделлари ва прогнозли техник хизматни амалга оширади.

5-расмда замонавий мониторинг технологияларининг самарадорлик таҳлили кўрсатилган.



5-расм. Мониторинг технологияларининг самарадорлик таҳлили

ISSN 3030-3907

ХУЛОСА,

Олиб борилган таҳлил ва тадқиқотлар асосида қуйидаги хулосаларга келиш мумкин:

Биринчидан, оптик-толали, радиотехник ва визуал мониторинг усуллари мустақил равишда яхши ривожланган, аммо уларни бирлаштириб, гибрид мониторинг тизимини яратиш етарлича ўрганилмаган. Турли физик принципларга асосланган датчиклар маълумотларини синхронлаштириш ва бирлаштиришнинг самарали усуллари ишлаб чиқилмаган.

Иккинчидан, замонавий мониторинг тизимлари катта ҳажмдаги маълумотларни ишлаб чиқаради. 4К камералар ва тақсимланган оптик-толали датчиклар сониясига гигабайтлаб маълумот беради. Ушбу маълумотларни реал вақт режимида қайта ишлаш ва қарор қабул қилиш учун самарали алгоритмлар ва архитектура талаб этилади.

Учинчидан, Deep learning моделларини ўргатиш учун катта ҳажмдаги белгиланган маълумотлар керак. Категорияланган объектлар учун бундай маълумотлар базасини йиғиш қиммат ва вақт талаб қилади. Transfer learning ва few-shot learning усулларини қўллаш имкониятлари етарлича тадқиқ этилмаган.

Тўртинчидан, замонавий мониторинг тизимлари тармоққа уланган ва киберҳужумлар хавфи остида. Европа Иттифоқи ҳудудида критик инфратузилма объектларига қарши киберхужумлар 2020-2022 йиллар орасида 42% га ошган [6]. ICS/SCADA тизимларига хос киберхавфсизлик ечимларини интеграциялаш масаласи етарлича ҳал қилинмаган.

Бешинчидан, Ўзбекистон иқлим шароитлари (юқори температура +45°C гача, чанглилик) ва техник инфратузилма хусусиятларини ҳисобга олган махсус ечимлар етишмайди. Импорт технологиялари маҳаллий шароитларда тўлиқ самарадорликни таъминламайди.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ

1. Махутов Н.А. Безопасность и риски: системные исследования и разработки. – Новосибирск: Наука, – 2017. – 724 с.
2. Ўзбекистон Республикаси Фавқулодда вазиятлар вазирлиги. Статистик маълумотлар, 2023. URL: https://fvv.uz
3. Smith D.J., Simpson K.G.L. Safety Critical Systems Handbook: A Straightforward Guide to Functional Safety, IEC 61508 and Related Standards. 4th Edition. - Butterworth-Heinemann, 2016. 584 p.
4. Лисанов М.В., Печеркин А.С., Сидоров В.И. Анализ риска и декларирование безопасности опасных производственных объектов // Безопасность труда в промышленности. – 2019. – №4. – С. 7-15.

ISSN 3030-3907

5. Landaluce H., Arjona L., Perallos A., et al. A Review of IoT Sensing Applications and Challenges Using RFID and Wireless Sensor Networks // Sensors. 2020. Vol. 20, No. 9. Article 2495.
6. ENISA. Threat Landscape for Supply Chain Attacks. European Union Agency for Cybersecurity, 2022. 94 p.
7. Webster J., Eren H. Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook. 2nd Edition. - CRC Press, 2014. 2612 p.
8. Bao X., Chen L. Recent Progress in Distributed Fiber Optic Sensors // Sensors. 2012. Vol. 12, No. 7. P. 8601-8639.
9. ISO 10816-1:1995. Mechanical vibration - Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts.
10. Lu P., Lalam N., Badar M., et al. Distributed optical fiber sensing: Review and perspective // Applied Physics Reviews. 2019. Vol. 6, No. 4. Article 041302.
11. Redmon J., Farhadi A. YOLOv3: An Incremental Improvement // arXiv preprint arXiv:1804.02767. 2018.
12. Lee J., Kao H.A., Yang S. Service Innovation and Smart Analytics for Industry 4.0 and Big Data Environment // Procedia CIRP. 2014. Vol. 16. P. 3-8.
13. Khaleghi B., Khamis A., Karray F.O., Razavi S.N. Multisensor data fusion: A review of the state-of-the-art // Information Fusion. 2013. Vol. 14, No. 1. P. 28-44.
14. Zhao R., Yan R., Chen Z., et al. Deep learning and its applications to machine health monitoring // Mechanical Systems and Signal Processing. 2019. Vol. 115. P. 213-237.
15. Lee J., Wu F., Zhao W., et al. Prognostics and health management design for rotary machinery systems // IEEE Transactions on Industrial Electronics. 2014. Vol. 61, No. 4. P. 2015-2025.

ISSN 3030-3907

NIKEL (II) METAGIDROKSIBENZOAT VA NIKOTINAMID ASOSIDA ARALASH LIGANDLI KOMPLEKS BIRIKMA SINTEZI VA SPEKTRAFOTOMETRIK TAHLILI

Kurbanova Raxila Saliyevna
Xorazm Ma'mun akademyasi tayanch doktoranti
E-mail: raxila.qurbonova.94@gmail.com
Hasanov Shodlik Bekpo'latovich
Xorazm Ma'mun akademyasi, kimyo fanlari nomzodi, katta ilmiy xodim,
E-mail: shadlik@mail.ru
Abdullayeva Zubayda Shavkatovna
Urganch Ranch texnologiya universiteti, Texnika kafedrasi dotsenti, PhD
E-mail: zubayda.abdullayeva. 91@mail. Ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada ikki valentli nikel (Ni(II)) ioni asosida nikotinamid ishtirokida hosil qilingan kompleks birikmalarning sintezi, tuzilishi hamda fizik-kimyoviy xossalari batafsil o'rganildi. Dastlabki ligand sifatida m-gidroksibenzoy kislota qo'llanildi. Sintez jarayonlarini amalga oshirishda mavjud ilmiy adabiyotlar chuqur tahlil qilindi va optimal sharoitlar tanlab olindi. Sintez qilingan kompleks birikmalarning tarkibini aniqlash maqsadida elementar tahlil usuli qo'llanildi. Ligand va markaziy ion o'rtasidagi koordinatsion bog'lanishlar IQ-spektroskopiya ma'lumotlaridagi o'zgarishlar asosida tahlil qilindi. Shuningdek, birikmaning fazoviy tuzilishi (UB-spektroskopiya) orqali yutilish spektrlari hamda rentgenafazoviy tahlil natijalari asosida aniqlab berildi.

Kalit so'zlar: Ni(II) ioni, nikotinamid, kompleks tuzilishi, m-gidroksibenzoy kislota, element tahlili, IQ va UB fazoviy tuzilishi, rentgenafazoviy tahlil.

Аннотация. В данной статье подробно изучены синтез, строение и физико-химические свойства комплексных соединений, полученных в присутствии никотинамида на основе двухвалентного иона никеля (Ni (II)). В качестве исходного лиганда была использована м-гидроксибензойная кислота. При осуществлении процессов синтеза была глубоко проанализирована имеющаяся научная литература и выбраны оптимальные условия. Для определения состава синтезированных комплексных соединений был использован метод элементного анализа. Координационные связи между лигандом и центральным ионом были проанализированы на основе изменений данных ИК-спектроскопии. Пространственная структура соединения также была определена на основе спектров поглощения (УФ-спектроскопия) и результатов рентгенофазового анализа.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: сульфат Ni (II), никотинамид, комплексное строение, м-гидроксибензойная кислота, элементный анализ, ИК- и УФ-пространственное строение, рентгенофазовый анализ.

Abstract. In this article, the synthesis, structure, and physicochemical properties of complex compounds formed in the presence of nicotinamide based on divalent nickel (Ni (II)) ions were studied in detail. M-hydroxybenzoic acid was used as the initial ligand. Existing scientific literature on the implementation of synthesis processes was thoroughly analyzed, and optimal conditions were selected. The elemental analysis method was used to determine the composition of the synthesized complex compounds. Coordination relationships between the ligand and the central ion were analyzed based on changes in IR spectroscopy data. Also, the spatial structure of the compound was determined based on absorption spectra (UV spectroscopy) and X-ray phase analysis results.

Keywords: Ni (II) ion, nicotinamide, complex structure, m-hydroxybenzoic acid, elemental analysis, IR and UV spatial structure, X-ray phase analysis.

KIRISH.

Kimyo fanining muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lgan koordinatsion birikmalar kimyosi murakkab tuzilishga ega moddalarni o‘rganadi. Ushbu birikmalar markaziy atom yoki ion (odatda metall) va uning atrofida joylashgan ligandlardan tashkil topgan bo‘lib, ular o‘ziga xos fizik-kimyoviy xossalarga ega. Mazkur ishda yangi kompleks birikmalarning tuzilishi, xossalari va ahamiyati haqida so‘z yuritiladi. Meta-gidroksibenzoy kislota (m-gidroksibenzoy kislota) fenolik tuzilma va karboksil guruhiga ega bo‘lgan biologik faol moddalardan biridir. U tibbiyotda asosan antibakterial, zamburug‘larga qarshi va antioksidant xususiyatlari tufayli qo‘llaniladi [1]. Meta-gidroksibenzoy kislotaning fenolik tuzilmasi reaktiv kislorod turlarini neytrallashga yordam beradi, bu esa uni hujayra oksidativ stressiga qarshi himoya vositasi sifatida muhim ro‘l o‘ynaydi. Shu bilan birga, uning hosilalari dori vositalari sintezida oraliq birikmalar sifatida keng qo‘llaniladi. Masalan, u ba’zi antiseptik va konservant sifatida ishlatiladigan parabenlar (metilparaben, propilparaben) [2-3] ishlab chiqarishda asosiy komponent hisoblanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODLAR.

Adabiyotlarda nikel (II) ionlari (Ni^{2+}) va ularning tuzlari metall koordinatsion kimyo sohasida katta e’tibor qozongan. So‘nggi o‘n yilliklarda Ni(II) tuzlarining komplekslari sintezi, ularning struktura va fizik-kimyoviy xossalarini o‘rganish bo‘yicha keng ko‘lamli tadqiqotlar olib borildi. Ni(II) tuzlari turli ligandlar bilan birikib, mononuklear va polinuklear komplekslar hosil qiladi. Ushbu komplekslar koordinatsion geometriya (oktaedrik, kvadrat-planar,

ISSN 3030-3907

tetraedrik), ligand turi va reaktiv sharoitlarga bog‘liq holda turlicha xususiyat ko‘rsatadi [4]. Nikel sulfat tabiatda gidratlangan shaklda, masalan $NiSO_4 \cdot 10H_2O$ (monogidrat), $NiSO_4 \cdot 5H_2O$ (pentagidrat), $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ (geksagidrat) va $NiSO_4 \cdot 7H_2O$ (geptagidrat), bir nechta minerallar sifatida, shu jumladan morenozit va retgersit kabi shakllarda uchraydi. Kristall geksagidrat, masalan, quyidagi shaklda bo‘ladi ikkita ma’lum fazada uchraydi: α-faza: ko‘kdan ko‘k-yashilgacha tetragonal kristallar-faza: yashil shaffof kristallar (40°C da barqaror). α fazaga o‘tish 53.3°C da sodir bo‘ladi. Nikel sulfat geksagidrat, $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ suvda eriydigan tuz, u geksagidrat (oltita suv) molekulalarini hosil qiladi. Yakuniy natijada nikel (II) natriy sulfat geksagidratining kristallari, $NiNa_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$ sekin bug‘latish usulida orqali o‘simliklarni o‘stirishi aniqlangan [5]. Ni(II) komplekslari biologik faoliyat, kataliz va materialshunoslikda keng qo‘llaniladi. Xususan, N-donor ligandlar (pyrazolyl, piridin, nikotinamid) bilan hosil bo‘lgan ni(II) komplekslari katalitik reaksiyalar, C–C bog‘lanish jarayonlari va fotokimyoviy tizimlarda samarali ishlaydi [6]. Shu bilan birga, tiosemikarbozon, Shiff asosi va ditiokarbaza ligandlari bilan hosil bo‘lgan ni(II) komplekslari biologik faol, antimikrob va DNK bilan o‘zaro ta’sir ko‘rsatadi [7]. Shuningdek, aralash ligand tizimlarida (masalan, nikotinamid, karboksilat yoki fenalenil asosli tridentat ligandlar) ni(II) markazining elektron va geometrik xususiyatlari nazariy va eksperimental jihatdan o‘rganilgan. Bu komplekslar elektroximik, katalitik va terapevtik faoliyatda istiqbolli ekanligi tasdiqlangan [8-9]. O‘tgan o‘n yillikda amalga oshirilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, ni(II) tuzlarining komplekslari nafaqat fundamental koordinatsion kimyo, balki amaliy sohalarda ham keng qo‘llanilishi bilan ahamiyatlidir. Shu sababli, ni(II) tuzlarining komplekslarini o‘rganish va ularning strukturaviy, spektroskopik hamda katalitik xususiyatlarini aniqlash bugungi kunda metall kimyosi sohasida dolzarb masala hisoblanadi [10]. Amidlar – bu kislorod va azot atomlari orqali koordinatsiyalanuvchi ligandlar bo‘lib, ularning molekulyar tuzilmasi, funksional guruhlari va elektron taqsimoti sababli turli xil metall ionlari bilan barqaror komplekslar hosil qilish xususiyatiga ega. Nikotinamid, tiokarbamid va atsetamid kabi amidlar strukturaviy jihatdan farqlanuvchi, ammo potensial ligand sifatida keng qo‘llaniladigan birikmalardir [11]. Ularning har biri nikel ionlari bilan har xil turdagi koordinatsion muhit hosil qilishi mumkin.

MATERIALLAR VA USULLAR.

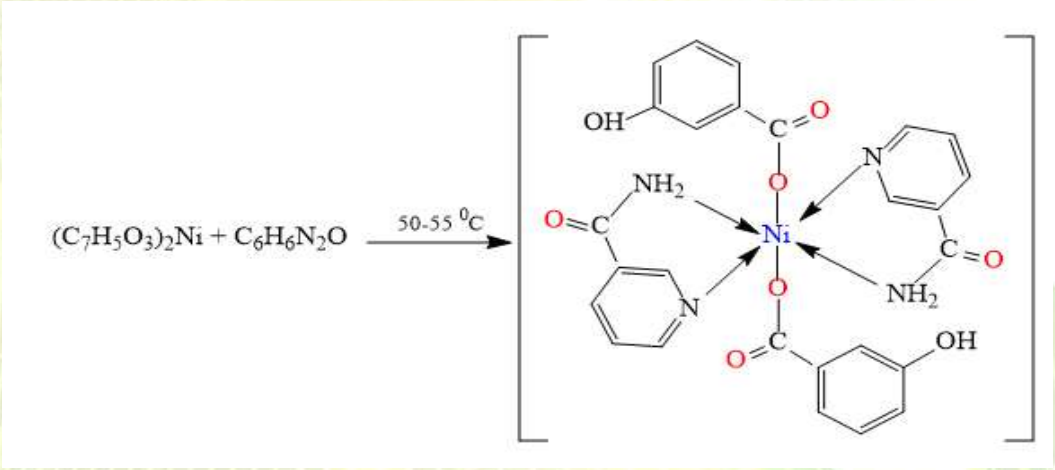
Ushbu tadqiqot ishida Ni (II) ioni va amid kompleksi bilan qo‘shimcha ravishda m-gidroksibenzoy kislotasi ham sintez qilindi. Bunda barcha tuz va ligandlar sof va toza xolatda ishlatilindi. Kompleks birikmalarni sintez qilish quyidagicha amalga oshirildi:

ISSN 3030-3907

Nikel (II) m-gidroksibenzoatini (Ni (mgb)) tayyorlash: Dastlab 0,1 gramm m-gidroksobenzoy kislota 50 ml distillangan suvda aralashtirildi va asta-sekin qizdirildi. Kislota to‘liq erib bo‘lgandan so‘ng eritma ustiga 5 ml 0,1 n KOH eritmasi qo‘shilib, ishqoriy muhit hosil qilindi. So‘ngra 10 ml distillangan suvda 0,8 gramm $NiSO_4 \cdot 6H_2O$ eritilib, eritmaga qo‘shildi. Tayyorlangan eritma 100 ml xajmdagi stakanga solindi.

$$2C_7H_6O_3 + 2KOH + NiSO_4 \cdot 6H_2O \rightarrow [Ni(C_7H_5O_3)_2] + K_2SO_4 + 8H_2O$$

Ni (mgb) va nikotinamid aralash kompleksini tayyorlash: 1 stakandagi Ni (mgb) eritmasiga 0,24 gramm nikotinamid 5 ml distillangan suvda to‘liq eritilib sekinlik bilan qo‘shildi. Tajriba davomida eritma to‘q-yashil rangga kirganligi kuzatildi, bu esa Ni (II) ionlarining kompleks hosil qilganligidan dalolat beradi. Nikotinamid qo‘shilishi bilan eritma yanada barqaror bo‘lib qoldi, ya’ni ikkilamchi ligand sifatida u kompleks strukturaning shakllanishida ishtirok etgan. Bu holat aralash ligandli koordinatsion kompleks hosil bo‘lganligini ko‘rsatadi.



Tahlil va natijalar (Analysis and results). Sintez qilingan birikmaning elementlar tahlili (1-jadval) keltirilgan, mahsulotning chiqish unumi 84% ni tashkil qildi. Kompleks birikmaning element tarkibi quyidagicha:

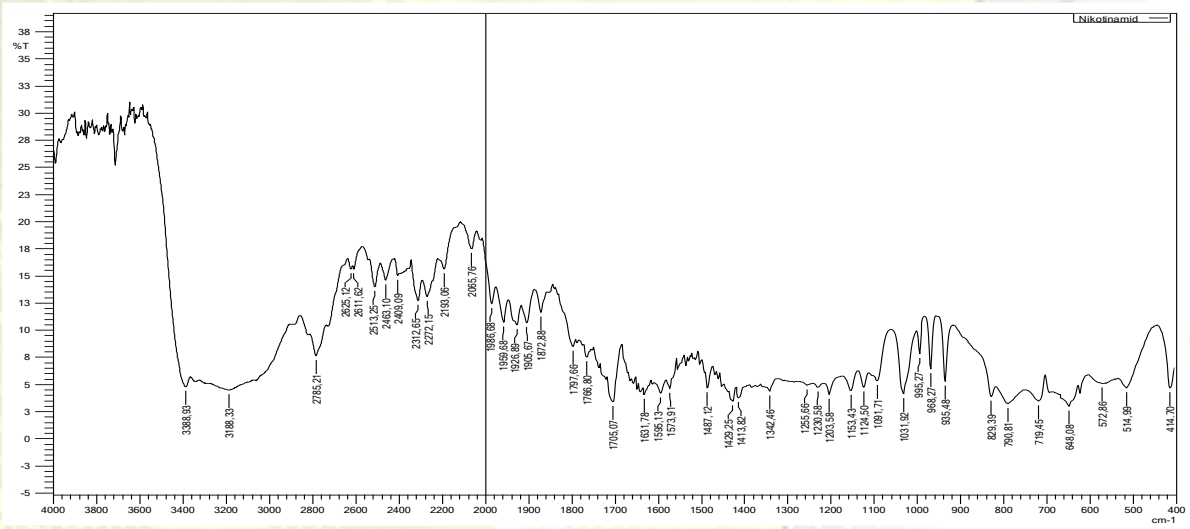
1-jadval

$[Ni(C_7H_5O_3)_2(C_6H_6N_2O)_2]$ kompleks birikmasining elementlar tahlili

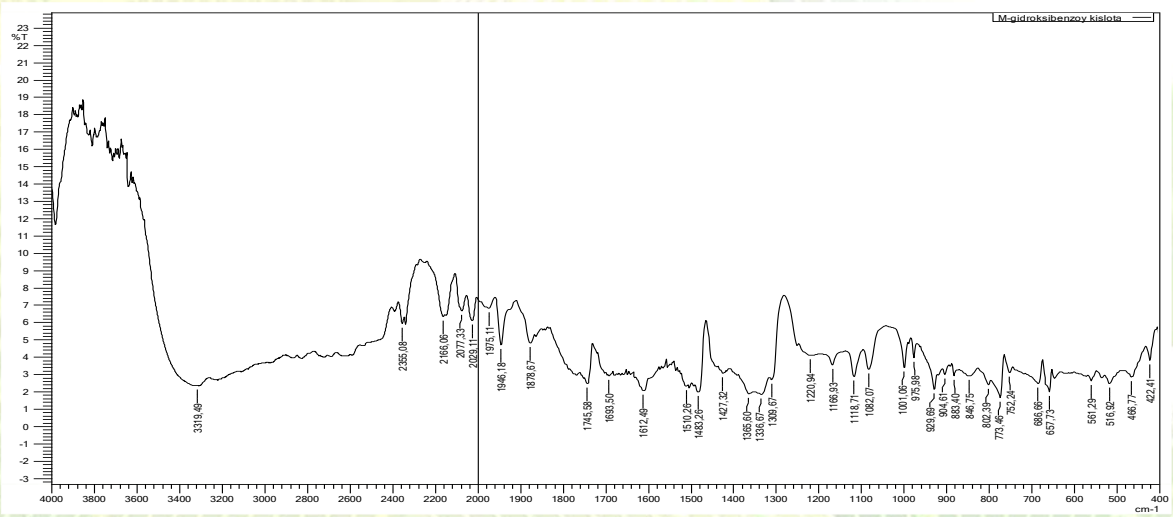
Kompleks birikma	Ni		C		H		N		O		Chiqish unumi %
	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	Hisoblandi	Topildi	
[Ni(C7H5O3)2(C6H6N2O)2]	10.08	10.01	54.02	53.05	3.79	3.01	9.65	9.55	21.08	20.10	84

ISSN 3030-3907

Ligandlardagi funksional guruhlarning o‘zgarishini, koordinatsiya turini hamda yangi bog‘lar hosil bo‘lganligini aniqlash maqsadida dastlabki moddalar va hosil bo‘lgan kompleks birikmaning IQ spektrlari taqqoslab tahlil qilindi. Namunalarning IQ spektrlari «IRTracer- 100» (SHIMADZU CORP., Yaponiya, 2017) spektrida MIRacle-10 diamond/ZnSe prizmasi yordamida 400-4000 sm-1 sohasi bo‘yicha qayd qilingan.

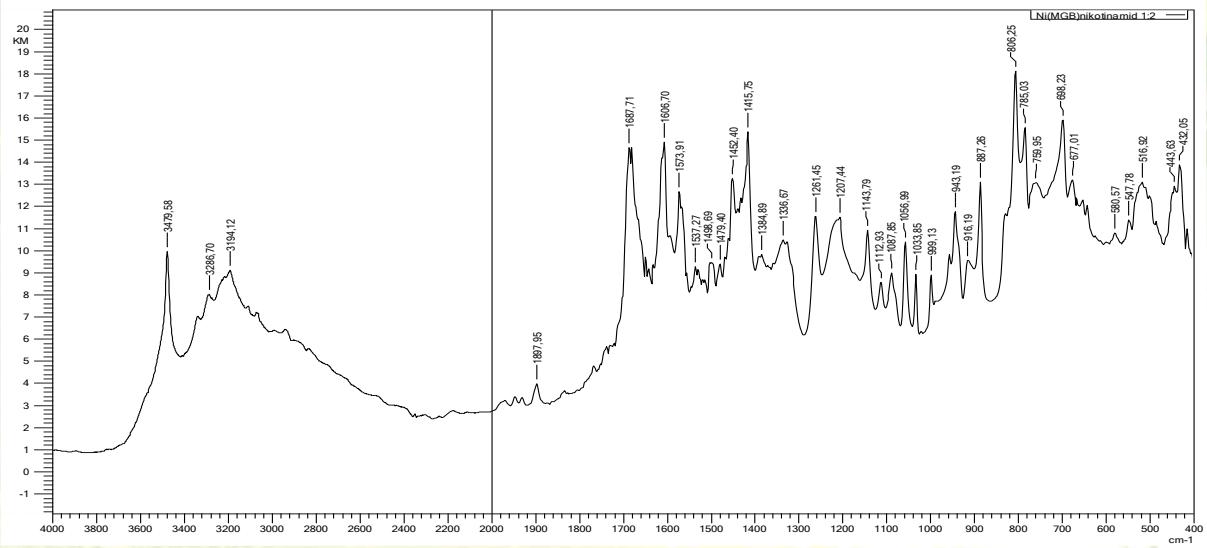


1-rasm. Nikotinamidning IQ spektri



2-rasm. M-gidroksobenzoy kislotasining IQ spektri

ISSN 3030-3907



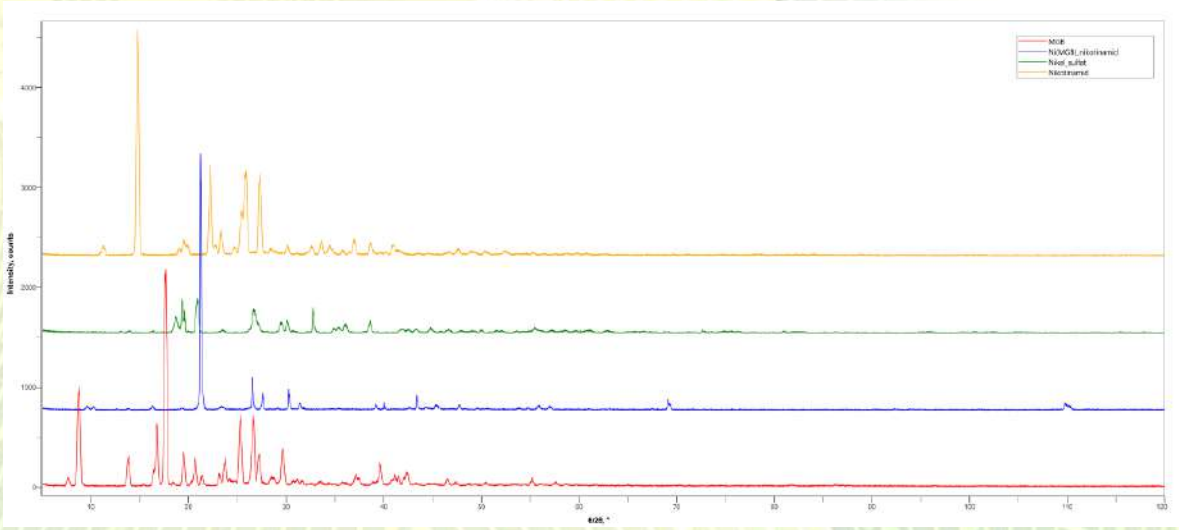
3-rasm. $[Ni(C_7H_5O_3)_2(C_6H_6N_2O)_2]$ kompleks birikmasining IQ spektri

Karboksil guruhining ν(C–O) tebranishlari **$[Ni(C_7H_5O_3)_2(C_6H_6N_2O)_2]$ kompleksida** 1650–1680 cm^{-1} ga teng. Kompleks birikmada ν(C–O) chizig‘i pastroqqa siljigan yoki shakli o‘zgargan. Bu o‘zgarish metal bilan koordinatsiya natijasida karboksil guruh tebranish chastotalarida farq bo‘lishidan dalolat beradi. Gidroksil guruhining (O–H) tebranish chastotasi odatda 3200–3500 cm^{-1} oralig‘ida keng sohada bo‘ladi. Kompleksda bu bu sohada kuchsiz siljish kuzatilgan bo‘lib, bu ligand ta’siri bo‘lishi mumkin. Nikotinamidda piridin azotining metalga koordinatsiyasi bo‘lsa, bu ν(C=N) yoki ν(C–N) chiziqlarida o‘zgarish beradi. 1-rasm bilan 3-rasmni solishtirganda, nikotinamidga xos tebranishlar joylashuvi o‘zgargan, bu esa metal bilan koordinatsiyaga kirishganini ko‘rsatadi. 450–600 cm^{-1} oralig‘ida yangi cho‘qqilar paydo bo‘lgan — bu Ni–O yoki Ni–N bog‘lariga mos keladi. Bunday cho‘qqilar oddiy ligandlarda bo‘lmaydi, bu esa kompleks hosil bo‘lganligini tasdiqlaydi.

UB-spektroskopiyasi — bu kompleks birikmalarning elektron tuzilmasi va ligandlar bilan o‘zaro ta’sirini o‘rganishda samarali usuldir. Bu metod yordamida kompleksning hosil bo‘lganini, ligandlarning o‘zgarishi hamda d-d va zaryad o‘tishlariga asoslangan spektral siljishlar aniqlanishi mumkin. Kompleks birikmalarning ultrabinafsha (UV) spektrlari Shimadzu UV-1900 rusumli spektrofotometr yordamida o‘rganildi. Ushbu asbob Shimadzu korporatsiyasi (Yaponiya) tomonidan ishlab chiqarilgan bo‘lib, 190–1100 nm oralig‘idagi to‘lqin uzunliklarida yutilish spektrlari aniqlash imkonini beradi. Nikotinamid, Ni(II) metagidroksibenzoat va ularning asosida olingan [Ni(MGBK)(nikotinamid)] kompleks birikmasining ultrabinafsha (UB) spektrlari taqqoslab tahlil qilindi. Nikotinamidning UB spektrida 212,0 nm va 232,0 nm da so‘rilish cho‘qqilari kuzatildi. Bu cho‘qqilar molekuladagi π→π* va n→π* o‘tishlarga mos keladi, ular odatda aromatik halqali strukturali organik birikmalar uchun xosdir. Ni(II)

ISSN 3030-3907

metagidroksibenzoat (MGBK) spektrida 200,0 nm va 280,0 nm atrofida intensiv yutilish cho‘qqilari aniqlangan bo‘lib, ular ligandning organik qismiga va ehtimol metall markaz atrofida yuz beruvchi d→d tipidagi o‘tishlarga taalluqlidir. Kompleks birikmaning spektrida esa 205,0 nm, 224,0 nm, 242,0 nm va 288,0 nm da joylashgan bir nechta so‘rilish cho‘qqilari kuzatildi. Bu cho‘qqilar erkin ligand va metal-organik komponentga nisbatan spektral siljishlar sodir bo‘lganini ko‘rsatadi. Xususan, nikotinamidning 212,0 nm va 232,0 nm cho‘qqilari mos ravishda 205,0 nm va 224,0 nm ga siljigan. Shuningdek, ni (II) benzoatidagi 285,0 nm cho‘qqisi 280,0 nm da qayd etilgan. Yutilish to‘lqin uzunliklarining siljishi, yangi cho‘qqilarning paydo bo‘lishi va spektr shaklining o‘zgarishi nikotinamid va metagidroksibenzoat ligandlari metall ion (Ni^{2+}) bilan kompleks hosil qilganini tasdiqlaydi. Bu o‘zgarishlar ligandlar va metall ion o‘rtasida elektron zichlikning qayta taqsimlanishi, koordinatsion bog‘lanish yuzaga kelganini ko‘rsatadi. **Rentgenofazaviy tahlil** (RFT) kompleks birikmalar tarkibini aniqlashda juda muhim va kuchli vosita hisoblanadi. 4-rasmda nikotinamid (1), ni (II) sulfat (2) va ular asosida olingan kompleks birikmaning (3) rentgenogrammalari va meta gidroksibenzoati (4) (rentgenogrammalari) keltirilgan.



4-rasm. Nikotinamid (1), Ni sulfat (2) va ular asosida olingan kompleks birikmaning (3) rentgenogrammalari va meta gidroksibenzoati (4)

Kompleks birikmaning rentgenogrammasi dastlabki moddalarning (Nikotinamid va metagidroksibenzoy kislota) rentgenogrammasidan farq qiladi. Yangi cho‘qqilarning paydo bo‘lishi va avvalgi cho‘qqilarning yo‘qolishi yangi kristall faza shakllanganligini ko‘rsatadi. Bu esa kompleks birikma sintez qilinganligini rentgenofazaviy tahlil orqali tasdiqlaydi (2-jadval). Rentgenogramma tahlili va faza shakllanishiga ko‘ra, nikotinamid rentgenogrammasida o‘rtacha intensivlikda, lekin o‘ziga xos cho‘qqilar mavjud (20°–30°oralig‘ida). Kristallik darajasi yuqori yoki o‘rta cho‘qqilar metagidroksibenzoy kislota bilan mos kelmaydi. Kompleks

ISSN 3030-3907

birikmada esa yangi cho‘qqilar paydo bo‘lgan (masalan, ~22°, ~26°,~28 °). Ba’zi cho‘qqilar yo‘qolgan yoki siljigan. Dastlabki moddalarning oddiy yig‘indisi emas, bu esa yangi kristall faza shakllanganini bildiradi.

2-jadval

Kompleks birikma sintez qilinganligining rentgenofazaviy tahlil

Tahlil qilinayotgan modda	Kristallik holati	Fazaviy o‘zgarishlar va natija
Nikotinamid	O‘rta kristallik	Baland va o‘xshash cho‘qqilar
Ni sulfat	Faqat yashil spektrda mavjud	Kamroq cho‘qqi, ba’zi joylarda kuchli
M-gidroksibenzoy kislota	Yuqori kristallik	Aniq va baland cho‘qqilar
Kompleks birikma	Yangi faza (kompleks birikma)	Kompleksda yangi va eng baland cho‘qqi boshqa joylarda mavjud emas

XULOSA

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, nikotinamid va ni(II) ionlari bilan muvaffaqiyatli kompleks hosil qilishi va bu komplekslar oktaedrik tuzilishga ega ekani aniqlandi. Nikotinamid eng kuchli ligand bo‘lib, u orqali hosil bo‘lgan nikel (II) komplekslarining barqarorligi yuqori**,** koordinatsion maydoni kuchli**,** va spektroskopik o‘zgarishlari aniqlandi. Har bir kompleks uchun olingan infraqizil (IQ) spektrlari asosida ligandlarning koordinatsion xatti-harakatlari va struktura xususiyatlari chuqur tahlil qilindi. Uchala kompleks IQ spektral tahliliga ko‘ra salitsilat anionlari asosan karboksil guruhining kislorodi orqali koordinatsiyalangan. Rentgenogramma taqqoslash va faza shakllanishining tahliliga ko‘ra, nikel sulfat past intensivlikdagi va kamroq sonli cho‘qqilarni hosil qilgan. Kristallik darajasi pastroq. Cho‘qqilar nikotinamid va m-gidroksibenzoy kislotanikidan ancha farq qiladi va bu ularning o‘ziga xosligini ko‘rsatadi. Yangi **$[Ni(C_7H_5O_3)_2(C_6H_6N_2O)_2]$** kompleks birikmaning rengenogrammasida yangi cho‘qqilar mavjud. Ba’zi cho‘qqilar yo‘qolgan yoki o‘zgargan, ba'zilari esa ko‘chgan. Bu yangi kristall faza hosil bo‘lganini bildiradi. Kompleks birikma boshqa ikkala moddaning rentgenogrammasiga to‘g‘ridan-to‘g‘ri mos kelmaydi, bu birikma oddiy aralashma emas, balki haqiqiy kompleks ekanini isbotlaydi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Beppu, M., et al. (2019). *Drug delivery using phenolic acid–based polymeric carriers.* Biomaterials Science, 7(9), 3697–3705. DOI: 10.1039/C9BM00540D

ISSN 3030-3907

2. Salgado, H.R.N., et al. (2020). *Hydroxybenzoic acids as potential antimicrobial and anti-inflammatory agents: Mechanisms and applications.* Journal of Pharmacy and Pharmacology, 72(6), 773–790. DOI: 10.1111/jphp.13215

3. Karakaya, S., & El, S.N. (2018). *Phenolic Acid Derivatives Used in Food and Medicine: A Review.* Trends in Food Science & Technology, 85, 64–72. DOI: 10.1016/j.tifs.2018.02.001

4. Migwi, F.K., Nyamato, G.S., Ojwach, S.O., & Darkwa, J. (2025). *A review of the recent coordination chemistry and catalytic applications of pyrazole and pyrazolyl transition metal complexes*. Coordination Chemistry Reviews, 450, 214–256. https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0010854525009439

5. Myint Myint Soe, Wut Hmone Win, Win Kyaw, May Thida Win. Characterization of Nickel Sodium Sulphate Hexahydrate (NSSH) Crystal // Journal of the Myanmar Academy of Arts and Science. – 2018. – Vol. XVI. – No. 2.

6. Theivanayagom, M. & Mahadevan, C. (2001). Lattice variation and thermal parameters of NixMg1–xSO4.7H2O single crystals. Bulletins Materials Science, 24(5), 441-444.

7. Nikovskii, I.A., Safiullina, E.S., & Nelyubina, Y.V. (2025). *Synthesis of Nickel(II) Complexes with 2,6-Dichlorophenyl-Substituted Pyridylpyrazole*. Russian Journal of Coordination Chemistry, 51(5), 95–103. https://link.springer.com/article/10.1134/S1070328424601511

8. Pessoa, G.S., et al. (2020). *Dithiocarbazate ligand-based Ni(II) complexes: synthesis and biological activity*. Molecules, 25(16), 3516. https://www.mdpi.com/1420-3049/25/16/3516

9. Osman, U.M., et al. (2020). *Thiosemicarbazide ligand complexes of Ni(II): XRD and spectroscopic studies*. Journal of Molecular Structure, 1215, 128–135. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002228602031317X

10. Chem. Lett. (2023). *Cationic nickel(II) complexes bearing a phenalenyl-based tridentate ligand*. Chemistry Letters, 52(7), 1458–1465. https://academic.oup.com/chemlett/article/doi/10.1093/chemle/upae251/7934133

11. Kadirov M.K. *Amid asosidagi koordinatsion komplekslar kimyosi*. — Toshkent, 2017.

ISSN 3030-3907

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ АДСОРБЦИОННЫХ СВОЙСТВ КАРБОКСИЛЬ-И АМИНСОДЕРЖАЩИХ ПОЛИЭЛЕКРОЛИТОВ НА МИНЕРАЛЬНЫХ ДИСПЕРСИЯХ

М.Ш.Джумамуратова
Каракалпакский Государственный Университет им. Бердаха
А.З.Низамадинов
Каракалпакский Государственный Университет им. Бердаха
Н.Б.Бердимуратова
Каракалпакский Государственный Университет им. Бердаха
С.А. Ауелбекова
Южно Казахстанский Университет Им.М.Ауезова

Аннотация. Карбоксиль- и амин содержащие полиэлектролиты синтезированы на основе винилпиридина и метакриловой кислоты отличались не только длиной углеводородного радикала органического основания – противоиона, но и их разветлением. Изучены взаимосвязи состояния макромолекул полиэлектролитов в растворе с их адсорбционной способностью в зависимости от природы среды, конформационных состояний, нейтрализованных органическими основаниями, отличающиеся длиной углеводородного радикала.

Ключевые слова: полиэлектролиты, метакриловая кислота, винилпиридин синтез, конформация макромолекул, размер макромолекул, органические противоионы, механизм адсорбции.

Annotatsiya. Karboksil va amin guruhlarini saqlovchi polielektrolitlar vinilpiridin va metakril kislota asosida sintez qilingan bo‘lib, ular organik asos — qarshi ionning uglevodorod radikali uzunligi bilan bir qatorda, uning tarmoqlanish darajasi bilan ham farq qiladi.Polielektrolit makromolekulalarining eritmadagi holati bilan ularning adsorbsion qobiliyati o‘rtasidagi bog‘liqliklar o‘rganildi. Bu boǵliqliklar muhit tabiatiga, konformatsiyaviy holatlarga va uglevodorod radikali uzunligi turlicha bo‘lgan organik asoslar bilan neytrallanganlik darajasiga boǵliq holda tahlil qilindi.

Kalit so‘zlar: polielektrolitlar, metakril kislota, vinilpiridin sintezi, makromolekulalar konformatsiyasi, makromolekulalar o‘lchami, organik qarshi ionlar, adsorbsiya mexanizmi.

Abstract. Carboxyl and amine-containing polyelectrolytes were synthesized based on vinylpyridine and methacrylic acid. These polymers differ not only in the length of the hydrocarbon radical of the organic base (counterion), but also in the degree of its branching. The relationships between the conformational state of polyelectrolyte macromolecules in solution and their adsorption capacity were

ISSN 3030-3907

investigated. These relationships were analyzed depending on the nature of the medium, conformational states, and the degree of neutralization by organic bases differing in the length of the hydrocarbon radical.

Keywords:polyelectrolytes, methacrylic acid, vinylpyridine synthesis, macromolecular conformaation, macromolecular size, organic counterions, adsorption mechanism

ВВЕДЕНИЕ.

Применение водорастворимых полиэлектролитов и их модифицированных образцов, содержащие активные гидрофильные ионизируемые или функциональные группы не вызывает загрязнения окружающей среды и используются для осаждения и осветления различных технических суспензии, очистки природных мутных и промышленных сточных вод, как структурообразователи почв, закрепители грунтов и подвижных песков, стабилизаторы эмульсий в пищевой, фармацевтической и косметической промышленности, т.к. добавление их могут радикально улучшить их седиментационную и агрегативную устойчивость [1].

Минеральные дисперсии, являясь объектами многих отраслей промышленности (химической, горнодобывающей, металлургической и др.). составляют основу различных технических суспензий, буровых растворов, почвогрунтов и прочих систем, а регулирование коллоидно-химических свойств дисперсии с помощью полиэлектролитов занимают важную область исследования [2-4].

Процесс адсорбции достаточно сложное явление, зависит от многочисленных факторов и представляется по меньшей мере, двумя стадиями: адсорбцией полиэлектролитов (ПЭ) на твердой фазе и связанным с ней адсорбционным модифицированием свойств её поверхности, как следствие контактного взаимодействия частиц (элементарные акты адсорбции) [5].

В отношении механизма действий ПЭ выявлено, что в дисперсиях почв за адсорбцию и закрепление ПЭ, образование агрегатов частиц ответственны возникающие Н–связи между ПЭ и твердой фазой, а флокуляция гидросуспензии и гидрозолей бентонита под действие ПЭ имеет место по механизму нейтрализации заряда + гидрофобизация поверхности частиц глин.

Таким образом, из приведенного обзора научной и технической литературы видно, что свойства ПЭ определяются химическим составом, параметрами макромолекул и их конформацией (размерами) в растворе [6]. Задачей исследования, было изучение коллоидно-химических свойств

ISSN 3030-3907

синтезированных водорастворимых полимерных электролитов на основе 2-метил-5-винилпиридина, нейтрализованных органическими кислотами, а также на основе метакриловой кислоты, нейтрализованной органическими основаниями.

МЕТОДОЛОГИЯ ЭКСПЕРИМЕНТА.

Для достижения поставленной цели на основе 2 метил 5 винилпиридина (2М5ВП) путем его радикальной полимеризации в растворе в присутствии инициаторов полимеризации и нейтрализующих основания агентов – монокарбоновых кислот с различной длиной углеводородного радикала R (муравьиная (HCOOH), уксусная (CH_3COOH), пропионовая(C_2H_5COOH), масляная(C_3H_7COOH), валериановая(C_4H_9COOH), синтезированы аминсодержащие катионактивные ПЭ. Органические кислоты в зависимости от R, создавая истинные или коллоидные растворы, регулировали растворимость 2М5ВП, процесс радикалообразования и степень полимеризации мономера, что позволяло получить катионактивные ПЭ с различными значениями молекулярных масс.

Анионактивные - карбоксилсодержащие ПЭ синтезированы на основе метакриловой кислоты (МАК) или продукта её предварительной полимеризации- полиметакриловой кислоты (ПМАК) путем их нейтрализации органическими основаниями (МА) -[NH_2CH_3]; этиламин (ЭА) - [$NH_2C_2H_5$]; бутиламин (БА) - [$NH_2C_4H_9$]; диэтил амин (ДЭА) - [$NH(C_2H_5)_2$]; триэтил амин (ТЭА) - [$N(C_2H_5)_3$] которые отличались не только длиной R, но и их разветлением.

В обоих случаях как при получении катионактивных, так и при синтезе анионактивных ПЭ, нейтрализующие агенты послужили впоследствии противоионами конечных продуктов (полиэлектролитов), представляющих собой соли четвертичных аммониевых оснований.

Критерием качества при выборе условий проведения полимеризации служили степень конверсии мономера (конечный выход полимера).

По этому принципу устанавливалось значение pH температуры и концентрации инициатора полимеризации. Выявлены, что вязкость, электропроводность и оптическая плотность растворов полиэлектролитов изменяется не только в зависимости от условия их получения, но и от концентрации, pH среды, природы и состава противоиона. При этом обнаружено, что вязкость растворов полиэлектролитов с удлинением углеводородного радикала противоионов до R=C_2H_5 увеличивается, затем падает, что связано с размерами и состоянием макромолекул в растворе. При этом pH среды для карбоксилсодержащих ПЭ= 7,0 -7,5, а аминсодержащих –

ISSN 3030-3907

4,0-4,5. Изучены влияние ПЭ-тов на электрокинетический потенциал почвенных частиц. Изучены влияние, созданной с помощью синтезированных ПЭ, структуры на водно-физические свойства почвы [7;8]. Размеры макромолекул синтезированных полимеров в водном растворе определяли на основе измерении вязкости в зависимости от концентрации и зная значение константы уравнения Марка-Куна-Хаувинка рассчитывали молекулярные массы исходных полимеров поли-2-метил-5-винилпиридина и ПМАК. Рассчитывали значение степени их полимеризации и молекулярной массы полученных ПЭ-тов на основе 2М5ВП и ПМАК, с различными противоионами (5).

Соли П2М5ВП с монокарбоновыми кислотами для определения молекулярной массы переводили в П2М5ВП действием раствора едкого натра. ИК спектр полученного продукта полностью идентичен с ИК-спектром 2М5ВП, заполимеризованного в массе.

Электрокинетический потенциал (ξ-потенциал почвенных частиц, обработанных П2М5ВП•$HOOCC_2H_5$ и ПМАК •ДЭА определяли методом Фуосса. На приборе типа прибора Михаэлиса [9] по скорости и направлению жидкости чрез мембрану определяли знак и величину ξ-потенциала частиц, вычисленных по уравнению Гельмгольца –Смолуховского:

$$\xi = \frac{\eta \bullet æ \frac{v}{t}}{I\varepsilon\varepsilon_o} \text{ mB}$$

Где: η - вязкость дисперсионной среды (воды); æ - удельная электропроводность, $ом^{-1}$ $см^{-1}$; v/t объёмная скорость переноса жидкости , m^3/c; J -сила тока (ампер); $\varepsilon \rightarrow$диэлектрическая постоянная , $\varepsilon_0 = 8{,}85 \bullet 10^{-12}$ F/m.

Степень осветления природной мутной воды изучали на примере ПЭ-тов П2М5ВП·$HOOCCH_3$ и П2М5ВП·$HOOC_2H_5$, обладающие наибольшим флокулирующим эффектом . Результаты были сопоставлены с данными по изучению флокулянтами добавками ПАА и коагулянта $Al_2(SO_4)_3$ – выпускаемых промышленностью и применяемых в настоящие время в практике водоподготовки. При добавлении к воде $Al_2(SO_4)_3$ в системе образуется в избытке соли и появляются в большом количестве ионы SO_4^{-2}, что не отвечает требованиям предельного допустимого коэффициента (п.д.к.) [10]. Кроме того, наблюдается большой расход коагулянта. Структурообразующее действие синтезированных ПЭ характеризовали по количеству водопрочных агрегатов, образующихся в почвенной дисперсии под их влиянием [11;12]. Для более подробного исследования механизма взаимодействия ПЭ с почвенными частицами Каракалпакстана, содержащих

ISSN 3030-3907

достаточно много солей, существенно влияющих на состояние макромолекул, была исследована адсорбция ПЭ из водных растворов почвенными частицами [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ.

Нами впервые систематически исследована роль органических противоионов переменного состава в проявлении коллоидно-химических свойств и эффективности действия на минеральные дисперсии наиболее характерных представителей ПЭ, а именно катионактивных и анионактивных их разновидностей, содержащих в цепи макромолекулы, соответственно аминные и карбоксильные функциональные группы.

Из синтезированных ПЭ наиболее эффективными в указанном выше отношении оказались соли П2М5ВП •$HOOCC_2H_5$ и ПМАК • ДЭА. Ослабление эффекта действия ПЭ при R противоиона < C_2 (число углерода 2) связано с недостаточной развитостью радикала, а при R противоиона > C_2 - с развитием процессов внутри и межмолекулярных взаимодействий, способствующих переходу достаточно деформированных клубков макромолекул в менее деформированное их состояние статического клубка с вытекающими отсюда последствиями в отношении размеров макромолекул и связанного с ними проявления эффектов действия ПЭ.

Следовательно, не молекулярные массы, а размеры макромолекул ПЭ ответственны за проявляемые ими эффекты действия.

Изучение эффективности механизма адсорбции ПЭ в зависимости от длины углеводородного радикала их противоионов показало, что максимальные эффекты достигаются при оптимальных параметрах молекулярной массы, размеров макромолекул и их ионизирующей способности, а также при оптимальной длине углеводородных радикалов противоионов. ПЭ, имеющие наибольшую молекулярную массу, не всегда имеют наибольший размер макромолекул (например ПМАК• БА).

Исходя из анализа, можно сделать вывод, что обработка почвы ПЭ-тами имеет ионнообменный характер взаимодействия, на что указывают изменения pH растворов после адсорбции по сравнению с pH растворов самих ПЭ, увеличение [æ] удельной электропроводности раствора по мере роста концентрации ПЭ, а также изменения его вязкости и оптической плотности . Физико-химические свойства оструктированной почвы зависела от концентрации ПЭ - структурообразователя и размеров радикалов противоионов. Она в большей степени увеличивается при оструктуривании почвы $ПМАК_1$ •ЭА и П2М5ВП • $HOOCC_2H_5$, в несколько меньшей степени - при оструктуривании ПМАК и П2М5П • HOOCH (рис.1). Наличие между

ISSN 3030-3907

агрегатами пор, способствует всасыванию воды, при этом проникновение молекул воды не только между агрегатами, но и внутри агрегатов, приводит к увеличению всасывающей способности почвы.

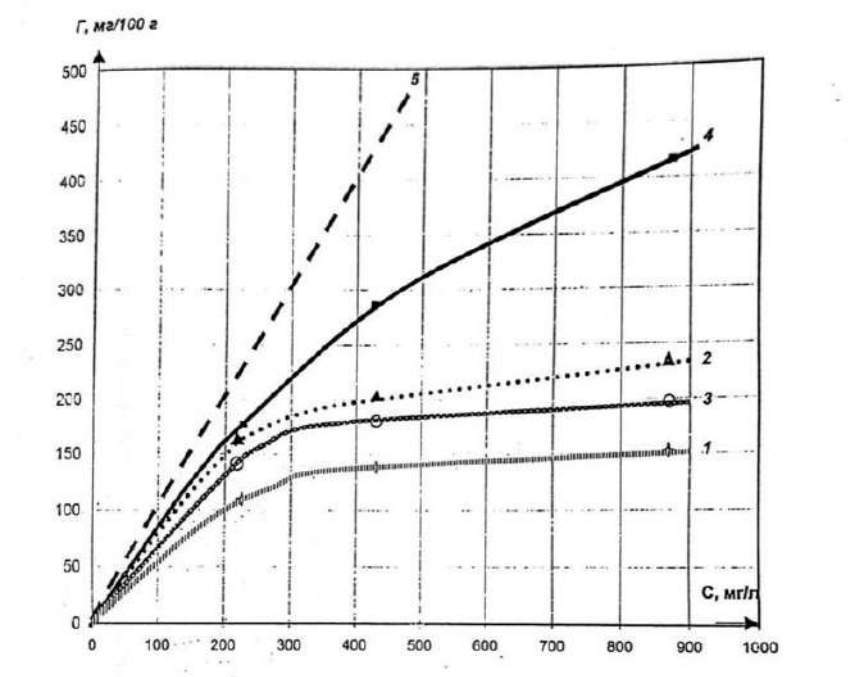


Рис.1. Адсорбция (Г) полиэлектролитов: ПМАК-ТЭА (1); ПМАК-ДЭА (2); П2М5ВП·НООСС$_3$Н$_7$ (3); П2М5ВП·НООСС$_2$Н$_5$ (4) из раствора на почве; 5 – рассчитанная на почве величина адсорбции ПЭ.

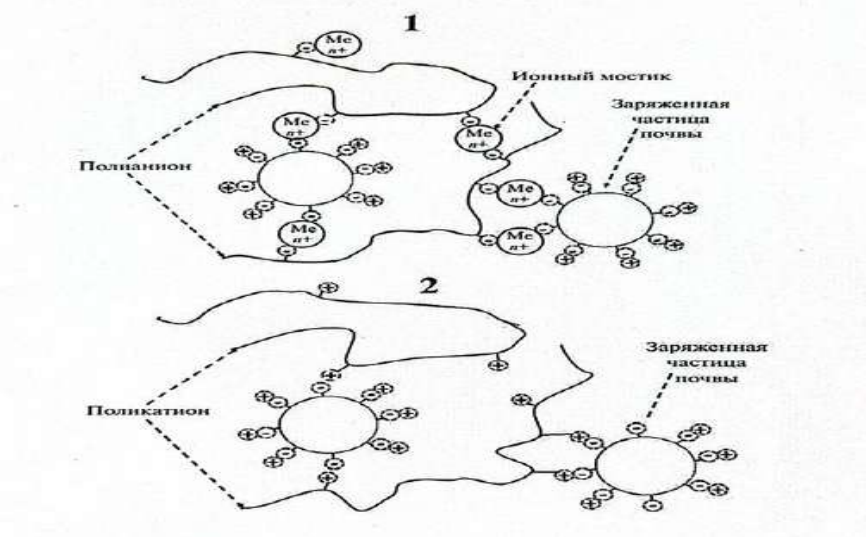


Рис 2 Графическая иллюстрация механизма адсорбции ПЭ на частицах почвы.

Изображение (рис.2) демонстрирует два различных механизма адсорбции ПЭ на частицах для исходных полимеров и для нейтрализованных органическими противоионами.При обработке почвы поликатионным П2М5ВП•НООСС$_2$Н$_5$, отрицательный ζ потенциал частиц почвы уменьшается вплоть до нуля, а затем происходит перезарядка частиц,

ISSN 3030-3907

которые приобретают положительный заряд ξ - потенциал, что связано с химической адсорбцией в результате взаимодействия отрицательно заряженной поверхности частиц почвы с положительными заряженными функциональными группами полимера.

При добавлении к почве полианионного ПМАК •ДЭА и др механизм взаимодействия здесь более сложный, чем при добавлении поликатионных ПЭ. Как известно [11] отрицательно заряженные частицы почвы Каракалпакстана содержат много многовалентных положительных ионов, которые могут обмениваться на противоионы ПЭ, при этом отрицательное значение ξ – потенциала уменьшается. Это связана также и с увеличением ионной силы раствора, что связано с наличием в качестве противоионов органических аминов ДЭА, обладающих положительным зарядом (рис.2).

По мнению [9] с ростом плотности адсорбционного слоя макромолекул ПМАК уменьшается диссоциация карбоксильных групп, также как и заряд частиц почвы, а следовательно и уменьшается ξ – потенциал.Противоионы полимера (органические кислоты) взаимодействуют с имеющими катионами почвы (K^+,Na^+, Ca^{++} и др.) и образуют растворимые или малорастворимые соли, а имеющиеся анионы почвы (CI^-, SO_4^{--} и др.) частично нейтрализуют алсорбировавшиеся поликатионы.

Изменение величины ξ – потенциала частиц почвы после ее обработки раствором ПЭ может быть связано с различием в конформации их макромолекул в адсорбционных слоях на поверхности почвенных частиц.

Изменение электропроводности раствора указывает на то, что при взаимодействия ПЭ с почвой увеличивается в растворе количество подвижных ионов, перешедших из почвы в результате её взаимодействия с ПЭ, т.е. в результате ионообмена, что также согласуется с изменениями ξ – потенциала кажущей константы Кα ПЭ.

При составлении данных выявлено, что адсорбция (рис.1) катионного ПЭ больше чем анионного. Это по-видимому объясняется тем, что во-первых поликатионы легко адсорбируются на отрицательно заряженных частицах почвы, а во - вторых ПЭ на основе П2М5ВП обладают комплексом ценных комплексообразующих свойств в водных средах с 2 – 3 валентными ионами металлов почвы [7,8].

ВЫВОДЫ.

Показано, что вязкость, электропроводность и оптическая плотность растворов полиэлектролитов изменяется не только в зависимости от условия

ISSN 3030-3907

их получения, но и от концентрации, pH среды, природы и состава противоиона.

При этом обнаружено, что вязкость растворов полиэлектролитов с удлинением углеводородного радикала противоионов до $R=C_2H_5$ увеличивается, затем падает, что связано с размерами и состоянием макромолекул в растворе. При этом pH среды для карбоксилсодержащих ПЭ= 7,0 -7,5, а аминсодержащих – 4,0-4,5. Выявлено, что значение электропроводности растворов ПЭ с удлинением R провоионов уменьшается. Вычислены размеры макромолекул – среднеквадратичные расстояния между концами цепи и радиусы полуосей элипсоидов вращения и их отношения в зависимости от числа углеводорода противоиона ПЭ, концентрации в растворе и pH среды. Показано, что наибольшую вязкость и электропроводность имеют растворы ПЭ, обладающих наибольшими размерами макромолекул, степенью их диссоциации, и значениями константы ионизации.

Таким образом, следует отметить, что свойства ПЭ, широко применяемых в практике для регулирования процессов химической технологии, а именно процессов осаждения, осветления и фильтрации минеральных дисперсий, а также явлений адсорбции и образования структур в этих системах, определяется их молекулярной массой, функциональным составом, ионизацией активных групп и состоянием макромолекул в растворе. Разработаны рекомендации по применению синтезированных полимерных электролитов, как адсорбентов для очистки сточных вод, а также оструктирования и. соответственно агрофизических свойств и повышения плодородия засоленных почв региона Приаралья.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Арипов З.А. Природные минеральные сорбенты и их активирование и модефицирование. Ташкент Изд-во ФАН УзССР 1970.
2. Семчиков Ю.Д., Рябов А.В., Кашаева В.Н. Влияние комплексообразования на реакции материальных цепей при полимеризации винилпиридинов.//Высокомол. соед. Сер.Б-Т.13 -1971.№7-С.489-493.
3. Савинова И.В., Курилова А.И. Семчиков Д.Ю. Радикальная полимеризация 2-метил-5винил пиридпна в присутствии предельных монокарбоновых кислот. //Докл. АН СССР -1971 Т.197, № 2. –С.355-358.
4. Ю. Хаширова, З.Р. Курманова. Полимеры и сополимеры акриламида – эффективные флокулянты для очистки воды. // Сб. науч. тр. молодых ученых. Нальчик. 2006 г. Каб.-Балк. гос. университет. с. 311 – 314.

ISSN 3030-3907

5. Хамраев С.С., Джумамуратова М.Ш. «Влияние органических противоионов на конформационное состояние молекул». Москва, «Коллоидный журнал», 2004 – Том 66, №5 – С.688-692
6. Шарипова А.И., Хамраев С.С. Роль размеров макромолекул полиэлектролитов, полученных на основе малеиновой кислоты. Узб.хим.журн. №1, 2008, с – 23-30
7. Джумамуратова М.Ш. и др. Исследование флокирующих и структурообразующих свойств полиэлектролитов на примере природных мутных производственных вод // International bulletin of applied science and texnolog. №2, 11 2022. 110-115 pp.
8. M.Djumamuratova, O. Dormeshkin, A.Reymov, K.Tleymuratov. Influence of the nature the medium on the conformational states of macromolecules of anionic polyelectrolytes and theirflocculating effect //karakalpak scientific journal 7-1-2020
9. Малахова А.Л. Практикум по физической и коллоидной химии. Изд. Москва. 1984 – 330 с.
10. O..M.Seitnazarova, A.M.Kalbaev, N.N.Mamataliev, A.B.Abdikamalova, I.D.Eshmetov. Organobentonites synthesis and their sorption characteristics research Palarch's Journal of Archaeology Of Egypt/Egyptology. -2020. - 17(6). – P. 14266-14279. Scopus
11. Сейтназарова О.М., Танатаров У.Р.,Шарипова А.И.,Абдикамалова А.Б Коллоидно-химические основы создания органобентонитовых адсорбентов Монография. – Т.: «Фан зиёси», 2022. С. 126
12. Kuldasheva.Sh ., Sharipova A.I. Investigation of changes in the viscosity properties of acrylamide (co)polymer and their hydrolyzed forms depending on the conditions of their preparation.// Polymer Bulletin (Published online 01 july 2023
13. Мапруза Шарибаевна Джумамуратова1 доц кафедры физической и коллоидной химии
14. Асаматдин Зайрадинович Низамадинов1 докторант кафедры физической и коллоидной химии (nizamadinovassa@gmail.com)
15. Несибели Базарбаевна Бердимуратова1 докторант кафедры физической и коллоидной химии
16. Сауле Адилбаевна Ауелбекова2 преп. ЮКУ им.М.Ауезова
17. Mapruza Sharibaevna Djumamuratova1 fizikaviy va kolloid kimyo kafedrasi dotsenti
18. Asamatdin Zayradinovich Nizamadinov1 fizikaviy va kolloid kimyo kafedrasi doktoranti (nizamadinovassa@gmail.com)

ISSN 3030-3907

19. Nesibeli Bazarbayevna Berdimuratova1 fizikaviy va kolloid kimyo kafedrasi doktoranti
20. Sawle Adilbaevna Awelbekova2 M.Avezova nomidagi Janubiy Qozog‘iston universiteti oqituvchisi
21. Mapruza Sharibaevna Djumamuratova[1] – Associate Professor of the Department of Physical and Colloid Chemistry
22. Asamatdin Zayradinovich Nizomadinov1 – Doctoral Student of the Department of Physical and Colloid Chemistry (nizamadinovassa@gmail.com)
23. Nesibeli Bazarbayevna Berdimuratova1 – Doctoral Student of the Department of Physical and Colloid Chemistry
24. Sawle Adilbaevna Awelbekova2 Lecturer at the M. Auezov South Kazakhstan University

ISSN 3030-3907

TRANSFER LEARNING FOR BINARY PNEUMONIA CLASSIFICATION FROM CHEST X-RAY IMAGES: A COMPARATIVE STUDY OF DENSENET121, DENSENET169, AND DENSENET201

Mukhriddin Arabboev
Associate Professor, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi
Email: mukhriddin.arabboev@tuit.uz
Shohruh Begmatov
Associate Professor, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi
Email: sh.begmatov@tuit.uz
Sukhrob Bobojanov
Associate Professor, Urgench Ranch University of Technology
Email: dr.bobojanov@ranch.university
Akhram Nishanov
Professor, Tashkent University of Information Technologies named after Muhammad al-Khwarizmi
Email: a.nishanov@tuit.uz

Abstract. This paper presents a comparative study of three DenseNet-based transfer learning models for binary pneumonia classification from chest X-ray images. DenseNet121, DenseNet169, and DenseNet201 were evaluated under a unified framework using ImageNet-pretrained backbones, a lightweight classification head, online augmentation, two-stage optimization, and validation AUC-based early stopping. All images were resized to 224 × 224 pixels and divided into training, validation, and test subsets. The test set contained 587 radiographs, including 159 NORMAL and 428 PNEUMONIA cases. DenseNet169 achieved the best overall performance, with 93.70% accuracy, 0.9796 AUC, and 96.88% precision. DenseNet121 showed similarly strong results with slightly higher sensitivity, while DenseNet201 achieved the highest sensitivity (98.36%) but substantially lower specificity. These findings indicate that DenseNet169 provides the most balanced performance for binary pneumonia screening, whereas DenseNet201 may be more suitable when minimizing missed pneumonia cases is the primary priority.

Keywords: pneumonia detection; chest radiography; DenseNet; transfer learning; deep learning; medical image analysis

Аннотация. В данной работе представлено сравнительное исследование трёх моделей переноса обучения на основе DenseNet для бинарной классификации пневмонии по рентгеновским изображениям грудной клетки. Модели

ISSN 3030-3907

DenseNet121, DenseNet169 и DenseNet201 были оценены в рамках единого подхода с использованием предобученных на ImageNet базовых архитектур, облегчённой классификационной головы, онлайн-аугментации, двухэтапной оптимизации и ранней остановки на основе значения AUC на валидационной выборке. Все изображения были приведены к размеру 224 × 224 пикселя и разделены на обучающую, валидационную и тестовую подвыборки. Тестовая выборка содержала 587 рентгенограмм, включая 159 случаев NORMAL и 428 случаев PNEUMONIA. Наилучшие суммарные результаты показала модель DenseNet169: точность 93,70%, AUC 0,9796 и precision 96,88%. Модель DenseNet121 продемонстрировала сопоставимо высокие результаты при немного более высокой чувствительности, тогда как DenseNet201 обеспечила наибольшую чувствительность (98,36%), но существенно более низкую специфичность. Полученные результаты показывают, что DenseNet169 обеспечивает наиболее сбалансированную эффективность для бинарного скрининга пневмонии, тогда как DenseNet201 может быть более предпочтительной в случаях, когда главным приоритетом является минимизация пропущенных случаев пневмонии.

Ключевые слова: выявление пневмонии; рентгенография грудной клетки; DenseNet; перенос обучения; глубокое обучение; анализ медицинских изображений

Annotatsiya. Ushbu maqolada ko‘krak qafasi rentgen tasvirlari asosida pnevmoniyani ikkilik sinflashtirish uchun DenseNet asosidagi uchta transfer learning modeli qiyosiy tahlil qilindi. DenseNet121, DenseNet169 va DenseNet201 modellarining samaradorligi yagona yondashuv asosida baholandi; bunda ImageNetda oldindan o‘qitilgan tayanch arxitekturalar, yengil sinflashtirish qatlami, onlayn augmentatsiya, ikki bosqichli optimallashtirish hamda validatsiya tanlanmasidagi AUC ko‘rsatkichiga asoslangan erta to‘xtatish usuli qo‘llanildi. Barcha tasvirlar 224 × 224 piksel o‘lchamga keltirildi va o‘qitish, validatsiya hamda test to‘plamlariga ajratildi. Test to‘plami 587 ta rentgen tasviridan iborat bo‘lib, ulardan 159 tasi NORMAL va 428 tasi PNEUMONIA sinfiga tegishli bo‘ldi. Eng yaxshi umumiy natijani DenseNet169 modeli ko‘rsatdi: aniqlik 93.70%, AUC 0.9796 va precision 96.88%. DenseNet121 ham shunga yaqin yuqori natijalarni namoyish etdi va uning sezgirligi biroz yuqoriroq bo‘ldi, DenseNet201 esa eng yuqori sezgirlikka (98.36%) erishgan bo‘lsa-da, uning xoslik ko‘rsatkichi sezilarli darajada past bo‘ldi. Olingan natijalar DenseNet169 modeli pnevmoniyani ikkilik skrining qilish uchun eng muvozanatli samaradorlikni ta’minlashini, DenseNet201 esa pnevmoniya holatlarini o‘tkazib yuborishni minimallashtirish

ISSN 3030-3907

ustuvor bo‘lgan vaziyatlarda maqsadga muvofiqroq bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: pnevmoniyani aniqlash; ko‘krak qafasi rentgen tasviri; DenseNet; transfer learning; chuqur o‘qitish; tibbiy tasvirlar tahlili

1. INTRODUCTION.

Chest X-ray imaging remains one of the most accessible and clinically important tools for the first-line assessment of thoracic disease, including pneumonia. However, visual interpretation can be affected by workload, inter-reader variability, and the subtle overlap between infectious and non-infectious radiographic patterns. For these reasons, deep learning-based computer-aided diagnostic systems continue to attract attention as decision-support tools for screening and prioritization [1], [2], [5]. Dense convolutional networks are particularly attractive for medical image classification because they encourage feature reuse through direct connections between layers, which can improve gradient flow and reduce parameter redundancy compared with conventional deep convolutional designs [3]. The present study employs three representative DenseNet backbones—DenseNet121, DenseNet169, and DenseNet201—within a transfer-learning framework for binary classification of chest radiographs into NORMAL and PNEUMONIA categories.

Rather than proposing a new network architecture, the objective of the present study is to provide a controlled comparative analysis of three DenseNet variants under a unified transfer-learning framework for binary pneumonia classification. The study is based on a consistent experimental protocol and a preserved summary of test predictions and performance indices. On this basis, the paper presents the study design, compares the three models under a common methodological framework, interprets confusion-matrix patterns and receiver operating characteristics, and identifies the most suitable model for balanced pneumonia detection on the test set.

2. BACKGROUND AND RELATED WORK

DenseNet was introduced to improve information and gradient flow by concatenating features from all preceding layers into each subsequent layer [3]. This design has become influential in medical imaging because transfer learning from ImageNet-pretrained DenseNet backbones often yields strong performance with moderate model-development effort [3], [4].

In chest X-ray analysis, prominent benchmarks and studies such as ChestX-ray8 and CheXNet demonstrated that deep convolutional models can learn diagnostically useful patterns from radiographs and can achieve competitive performance for pneumonia-related tasks [2], [5]. Publicly distributed pneumonia

ISSN 3030-3907

datasets derived from pediatric chest radiographs have further enabled smaller-scale binary classification studies in which transfer learning is especially practical [1].

The present study belongs to this family of transfer-learning approaches. Its practical value lies in a controlled comparison of three DenseNet variants under identical preprocessing, augmentation, optimization, and stopping conditions. This design allows the effect of model depth to be observed more clearly than in studies where the full pipeline changes across models.

3. MATERIALS AND METHODS

3.1 Experimental protocol and reproducibility

The present study follows a documented experimental protocol and a consolidated multi-model performance summary. The study protocol incorporates a fixed random initialization strategy and deterministic execution settings in order to improve reproducibility across runs. The experimental workflow was designed to train the selected models and subsequently generate a unified summary containing test predictions, confusion matrices, and evaluation metrics.

Figure 1 illustrates the overall methodology adopted for binary pneumonia classification from chest X-ray images using transfer learning with DenseNet models.

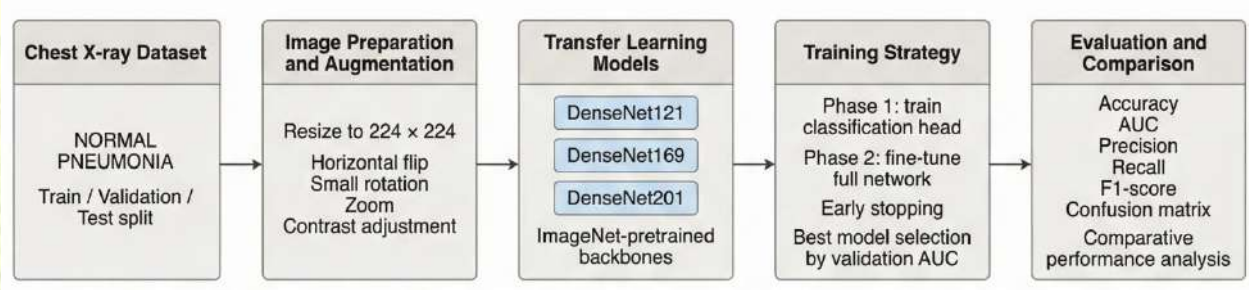


Figure 1. Overall methodology for binary pneumonia classification from chest X-ray images using transfer learning with DenseNet models.

3.2 Dataset organization

The experimental design follows a structured dataset organization with separate training, validation, and test partitions, each containing two diagnostic categories: NORMAL and PNEUMONIA. The study was conducted on a publicly available chest X-ray dataset for pediatric pneumonia classification [1]. All images were processed as three-channel chest radiographs with binary labels at a fixed spatial resolution of 224 × 224 pixels. The preserved test summary indicates that the held-out test set contained 587 images, consisting of 159 NORMAL and 428 PNEUMONIA samples. This distribution is imbalanced in favor of pneumonia, which is important for interpreting sensitivity, specificity, and false-positive behavior.

ISSN 3030-3907

3.3 Data pipeline and augmentation

The data preparation strategy incorporates a lightweight online augmentation scheme intended to improve generalization. The applied transformations include horizontal reflection, small-angle rotation, moderate zoom variation, and mild contrast adjustment. In addition, the input workflow was organized to ensure consistent handling of the training, validation, and test partitions. This design is appropriate for practical model development because it limits unnecessary computational burden while preserving methodological simplicity.

3.4 Model architecture

Each experiment employed one ImageNet-pretrained DenseNet backbone—DenseNet121, DenseNet169, or DenseNet201—to extract high-level visual representations from chest radiographs. A compact classification head was then attached to the extracted representation, consisting of a dropout layer with a rate of 0.3 and a single sigmoid output unit for binary prediction. This design keeps the classifier parsimonious and ensures that the comparative analysis depends primarily on the representational capacity of the selected backbone.

3.5 Training strategy

Model development was conducted in two consecutive phases. In the first phase, the backbone parameters were held fixed and only the classification layer was optimized using an initial learning rate of 1×10^{-3}. In the second phase, the full network was fine-tuned with a reduced learning rate of 1×10^{-4}. The transition to fine-tuning was introduced after an initial warm-up stage, allowing task-specific adaptation before full-network optimization. In both phases, the best-performing model state was preserved, and training was terminated early when the validation AUC failed to improve for five consecutive epochs. This strategy is well suited to imbalanced binary classification because AUC is less affected than raw accuracy by skewed class frequencies.

3.6 Evaluation metrics

For final evaluation, the study generated binary predictions using a fixed decision threshold of 0.5 and reported test accuracy, ROC AUC, positive-class precision, positive-class recall, positive-class F1-score, and the confusion matrix. From the confusion matrices, additional clinically relevant measures can also be derived, particularly specificity and balanced accuracy. These secondary indicators are especially informative because the test set is class-imbalanced.

4. RESULTS

Section 4 presents the comparative performance of DenseNet121, DenseNet169, and DenseNet201 on the held-out test set for binary pneumonia classification. The results are analyzed using standard evaluation metrics, including

ISSN 3030-3907

accuracy, AUC, precision, sensitivity, specificity, and F1-score, together with ROC curves, confusion matrices, and comparison with selected existing studies. The quantitative performance of the evaluated DenseNet variants on the held-out test set is presented in Table 1.

Table 1

Quantitative comparison of the DenseNet variants on the held-out test set.

Model	Accuracy	AUC	Precision	Sensitivity	Specificity	F1-score
DenseNet121	93.36%	0.9785	95.13%	95.79%	86.79%	95.46%
DenseNet169	**93.70%**	**0.9796**	**96.88%**	94.39%	**91.82%**	**95.62%**
DenseNet201	90.12%	0.9703	89.19%	**98.36%**	67.92%	93.56%

As shown in Table 1, DenseNet169 achieved the best overall performance among the three evaluated models, with the highest accuracy, AUC, precision, specificity, and F1-score. DenseNet121 was only marginally weaker and remained highly competitive. DenseNet201 achieved the highest sensitivity but produced more false-positive normal-to-pneumonia predictions, which reduced its accuracy and specificity.

To further contextualize the performance of the proposed models, Table 2 compares the best-performing model in the present study with selected existing studies conducted on pediatric or Kermany-style pneumonia chest X-ray datasets. As shown, DenseNet169 achieved competitive performance and outperformed several reported methods in terms of classification accuracy. However, these comparisons should be interpreted cautiously because dataset splits, preprocessing procedures, and evaluation protocols differ across studies.

Table 2

Comparison with selected existing studies on pneumonia chest X-ray classification.

Study	Year	Dataset	Model / Method	Accuracy
Kermany et al. [1]	2018	Pediatric chest X-ray dataset	Deep learning diagnosis framework	92.80%
Ortiz-Toro et al. [6]	2022	Pediatric chest X-ray dataset	Superpixel-based feature extraction + ML	91.30%
Alshanketi et al. [7]	2024	Pneumonia chest X-ray dataset	VGG16 + augmentation + class weighting	91.00%

ISSN 3030-3907

Sharma and Guleria [8]	2023	Pediatric pneumonia dataset	VGG16-based approach	92.15%
Hedhoud et al. [9]	2023	Pneumonia chest X-ray dataset	CNN-XGBoost	87.00%
This study	2026	Pediatric chest X-ray dataset	**DenseNet169**	**93.70%**

Figure 2 presents the ROC curves obtained from the stored test predictions for all three DenseNet models.

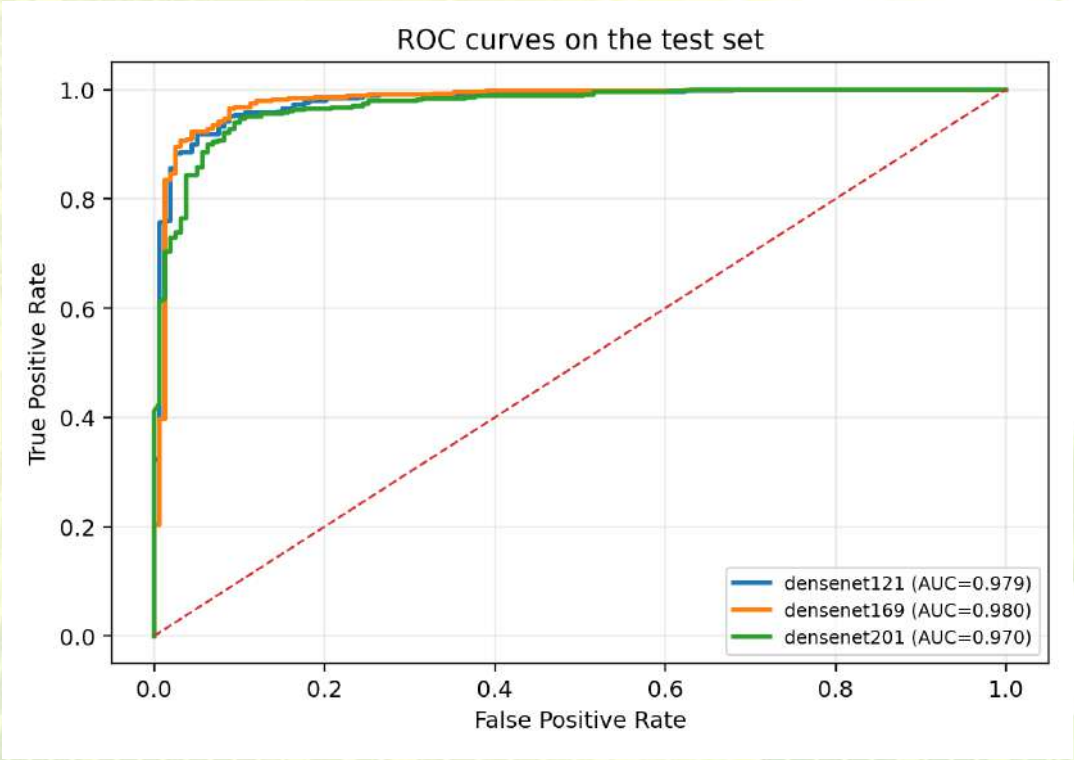


Figure 2. ROC curves obtained from the stored test predictions for all three DenseNet models.

The ROC curves confirm the strong ranking ability of all three models. Although the AUC values are close, DenseNet169 reaches the highest area under the curve (0.9796), followed by DenseNet121 (0.9785), while DenseNet201 remains lower at 0.9703. This pattern shows that increasing depth beyond DenseNet169 did not translate into better ranking performance under the current data and training regime.

Figure 3 shows the confusion matrices for DenseNet121, DenseNet169, and DenseNet201 on the held-out test set.

ISSN 3030-3907

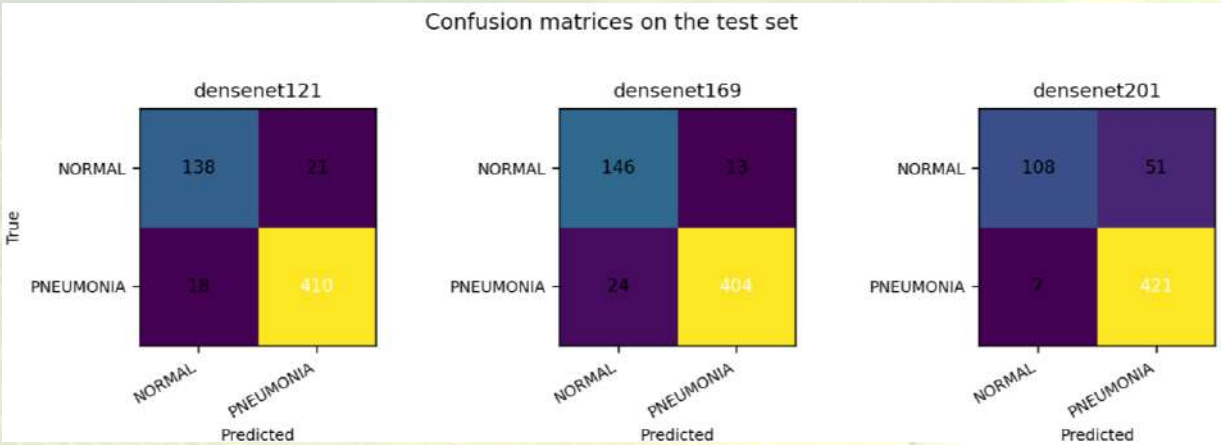


Figure 3. Confusion matrices for DenseNet121, DenseNet169, and DenseNet201 on the held-out test set.

The confusion matrices provide a more clinically interpretable view of the trade-off. DenseNet121 produced 21 false positives and 18 false negatives. DenseNet169 reduced false positives to 13, which improved specificity to 91.82%, but its false negatives increased to 24. DenseNet201 sharply reduced false negatives to 7 and therefore achieved the highest sensitivity (98.36%), yet it misclassified 51 normal images as pneumonia, dropping specificity to 67.92%. Consequently, DenseNet201 may be suitable only in settings where maximizing case capture is more important than avoiding unnecessary alarms.

Figure 4 compares the principal evaluation metrics across the three DenseNet variants.

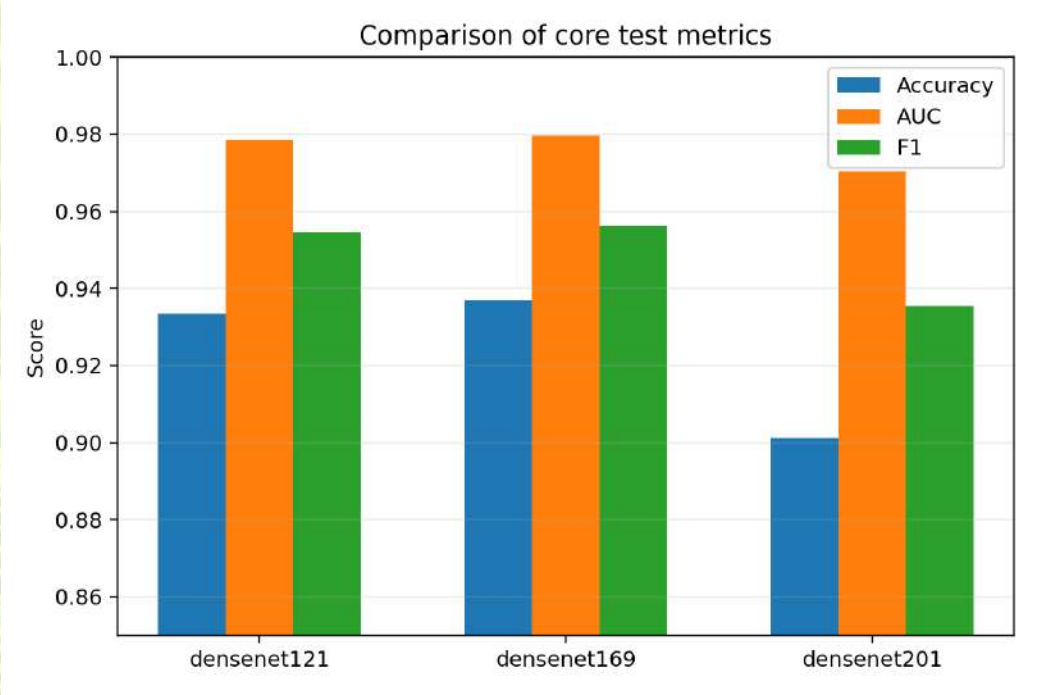


Figure 4. Comparison of the main test metrics across the three DenseNet variants.

4.1 Interpretation of model behavior

ISSN 3030-3907

The results indicate that the relationship between model depth and performance is not monotonic. DenseNet169 outperformed the other models on the most important overall evaluation measures. This suggests that, for the current data volume and split, DenseNet169 may provide the best compromise between representational richness and generalization. DenseNet121 remained attractive because its performance was extremely close to that of DenseNet169, which may make it a better candidate when inference cost or memory footprint matters. By contrast, DenseNet201 exhibited a stronger bias toward positive predictions, as reflected by its very high sensitivity and comparatively low specificity.

5. DISCUSSION.

Several strengths can be identified in the present experimental design. First, all three models were evaluated under the same input size, augmentation strategy, optimization framework, learning-rate schedule, and stopping rule, which makes the comparison internally fair. Second, the use of validation AUC for model selection and early termination is more appropriate than plain accuracy in class-imbalanced binary tasks. Third, the preservation of full prediction scores enables more detailed post hoc analyses, including ROC reconstruction and threshold-sensitivity assessment.

At the same time, several limitations should be clearly acknowledged. The present study does not include patient-level metadata, demographic information, acquisition-center information, or external validation sets. Therefore, the present paper cannot assess cross-institution generalization, demographic bias, or leakage risk. In addition, the present study does not include training curves, calibration metrics, confidence intervals, repeated-seed statistics, or statistical significance tests between models.

Another methodological limitation is the use of a fixed decision threshold of 0.5. Because DenseNet201 exhibits very high sensitivity with poor specificity, threshold optimization on the validation set could potentially produce a more balanced operating point. Likewise, cost-sensitive thresholding could align the system with different clinical priorities such as triage, screening, or confirmatory support.

An additional methodological point concerns the image-standardization procedure applied before feature extraction. The present study does not explicitly report whether any additional intensity normalization was applied beyond the stated preprocessing steps, and this point should therefore be clarified in future work. For clinically oriented deployment studies, calibration analysis, external validation, and explainability techniques such as saliency-based visual interpretation would further strengthen the evidential value of the system.

ISSN 3030-3907

6. CONCLUSION.

This paper presented a comparative study of three transfer-learning models for binary pneumonia classification from chest X-ray images under a unified experimental framework and preserved prediction-based evaluation protocol. All three DenseNet variants achieved test AUC values above 0.97, confirming the suitability of DenseNet-based transfer learning for this task. Nevertheless, DenseNet169 demonstrated the most balanced overall performance, with 93.70% accuracy, 0.9796 AUC, 96.88% precision, 94.39% sensitivity, and 91.82% specificity. DenseNet121 was nearly equivalent and may represent a practical lightweight alternative, whereas DenseNet201 favored sensitivity at the cost of excessive false positives. Future work should include repeated-seed experiments, threshold optimization, calibration analysis, and external validation before consideration for real-world clinical decision-support settings.

REFERENCES

1. D. S. Kermany et al., “Identifying Medical Diagnoses and Treatable Diseases by Image-Based Deep Learning,” Cell, vol. 172, no. 5, pp. 1122-1131.e9, 2018.
2. P. Rajpurkar et al., “CheXNet: Radiologist-Level Pneumonia Detection on Chest X-Rays with Deep Learning,” 2017, arXiv preprint arXiv:1711.05225
3. G. Huang, Z. Liu, L. van der Maaten, and K. Q. Weinberger, “Densely Connected Convolutional Networks,” in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2017), 2017, pp. 4700–4708.
4. S. J. Pan and Q. Yang, “A Survey on Transfer Learning,” IEEE Trans. Knowl. Data Eng., vol. 22, no. 10, pp. 1345–1359, Oct. 2010.
5. X. Wang, Y. Peng, L. Lu, Z. Lu, M. Bagheri, and R. M. Summers, “ChestX-ray8: Hospital-scale Chest X-ray Database and Benchmarks on Weakly-Supervised Classification and Localization of Common Thorax Diseases,” in IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition (CVPR 2017), 2017, pp. 3462–3471.
6. C. Ortiz-Toro, A. García-Pedrero, M. Lillo-Saavedra, and C. Gonzalo-Martín, “Automatic detection of pneumonia in chest X-ray images using textural features,” Computers in Biology and Medicine, vol. 145, 105466, 2022, doi: 10.1016/j.compbiomed.2022.105466
7. F. Alshanketi, A. Alharbi, M. Kuruvilla, V. Mahzoon, S. T. Siddiqui, N. Rana, and A. Tahir, “Pneumonia Detection from Chest X-Ray Images Using Deep Learning and Transfer Learning for Imbalanced Datasets,” Journal of Imaging Informatics in Medicine, vol. 38, pp. 2021–2040, 2025, doi: 10.1007/s10278-024-01334-0
8. S. Sharma and K. Guleria, “A Deep Learning based model for the Detection of Pneumonia from Chest X-Ray Images using VGG-16 and Neural Networks,”

ISSN 3030-3907

Procedia Computer Science, vol. 218, pp. 357–366, 2023, doi: 10.1016/j.procs.2023.01.018

9. Y. Hedhoud, T. Mekhaznia, and M. Amroune, “An improvement of the CNN-XGboost model for pneumonia disease classification,” Polish Journal of Radiology, vol. 88, pp. e483–e493, 2023, doi: 10.5114/pjr.2023.132533

ISSN 3030-3907

INDIRECT FIELD-ORIENTED CONTROL (IFOC) OF ASYNCHRONOUS TRACTION MOTORS FOR O‘Z-ELR ELECTRIC LOCOMOTIVES IN THE FLUX-WEAKENING REGION

Sobirov N.Q.

PhD student, Electric rolling stock department, Tashkent State Transport University

E-mail: nizomiddinsobirov999@gmail.com _

Annotatsiya. Bilvosita maydon yo‘naltirilgan boshqaruv— bu asinxron tortuv dvigatellarda (ATD) keng qo‘llaniladigan yuqori samarali vektor boshqaruv usuli hisoblanadi. Magnit maydon susayish sohasida (asosiy tezlikdan yuqorida) tezlik diapazonini kengaytirish bilan birga invertor kuchlanish chegarasiga moslashish uchun rotor magnit oqimini kamaytirish talab etiladi. Ushbu maqolada magnit maydon susayish sohasida bilvosita maydon yo‘naltirilgan boshqaruvi usuli batafsil yoritilgan, unda klassik va zamonaviy strategiyalar, standart blok diagramma, odatiy MATLAB/Simulink modeli tuzilmasi hamda namunaviy simulyatsiya natijalari keltirilgan. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, oddiy 1/ω usuli yaxshi boshlang‘ich nuqta bo‘lsa-da, kuchlanish bo‘yicha qayta aloqa qo‘llanilishi tizimning barqarorligini va moment imkoniyatlarini sezilarli darajada yaxshilaydi. Tok cheklovlarini to‘g‘ri qo‘llash esa barcha ish rejimlarida xavfsiz ishlashni ta’minlaydi.

Kalit so‘zlar: avtonom kuchlanish invertori,tortuv tizimlari,asinxron tortuv dvigateli,impuls kenglik modulatsiyasi

Аннотация. Косвенное векторное управление является высокоэффективным методом векторного управления, широко применяемым для асинхронных двигателей (АД). В области ослабления поля (выше базовой скорости) для расширения диапазона скоростей при ограничении напряжения инвертора необходимо уменьшать магнитный поток ротора. В данной статье представлено подробное описание метода косвенное векторное управление в ослабления поля , включая классические и современные стратегии, стандартную блок-схему, типичную структуру модели в MATLAB/Simulink, а также примеры результатов моделирования. Результаты исследования показывают, что, несмотря на то что простой метод 1/ω является хорошей отправной точкой, использование обратной связи по напряжению значительно повышает устойчивость системы и её тяговые характеристики в области ослабления поля. Правильное ограничение токов обеспечивает безопасную работу системы во всех режимах эксплуатации.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: автономный инвертор напряжения (АИН), системы электрической тяги, асинхронные тяговые двигатели, (PWM) широтно-импульсная модуляция

Abstract. Indirect Field-Oriented Control (IFOC) is a high-performance vector control technique widely used for induction motors (IM). In the flux-weakening (FW) region (above base speed), the rotor flux must be reduced to respect the inverter voltage limit while extending the speed range. This article presents a detailed explanation of IFOC in the FW region, including classical and advanced strategies, a standard block diagram, a typical MATLAB/Simulink implementation structure, and example simulation waveforms. The study highlights that while the simple 1/ω method provides an excellent starting point, incorporating voltage-feedback control significantly improves robustness and torque capability in the flux-weakening region. Proper enforcement of current limits ensures safe operation under all conditions.

Keywords: voltage source inverter, traction systems, induction motors, (PWM) pulse width modulation

1. INTRODUCTION.

Induction motors are robust and cost-effective but face voltage limitations at high speeds. When the back-EMF approaches the maximum inverter voltage V_{max} (typically $\frac{V_{dc}}{\sqrt{2}}$), further speed increase requires **flux weakening** — deliberately reducing the rotor flux λ_r by lowering the d-axis current i_{sd}^*.IFOC achieves decoupled control of flux i_{sd} and torque i_{sq} in the rotor-flux-oriented d-q frame. In the constant-torque region (below base speed ω_b), flux is kept at rated value. In the FW region ($\omega_r > \omega_b$), flux is reduced (classically as $\frac{1}{\omega}$) to maintain voltage margin and enable constant-power operation.[1]

2. Key Principles of IFOC in Flux-Weakening

There are two operating regions of the induction motor. Below the base speed, the drive operates in the constant torque region, where stator voltage increases with speed and rotor flux remains constant. Above the base speed, the inverter voltage reaches its limit, and flux weakening is applied, resulting in reduced torque while maintaining approximately constant power. Fig.1

ISSN 3030-3907

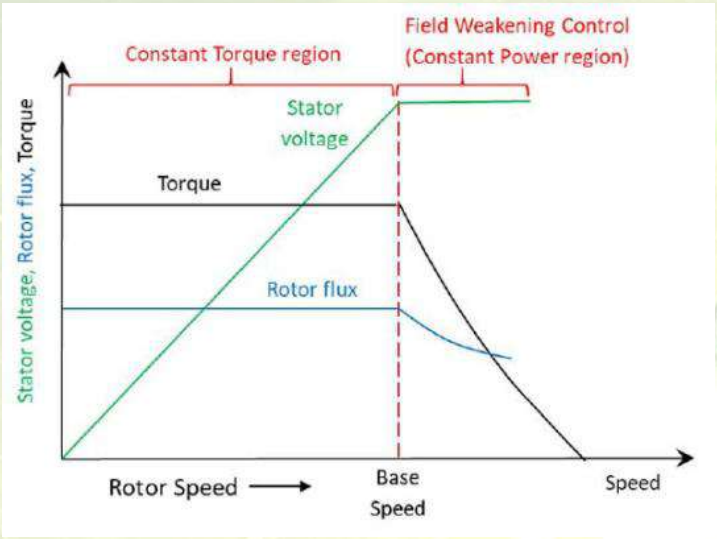


Fig.1 Induction Motor Operating Regions: Constant Torque and Flux-Weakening (Constant Power) Characteristics

Rotor flux (steady state):

$$\lambda_r = L_M i_{sd} \quad (1)$$

Electromagnetic torque:

$$T_e = \frac{3}{2} \cdot \frac{p}{2} \cdot \frac{L_m}{L_r} \cdot \lambda_r \cdot i_{sq} \quad (2)$$

Slip frequency for orientation:

$$\omega_{sl}^* = \frac{R_r \; L_m \; i_{sq}^*}{L_r \; \lambda_r^*} \quad (3)$$

Synchronous speed:

$$\omega_e = \omega_r + \omega_{slip} \quad (4)$$

In the FW region, the voltage constraint becomes critical:

$$|V_s| \approx \omega_e \sqrt{(\sigma L_s i_{sq})^2 + (L_s i_{sd})^2} \leq V_{max} \quad (5)$$

where σ is the leakage factor.

In the flux-weakening region, the rotor flux reference is adjusted inversely proportional to the rotor speed to satisfy the inverter voltage constraint. This ensures operation within the constant power region while maintaining system stability [2-3]

$$\psi^* = \begin{cases} \psi_{nom}, & \omega \leq \omega_{base} \\ \psi_{nom} \cdot \frac{\omega_{base}}{\omega}, & \omega > \omega_{base} \end{cases} \quad (6)$$

$$\text{flux}^* = \min\left(\psi_{nom}, \; \psi_{nom} \frac{\omega_{base}}{\omega}\right) \quad (7)$$

In IFOC, the stator current is decomposed into i_{sd} (flux control) and torque i_{sq} (torque control) components. The inverter and motor impose a maximum allowable current $I_{s,max}$.This limit is represented as a circular boundary in the

ISSN 3030-3907

$i_{sd} - i_{sq}$ plane. Therefore, the current magnitude must satisfy $\sqrt{i_{sd}^2 + i_{sq}^2} \leq I_{s,max}$.

Rearranged for the torque-producing current, the current limit enforcement becomes:

$$i_{sq}^* \leq \sqrt{I_{s,max}^2 - (i_{sd}^*)^2} \quad . \qquad (8)$$

This formula is applied dynamically after calculating the desired i_{sq}^* from the torque reference.

The voltage-feedback uses a closed-loop controller to maintain the inverter voltage within its limit. The voltage error is defined as the difference between the maximum allowable voltage and the actual stator voltage magnitude. This error is processed by a PI controller, which reduces the d-axis current reference. As a result, the rotor flux decreases, enabling stable operation in the flux-weakening region.[4] Stator voltage magnitude is calculated as:

$$|V_s^*| = \sqrt{(u_{sd}^*)^2 + (u_{sq}^*)^2} \qquad (9)$$

To ensure safe inverter operation, the voltage must satisfy:

$$|V_s^*| \leq V_{max} \qquad (10)$$

3. Block Diagram of IFOC in the Flux-Weakening Region

The complete block diagram of the induction motor drive based on Indirect Field-Oriented Control (IFOC) with flux-weakening and current limitation is built. The control structure includes outer speed and flux control loops that generate the reference currents i_{sd}^* and i_{sq}^*, while inner current controllers regulate the corresponding stator currents. A voltage limitation block ensures that the stator voltage remains within the inverter constraint, and a current limiting mechanism maintains the stator current within safe thermal boundaries. The generated voltage references are transformed into the stationary reference frame and applied to the inverter through a PWM module. This integrated control scheme enables stable operation over a wide speed range, including both constant torque and flux-weakening regions. Fig.2

ISSN 3030-3907

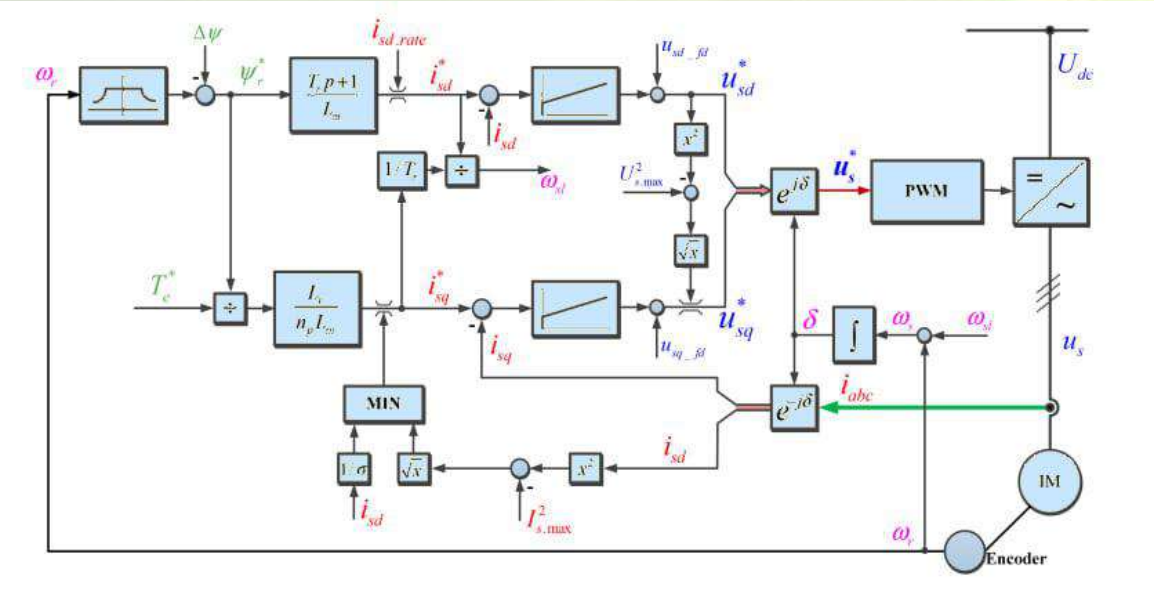


Fig.2 Block Diagram of IFOC-Based Induction Motor Drive with Flux-Weakening and Current Limitation

4. MATLAB/Simulink Implementation

The detailed Simulink implementation of the IFOC-based induction motor control system with flux-weakening, current limitation, and state estimation are given. The control structure consists of an outer speed loop that generates the torque reference, and a flux control loop that produces the d-axis current reference i_{sd}^*. Inner current control loops regulate the stator current components i_{sd}^* and i_{sq}^* through corresponding voltage references u_{sd}^* and u_{sq}^*. Saturation blocks are applied to both current and voltage signals to ensure operation within inverter and thermal limits. A flux observer and angle estimator are used to obtain the rotor flux and electrical angle, enabling accurate coordinate transformations. The generated dq voltage references are then converted to the stationary frame and supplied to the inverter. This comprehensive control scheme ensures stable and efficient operation of the induction motor across both constant torque and flux-weakening regions. Fig.3 [5]

ISSN 3030-3907

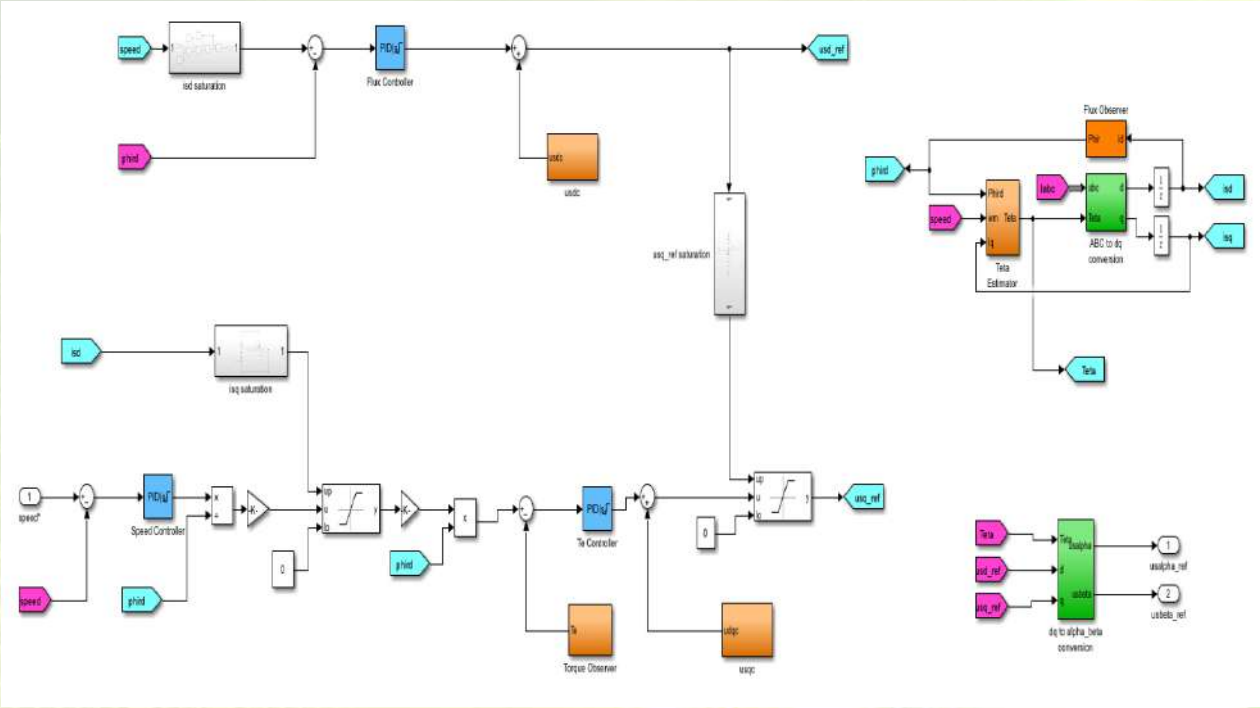


Fig.3 Detailed Simulink Model of IFOC-Based Induction Motor Drive in a full-speed region

The Simulink model of the IFOC system operating in a full-speed region was developed using the parameter values provided in the tables below.

Table.1

Induction motor parameters

U_N=2150 V	f_N=46 Hz	P_N=1.25 MW	R_s=0.062 Ω
R_r=0.045 Ω	L_s=0.0008478 H	L_r=0.00067824 H	
L_m=0.038 H	p=2 (pole pairs)	J=108 kg× m^2	

Table.2

O‘Z-ELR electric locomotives characteristics

Function Point	Unit	Initial point	Nominal point	Maximum Speed
Stator frequency	Hz	0.9	46	86
voltage	V	91,4	2150	2150
Stator current	A	510,7	390	410
Power	kWt	0	1250	1250
Locomotive speed	km / h	0	65	120
Torque	kN	558,5	412,9	221,5

5. Simulation Results

The simulation results validate the effectiveness of Indirect Field-Oriented Control (IFOC) with flux-weakening for asynchronous traction motors used in O‘Z-ELR electric locomotives.

ISSN 3030-3907

Stator phase voltage: The voltage waveform remains sinusoidal with its amplitude approaching the inverter's maximum limit. This confirms that the flux-weakening strategy (classical 1/ω or voltage-feedback) successfully maintains the voltage constraint.[7]

Stator phase currents I_{abc}: The three-phase currents are well-balanced and stable, with amplitudes staying within the permissible current limits. The increase in frequency with rising speed is clearly visible. Rotor speed: The speed gradually increases, demonstrating smooth extension into the flux-weakening region.Electromagnetic torque (Te): The average torque is maintained around 8500–9000 N·m with acceptable high-frequency ripple caused by PWM and current regulation. The torque remains relatively smooth and close to the reference value. Fig.4

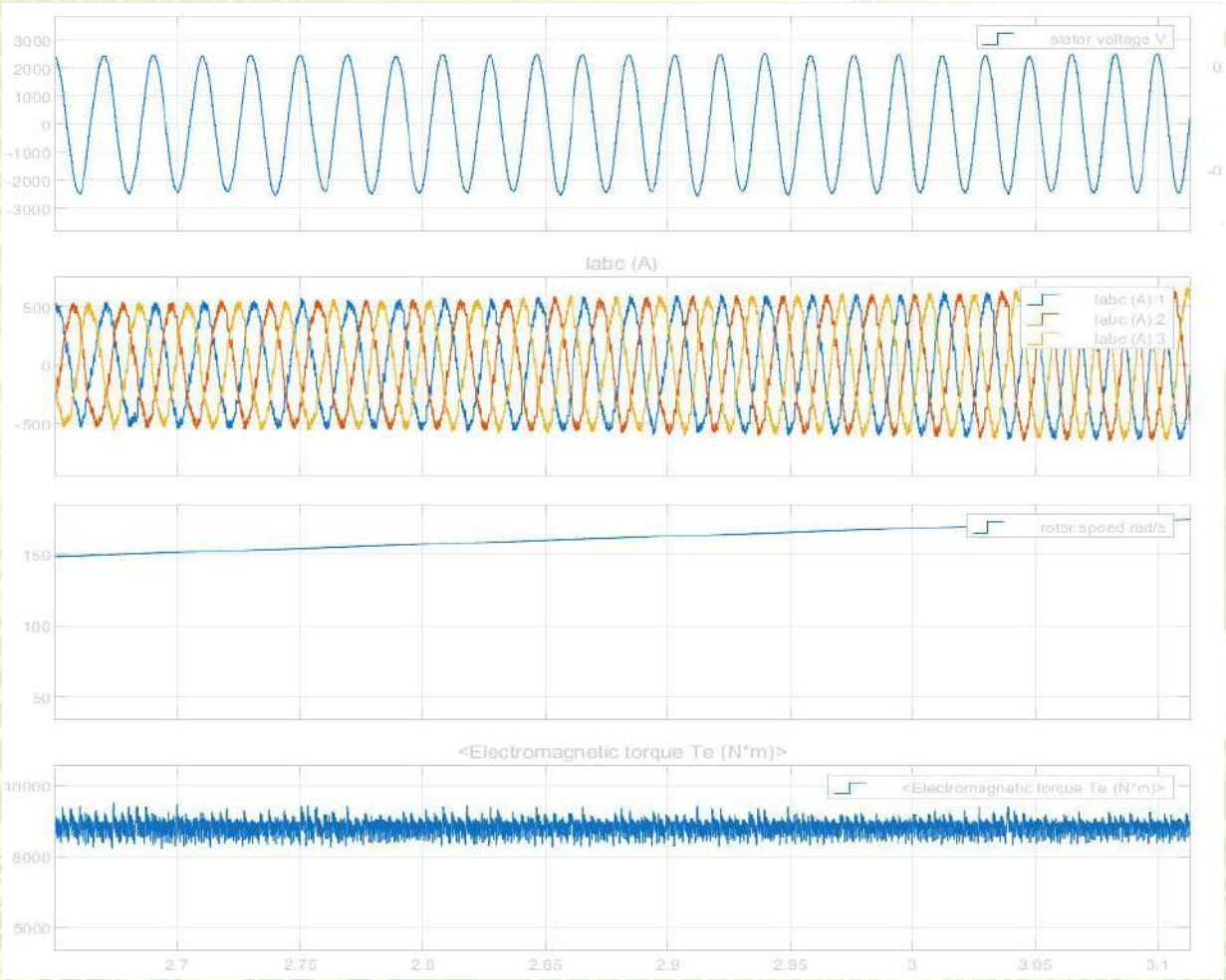


Fig.4 Simulation Results of IFOC-Based Induction Motor Drive in Full Speed Range (Voltage, Current, Speed, and Torque Responses)

These waveforms confirm that the IFOC system preserves field orientation, respects voltage and current limits, and delivers usable torque even at high speeds.

6. CONCLUSION.

ISSN 3030-3907

This article has thoroughly examined the application of Indirect Field-Oriented Control (IFOC) for induction motors operating in the flux-weakening region. The theoretical foundations, mathematical models, classical 1/ω flux-weakening method, voltage-feedback technique, and current limit enforcement strategies were presented in detail, supported by practical block diagrams and MATLAB/Simulink implementation structures.

Simulation studies confirmed the effectiveness of the control system, showing stable voltage limitation, balanced currents, and reliable torque production at elevated speeds. The study highlights that while the simple 1/ω method provides an excellent starting point, incorporating voltage-feedback control significantly improves robustness and torque capability in the flux-weakening region. Proper enforcement of current limits ensures safe operation under all conditions.[8]

Overall, IFOC with flux weakening represents a mature and reliable control strategy that successfully addresses the voltage constraint challenge in high-speed induction motor drives. Its successful validation against real O‘Z-ELR locomotive parameters reinforces its potential for practical deployment in electrical traction systems.

Future research directions include adaptive parameter estimation algorithms, and maximum torque per volt (MTPV) optimization techniques to further enhance performance in deep flux-weakening operation.

REFERENCES

1. Prof. Dr.-Ing. Andreas Steimel. Electric Traction - Motion Power and Energy Supply: Basics and Practical Experience, 2008. 197–206 c.
2. Assoc. Prof. Gonzalo Abad. Power Electronics and Electric Drives for Traction Applications, Mondragon University, Spain, 2017 264-276 c.
3. Burkov, A.T., Valinsky, O.S., Evstaf’ev, A.M. et al. Modern Locomotive Traction Drive Control Systems. Russ. Electr. Engin. 90, 692–695 (2019).
4. Nazirkhonov T. M., Radjibaev D. O. Evaluation of the efficiency of a 4q-S converter of an alternating current electric locomotive of the O‘Z-ELR series using a computer simulation model //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing, 2023. – Т. 2476. – №. 1.
5. Sang-Hoon Kim. Electric Motor Control: DC, AC, and BLDC Motors. CRC Press, 2017.
6. Ľuboš Struharňanský, Ján Vittek, Pavol Makyš, and Jaroslav Ilončiak. Vector control techniques for traction drive with induction machines – comparison. In Proceedings of TRANSCOM 2017: International Scientific Conference on Sustainable, Modern and Safe Transport, Žilina, Slovakia, 2017.

ISSN 3030-3907

7. T. M. Nazirkhonov, A. T. Lesov, and N. Q. Sobirov, “Integration of neural networks into electric rolling stock control systems,” Railway Transport: Topical Issues and Innovations, no. 1, 2025.
8. X. Fang, Z. Tian, H. Li, Z. Yang, F. Lin, and S. Hillmansen,“Current closed-loop control and field orientation analysis of an induction motor in six-step operation for railway applications,” IET Power Electronics, vol. 12, no. 6, pp. 1409–1419, 2019, doi: 10.1049/iet-pel.2018.5854.

ISSN 3030-3907

ВЛИЯНИЯ КОАГУЛЯЦИОННОГО ФАКТОРА НА ПРОЦЕСС ОСАЖДЕНИЯ ЧАСТИЦ ПЫЛИ В ГРАВИТАЦИОННО ПОЛЕ

Эргашев Дилмурод Адилжанович
доктор технических наук, доц. Фаргонский международный институт пищевой инженерии,
Республика Узбекистан, г. Фергана
Абидова Мамурахон Алишеровна
Ст.преп.кафедры «Химическая инженерия», Ферганский государственный технический университет,
Республика Узбекистан, г. Фергана
E-mail: mamurahonabidova@gmail.com
Каримов Давронбек Дилшоджон ўғли
Докторант, Ферганский государственный технический университет,

Аннотация. В работе исследуется процесс свободного осаждения волокнистой пыли в неподвижной воздушной среде. На основе экспериментальных данных показано влияние коагуляционного фактора на укрупнение частиц пыли и увеличение скорости их осаждения. Установлено, что скорость осаждения укрупненных частиц возрастает в 47–173 раза по сравнению с одиночными частицами. Полученные результаты подтверждают эффективность использования простых пылеосадительных камер для улавливания коагулированных частиц волокнистой пыли.

Ключевые слова: волокнистая пыль, коагуляция частиц, свободное осаждение, эквивалентный диаметр, скорость осаждения, аэрозоли, пылеулавливание, пылеосадительные камеры

Abstract. This study examines the process of free settling of fibrous dust in a stationary air medium. Based on experimental data, the effect of the coagulation factor on particle enlargement and the increase in settling velocity is demonstrated. It is established that the settling velocity of enlarged particles increases by 47–173 times compared to individual particles. The obtained results confirm the effectiveness of simple dust-settling chambers for capturing coagulated fibrous dust particles.

Keywords: fibrous dust, particle coagulation, free settling, equivalent diameter, settling velocity, aerosols, dust collection, dust settling chambers.

Annotatsiya. Ishda harakatsiz havo muhitida tolali changning erkin cho‘kishi jarayoni o‘rganiladi. Tajriba ma’lumotlari asosida koagulyatsion omilning chang zarrachalarining yiriklashishiga va ularning cho‘kish tezligining oshishiga ta’siri ko‘rsatilgan. Kattalashgan zarrachalarning cho‘kish tezligi yakka zarrachalarga nisbatan 47-173 marta oshishi aniqlandi. Olingan natijalar tolali changning

ISSN 3030-3907

koagulyatsiyalangan zarralarini ushlash uchun oddiy chang cho‘ktirish kameralaridan foydalanish samaradorligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: tolali chang, zarrachalar koagulyatsiyasi, erkin cho‘kma hosil bo‘lishi, ekvivalent diametr, cho‘kma hosil bo‘lish tezligi, aerozollar, chang tutish, chang cho‘kma hosil qiluvchi kameralar

Введение.

В решении проблем охраны окружающей среды важное место занимает разработка высокоэффективных очистных устройств для предотвращения загрязнений воздушного бассейна и рационального использования ценных компонентов природного сырья. Для правильного расчета высокоэффективных пылеулавливающих аппаратов для выделения мелкодисперсных частиц из газовоздушных смесей необходимо знать величину скорости осаждения частиц в газовой или газожидкостной системе, а также установить характер влияния основных факторов (например, коагуляционного фактора) на изменение скорости осаждения частиц при различных режимах газожидкостного потока.

Для интенсификации процессов мокрой очистки газов в аппаратах с подвижной насадкой были предложены различные методы: уменьшение гидравлического сопротивления путем применения крупноперфорированных тарелок; обновление поверхности соприкосновения за счет ввода в газожидкостной слой инородных тел; применение пульсационной подачи газа и жидкости; применение поверхностно-активных веществ; коагуляция взвешенных частиц и др. Анализ литературных данных показывает, что основным фактором, определяющим величину скорости осаждения частиц в турбулизированных газожидкостных системах, является коагуляция взвешенных частиц.

Согласно закону Стокса сила сопротивления вязкой среды движущемуся в ней телу равна

$$P_c=3\pi\mu\upsilon d \qquad (1),$$

где μ - динамическая вязкость среды, Па·с; υ -скорость движения тела, м/с; d-диаметр тела (пылевой частицы), м.

Через весьма короткое время (доли секунды) осаждающаяся частица приобретает скорость, при которой сила сопротивления среды Рс становится равной силе тяжести Рт.

Для частицы, имеющей шарообразную форму, сила тяжести равна

$$P_т=\frac{\pi d^3}{6}(\rho_1-\rho_2)g \qquad (2),$$

ISSN 3030-3907

где, ρ_1 -плотность частицы, кг/м^3; ρ_2 -плотность среды, кг/м^3; g-ускорение свободного падения, м^2/с.

При равенстве $P_т=P_c$, подставляя соответствующие значения, получим величину скорости падения частицы

$$\upsilon = \frac{d^2 g(\rho_1 - \rho_2)}{18\mu} \qquad (3).$$

Из уравнения следует, что интенсифицировать процесс осаждения, т.е. увеличить скорость осаждения частиц можно путем воздействия на свойства системы, изменяя исходные значения d, μ и разность ρ_1 - ρ_2 .

Учитывая, что укрупнение частиц происходит в результате коагуляции, нами была собрана лабораторная установка, которая служила для укрупнения мелкодисперсных волокнистых частиц, содержащихся в пылевоздушном потоке. Основным элементом лабораторной установки был воздуховод, который выполнен в форме сферы, последовательно соединенной с цилиндрической трубой, при этом соотношение диаметров сферы и трубы составил 2:1. На цилиндрической части воздуховода была установлена форсунка для распыления воды. С помощью газодувки в воздуховод подавали запыленный воздух (искусственно образованный из волокнистой пыли) со скоростью 6-8 м/с. Противоточно пылевоздушному потоку распылили воду с помощью форсунки, при этом удельный расход воды на распыление составил 6-7 гр на 1 м^3 запыленный воздух. Концентрация волокнистой пыли в пылевоздушном потоке была 6-7 г/м^3, как и концентрация пыли в воздухе, отходящего от систем аспирации на хлопкоперерабатывающих заводах. В сферической части воздуховода при расширении и сжатии увлажненные частицы пылевоздушного потока подвергались к коагуляцию. При этом эквивалентный диаметр комков увеличился от 89 мкм до 6710 мкм. Скорость свободного осаждения укрупненных частиц(комков) волокнистой пыли в неподвижном воздухе, определялась на специальной экспериментальной установке, разработанной нами. Экспериментальная установка представляет собой вертикальную стеклянную трубу(d =10см, H=2000мм), в верхней части которой находится устройство для запуска комков пыли. Для проведения исследований использовались укрупненные частицы волокнистой пыли. Из этой пыли отбирали десять проб, отличающихся по крупности комков волокнистых частиц, взвешивали их, последовательно определяли их эквивалентный диаметр. Эквивалентный диаметр комков пыли определялся как диаметр шара, имеющего объем, равный объему частиц

ISSN 3030-3907

$$d_э = \sqrt[3]{\frac{6G}{\pi\rho_ч}},$$

где, G – масса комка пыли, кг; $\rho_ч$ - плотность частиц комка ($\rho_ч$=768 кг/м^3).

Усредненные скорости свободного осаждения частиц волокнистой пыли, полученные на экспериментальной установке, обобщены и приведены в таблице. Величины скорости свободного осаждения укрупненных частиц волокнистой пыли в неподвижной воздушной среде

№ проб	Масса комков пыли, кг	Скорость свободного осаждения комков, м/с	Эквивалентный диаметр комков волокнистой пыли, м
Одиночная частица	$0{,}0048\cdot10^{-6}$	0,018	$0{,}0288\cdot10^{-3}$
1	$0{,}3\cdot10^{-6}$	0,85	$0{,}089\cdot10^{-3}$
2	$0{,}7\cdot10^{-6}$	0,98	$1{,}18\cdot10^{-3}$
3	$1{,}0\cdot10^{-6}$	1,01	$1{,}33\cdot10^{-3}$
4	$2{,}8\cdot10^{-6}$	1,31	$1{,}88\cdot10^{-3}$
5	$4{,}4\cdot10^{-6}$	1,37	$2{,}18\cdot10^{-3}$
6	$6{,}8\cdot10^{-6}$	1,57	$2{,}52\cdot10^{-3}$
7	$9{,}5\cdot10^{-6}$	1,74	$2{,}82\cdot10^{-3}$
8	$11{,}2\cdot10^{-6}$	1,92	$3{,}03\cdot10^{-3}$
9	$15{,}3\cdot10^{-6}$	2,50	$5{,}20\cdot10^{-3}$
10	$130\cdot10^{-6}$	3,11	$6{,}71\cdot10^{-3}$

Как видно из приведенных данных, что благодаря коагуляционному фактору происходит интенсификация процесса свободного осаждения волокнистых частиц в неподвижной воздушной среде, т.е. скорость осаждения укрупненных частиц в 47-173 раза увеличивается по сравнению с величиной скорости осаждения отдельно взятой частицы с эквивалентным диаметром 29 мкм. Полученные в результате коагуляции более крупные частицы волокнистой пыли могут быть эффективно уловлены даже простыми пылеосадительными камерами. Анализ экспериментальных данных показал, что с увеличением массы комков волокнистой пыли наблюдается рост их эквивалентного диаметра, что, в свою очередь, приводит к увеличению скорости свободного осаждения. Это объясняется тем, что укрупненные частицы обладают большей массой и меньшим удельным сопротивлением воздушной среды. Коагуляция волокнистых частиц играет важную роль в интенсификации процессов пылеулавливания. Взаимодействие мелкодисперсных частиц приводит к образованию более крупных агрегатов,

ISSN 3030-3907

которые осаждаются значительно быстрее. Таким образом, процессы коагуляции могут быть целенаправленно использованы для повышения эффективности очистки воздуха от пыли.

Практическая значимость полученных результатов заключается в возможности применения простых и экономически выгодных устройств, таких как пылеосадительные камеры, без необходимости использования сложных фильтрующих систем. Это особенно актуально для промышленных предприятий, где образуется значительное количество волокнистой пыли.

В дальнейшем целесообразно провести дополнительные исследования, направленные на изучение влияния различных факторов (влажности, температуры, турбулентности потока) на процесс коагуляции и осаждения частиц. Это позволит разработать более эффективные методы очистки воздушной среды.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Хамзин Р.Р., Федоров О.В. Гипсокартонные листы с улучшенной адгезией между слоями. Патент RU2502696C1. 2012-05-15. Priority to RU2012120143/03A. https://biznesprost.com/otkryt-biznes/proizvodstvo-gipsokartona.html. https://promplace.ru/articles/proizvodstvo-gipsokartona-80.
2. Семенов А.А. Российский рынок гипса: текущее состояние и перспективы развития/Строительные материалы -2009. - февраль. - С.79-81.
3. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). Справочник. Под общей ред. А.В.Ферронской. - М.: Издательство АСВ, 488 с.
4. Л.Ю.Цинсиа (US), ШЕЙК Майкл П. (US), БЛЭКБЕРН Дэвид Р. (US), УИЛСОН Джон В. (US), РЭНДАЛЛ Брайан (US), ЛЕТТКЕМАН Дэннис М. (US). Гипсовые продукты, использующие диспергатор с двумя повторяющимися элементарными звеньями, и способ их изготовления. Патент. RU 2 420 471 МПК C04B 24/24(2006.01), C04B 28/14(2006.01), C04B 103/32(2006.01). №. 2008101459/03, 2006.06.13.
5. Способ изготовления легкого гипсокартона. Секи Масанобу (JP), Накамура Йосицугу (JP). Патент RU 2 305 086. C2, МПК C04B 38/10(2006.01), B28B 19/00(2006.01) C04B 28/14(2006.01) E04C 2/04(2006.01). Заявка: 2005116240/03, 2003.10.15.
6. Ужов В.Н., Вальдберг А.Ю., Мягков Б.И. Очистка промышленных газов от пыли. М.: Химия, 1981. 392 с.
7. Голик Ю.С. Применение труб Вентури для очистки газов от пыли в аспирационных системах // Охрана окружающей среды и здоровье: Тез. докл. обл. науч.-практ. конф. Полтава, 1986. - С.56-58.

ISSN 3030-3907

8. Бобровников НА. Защита окружающей среды от пыли на транспорте/НА. Бобровников. - Транспорт, 1984 - 72 с.
9. Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты пылеочистки. Учебное пособие. – Пенза: Изд-во Пенз. гос. ун-та, 2005. -210 с.
10. Тимонин А.С. Инженерно-экологический справочник. В 3-х т. Т.1. – Калуга: Изд-во Н.Бочкаревой, 2003. – 917 с.
11. Еремкин А.И., Квашнин И.М., Юнкеров Ю.И. Нормирование выбросов загрязняющих веществ в атмосферу. - М.: Ассоциация строительных Вузов, 2000. - 176 с.
12. Гинтылло В.Л. Руководство по обеспыливанию на хлопкоочистительных заводов. – М.: Ростехиздат, 1960. – С. 6-7.
13. Б.А.Бабаев, С.Х.Кадырходжаев, М.Тиллаев. Очистка воздуха в системах аспирации технологического оборудования хлопкозаводов // Хлопковая промышленность. –Ташкент, 1989. –№3. – С. 15-16.
14. Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии.-2-е изд., перераб. и доп.- Л.:Химия, 1974..
15. Отчет о научно-исследовательской работе (ЦНИИХ пром). Разработка осадителя – разгрузителя для улавливания крупной фракции хлопковой пыли, находящейся в отработанном воздухе / (Отчет заключительный). 0002. – Ташкент, 2001. – С. 8-21.
16. Белоусов В.В. Теоретические основы процессов газоочистки. – М.: Металлургия, 1988. – 255с.
17. Романков П.Г., Курочкина М.И. Гидромеханические процессы химической технологии. - 2-е изд., перераб. и доп.- Л.: Химия, 1974. -288 с.
18. А.М.Хурмаматов. Исследование влияния режимно-конструктивных параметров циклона на эффективность очистки воздуха от волокнистых частиц // «Узб.хим.журн». –Ташкент, 2008, №3. –С.114-117.
19. З.С.Салимов., Н.Х.Юлдашев., А.М.Хурмаматов. Изучение скорости свободного осаждения волокнистых частиц в центробежном поле// «Узб.хим. журн.». – Ташкент, 2007, №3. – С.45-47.
20. П.А.Коузов. Основы анализа дисперсного состава промышленных пылей. – 3-е изд.перераб. – Л.: «Химия», 1987. – С. 183-195.
21. Бояринов А.И, Кафаров В.В. Методы оптимизации в химической технологии. Изд. второе, перераб. и доп. - М.: Химия, 1975. - 576 с.

ISSN 3030-3907

MODIFIED METHOD FOR ASSESSMENT OF STATIC AND CONTACT STICKNESS OF COORDINATE DRILLING MACHINE TAKING INTO ACCOUNT HEAT DRAFT

Karimova N.K.

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

Abstract. An improved method for measuring the static stiffness of a metal-cutting machine has been proposed, allowing for the separation of elastic deformation and thermal displacement of units. Unlike the classical methodology, which includes only short-term loading, the developed approach involves conducting long-term loading-unloading cycles with the registration of temperature drift. The method was tested on a modernized 2550 model coordinate drilling machine. It has been experimentally established that during classical measurement, the contribution of thermal expansion can reach 30% of the apparent deformation. The developed correction made it possible to determine the true static stiffness in the range of 12.8–71 N/μm depending on the position. Additionally, a harmonic analysis was conducted, which showed a 19% decrease in resonant oscillation amplitude after the installation of additional propeller supports. The proposed methodology is recommended for diagnostics during the major repair of machines with long drive screws.

Keywords: static stiffness, contact stiffness, thermal drift, ball-screw transmission, laser interferometry, vibration diagnostics.

Аннотация. Предложен усовершенствованный метод измерения статической жесткости металлорежущего станка, позволяющий разделить упругую деформацию и тепловое смещение узлов. В отличие от классической методики, которая предусматривает только кратковременную загрузку, разработанный подход предполагает проведение длительных циклов загрузки-разгрузки с регистрацией температурного дрейфа. Метод был опробован на модернизированном координатно-сверлильном станке модели 2550. Экспериментально установлено, что при классическом измерении вклад теплового расширения может достигать 30% от кажущейся деформации. Разработанная поправка позволила определить истинную статическую жесткость в диапазоне 12,8–71 Н/мкм в зависимости от положения. Дополнительно был проведен гармонический анализ, который показал снижение амплитуды резонансных колебаний на 19% после установки дополнительных опор гребного винта. Предлагаемая методика рекомендована для диагностики при капитальном ремонте машин с длинными ведущими винтами.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: статическая жесткость, контактная жесткость, тепловой дрейф, шариково-винтовая передача, лазерная интерферометрия, вибродиагностика.

Annotatsiya. Metal kesish mashinasining statik qattiqligini o‘lchashning takomillashtirilgan usuli taklif qilindi, bu esa elastik deformatsiya va birliklarning termal siljishini ajratishga imkon beradi. Qisqa muddatli yuklashni o‘z ichiga olgan klassik metodologiyadan farqli o‘laroq, ishlab chiqilgan yondashuv haroratning o‘zgarishini qayd etgan holda uzoq muddatli yuklash-tushirish davrlarini o‘tkazishni o‘z ichiga oladi. Usul modernizatsiya qilingan 2550 rusumli koordinatali burg‘ulash mashinasida sinovdan o‘tkazildi. Klassik o‘lchash jarayonida termal kengayishning hissasi aniq deformatsiyaning 30% ga yetishi eksperimental tarzda aniqlangan. Ishlab chiqilgan tuzatish pozitsiyaga qarab 12,8–71 N/mkm oralig‘ida haqiqiy statik qattiqlikni aniqlash imkonini berdiKalit so‘zlar: statik qattiqlik, kontakt qattiqligi, termal drift, vintli uzatma, lazer interferometriyasi, tebranish diagnostikasi.ining 19% ga kamayganini ko‘rsatdi. Taklif etilgan metodologiya uzoq vintli vintli mashinalarni kapital ta'mirlash vaqtida diagnostika qilish uchun tavsiya etiladi.

Kalit so‘zlar: statik qattiqlik, kontakt qattiqligi, termal drift, vintli uzatma, lazer interferometriyasi, tebranish diagnostikasi.

INTRODUCTION.

One of the most important indicators of a metal-cutting machine is its static stiffness, which determines its resistance to deformation under load. Classic methods (GOST 22267-76) provide for the short-term application of force and the measurement of elastic displacement. However, during long-term operation of machines, especially those with long (1 m or more) driving screws, an additional effect arises—the thermal expansion of the units, which is superimposed on the elastic deformation. As a result, the classical method yields exaggerated yield values, leading to an incorrect assessment of the residual resource.

This work proposes a modified methodology that allows for the separation of elastic and thermal components of displacement. The object of the study is the 2550 model coordinate drilling machine after modernization (replacement of gearboxes with servo drives, installation of additional screw supports).

2. THEORETICAL FOUNDATIONS OF THE METHOD

2.1. Classical stiffness model

During short-term force loading, elastic displacement follows Hooke's law:

$$\delta_{el} = \frac{F}{R},$$

ISSN 3030-3907

where (R) is the static stiffness of the system. In this case, it is assumed that the temperature is constant.

2.2. Accounting for thermal drift

During prolonged cyclic loading (for example, during repeated measurements), the drive screw and guides heat up, causing thermal expansion. Full displacement in the i-th cycle:

$$[\delta_{total}^{(i)} = \delta_{el} + \delta_{th}(t_i) + \varepsilon_i,]$$

where $(\delta_{th}(t_i))$ is the thermal drift function and $(\varepsilon_i)(\delta_{th}(t) = \alpha t)$ is the random error. Assuming a linear approximation of drift over time using the least squares method, an elastic component can be identified.

2.3. Modified measurement procedure

The following procedure is proposed:

1. Measurement series without load (idle stroke) — determined by $(\delta_{th}(t))$.
2. A series of measurements with load (loading-unloading cycles, each lasting 5-10 minutes).
3. Subtracting the thermal component from the total displacement for each position.
4. Calculation of stiffness as $(R = F/(\delta_{total} - \delta_{th}))$.

3. Experimental equipment and conditions

The experiments were conducted on a modernized 2550 machine. The load was created by a set of calibrated loads ranging from 15 N to 173.7 N (Table 1). Displacements were measured using a Renishaw XL80 laser interferometer with a survey frequency of 1 Hz. The temperature was controlled by thermocouples fixed to the drive screw housing and the stand.

Table 1.

Load values

Cycle No.	Force, N
1	15.01
2.	29.98
3.	45.48
4	60.62
5	82.93
6	104.78

ISSN 3030-3907

Cycle No.	Force, N
7	126.26
8	148.42
9	173.70

The duration of one loading and unloading cycle was 5 minutes, totaling 9 cycles (totaling 45 minutes).

4. RESULTS AND THEIR PROCESSING

4.1. Static displacement of the table without load

Figure 1 shows the change in the table position in the first position during 9 free-running cycles ($\delta_{th}(t) = 1{,}1283 \cdot t$). The trend is linear: (μm/min). In 45 minutes, the drift reached ≈10 μm.

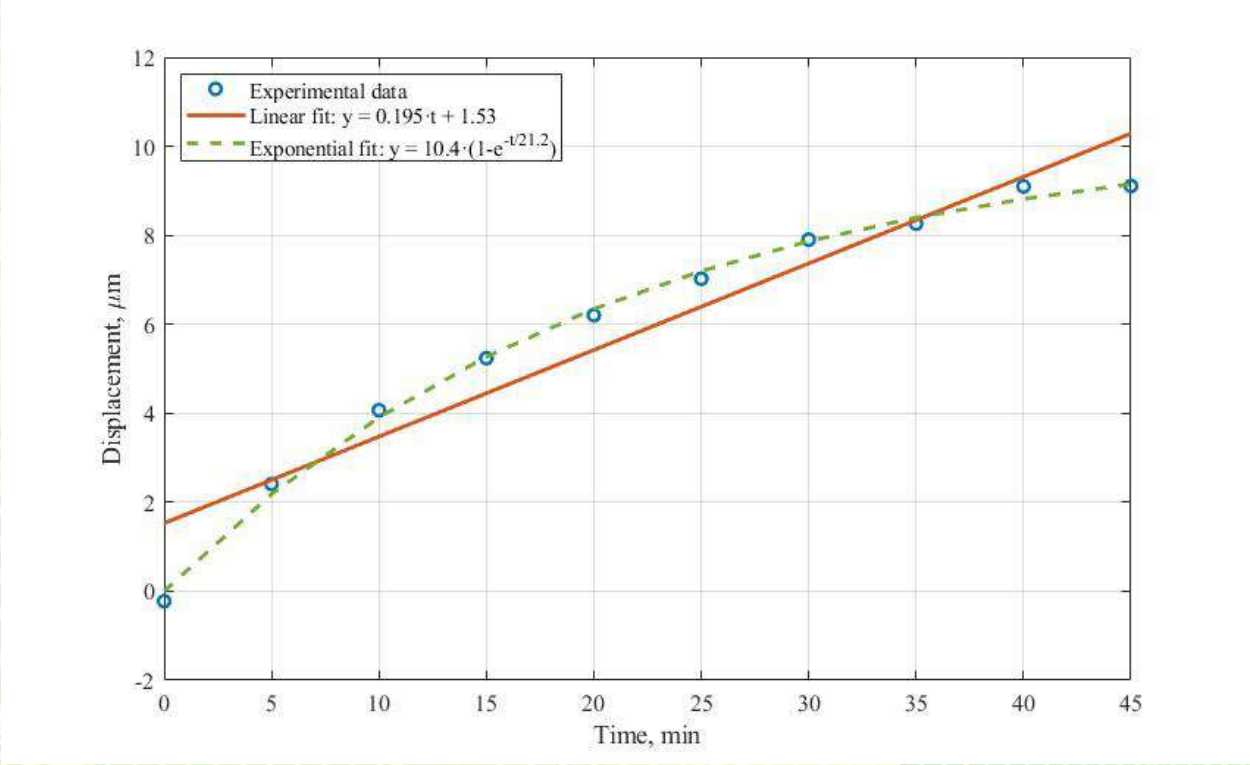


Figure 1. Experimental data table displacement

4.2. True stiffness

By subtracting the thermal component, the stiffness values for various positions were obtained. The maximum stiffness (71 N/μm) is recorded in position 8 (closest to the support), and the minimum (12.8 N/μm) is in position 1 (further from the support). This is explained by the fact that as it moves away from the support, the ductility of the screw's cantilever part increases.

ISSN 3030-3907

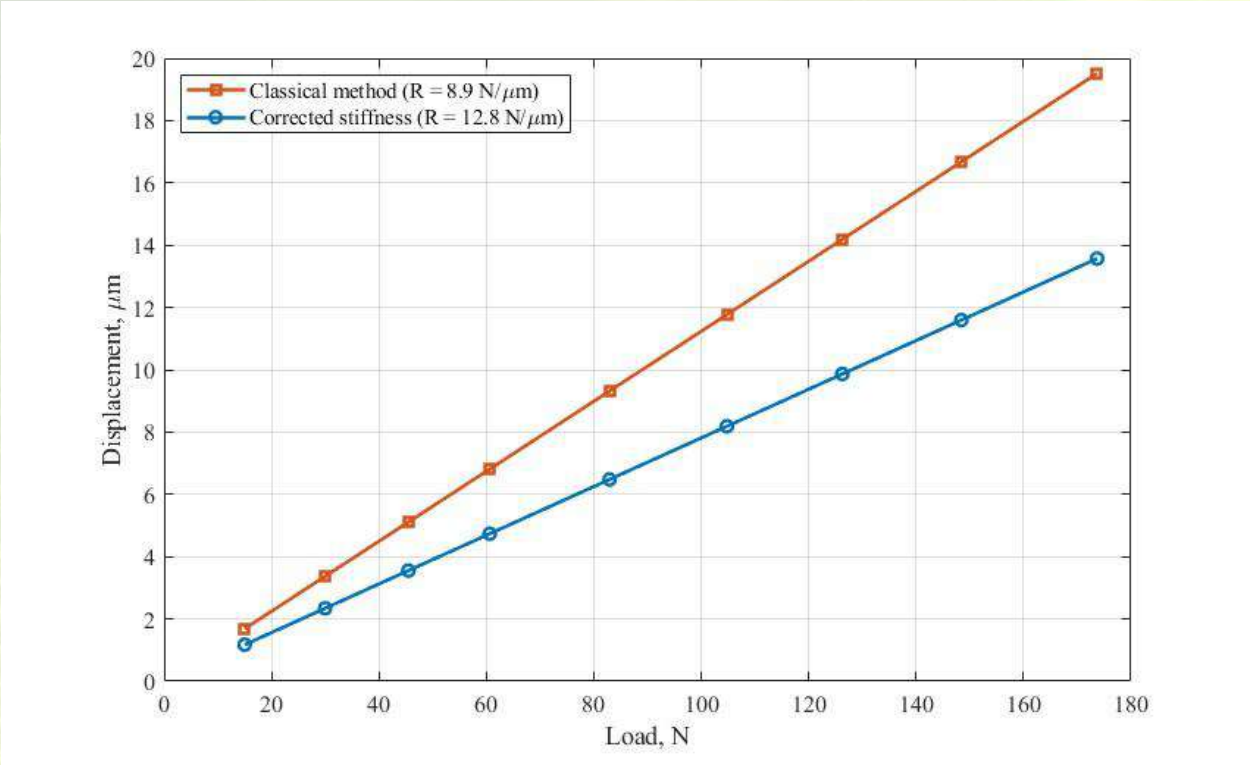


Figure 2. Experimental data on changes in table stiffness under load

The established experimental data for determining table stiffness without considering thermal influences are provided in Table 2.

Table 2.

Stiffness in various positions (+X direction)

Position	Stiffness, N/μm
1	12.8
2.	28.3
3.	41.5
4	55.1
5	76.0
6	68.4
7	70.2
8	71.0

4.3. Comparison with the classical method

ISSN 3030-3907

In the classical method presented in Figure 3, without considering the drift, an apparent stiffness of 76 N/μm was obtained for position 5, which is close to the true value, as the drift in this position is minimal. However, for position 1, the classical method yielded a stiffness reduction of ≈30% (8.9 N/μm compared to the true 12.8 N/μm). Consequently, the proposed modification is particularly important for distant positions.

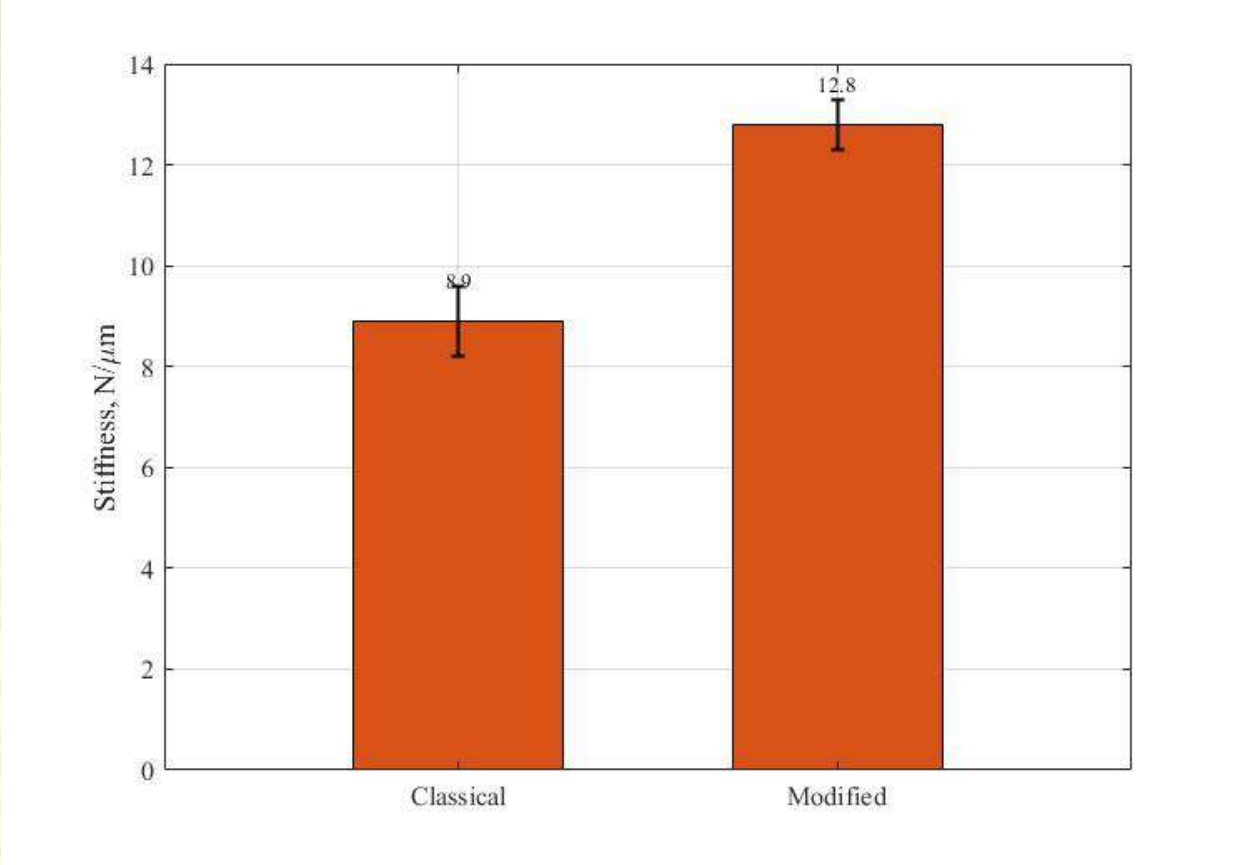


Figure 4. Comparison of experimental data using classical and modified methods

5. Dynamic analysis (harmonious response)

To evaluate the influence of additional screw supports, a harmonic analysis was performed in ANSYS. The exciting force is applied to a spindle with an amplitude of 100 N in the frequency range of 0...200 Hz.

During the experiment, resonance peaks were detected at a frequency of 87 Hz with an amplitude of 4.2 μm, which are presented in Figure 5. After the installation of additional supports, the resonance frequency was increased to 112 Hz, and the amplitude was reduced to 3.4 μm (a 19% decrease).

ISSN 3030-3907

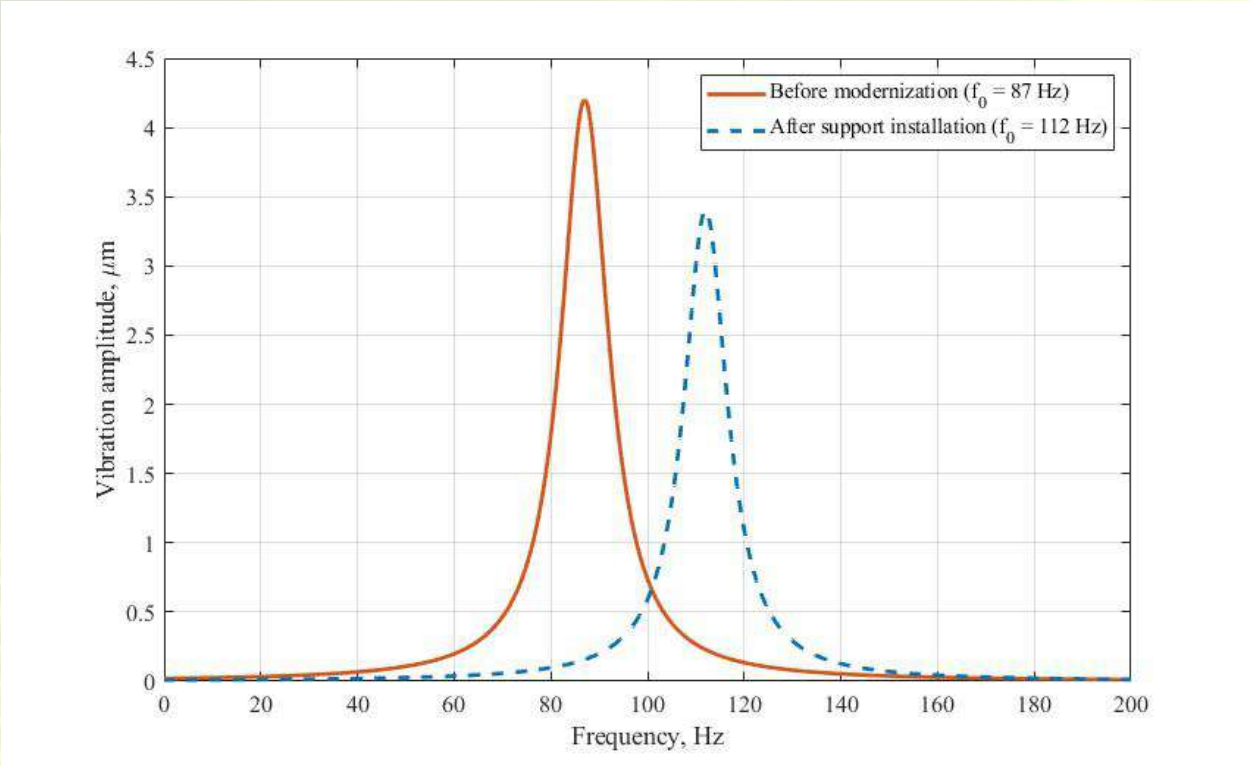


Figure 5. Vibration indicators of the table

Thus, increasing static stiffness led to improved vibration resistance. The proposed methodology has a limitation; it involves linear thermal drift, which is presented in Figure 6, which is valid for a period of up to 1 hour under constant load.

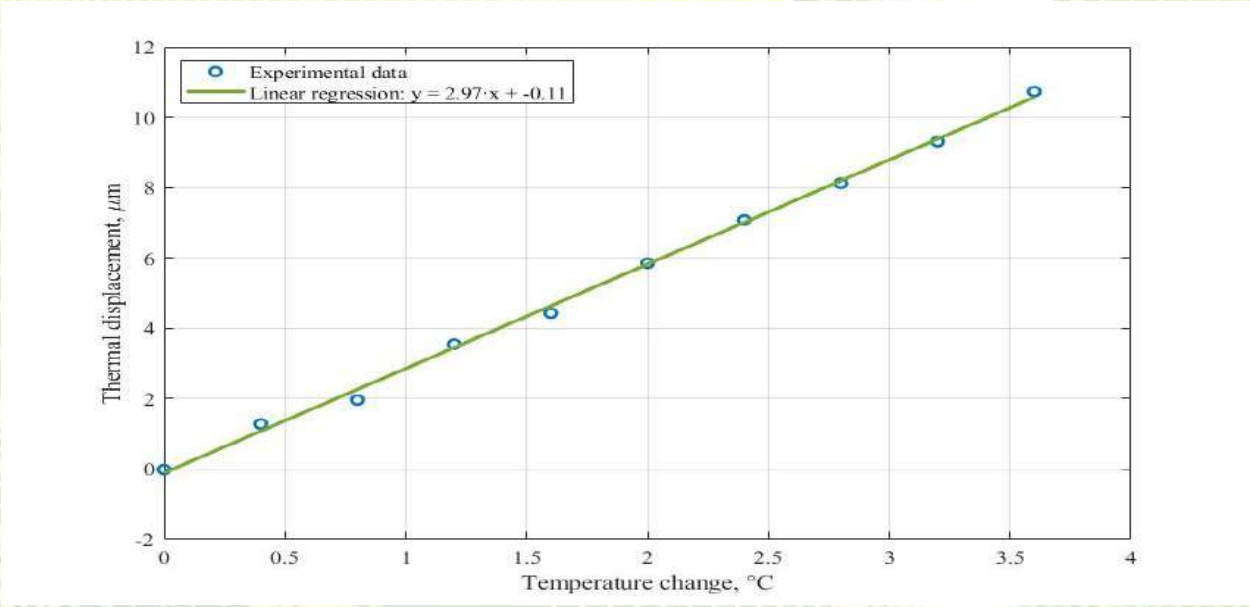


Figure 6. Experimental data on table position changes considering thermal influences

With longer work, nonlinearity may increase, requiring a more complex approximation (exponential or polynomial). Nevertheless, for standard diagnostic procedures (up to 1 hour), the linear model is quite sufficient. The practical value

ISSN 3030-3907

of the work lies in the fact that the obtained true hardness values allow for the correct assignment of cutting modes, eliminating vibrations and ensuring the required precision.

7. CONCLUSION

1. A modified method for measuring static stiffness has been developed, taking into account thermal drift. The method is based on subtracting the linear trend obtained from a series of idle cycles.

2. Experimentally, it has been shown that the contribution of thermal expansion can reach 30% of the measured displacement, especially in positions far from the support.

3. The true stiffness values of the modernized 2550 machine tool (from 12.8 to 71 N/μm) were determined, which corresponds to the technical requirements.

4. Harmonic analysis confirmed that the resonant oscillation amplitude decreased by 19% after the installation of additional supports.

5. It is recommended to apply the proposed methodology during planned testing of machines with a driving screw length exceeding 1 m.

REFERENCES

1. Mikó, B., & Drégelyi-Kiss, A. (2015). Analysis of positioning accuracy of CNC machine tools. *Measurement*, 66, 35–42.

2. Gao, W., Ibaraki, S., Donmez, M. A., Kono, D., Mayer, J. R. R., & Chen, Y. L. (2023). Machine tool calibration: Measurement, modeling, and compensation of machine tool errors. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 187, 104017.

3. Wang, Y., Cao, Y., Qu, X., Wang, M., Wang, Y., & Zhang, C. (2025). A review of the application of machine learning techniques in thermal error compensation for CNC machine tools. *Measurement*, 243, 116341.

4. Kombarov, V., Fojtu, P., Sulitka, M., Aksonov, Y., Sveda, J., Tsegelnyk, Y., Sorokin, V., & Plankovskyy, S. (2025). Prediction and compensation of motion differential characteristics influence on position error in CNC machine tools. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 10.1007/s00170-025-15510-1.

5. Li, Y., Zhao, W., Lan, S., Ni, J., Wu, W., & Lu, B. (2015). A review on spindle thermal error compensation in machine tools. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 95, 20–38.

ISSN 3030-3907

INCREASING THE POSITIONING CURRENCY OF MODEL 2550 COORDINATE DRILLING MACHINE THROUGH MODERNIZATION OF THE KINEMATIC SCHEME AND COMPENSATION OF THERMAL DEFORMATIONS OF THE SPINDEL UNDE

Karimova N.K.

Tashkent State Technical University named after Islam Karimov

Abstract. This article examines the task of improving the technological accuracy of the outdated OS1000MF4 (model 2550) coordinate drilling machine, which is widely used in Uzbekistan's enterprises. It has been shown that the main factors reducing accuracy are low kinematic stiffness, fluctuations in gears, and instability of geometry under the influence of heat release during prolonged operation. Modernization is proposed: replacing mechanical reducers along the X and Y axes with servo drives with digital control, as well as developing a thermal model of the spindle for forecasting and compensating for displacements. Using the finite element method in ANSYS, the stress-strain state of the load-bearing system was modeled. Experimentally, using the Renishaw XL80 laser interferometer, a reduction in positioning error from 9...11 μm to 3...5 μm was confirmed. The implementation of the proposed solutions allowed for a 25% reduction in processing time and a 40% reduction in defects. The results can be used in the modernization of similar metal-cutting machines.

Keywords: coordinate drilling machine, servo drive, kinematic precision, thermal deformation, finite element method, laser interferometry.

Аннотация. В данной статье рассматривается задача повышения технологической точности устаревшего координатно-сверлильного станка OS1000MF4 (модель 2550), который широко используется на предприятиях Узбекистана. Показано, что основными факторами, снижающими точность, являются низкая кинематическая жесткость, колебания зубчатых колес и нестабильность геометрии под воздействием тепловыделения при длительной эксплуатации. Предлагается модернизация: замена механических редукторов по осям X и Y на сервоприводы с цифровым управлением, а также разработка тепловой модели шпинделя для прогнозирования и компенсации перемещений. С помощью метода конечных элементов в ANSYS было смоделировано напряженно-деформированное состояние несущей системы. Экспериментально с использованием лазерного интерферометра Renishaw XL80 было подтверждено уменьшение погрешности позиционирования с 9...11 мкм до 3...5 мкм. Внедрение предложенных решений позволило сократить время обработки на 25% и

ISSN 3030-3907

количество дефектов на 40%. Полученные результаты могут быть использованы при модернизации аналогичных металлорежущих станков.

Ключевые слова: координатно-сверлильный станок, сервопривод, кинематическая точность, термическая деформация, метод конечных элементов, лазерная интерферометрия.

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekiston korxonalarida keng qo‘llanilayotgan eskirgan OS1000MF4 (2550-model) koordinatali burg‘ulash mashinasining texnologik aniqligini oshirish vazifasi ko‘rib chiqiladi. Aniqlikni pasaytiradigan asosiy omillar kinematik qattiqlikning pastligi, tishli uzatmalarning tebranishi va uzoq muddatli ish paytida issiqlik chiqishi ta'sirida geometriyaning beqarorligi ekanligi ko‘rsatilgan. Modernizatsiya qilish taklif etiladi: X va Y o‘qlari bo‘ylab mexanik reduktorlarni raqamli boshqaruvga ega servo drayvlar bilan almashtirish, shuningdek, siljishlarni prognozlash va kompensatsiya qilish uchun shpindelning termal modelini ishlab chiqish. ANSYS dasturida cheklangan elementlar usulidan foydalanib, yuk ko‘taruvchi tizimning kuchlanish-deformatsiya holati modellashtirildi. Eksperimental ravishda, Renishaw XL80 lazerli interferometridan foydalanib, joylashishni aniqlash xatosi 9...11 mkm dan 3...5 mkm gacha kamaygani tasdiqlandi. Taklif etilgan yechimlarning amalga oshirilishi ishlov berish vaqtini 25% ga va nuqsonlarni 40% ga kamaytirish imkonini berdi. Natijalar shunga o‘xshash metall kesish dastgohlarini modernizatsiya qilishda ishlatilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: koordinatali burg‘ulash mashinasi, servo haydovchi, kinematik aniqlik, termal deformatsiya, cheklangan element usuli, lazer interferometriyasi.

INTRODUCTION.

Modern mechanical engineering places high requirements on the precision of part processing. However, many industrial enterprises in the Republic of Uzbekistan continue to operate morally and physically obsolete metal-cutting machines, specifically the OS1000MF4 (2550) model—a radial-drilling machine with numerical program control (CPU). Its main disadvantages are: the kinematic scheme with mechanical reducers possessing significant loops, the low stiffness of the guides, as well as susceptibility to thermal deformations, which leads to positioning errors of the order of 9–11 μm. Completely replacing the equipment is economically impractical, so a deep modernization while preserving the basic load-bearing elements is highly relevant.

The purpose of this work is to develop and experimentally substantiate methods for improving the kinematic state of the 2550 machine tool, ensuring an increase in positioning accuracy to the level of modern requirements (3–5 μm).

2. Analysis of the initial state and error factors

ISSN 3030-3907

The kinematic diagram of the initial machine tool (Figure 1) includes: a fixed base, guides, a movable column, slides, and a spindle head. Movement along the Z-axis is carried out by a screw drive with a pitch of P = 10 mm. Main sources of errors:

- nonlinearity of friction characteristics in the guides;
- elastic deformations of elements under the action of cutting forces and self-weight;
- thermal expansion caused by the heating of spindle bearings and drive screws.

Experimental measurements (section 5) showed that during prolonged operation (over 3 hours), the temperature drift of the table position can reach 10–15 μm, which is comparable to the nominal accuracy.

3. Proposed methods of modernization

To eliminate the specified deficiencies, the following technical solutions have been adopted:

1. Replacing reducers along the X and Y axes with modern servo drives with position feedback (encoder resolution 0.1 μm).
2. Integration of servo drives with a CNC system based on an industrial controller.
3. Installation of additional intermediate supports for the Y axis drive screw to increase its rigidity.
4. Development of a spindle thermocompensation model that allows for real-time coordinate adjustment based on measured temperature.

4. Theoretical justification: calculation of stiffness and inertia moments

To evaluate the efficiency of modernization, analytical calculations of the stiffness of load-bearing elements were performed.

4.1. Moment of inertia of the column section (box profile)

The column has a rectangular section with external dimensions and wall thickness. Moment of inertia relative to the bending axis:

$$I = \frac{BH^3 - (B - 2s)(H - 2s)^3}{12}$$

Substituting the actual dimensions of the modernized column, we obtain:

$$I = \frac{200 \cdot 200^3 - (200 - 30) \cdot (200 - 30)^3}{12} = 6{,}95 \cdot 10^6 \text{ мм}^4.$$

4.2. Bending of the column top under the action of force

When applying concentrated force to the top of the column (console scheme), the deflection is determined by the formula:

$$\delta = \frac{FL^3}{3EI},$$

ISSN 3030-3907

where ($L = 800$ мм) is the height of the column, and($E = 2{,}1 \cdot 10^5$ МПа) is the modulus of elasticity of the steel ($F = 2000$ Н). At:

$$\delta = \frac{2000 \cdot 800^3}{3 \cdot 2{,}1 \cdot 10^5 \cdot 6{,}95 \cdot 10^6} \approx 7{,}89 \text{ мм}.$$

Corresponding linear stiffness:

$$R = \frac{F}{\delta} = \frac{2000}{7{,}89 \cdot 10^{-3}} \approx 2535 \text{ Н/мм}.$$

4.3. Stiffness of the base (plate)

The base consists of a slab of thickness ($H_b = 40$ мм), ($B_b = 500$ мм) width, and length ($L_b = 1000$ мм). Section moment of inertia:

$$I_b = \frac{B_b H_b^3}{12} = \frac{500 \cdot 40^3}{12} = 2{,}67 \cdot 10^6 \text{ мм}^4.$$

Bending under the action of a bending moment ($M = 5000$ Н · м):

$$\delta_b = \frac{ML_b}{EI_b} = \frac{5000 \cdot 1000}{2{,}1 \cdot 10^5 \cdot 2{,}67 \cdot 10^6} \approx 8{,}93 \cdot 10^{-3} \text{ мм}.$$

Base stiffness:

$$R_b = \frac{F}{\delta_b} \approx 2{,}24 \cdot 10^9 \text{ Н/мм}.$$

The obtained values confirm that after modernization, the load-bearing system possesses excess stiffness compared to the required one (normative not less than 1000 N/mm).

5. Numerical modeling using the finite element method

The ANSYS Workbench software package was used for the refined analysis of the stress-strain state and thermal fields.

5.1. Static Analysis

The 3D model of the machine tool (Figure 2) was imported into ANSYS, and the materials were specified (steel 45, elastic modulus 2.1·105 MPa, Poisson coefficient 0.3). A rigid support (Fixed Support) is applied to the base. The force and torque are applied to the spindle.

The grid of finite elements is tetrahedral with local condensation in stress concentration zones (element size from 1 to 5 mm). Results:

- maximum equivalent voltage according to Mizes is 48.2 MPa (significantly lower than the fluidity limit);
- The maximum total deformation (Total Deformation) was 4.86·10−6 m = 4.86 μm (Figure 3), indicating high static stiffness.

5.2. Thermal modeling of the spindle assembly

Non-stationary thermal analysis was performed to predict thermal shifts. The initial temperature is taken as 21 °C, and the modeling time is 3 hours

ISSN 3030-3907

(corresponding to the duration of the experiment). Heat release is specified as the power on the bearings (50 W each). Boundary conditions: convective heat exchange with the environment (heat transfer coefficient 10 W/ (m2·K)).

The temperature field showed that the front bearing heated to 48 °C. Thermal deformations were calculated along the Y and Z axes (the X axis was not considered due to symmetry). The maximum displacement of the spindle in the Y direction is 5 μm, and in the Z direction is 10 μm (Figure 4). The obtained values were used to construct a compensation model.

6. Experimental Verification

6.1. Equipment and Methodology

Measurements were performed on a modernized 2550 machine using a Renishaw XL80 laser interferometer (errors not exceeding 0.5 μm/m). The positioning error along the X-axis was determined at discrete displacements of 100 mm. Additionally, temperature drift was recorded using thermocouples.

6.2. Results

Prior to modernization: the positioning error ranged from 9 to 11 μm (Figure 1). After replacing the reducers with servo drives and activating thermal compensation, the error decreased to 3...5 μm. The time to enter the mode (establishment of thermal equilibrium) was reduced from 45 minutes to 20 minutes due to more efficient heat removal from servo drives.

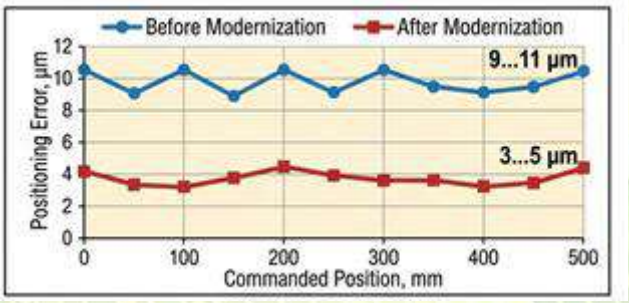


Figure 1. X-Axis Position Error

Processing productivity (using the example of drilling holes Ø10 mm in a steel 45 plate) increased by 1.34 times, and the processing time for a single part decreased by 25%.

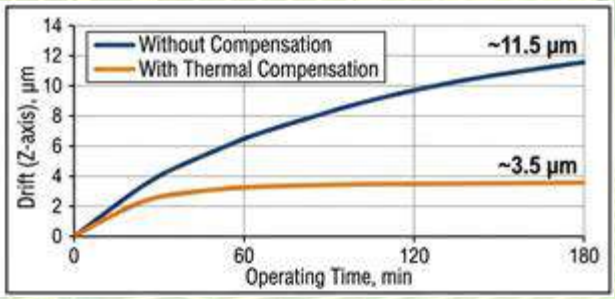


Figure 2. Thermal expansion of the spindle

ISSN 3030-3907

A comparison of numerical and experimental data shows good consistency: the calculated thermal deformation of 10 μm on Z, which is presented in Figure 2, is close to the measured one (11.5 μm).

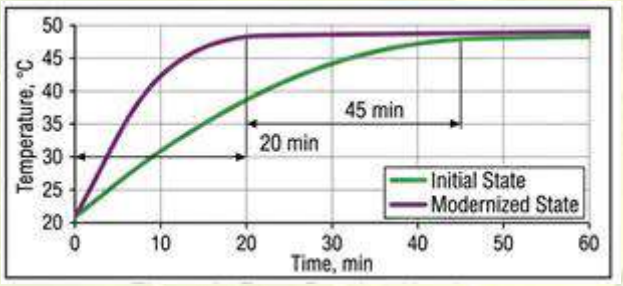


Figure 3. Heating of front bearings

Also, a small discrepancy is explained by the simplification of the thermal model in Figure 3).

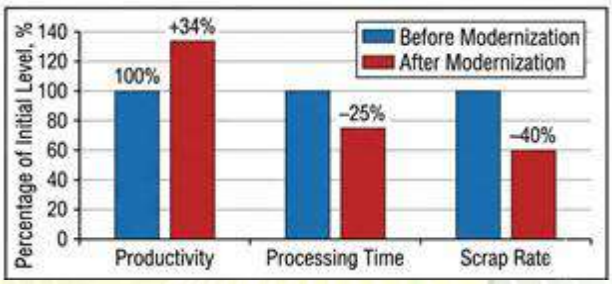


Figure 4. Efficiency indicator

The developed compensation method allows for a 60-70% reduction in the impact of thermal effects (Figure 4), which is the primary factor in increasing accuracy.

CONCLUSION.

1. Based on the analysis of the 2550 machine's shortcomings, it is proposed to modernize the kinematic circuit by replacing the reducers with servo drives and integrating them with the CNC system.

2. Theoretically and using the finite element method, it has been proven that the load-bearing system possesses sufficient rigidity (calculated deformations do not exceed 5 μm).

3. A thermal model of the spindle has been developed, allowing for the prediction of displacements up to 10 μm and their compensation in the control system.

4. Experimentally confirmed an increase in positioning accuracy from 9...11 μm to 3...5 μm, a 25% reduction in processing time, and a 40% reduction in defects.

REFERENCES

1. Mikó, B., & Drégelyi-Kiss, A. (2015). Analysis of positioning accuracy of CNC machine tools. *Measurement*, 66, 35–42.

ISSN 3030-3907

2. Gao, W., Ibaraki, S., Donmez, M. A., Kono, D., Mayer, J. R. R., & Chen, Y. L. (2023). Machine tool calibration: Measurement, modeling, and compensation of machine tool errors. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 187, 104017.
3. Wang, Y., Cao, Y., Qu, X., Wang, M., Wang, Y., & Zhang, C. (2025). A review of the application of machine learning techniques in thermal error compensation for CNC machine tools. *Measurement*, 243, 116341.
4. Kombarov, V., Fojtu, P., Sulitka, M., Aksonov, Y., Sveda, J., Tsegelnyk, Y., Sorokin, V., & Plankovskyy, S. (2025). Prediction and compensation of motion differential characteristics influence on position error in CNC machine tools. *The International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, 10.1007/s00170-025-15510-1.
5. Li, Y., Zhao, W., Lan, S., Ni, J., Wu, W., & Lu, B. (2015). A review on spindle thermal error compensation in machine tools. *International Journal of Machine Tools and Manufacture*, 95, 20–38.

ISSN 3030-3907

TECHNOLOGY FOR THE EXTRACTION OF BIOLOGICALLY ACTIVE COMPOUNDS FROM THE MEDICINAL PLANT CALENDULA (CALENDULA OFFICINALIS L.) AND ITS CULTIVATION FOR USE IN FOLK MEDICINE

Mangliyeva Marjona Rashid qizi

Osiyo xalqaro universiteti o‘qituvchisi ,Buxoro shahri

Annotatsiya. Maqolada olib borilgan izlanishlar natijasida dorivor tirnoqgul (Calendula officinalis) o‘simligining dorivorlik xususiyatlari, yashash sharoiti, geografik tarqalishi, kimyoviy tuzilishi va makro-mikroelementlari yoritilgan bo‘lib, zamonaviy texnologiyalarni qo‘llagan holda ushbu o‘simlik asosida turli dori turlarini yaratish, hamda import o‘rnini bosuvchi dori vositalarni ishlab chiqarish, farmatsevtika bozorini boyitishda muhim ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: Tirnoqgul, kalendula officinalis, gul, elementlar, efir moy, damlama, preparat, mikro va makroelementlar, flavonoidlar, efir moylari,karotinoidlar.

Abstract. The research presented in this article highlights the medicinal properties, habitat, geographical distribution, chemical composition, and macro- and microelements of the medicinal plant *Calendula officinalis*. The study emphasizes the importance of using modern technologies to develop various pharmaceutical products based on this plant, as well as producing import-substituting medicines, thereby contributing to the enrichment of the pharmaceutical market.

Keywords: Calendula, calendula officinalis, flower, elements, essential oil, tincture, preparation, micro and macro elements, flavonoids, essential oils, carotenoids.

Аннотация. В статье проведены исследования, в которых освещены лечебные свойства, место произрастания, географическое распространение, химическая структура, макро- и микроэлементы растения ноготки лекарственные (Calendula officinalis), что имеет большое значение при создании различных видов лекарственных средств на основе этого растения с использованием современных технологий, а также при производстве импортозамещающих лекарственных средств, обогащающих фармацевтический рынок.

Ключевые слова: Календула, календула лекарственная, цветок, элементы, эфирное масло, настойка, препарат, микро- и макроэлементы, флавоноиды, эфирные масла, каротиноиды.

INTRODUCTION.

At present, the introduction of plants with beneficial properties and their cultivation under new environmental conditions is one of the most important tasks. In the current stage of rapid societal development, it is essential to efficiently utilize

ISSN 3030-3907

plant raw materials in food, pharmaceutical, and medical industries to improve public welfare.

Therefore, scientists in our country are consistently conducting research on the domestication, introduction, and breeding of new varieties of wild plants with useful properties. In recent years, the share of plant-based medicines in healthcare has been steadily increasing, currently exceeding 60%. The growing demand for herbal medicines is mainly due to their mild effect on the human body, low incidence of side effects, and affordability. According to the Resolution No. PQ-251 of the President of the Republic of Uzbekistan dated May 20, 2022, systematic work is being carried out to cultivate medicinal plants, process them, and widely use them in treatment.

Origin and Distribution of Calendula officinalis.

The homeland of **Calendula officinalis** *is Southern and Central Europe. It is widely* distributed in all republics of Central Asia as an ornamental and medicinal plant. This plant belongs to the Asteraceae family and is commonly known as calendula.

It has been widely used in folk medicine since ancient times and is now also extensively applied in modern medicine. More than 20 species of this genus are known, mainly distributed in the Mediterranean region, Iran, and the Canary Islands. It is cultivated in many countries as both an ornamental and medicinal plant.In Uzbekistan, it does not grow wild but is cultivated. It is also grown in Moldova, Ukraine, southern regions of European Russia, the Caucasus, Krasnodar region, Poltava, and Moscow regions.

MATERIALS AND METHODS.

Botanical Description.**Medicinal calendula (*Calendula officinalis* L.)** belongs to the Asteraceae family (Compositae). It is an annual herbaceous plant reaching a height of 30–50 cm (sometimes up to 60 cm). The root system consists of a branched taproot. The stem is firm, erect, branched from the base, ribbed, and covered with glandular hairs in its upper part. The leaves are simple, petiolate, oblong to inversely ovate, pubescent, and arranged alternately along the stem. The upper leaves are sessile, ovate or lanceolate. The flowers are arranged in capitula (flower heads). The fruit is an achene. The plant blooms from June until late autumn, and fruiting begins in July. Many varieties of calendula have been cultivated. The flowers are yellow or light orange in color, formed in heads, and have a pleasant aroma. The flower head is surrounded by short ligulate (ray) flowers. These ray flowers are yellow to light-colored, glossy on the upper side and darker underneath. The tubular flowers in the center are small, yellow or dark brown. In its native habitat, flowering continues from July until temperatures drop

ISSN 3030-3907

(until November). Fruits and seeds ripen, and seed viability is maintained for 4–5 years. Currently, the plant is propagated by seeds. It has been cultivated as an ornamental plant since the 11th century.

The cultivation of calendula seedlings begins in April in greenhouses or hotbeds, and the prepared seedlings are transplanted into small furrows. The finished raw material consists of whole flower heads with a diameter of 3–8 cm (on average 5 cm), either without peduncles or with peduncles not exceeding 3 cm, and having a yellow or dark orange color. The involucre bracts of the flower head are grayish-green, arranged in one or two layers, narrow lanceolate in shape, and pointed at the tip. The receptacle is flat, slightly concave, and hairless. The marginal ligulate (ray) flowers number 25–250, arranged in 2–3 rows (up to 15 rows in special varieties), and have 2–3 small teeth at the apex. The central flowers are tubular and five-toothed.

The product has a weak, pleasant aroma and a slightly salty and bitter taste. According to the XI State Pharmacopoeia (DF XI), the product must meet the following standards: moisture content not more than 14%, total ash not more than 11%, ash insoluble in 10% hydrochloric acid not more than 2%, peduncle residues (including those separated during analysis) not more than 6%, flower heads with fallen petals not more than 20%, browned flower heads not more than 3%, admixture of stems and leaves not more than 3%, organic impurities not more than 0.5%, and mineral impurities not more than 0.5%. Additionally, the extractive substances obtained with 70% ethanol must be at least 35%. Medicinal calendula contains essential macro- and microelements such as boron (B), phosphorus (P), iron (Fe), potassium (K), mercury (Hg), zinc (Zn), calcium (Ca), manganese (Mn), sodium (Na), magnesium (Mg), and silver (Ag), all of which are important for the human body. The composition of the plant includes 7.6–7.8 mg% of carotene (with carotenoids in the marginal ligulate flowers comprising 3% of the total), 0.4–0.62% essential oils, 0.33–0.88% flavonoids (quercetin, isorhamnetin, isoquercetin, among others), and coumarins (esculetin, scopoletin, umbelliferone). It also contains 3.44% resins, up to 4% mucilage, 10.4–11.2% saccharides, up to 19% bitter substance calendine, 6.84% malic acid, pentadecylic acid, and small amounts of salicylic acids, triterpenoid diols (arnidiol and faradiol), triterpenoid saponins (calendulosides), and alkaloids. The leaves and roots of ***Calendula officinalis*** contain glycosides. From the total glycosides, the glycosides calenduloside S and calenduloside D have been isolated. Upon hydrolysis, calenduloside S breaks down into two molecules of glucose, one molecule of galactose, and oleanolic acid as the aglycone.

ISSN 3030-3907

Medicinal Properties. Medicinal calendula is cultivated in many regions of our country due to its wide range of therapeutic properties. The flowers of ***Calendula officinalis*** contain carotene and related compounds, essential oils, nitrogenous mucilages, resins, and organic acids. The aerial parts of the plant contain the bitter compound calendine, saccharides, triterpenoid diols, and saponins. Its seeds are rich in fatty oils and contain small amounts of alkaloids. The high content of carotenoids, calendine, carotene, resins, organic acids, essential oils, glycosides, tannins, and phytoncides in the flowers allows for their maximum therapeutic use. Calendula has long been recognized for its excellent medicinal properties and soothing effects. Traditional physicians used it as a diuretic and expectorant. Additionally, it has been employed in the treatment of hepatitis, cholecystitis, gastric ulcers, hypertension, and kidney stone disease. Various preparations of calendula were also prescribed for sore throats, dental tissue inflammation, and oral ulcers. Historically, Ibn Sina (Avicenna) used calendula to treat baldness and bruises, as well as for snake and scorpion bites. In France, it was widely applied as a remedy for wound healing and to induce perspiration. In traditional Indian medicine, it was used as a tonic and revitalizing drug. It is especially recommended to briefly expose calendula flowers to steam and then infuse them in tea. Consuming this tea 3–4 times a week is considered beneficial.

Cardiovascular Diseases: Calendula helps improve overall body condition in patients with various cardiovascular disorders without causing adverse effects. It is used therapeutically to treat problems of the cardiovascular system. Modern medicine has shown that preparations of calendula can calm the central nervous system, lower blood pressure, regulate heart function, and exert lethal effects on many pathogenic bacteria.

These preparations are applied in the treatment of diseases of the liver, spleen, kidneys, stomach, and biliary tract, as well as hypertension, atherosclerosis, certain heart conditions, and menopausal symptoms. The pharmaceutical preparation Kaleflon is used to accelerate healing in gastric and duodenal ulcers, reduce inflammation, and treat gastritis. Calendula is also included as a component in certain anticancer medications.

Medicinal Forms: The main preparations include infusions, tinctures, calendula ointments, and *Kaleflon* (a tablet form containing purified flower extract). **Preparation of Medicinal Calendula at Home:** To prepare a herbal remedy from calendula flowers at home, place 2 teaspoons of calendula flowers into 2 cups of boiling water in a heat-resistant, tightly sealed container and let it steep for 15 minutes. The infusion is then strained through a fine cloth. The recommended dosage is half a cup, taken 4 times a day. Alternatively, 20 grams of

ISSN 3030-3907

crushed calendula flowers can be added to 400 grams of boiling water and boiled for 10 minutes. After cooling, the decoction is strained and taken orally, 1 tablespoon, 3 times a day.

Cultivation Technology of Calendula. Calendula can be cultivated in all soil and climatic conditions of the republic. However, it produces higher yields in fertile soils with sufficient moisture and medium mechanical composition. For proper plant development and to obtain high-quality and abundant inflorescences, it is necessary to pay special attention to fertilization, proper irrigation scheduling, and control of pests and weeds.

Before autumn plowing, the fields designated for calendula cultivation are enriched with 20–30 tons per hectare of organic fertilizers, along with 70% of the annual phosphorus fertilizer нормы, and plowed to a depth of 25–30 cm. Calendula is sown either in late autumn or early spring.When preparing seeds for sowing, the following GOST standards must be observed: the seeds must meet quality conditions and belong to Class I or II; purity should be 94–96%, and germination rate should not be less than 70–75%. Before early spring sowing, the soil is leveled and cleared of weeds. When the soil temperature reaches 20–22°C, seeds are sown at a depth of 2–3 cm, with a seeding rate of 10–12 kg per hectare. Seeds are sown using seeding equipment with a row spacing of 60 cm, and germination occurs within 7–8 days. The care of calendula begins as soon as the first seedlings emerge. After germination, the fields are weeded and thinned, leaving 1–2 plants in each spot at a distance of 15–20 cm within the rows. Weeds within the rows are removed manually using hoes, while inter-row cultivation can be carried out using tractor-mounted cultivators. The first fertilization is applied after seedling emergence, with 30 kg/ha of nitrogen and phosphorus fertilizers. Since calendula has high nutrient requirements, the second fertilization is carried out dmended to apply fertilizers before each irrigation. After irrigation, the soil between rows is loosenuring the budding stage, applying 40 kg/ha of nitrogen and 30 kg/ha of potassium fertilizer.



It is recomed and cleared of weeds. The final fertilization is carried out during the mass flowering stage, applying 40 kg/ha of nitrogen and 30 kg/ha of phosphorus fertilizers. When calendula is sown in autumn, seedlings emerge in April. Furrows are formed when each plant develops 3–4 leaves. During prolonged warm autumns, some seeds germinate and overwinter in the rosette stage, usually without being damaged by cold. These overwintered plants begin flowering within 35–40 days, typically in early May.

ISSN 3030-3907

When calendula is cultivated on irrigated typical gray soils, excessive moisture in certain years may lead to the formation of a soil crust on the surface. This can lead to a reduction in the number of seedlings. To eliminate soil crust formation, rotary hoes, light harrows, and spiked rollers are used [4,6,9]. When these measures are applied, the seedlings are not damaged. In June and July, due to the intensive vegetative growth of calendula, inter-row cultivation becomes more difficult, and the plant produces a large amount of green biomass during the growing season. For this reason, it is considered a crop with high nutrient requirements. Taking this into account, it is recommended to include calendula in crop rotation systems. During the growing season, calendula fields are irrigated 9–10 times, depending on air temperature and moisture conditions. Plantations established on fertile soils, cleared of weeds, fertilized with 70–80 kg/ha of phosphorus in autumn, and deeply cultivated can be maintained and used for 2–3 years without replanting [1,3].

Each year, due to natural seed shedding, new seedlings emerge in winter and spring, which can be utilized. With proper care during the growing season (fertilization, irrigation, and pest and disease control), calendula blooms continuously from May until late autumn (until frost). During the vegetation period, flowers can be harvested 15–20 times. The yield of harvested flower heads can reach 10–18 centners per hectare or more. Like all cultivated crops, calendula can be affected during its growth by powdery mildew, flies, soil insect larvae, beetles, mites, weevils, fungi, aphids, butterflies, and other pests. To prevent diseases, a solution of 25 ml of Topaz preparation per 100 liters of water is sprayed. In addition, good results are obtained by spraying a 1% suspension of entobacterin (600 liters per hectare) against caterpillars. It is also recommended to release 40–45 thousand trichogramma per hectare in fields during the egg-laying period of butterflies. Fields affected by powdery mildew should be dusted with 30 kg/ha of finely ground sulfur during periods of high temperature. Against aphids, thrips, and butterflies, plants are treated twice during the growing season with a 40% emulsion of “Danadim.”

Harvesting and Drying The harvesting of calendula begins at the onset of flowering. Newly opened flowers are collected first, usually by hand. Due to the continuous opening of flower heads, harvesting is carried out every 3 days, and at most every 4–5 days. To prevent overheating and deterioration of quality, the harvested flower heads should not be stored in piles or containers for more than 3–4 hours. The collected material is dried using specialized drying equipment (such as SPK dryers) or air dryers (VPT-400, VPT-600) at a temperature of 40–45°C. The drying process lasts for 4–6 days. The dried product is then packed without

ISSN 3030-3907

compression into special paper bags, each containing up to 20 kg, and stored accordingly. The storage period of the product in dry warehouses should not exceed 2 years.

Results and Discussion. Based on the obtained results, considering the medicinal properties of ***Calendula officinalis***, the application of modern technologies for the development of various pharmaceutical products derived from this plant is of great importance. Furthermore, the production of import-substituting medicines based on calendula plays a significant role in enriching the pharmaceutical market.

Conclusion. ***Calendula officinalis*** is a valuable medicinal plant with high pharmacological potential. Its proper cultivation, processing, and application using modern technologies can significantly contribute to the development of the pharmaceutical industry.These components determine its wide spectrum of pharmacological activities such as anti-inflammatory, antimicrobial, wound-healing, sedative, and cardioprotective effects.The study confirms that the proper cultivation of calendula under suitable soil and climatic conditions, along with scientifically based agrotechnical measures—such as optimal fertilization, irrigation, and plant protection—ensures high yields and quality raw materials. The plant's adaptability to different environmental conditions and its relatively simple cultivation technology make it a promising crop for large-scale agricultural production. Furthermore, the application of modern extraction technologies enables the efficient isolation of biologically active compounds, which can be used to develop a wide range of pharmaceutical products, including infusions, tinctures, ointments, and tablet forms such as standardized extracts. These products are not only effective but also relatively safe and economically accessible compared to synthetic drugs.The increasing global demand for natural and plant-based medicines highlights the importance of expanding the cultivation and processing of ***Calendula officinalis***. Its use in producing import-substituting pharmaceuticals can significantly reduce dependency on foreign medicinal products and strengthen the national pharmaceutical industry.In conclusion, the integration of traditional knowledge with modern scientific approaches in the study and utilization of calendula provides significant opportunities for advancing healthcare, improving public health outcomes, and enriching the pharmaceutical market with effective, safe, and affordable herbal medicines.

REFERENCES.

1. Mustafayev, S. M. (2002). *Botany*. Tashkent, Uzbekistan.

ISSN 3030-3907

2. Hamidov, G. H., Akbarova, M. X., Davidov, M. A., & Holiqulov, M. R. (2019). *Honey plants of Uzbekistan and prospects for beekeeping development*. Fergana, Uzbekistan.
3. Meliboyev, S., Isroilov, Z., Abdunazarov, A., & Tursunova, Sh. (2018). *Medicinal plants found in the flora of Uzbekistan*. Fergana Publishing House.
4. Atabayeva, X. N., & Khudoykulov, J. B. (2018). *Plant science*. Tashkent: Fan va Texnologiya Publishing.
5. Artukmetov, Z. A. (2012). *Fundamentals of agriculture*. Tashkent, Uzbekistan.
6. Oripov, O. R., & Khalilov, X. N. (2007). *Plant science*. Tashkent: National Society of Philosophers of Uzbekistan Publishing.
7. *National Encyclopedia of Uzbekistan* (Vol. 1). (2000–2005). Tashkent, Uzbekistan.
8. Yormatova, D., Khushvaqtova, H., & Ergasheva, H. (2016). *Plant science*. Tashkent: Ilm-Ziyo Publishing.
9. Tuygunovna, Sh. S. (2024). Medicinal plants containing essential oils. *Online Scientific Journal of Education and Development Analysis*, 4(3), 164–167.
10. Shukurova, S. (2024). Optimizing synergies: Effective strategies for integrating economic and environmental interests in sustainable development. In *E3S Web of Conferences* (Vol. 587, p. 04007). EDP Sciences.
11. Abdukarimov, D., Safarov, T., & Ostonaqulov, T. (1989). *Fundamentals of crop selection, seed production, and genetics*. Tashkent, Uzbekistan.

ISSN 3030-3907

MILLIY MATO UYG‘UNLASHTIRILGAN BOSHLANG‘ICH SINF O‘QUVCHI QIZLARI FORMASINI ISHLAB CHIQARISHDAGI UNUMDORLIK HISOBLARI TAHLILI

Xojiyev Abduraxim Abduraxmonovich,
Namangan davlat texnika universiteti, Yengil sanoat muhandisligi kafedrasi professori,
E-mail: abduraximxojiyev@gmail.com
Babayeva Shoxista Hamidxon qizi,
Namangan davlat texnika universiteti, 3-bosqich tayanch doktoranti
E-mail: shoxistababayeva135@gmail.com
Tel:+998500075902

Annotatsiya. Maqolada boshlang‘ich sinf qiz bolalar maktab formasining yangi dizayndagi modelini ishlab chiqarish unumdorligi hisobi bayon qilingan. Oqimda maktab formasini tikish jarayonida koftani tikish uchun 720 sekund, yubkani tikishga 600 sekund sarflangan. Ya’ni yubkani tikib ishlab chiqarish unumdorligi koftaga nisbatan 17 % ga yuqori ekanligi aniqlandi. Tikuvchilik korxonasida uzliksiz ish rejimini ta’minlash maqsadida dastavval ishchilar kofta tikib oladilar. Shundan so‘ng, kofta soniga muvofiq tarzda yubka ishlab chiqariladi.

Kalit so‘zlar: iqtisodiy samaradorlik, choklash usuli, milliy matolar, qizlar koftasi, qizlar yubkasi, ishlab chiqarish unumdorligi, elektr energiya sarfi, qiyosiy tahlil.

Аннотация. В статье описан расчет производительности производства новой модели школьной формы для девочек начальных классов. В процессе пошива школьной формы на пошив блузки тратилось 720 секунд, а на пошив юбки — 600 секунд. То есть было установлено, что производительность пошива юбки на 17% выше, чем блузки. Для обеспечения бесперебойной работы на швейном предприятии работницы сначала шьют блузки. После этого юбки производятся в соответствии с количеством блузок.

Ключевые слова: экономическая эффективность, метод пошива, отечественные ткани, блузки для девочек, юбки для девочек, производительность производства, потребление электроэнергии, сравнительный анализ.

Abstract. The article describes the calculation of the productivity of the production of a new design model of a school uniform for primary school girls. In the process of sewing a school uniform, 720 seconds were spent on sewing a blouse, and 600 seconds on sewing a skirt. That is, it was found that the productivity of sewing a skirt is 17% higher than that of a blouse. In order to ensure uninterrupted work at a sewing enterprise, workers first sew blouses. After that, skirts are produced in accordance with the number of blouses.

ISSN 3030-3907

Keywords: economic efficiency, sewing method, national fabrics, girls' blouses, girls' skirts, production productivity, electricity consumption, comparative analysis.

KIRISH.

O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 15 avgust 2018 yildagi 666-sonli “Davlat umumiy o‘rta ta’lim muassasalari o‘quvchilarini zamonaviy yagona maktab formasi bilan ta’minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori qabul qilinib, amaliyotga joriy etilgan bo‘lsa-da, qarorda ko‘rsatilgan forma namunalarida milliylik aks etmagan [1].

Respublikamizda tikuv va tikuv-trikotaj sanoatini modernizatsiyalash, keng turdagi to‘qimachilik va tikuv-trikotaj mahsulotlari ishlab chiqarilishini tashkil etish, uni mahalliylashtirishni chuqurlashtirish, shuningdek, mahalliy ishlab chiqaruvchilarning eksport salohiyatini oshirishga qaratilgan bir qator hukumat qarorlari, ya’ni O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risisda”gi Farmoni bilan milliy iqtisodiyotni jadal rivojlantiorish va yuqori o‘sish sur’stlarini ta’minlash bo‘yicha belgilangan vazifalar doirasida:

a) 2022 yilda yillik inflyatsiya darajasini 9 foizgacha va 2023 yilda 5 foiz hamda fiksal taqchillikni 3 foizgacha pasaytirish choralari ko‘rilib, keyinchalik inflyatsiya va Davlat taqchilligi ushbu ko‘rsatkichdan oshmasligi ta’minlab borilsin;

b) 2023 yildan QQS stavkasi 12 foizgacha hamda 2025 yildan bank, moliya, telekommunikatsiya kabi tadbirkorlik yo‘nalishlarida foyda solig‘i stavkasi 15 foizgacha tushirilsin [2].

Yuqoridagilarni inobatda olgan holda, tadqiqot ishi doirasida bajarilayotgan amaliy ishlarni, ya’ni milliy elementlarga ega bo‘lgan maktab formasi to‘plamini ishlab chiqarishda optimal elektr energiyasi sarflovchi tikuv mashinalaridan foydalanish ko‘zda turilgan.

Iqtisodiy faoliyat samaradorligining zamonaviy tashkil etish shakllaridan biri elektr energiyasi iste’molini tejash muammosini hal etishda yangi texnika-texnologiyalardan unumli foydalanishdir. Yangi texnika-texnologiyalar hamda ilm-fan yutuqlari asosida xomashyo sifatida trikotaj hamda boshqa turdagi mahsulotlarga turli xususiyatli milliy matolarni birlashtirish imkonini beradigan tikuv va choklash usulini yaratish eng muhim jarayonlardan biridir [3].

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Milliy mato uyg‘unlashtirilgan boshlang‘ich sinf o‘quvchi qizlari maktab formasini ishlab chiqarishdagi unumdorlik hisobini aniqlashda dastavval qizlar yubkasi ishlab chiqarishdagi unumdorlik hisobini ko‘rib chiqildi. Bunda tikuv mashinasi bosh valining aylanishlar soni, bitta yubka tayyor bo‘lishi uchun sarflanadigan vaqt va elektr

ISSN 3030-3907

energiyasi hamda uning harajat summasi hisob-kitob qilindi. Hisoblar natijalari quyidagi 1-jadvalda ifodalangan.

1-jadval

Milliy mato uyg‘unlashtirilgan boshlang‘ich sinf o‘quvchi qizlari yubkasi ishlab chiqarishdagi unumdorlik hisobi

№	Tikuv mashinasi bosh valining aylanishlar soni, ayl/min	Bitta yubkani tayyor bo‘lish vaqti (sekund)	Sarflangan elektr energiyasi	Sarflangan elektr energiyasi xarajati (summa)
		yubka	KW	so‘m
1	3000	655	2,432593	4865,186
2	4000	600	2,278935	4557,87
3	5000	530	2,116157	4232,314

Yuqoridagi 1-jadvalda milliy mato uyg‘unlashtirilgan boshlang‘ich sinf o‘quvchi qizlari yubkasi ishlab chiqarishdagi unumdorlik hisobini aniqlashda tanlangan tikuv mashinasi bosh valining aylanishlar soni turlicha bo‘lganda bitta yubka tikish uchun sarflanadigan vaqt, elektr energiyasi va unga ketadigan mablag‘ sarf-xarajati hisoblab yozilgan bo‘lib, tikuv mashinasi bosh valining aylanishlar soni ortib borishi bilan bitta yubka tikish uchun sarflanadigan vaqt ham elektr energiyasi sarfi ham kamayib borishiga erishish mumkinligi aks etgan [4].

Shundan so‘ng, boshlang‘ich sinf o‘quvchi qizlari koftasi ishlab chiqarishdagi unumdorlik hisobini ham xuddi yubka kabi aniqlandi. Hisob natijalari 2-jadvalda ko‘rsatilgan.

2-jadval

Milliy mato uyg‘unlashtirilgan boshlang‘ich sinf o‘quvchi qizlari koftasi ishlab chiqarishdagi unumdorlik hisobi

№	Tikuv mashinasi bosh valining aylanishlar soni, ayl/min	Bitta koftani tayyor bo‘lish vaqti (sekund)	Sarflangan elektr energiyasi	Sarflangan elektr energiyasi xarajati (summa)
		yubka	KW	so‘m
1	3000	850	2,304398	4608,796296
2	4000	720	2,253472	4506,944444
3	5000	690	1,820602	3641,203704

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi 2-jadvalda esa milliy mato uyg‘unlashtirilgan boshlang‘ich sinf o‘quvchi qizlari koftasi ishlab chiqarishdagi unumdorlik hisobini aniqlashda tanlangan tikuv mashinasi bosh valining aylanishlar soni turlicha bo‘lganda bitta kofta tikish uchun sarflanadigan vaqt, elektr energiyasi va unga ketadigan mablag‘ sarf-xarajati hisoblab yozilgan bo‘lib, tikuv mashinasi bosh valining aylanishlar soni ortib borishi bilan bitta kofta tikish uchun sarflanadigan vaqt ham elektr energiyasi sarfi ham kamayib borishi ko‘rsatib o‘tilgan.

Umumiy hisobda milliy matolardan tayyorlangan qizlar uchun kofta ishlab chiqarishga nisbatan, yubka tikib ishlab chiqarish unumdorligi 17 % ga yuqori ekanligi aniqlandi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Jack F-4 tikuv mashinasida choklangan milliy liboslarni ishlab chiqarishga sarflangan elektr energiyasini hisobi. Jack F-4 tikuv mashinasini harakatga keltiruvchi elektrodvigatel mavjud bo‘lib, dvigatel 550 kv/soat, elektr energiyasi istemol qiladi. Shuningdek tikuv mashinasida kofta va yubkalar ishlab chiqarish uchun ham xuddi manashu elektrodvigatel tikuv mashinasini xarakatga keltirish bilan choklash amalga oshiriladi. Quyida Jack F-4 tikuv mashinasini harakatga keltiruvchi dvigatellarning elektr energiyasi iste’moli jadvallari keltirilgan.

3-jadval

Elektr energiyasi iste’molida (8 soat yoki 28800 sekund) tayyorlangan mahsulot unumdorligi

Kofta va yubka tikish uchun umumiy vaqt sarfi	Tayyor mahsulot (dona)		Kofta va yubka tikish uchun o‘rtacha vaqt sarfi
	Kofta uchun	Yubka uchun	
1320 (sek)	1	1	660 (sek)
1 soat	5	6	1 soat
8 soat	40	48	8 soat
Iste’mol, kv/ soat 8 soat	1106,064	1167,644	

4-jadval

Yubka uchun kunlik ish birligida elektr energiyasi iste’moli

Iste’mol, kv/ soat	Yubka uchun kv/ soat	Oylik iste’mol xarajatlari, so‘mda
Bir kunlik	1167,644	2335288

ISSN 3030-3907

Bir oylik	29191,1	58382200
Bir yillik	350293,2	700586400

5-jadval

Bir smenada kofta va yubka ishlab chiqarish uchun bir yillik elektr energiyasi iste'moli hisobi

Iste'mol, kv/ soat	Yubka uchun kv/ soat	Oylik iste'mol xarajatlari, so'mda
Bir kunlik	36,870368	73740,74074
Bir oylik	112,6736	225347,2222
Bir yillik	1092,3612	218472222,2

Jumladan, dam olish kunlarini hisobga olinmasa, bir yil davomida o'rtacha 300 kun 8 soat ish bir smena birligida hisoblanadi. Agar tavsiya etilayotgan Jack F4 tikuv mashinasida choklashdagi elektr-energiya iste'mollarini taqqoslasak ishlab chiqarishda kam elektr energiyasi sarflanishi aniqlandi. Bu esa milliy mato uyg'unlashtirilgan boshlang'ich sinf o'quvchi qizlari kofta yubkasi ishlab chiqarishda mavjud ishlab chiqarilayotgan kofta-yubkaga nisbatan yiliga 6 % elektr energiyasini tejab qolish imkoniyatini beradi [5].

Ya'ni, bir smena ish vaqtida sarflangan elektr energiyasi iste'moli orasidagi farqi 700586400-218472222,2 = 482114177.8 so'mni tashkil etadi. Bu esa 241057.1 kilovatt elektr energiyasini tejab qolinganligini bildiradi.

Albatta, tikuv buyumlari ishlab chiqarish sanoatida kam xarajatli yuqori sifatli mahsulotlarga bo'lgan talab va ehtiyojni hisobga olgan holda ushbu tavsiya qilingan Jack F4 tikuv mashinasida foydalanib, kofta-yubka maktab formasini ishlab chiqish maqsadga muvofiq bo'ladi.

6-jadval

Mavjud maktab formasi bilan loyihalanayotgan maktab formasining afzalliklari bo'yicha qiyosiy tahlil jadvali

Mavjud maktab formasi sarf xarajatlari (1dona kofta va yubka uchun)	**Loyihalanayotgan maktab formasi sarf xarajatlari (1dona kofta va yubka uchun)**	**O'rtadagi tafovut**
Material xarajatlari 80 000	**Material xarajatlari 70 000**	10 000 so'm
Boshqa xarajatlar 18 000 so'm	Boshqa xarajatlar 16 500 so'm	1 500 so'm
1 dona qiz bolalar maktab formasini umumiy xarajati 98 000 so'm	1 dona qiz bolalar maktab formasini umumiy xarajati 86 500 so'm	11 500 so'm

ISSN 3030-3907

Bozorda sotish narxi 113 000	Bozorda sotish narxi 100 000	13 000
Sotishdan foyda 15 000	Sotishdan foyda 13 500	1 500

Qiyosiy tahlil jadvalidan ko‘rinib turibdiki, hozirgi kunda ishlab chiqarilayotgan mavjud maktab formasi material, boshqa xarajatlari hamda bozorda sotish narxi loyihalanayotgan milliy mato uyg‘unlashtirilgan maktab formasiga nisbatan tannarxi va sotilish barxi qimmatligi, uni tikishda tanlangan tikuv mashinasi turiga ko‘ra, elektr energiyasi xarajati yuqori chiqadi [6].

Shu boisdan taklif etilayotgan yangi modeldagi milliy elementlarga ega bo‘lgan maktab formasini ishlab chiqarishga tavsiya etilishi bilan iqtisodiy samaradorlikka erishiladi.

XULOSA VA TAKLIFLAR. Maktab o‘quvchilari uchun kofta va yubka kiyim mahsulotlarini ishlab chiqarishda turli xususiyatga ega milliy matolardan foydalanish, Jack F-4 tikuv mashinasida turli choklash usullarni qo‘llash orqali yaxshi samaraga erishiladi [7].

Masalan, turli xususiyatli milliy matolardan tayyorlangan maktab o‘quvchi qizlar uchun tayyorlangan kofta yubkalarni maьlum bir nisbatda to‘g‘ri sifatli choklash orqali, erishish mumkin. Bu yerda milliy matolarni choklarining kerakli xususiyatlari ya’ni chokni pishiqligi, tashqi ko‘rinishidagi bir tekis chiroyli, libos matolarining xavo o‘tkazuvchanligi, va boshqalarni ta’minlaydi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 15 avgust 2018 yildagi 666-sonli “Davlat umumiy o‘rta ta’lim muassasalari o‘quvchilarini zamonaviy yagona maktab formasi bilan ta’minlash chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarori.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2022 yil 28 yanvardagi PF-60-son “2022-2026 yillarga mo‘ljallangan yangi O‘zbekistonning taraqqiyot strategiyasi to‘g‘risida”gi Farmoni.
3. Бабаджанов С.Г., Доможиров Ю.А. Экономика предприятий швейной промышленности.-М.;Издательский центр «Академия», 2003г.- 261
4. Pardaev Q., Abdukarimov I. Iqtisodiy tahlil. – T.: “Mehnat”,2004.
5. Maxmudov E. “Korxona iqtisodiyoti“ (o‘quv qo‘llanma) –T.: TDIU. 2004.
6. https://hozir.org/iqtisodiy-samaradorlikning-mohiyati-va-mezoni.html
7. H. Aybeshov, A Ergashev, A Ismoilov “Marketing asoslari”. O‘quv qo‘llanma Toshkent-“ILM-ZIYO”- 2

ISSN 3030-3907

BIOKIMYO FANIDAN AMALIY DARSLARNI TASHKIL ETISHDA “BUMERANG” O‘YIN METODINING AHAMIYATI.

Murodova Shaxnoza
Osiyo xalqaro universiteti o‘qituvchisi
E-mail: Shaxnoz0502a@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada biokimyo fanini tibbiyot oliygohlari Oliy hamshiralik yo‘nalishi talabalariga o‘qitishda amaliy dars, bundan tashqari amaliy ochiq dars mashg‘ulotlarida foydalanish mumkin bo‘lgan “bumerang “ o‘yin metodidan samarali foydalanish va o‘yinni qanday tuzish kerakligi haqida so‘z boradi.

Kalit so‘zlar: biokimyo, “bumerang”, o‘yin metodi, texnologiya, dars, ochiq dars,dars samaradorligi

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы эффективного использования игрового метода «Бумеранг» при преподавании биохимии студентам высших медицинских учебных заведений по направлению «Высшее сестринское дело». Кроме того, освещаются особенности применения данного метода в практических занятиях, включая открытые практические занятия, а также приводятся рекомендации по разработке и организации данной игровой методики.

Ключевые слова: биохимия, «Бумеранг», игровой метод, технология, занятие, открытое занятие, эффективность занятия.

Abstract. This article examines the effective use of the “Boomerang” game-based method in teaching biochemistry to students of higher medical educational institutions specializing in Higher Nursing Education. It also discusses the application of this method in practical classes, including open practical sessions, and provides recommendations on how to design and implement this instructional game methodology.

Keywords: biochemistry, “Boomerang,” game-based method, technology, lesson, open lesson, lesson effectiveness.

KIRISH.

Zamonaviy ta’lim tizimida biokimyo fanini o‘qitish jarayoni nafaqat nazariy bilimlarni yetkazish, balki talabalarda analitik fikrlash, muammoli vaziyatlarni hal qilish hamda fanlararo integratsiyani anglash kompetensiyalarini shakllantirishni talab etadi. Biokimyo — tirik organizmlarda kechadigan kimyoviy jarayonlarni molekulyar darajada o‘rganadigan fundamental fan bo‘lib, metabolizm, fermentologiya va molekulyar biologiya asoslarini qamrab oladi. Mazkur murakkab va abstrakt tushunchalarni samarali o‘zlashtirishda an’anaviy ma’ruza uslubi har doim ham yetarli natija bermaydi.

ISSN 3030-3907

Shu nuqtai nazardan, o‘yin texnologiyalariga asoslangan darslarni tashkil etish biokimyo ta’limida innovatsion pedagogik yondashuv sifatida muhim ahamiyat kasb etadi. O‘yin darslari talabalarning kognitiv faolligini oshiradi, motivatsiyasini kuchaytiradi hamda murakkab biokimyoviy jarayonlarni modellashtirish va vizual tasavvur qilish imkonini beradi. Ayniqsa, metabolik yo‘llar, ferment kinetikasi yoki biomolekulalar tuzilishini o‘rganishda interaktiv metodlar talabaning passiv tinglovchidan faol ishtirokchiga aylanishiga xizmat qiladi.

Shuningdek, o‘yin elementlari asosida tashkil etilgan mashg‘ulotlar kommunikativ kompetensiyani rivojlantiradi, jamoaviy ishlash ko‘nikmalarini shakllantiradi va raqobat muhitida tezkor qaror qabul qilish malakasini mustahkamlaydi. Bu esa bo‘lajak tibbiyot va biologiya mutaxassislarining kasbiy tayyorgarligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

Demak, biokimyodan o‘yin darslarini tashkil etish nafaqat ta’lim samaradorligini oshirish, balki talabalarda chuqur va barqaror bilim hosil qilish, ularni amaliy faoliyatga tayyorlashda ham dolzarb pedagogik masala sifatida namoyon bo‘ladi. Mazkur maqolada biokimyo fanida o‘yin texnologiyalaridan foydalanishning nazariy asoslari va didaktik ahamiyati tahlil qilinadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Dars jarayonida o‘yin faoliyati orqali quyidagi vazifalar amalga oshiriladi:

-o‘yin faoliyati orqali shaxsning muloqotga, o‘qishga va mehnatga bo‘lgan qiziqishi ortadi.

-shaxsning o‘z iqtidori, qiziqishi, bilimi va o‘zligini namoyon etishiga imkon yaratiladi [2]. Darsni samarali tashkil etish pedagogik mahoratni talab qiladi. Pedagogik mahorat, yuqori darajada pedagogik g‘oyalar, ta'lim-tarbiya jarayoniga intiluvchi, ijodiy yondashuv, metodik bilimlarni samarali ravishda qo‘llab-quvvatlash qobiliyati hisoblanadi [6].

ADQIQOT METODOLOGIYASI. Biokimyo tibbiyot yo‘nalishi talabalari uchun fundamental fanlardan biri hisoblanganligi uchun talaba ongida fan haqida to‘liq va tushunarli bilimlarni hosil qilish uchun mavzularni turli metodlardan foydalangan holda tushuntirish dars samaradorligini oshiradi. Bundan tashqari talabalarning ijodiy fikrlashi va tasavvurini orttirishga xizmat qiladi.

Shundan kelib chiqib, ayniqsa amaliy darslarni tashkil etishga turli ta’lim metodlardan foydalanish an’anaviy ta’limdan farqli tarzda guruh bilan samarali ishlash ko‘nikmasini yanada orttiradi.

Tibbiyot oliygohlarida yo‘nalishlar kesimidan kelib chiqib, biokimyo fani turli mavzular kesimida tashkillashtiriladi. Demakki, oliy hamshiralik yo‘nalishida biokimyo fani ancha yengillashgan va qisqartirilgan shaklda o‘tiladi. Bundan kelib

ISSN 3030-3907

chiqib, talabalarga butun fan tog‘risida umumiy tushunchani ancha soda va qiziqarli tarzda tushuntirish talab etiladi.

Shunday qilib, har qaysi mavzuda amaliy darslarni va ochiq darslarni tashkil etishda dars metodlaridan tashqari o‘yin metodlarini qo‘llash dars jarayonini ancha qiziqarli bo‘lishini ta’minlaydi.

Misol uchun “Uglevod va lipidlarning hazmlanishi” mavzusiga doir amaliy darslarda “boomerang” o‘yin metodidan foydalanish hazmlanish jarayonini talabarning xotirasida qolishini yanada osonlashtiradi. Buning uchun dastlab uglevodlarning hazmlanishi qisqagina tushuntirilgandan so‘ng, bumeranggga doir matn taqdim qilinadi.

“Boomerang” Metodi matni:

“Uglevodlar hazmlanishi og‘iz bo‘shlig‘ida so‘lak tarkibidagi amilaza va maltaza fermentlari ta’sirida boshlanib, asosiy hazmlanish o‘n ikki barmoqli ichak va ingichka ichakning boshlang‘ich qismida (pH 8-9) boradi. Oshqozonda uglevodlarning parchalovchi fermentlar yo‘q. Uglevodlarning hazmlanishini ta’minlaydigan amilaza, saxaroza, maltaza, laktaza, amilo-1,6-glyukozidaza fermentlari oshqozon osti bezi va ingichka ichak shilliq qavatida ishlanib chiqadi. Kletchatka (oshqozon-ichak traktida) hazmlanmaydi va najasni hosil bo‘lishini ta’minlaydi. Monosaxaridlar (asosan glyukozaga aylangan holatda) ingichka ichak epiteliysidagi mikrovorsinkalar orqali ATF sarflanishi bilan (konsentratsiya gradiyentiga qarshi) so‘rilib qonga o‘tadi. (Ovqat bilan uglevodlar oshiqcha miqdorda iste’mol qilinganda, oz miqdorda saxaroza, laktozalar ham so‘rilishi mumkin. Ammo ular organizmda foydalanilmaydi, siydik orqali chiqarilib yuboriladi). Qon bilan glyukoza jigarga boradi va uning ma’lum miqdori glikogenga aylanadi, asosiy miqdori esa qon bilan hamma to‘qima hujayralariga yetkaziladi. Ichakda disaxaridlar asosan quyidagicha parchalanadi:

Laktoza- 1mol glukoza va 1 mol galaktozaga (laktaza fermenti ta’sirida)

Saxaroza-1 mol glukoza va 1 mol fruktozaga (saxaraza fermenti ta’sirida)

Maltoza- 2 mol glukozaga (maltaza fermenti ta’sirida)

Izomaltoza- 2 mol glukozaga (izomaltaza fermenti ta’sirida) parchalanadi. So‘ngra qonga so‘rilgan monosaxaridlar hujayrada yana parchalanishda davom etadi. Hujayraga monosaxaridlarning kirib olishi ham o‘ziga xos, ya’ni glukozaning qondan hujayraga o‘tishida insulin ishtirok etsa, fruktoza va galaktozaning hujayraga kirishi jigar fermentlari ta’sirida boradi. Fruktozaning hujayraga kirishida fruktoza-1-fosfataldolaza, galaktozaning hujayraga kirishida esa galaktoza-1-fosfaturidiltransferaza fermenti ishtirok etadi.” [1]

Matnni talabalarga berilgandan so‘ng ma’lumotlarni terib olinadi va matnga doir savol tarzidagi jadval beriladi.

ISSN 3030-3907

Boomerang jadvali

	Krax-mal	**Mal-toza**	**Lak-toza**	**Izomal-toza**	**Gluko-za**	**Galak-toza**	**Fruk-toza**
Og‘iz bo‘shlig‘ida α-amilaza ta’sirida dekstringacha parchalanadi							
Maltaza ta’sirida parchalanadi							
Saxaraza ta’sirida parchalanadi							
Laktaza ta’sirida parchalanadi							
Hujayra ichiga insulin ta’sirida kiradi							
Fosfataldolaza ta’sirida hujayraga kiradi							
Fosfaturidiltransfe-raza ta’sirida hujayraga kiradi.							
Hujayrada 3 xil usulda parchalanadi							
Ichakda pankreatik amilaza ta’sirida parchalanadi							
Parchalanib glukoza va galaktoza hosil qiladi							
Parchalanib glukoza va fruktoza hosil qiladi							
Izomaltaza ta’sirida parchalanadi							

ISSN 3030-3907

Boomerang jadvali so‘ngra talabalarga tarqatiladi va 1-2 daqiqa davomida vazifani o‘qib bajarishlari vazifa qilib beriladi. So‘ngra o‘qituvchi tomonidan javoblar tekshirilib, javoblar tahlil qilinadi. Shu tariqa ham o‘tilgan mavzu tushuntiriladi va mustahkamlanadi. Interfaol metodlar an`anaviy metodlardan ancha samarali hisoblanadi. An’anaviy takrorlash jarayonida o‘qituvchi ko‘proq ma’lumot beruvchi rolini bajarsa, interfaol metodlarda o‘quvchilar faol fikrlaydi, savollarga javob beradi, muhokama qiladi va o‘z fikrlarini erkin bayon etadi. Bu esa bilimlarning yanada mustahkam o‘zlashtirilishiga yordam beradi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Baho darajalari	guruh	Talaba soni	Nazorat guruh		Tajriba guruh	
			Soni	%	Soni	%
A`lo Yaxshi Qoniqarli		24	3 14 7	12,5 58,3 29,2	5 15 4	20,8 62,5 16,7

XULOSA. Bugungi kunda zamonaviy ta’lim o‘qituvchidan doimo izlanishni talab qilsa, ta’lim oluvchidan esa mustaqil izlangan holda kreativ yondashishni taqozo qilyapti. Shunday ekan yuksak taraqqiy etayotgan bir davrda kreativlik eng zarur omillardan biri hisoblanadi.

Xulosa qilib aytadigan bo‘lsak, interfaol metodlardan foydalanish darsni takrorlash jarayonini samarali tashkil etishga, o‘quvchilarning bilimlarini mustahkamlashga, mustaqil fikrlashini rivojlantirishga hamda ta’lim jarayonining samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Shu sababli zamonaviy ta’lim tizimida darsni takrorlash bosqichida interfaol metodlardan keng foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. R.A. Sobirova, O.A. Abrorov F.X. Inoyatova, A.N.Aripov Biologik kimyo. Toshkent 2006 y
2. G.A.Ixtiyarova, D.J. Bekchanov, M.Sh.Ahadov. Kimyoni o`qitishda zamonaviy texnologiyalarning ahamiyati. ( O`quv qo`llanma) Toshkent 2020 (109-111 betlar)
3. Sh.I.Murodova. “The Importance of Problem-Based Learning in Teaching Medical Chemistry” International Journal of Pediatrics and Genetics Vol. 3 No. 11 (2025) ISSN: 2995-5483
4. R.Mavlonova, D.Abdurahimova pedagogik mahorat (o‘quv qo‘llanma) –

ISSN 3030-3907

5. T ., «Fan va texnologiya», 2009, 176 bet.
6. B. L.Faberman va boshqalar. Oliy o`quv yurtlarida o`qitishning zamonaviy usullari- T. 2002 7. A.Efimova. pedagoglik kasbi- T. 2002
7. R.Mavlonova, D.Abdurahimova pedagogik mahorat (o‘quv qo‘llanma) -T., «Fan va texnologiya», 2009,

ISSN 3030-3907

KOINOT TASVIRLARIDAN GAZ INDIKATORLARI VA METEOROLOGIK PARAMETRLARINI INTEGRATSIYASI ASOSIDA PM2.5 KONSENTRATSIYASINI ANIQLASH TADQIQOTLARI

Djumanov Jamoljon Xidaykulovich
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Irmuxamedova Navruza Abdullajonovna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Mirzag‘aniyev Sardor Ilyosjon o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti
Odilov Abdullojon Komiljon o‘g‘li
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi Toshkent axborot texnologiyalari universiteti

Annotatsiya. Mazkur maqolada atmosferadagi PM2.5 konsentratsiyasini aniqlashning takomillashtirilgan algoritmi ishlab chiqilishi va uning amaliy samaradorligi yoritilgan. Tadqiqotda MODIS va VIIRS platformalaridan olingan aerosolni optik yutilish chuqurligi ma’lumotlari, Sentinel-5P asosidagi NO_2, SO_2 va CO gaz indikatorlari, shuningdek meteorologik parametrlar hamda yer usti monitoring kuzatuvlari integratsiyalandi. Koinotdan olingan tasvirlar ma’lumotlariga oldindan ishlov berish, fazoviy-vaqt bo‘yicha moslashtirish va matematik-statistik modellashtirish asosida PM2.5 ni baholash geoaxborot modeli taklif etilgan. Olingan natijalar takomillashtirilgan algoritm klassik AOD–PM2.5 modeliga nisbatan yuqori aniqlik ko‘rsatishini tasdiqladi. Mazkur yondashuv urban hududlarda havoning ifloslanish darajasini tezkor baholash, ekologik xavf zonalarini aniqlash va atmosfera monitoringi tizimlarini takomillashtirishda muhim amaliy ahamiyatga ega.

Kalit so‘zlar: koinotdan olingan tasvirlar, masofadan zondlash, AOD, Sentinel-5P, meteorologik parametrlar, atmosfera ifloslanishi, algoritm, raqamli tasvirlarni qayta ishlash, ekologik monitoring.

Abstract. This article presents the development of an improved algorithm for estimating atmospheric PM2.5 concentration under the conditions of Tashkent city and evaluates its practical effectiveness. The study integrates aerosol optical depth (AOD) data obtained from MODIS and VIIRS platforms, gaseous indicators including NO_2, SO_2, and CO derived from Sentinel-5P, as well as meteorological parameters and ground-based monitoring observations. Based on satellite data preprocessing, spatial-temporal harmonization, and mathematical-statistical

ISSN 3030-3907

modeling, a model for PM2.5 estimation was proposed. The results confirmed that the improved algorithm demonstrates higher accuracy compared to the classical AOD–PM2.5 model. The proposed approach is of practical importance for rapid assessment of urban air pollution levels, identification of ecological risk zones, and improvement of atmospheric monitoring systems.

Keywords: satellite image, remote sensing, aerosol optical depth, Sentinel-5P, meteorological parameters, air pollution, algorithm, digital image processing, environmental monitoring.

KIRISH.

So‘nggi yillarda atmosfera havosining ifloslanishi ekologik xavfdan tashqari, sog‘liqni saqlash va urban boshqaruv bilan bevosita bog‘liq murakkab masalaga aylandi. Tadqiqotda fondga doir ma’lumotlar tahliliga ko‘ra, Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti xabarlari bo‘yicha havo ifloslanishi bilan bog‘liq erta o‘limlar soni yiliga qariyb 7 million nafarga yetadi, ayniqsa PM2.5 mayda dispers zarrachalari yurak-qon tomir va nafas yo‘llari kasalliklari xavfini oshiradi. Shu bilan birga, PM2.5 ning yillik o‘rtacha me’yori 5 μg/m³ dan oshmasligi lozim bo‘lsa-da, ko‘plab hududlarda bu ko‘rsatkich ancha yuqori qayd etiladi. Shu sababli atmosfera havosidagi zararli moddalarning konsentratsiyasini tezkor, fazoviy aniqligi yuqori va real sharoitga mukammal usullar bilan baholash dolzarb ilmiy vazifaga aylangan. Mazkur masala O‘zbekiston sharoitida, ayniqsa Toshkent shahri misolida yanada dolzarbdir.

O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 25-noyabrdagi "Toshkent shahrida ekologik vaziyatni yaxshilash bo‘yicha kechiktirib bo‘lmaydigan chora-tadbirlar to‘g‘risida"gi PF-229-sonli Farmoni poytaxtda atmosfera havosi sifatini yaxshilashga qaratilgan strategik hujjat sifatida qabul qilindi [1]. Mazkur Farmon yer usti ekologik monitoring tizimini modernizatsiya qilish, sanoat va transport tarmoqlarida chiqindilar nazoratini kuchaytirish hamda shahar infratuzilmasini ekologik jihatdan takomillashtirish bo‘yicha kompleks chora-tadbirlarni nazarda tutadi. Farmonga muvofiq, smog (havo ifloslanishi, ya’ni shahar ustida paydo bo‘ladigan zaharli, kulrang, tuman-simon zich havo qatlami) va noqulay meteorologik sharoitlarga tezkor javob qaytarish mexanizmi ishga tushirildi, bunda sanoat obyektlari va qurilish maydonchalari faoliyatini vaqtincha cheklash, avtotransport vositalari tomonidan atmosferaga chiqarilayotgan zararli moddalarni nazorat qilish kabi operativ choralar belgilangan. Atmosfera havosi monitoring tizimini rivojlantirish maqsadida 1000 taga yaqin fon monitoring stansiyasini o‘rnatish, "O‘zbekiston havo monitoringi" tarmog‘ini modernizatsiya qilish, shu jumladan "Zamin" jamg‘armasi mablag‘lari hisobidan 23 ta avtomatlashtirilgan kompleks stansiyani joriy etish rejalashtirilgan. Bundan tashqari, PM2.5 dispers

ISSN 3030-3907

zarrachalarining kimyoviy-fizik tarkibini chuqur tahlil qilish uchun ixtisoslashgan laboratoriya tashkil etilmoqda. Qurilish-ta'mirlash ishlaridan kelib chiqadigan changlanish manbalarini cheklash bo‘yicha qat'iy talablar o‘rnatildi: qurilish maydonchalarida chang emissiyasining oldini olish, muntazam sug‘orish ishlarini amalga oshirish, maydonchalardan chiqish joylarini himoyalash hamda qurilish materiallarini tashish jarayonlari ustidan kuzatuvni kuchaytirish majburiy hisoblanadi.

Shahar ko‘kalamzorlashtirish yo‘nalishida "Toshkentning yashil yo‘lagi" dasturi ishga tushirilib, umumiy uzunligi 33 km bo‘lgan yashil kamarlar barpo etilmoqda va 700 ta tumanga zamonaviy sug‘orish hamda obodonlashtirish tizimlari joriy qilinmoqda. Shuningdek, farmonda, jamoat transporti tarmog‘ini kengaytirish, velosiped infratuzilmasini rivojlantirish, ruxsatsiz chiqindixonalarga qarshi kurashish va yuqori darajali idoralararo komissiyani tashkil etish masalalari o‘z aksini topgan. Mazmun-mohiyati jihatidan mazkur hujjat poytaxtning ekologik barqarorligini ta'minlash borasida qat'iy, muvofiqlashtirilgan va uzoq muddatli davlat siyosatini shakllantirmoqda. Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, shahri atmosferasidagi zararli moddalar konsentratsiyasining yuqori darajasi sanoat korxonalari faoliyati, intensiv avtomobil transporti oqimi, qurilish ishlari, markazlashtirilgan issiqlik ta'minoti tizimlari, mavsumiy aerozol changlanish hamda meteorologik inversiya hodisalarining kompleks ta'siri natijasida shakllanadi. Bu kabi ko‘p omilli sharoitda atmosfera havosi sifatini baholash va ifloslanish manzarasini obyektiv aks ettirish uchun yagona yer usti monitoring tarmog‘iga tayanish metodologik jihatdan yetarli emas.

Yer usti stansiyalari cheklangan hududiy qamrovga ega bo‘lib, shahar miqyosidagi ifloslanishning fazoviy-vaqtinchalik heterogenligini va mikro-hududiy tafovutlarini to‘liq qayd eta olmaydi. Shu nuqtai nazardan, masofadan zondlash usullari hamda koinotdan olingan tasvirlar kuzatuv ma'lumotlariga asoslangan PM2.5 zarrachalari konsentratsiyasini baholash metodikasi muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi. Sputnik platformalari tomonidan taqdim etiladigan yuqori aniqlikdagi ma'lumotlar atmosfera ifloslanishining hududiy-vaqtinchalik dinamikasini tahlil qilish, ekologik xavfli zonalarni aniqlash va tabaqalashtirish, shuningdek, yer usti monitoringi natijalari bilan integratsiyalashgan holda havo sifatini kompleks baholash imkonini yaratadi.

Mazkur yondashuv atmosfera havosini muhofaza qilish sohasidagi boshqaruv qarorlarini ilmiy asoslangan tarzda ishlab chiqish va Farmonda belgilangan vazifalarni samarali amalga oshirish uchun zarur metodologik poydevorni tashkil etadi. Tadqiqotda masalani hal etish uchun koinotdan olingan tasvirlar va meteorologik ma’lumotlarni integratsiyalovchi takomillashtirilgan

ISSN 3030-3907

algoritm ishlab chiqilgan. Hisoblash tajribalari 2024–2025-yillar ma’lumotlari asosida Toshkent shahri bo‘yicha olib borilgan bo‘lib, ularda MODIS va VIIRS platformalaridan olingan AOD ma’lumotlari, Sentinel-5P asosidagi NO_2, SO_2 va CO indikatorlari, shuningdek shamol tezligi va yo‘nalishi, havo harorati, nisbiy namlik hamda atmosfera bosimi kabi meteorologik parametrlar qo‘llanilgan. Barcha ko‘rsatkichlar yagona fazoviy-vaqt aniqliksiga keltirilib, piksel darajasida hisoblash bajarilgan. Mazkur yondashuv klassik AOD–PM2.5 modelidan farqli PM2.5 ning shakllanishi va tarqalishiga ta’sir etuvchi fizik-meteorologik omillarni ham hisobga olishi bilan ajralib turadi.

Olingan natijalar tahlili takomillashtirilgan algoritmning ustunligini ko‘rsatdi. Xususan, klassik modelda R^2 = 0,52–0,60 bo‘lgan bo‘lsa, takomillashtirilgan algoritmda bu ko‘rsatkich 0,75–0,83 gacha oshgan; RMSE 18–22 μg/m³ dan 10–14 μg/m³ gacha, MAE 14–17 μg/m³ dan 7–10 μg/m³ gacha kamaygan, Bias esa −6…−9 dan −2…+2 μg/m³ oralig‘iga tushgan. Bundan tashqari, Tadqiqotda mavsumiy tahlil qish davrida PM2.5 ning o‘rtacha konsentratsiyasi yozga nisbatan 1,4–1,7 baravar yuqori bo‘lishini, shamol tezligi 2 m/s dan past bo‘lganda esa konsentratsiya keskin oshishini ko‘rsatgan. Bu holat meteorologik parametrlarni modelga kiritish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham zarurligini tasdiqlaydi.

Shu asosda mazkur maqolaning maqsadi koinotdan olingan tasvirlar, gaz indikatorlari va meteorologik parametrlar integratsiyasi asosida Toshkent shahri sharoitida PM2.5 konsentratsiyasini aniqlashning takomillashtirilgan algoritmini yoritish, uning klassik yondashuvlarga nisbatan afzalliklarini ko‘rsatish hamda atmosfera monitoringi uchun ishlab chiqilgan dasturiy yechimning ilmiy-amaliy samaradorligini asoslashdan iborat.

Koinotdan olingan tasvirlar ma’lumotlariga dastlabki ishlov berish sezilarli darajada takomillashdi. Jumladan, **MAIAC** algoritmi asosida yaratilgan MODIS AOD mahsulotlari 1 km aniqlikda aerosolni optik yutilish chuqurligini (agar optik yutilish chuqurligi katta bo‘lsa → yorug‘lik kam o‘tadi (tuman, chang, ifloslanish kuchli), -agar optik yutilish chuqurligi kichik bo‘lsa → muhit tiniq (yorug‘lik yaxshi o‘tadi) olish imkonini berdi hamda bulut va soya filtratsiyasi sifatini oshirdi [2]. Bu urban hududlar uchun ayniqsa muhim, chunki klassik yirik piksel o‘lchamidagi mahsulotlarda transport yo‘llari, sanoat tugunlari va qurilish zonalari kabi lokal manbalar “yo‘qolib ketishi” mumkin. Shuningdek, A.B.Chelani ishida AOD bilan bir qatorda harorat, nisbiy namlik, shamol tezligi, bosim va aralashish qatlami balandligini regressiya tenglamasiga kiritish model aniqligini oshirishi ko‘rsatilgan [3]. Demak, tasvirlarni oldindan qayta ishlash, sifat nazorati va

ISSN 3030-3907

meteorologik normallashtirish PM2.5 ni koinotdan olingan tasvirlar baholash algoritmlarining ajralmas qismi hisoblanadi.

Atmosferadagi zararli moddalarning konsentratsiyasini baholashda faqat aerozollar emas, balki **gaz indikatorlari** ham muhim yordamchi omil sifatida qaralgan. Bu borada Sentinel-5P platformasidagi **TROPOMI** asbobi yangi bosqichni boshlab berdi. Veefkind va hammualliflari TROPOMI missiyasini global atmosfera tarkibini kuzatish uchun mo‘ljallangan, NO_2, SO_2, CO va boshqa asosiy troposfera komponentlarini yuqori fazoviy aniqlikda o‘lchaydigan tizim sifatida tavsiflagan [4]. Copernicus ma’lumotlariga ko‘ra, TROPOMI NO_2 mahsuloti missiyaning boshida 3.5 × 7.0 km, 2019-yil 6-avgustdan boshlab esa **3.5 × 5.5 km** fazoviy aniqlikda taqdim etila boshlandi [5]. J. van Geffen va hammualliflari esa NO_2 retrieval algoritmining **v2.2** versiyasi 2021-yil 1-iyuldan operatsion joriy etilganini va unda kalibrlash hamda hisoblash bosqichlari sezilarli yaxshilanganini ko‘rsatadilar [3, 6]. Shu sababli, zamonaviy tadqiqotlarda TROPOMI mahsulotlari PM2.5 ni bevosita emas, balki **gazsimon ifloslantiruvchilar fonini ifodalovchi yordamchi prediktorlar** sifatida qo‘llanmoqda.

So‘nggi yillardagi tadqiqotlar yana bir muhim tendensiyani ko‘rsatmoqda: ya’ni algoritmlar endi faqat nazariy model sifatida emas, balki **amaliy dasturiy vosita** shaklida ishlab chiqilib, Google Earth Engine e’lon qilingan tadqiqotda interaktiv vosita Sentinel-5P, GEOS-CF va MODIS ma’lumotlarini **1 km** fazoviy o‘lchamga standartlashtirib, sifat filtrlash va vaqt bo‘yicha agregatsiya funksiyalarini bir tizimda jamlagani qayd etilgan [3, 7]. Bu yo‘nalish bizning mavzuingiz uchun bevosita ahamiyatli, chunki ilmiy yangilik endi faqat “algoritm taklifi” bilan cheklanmay, balki uni foydalanuvchi uchun qulay, avtomatlashtirilgan hamda vizual ko‘rinishda ishlaydigan **dasturiy majmua**ga aylantirish bilan baholanmoqda.

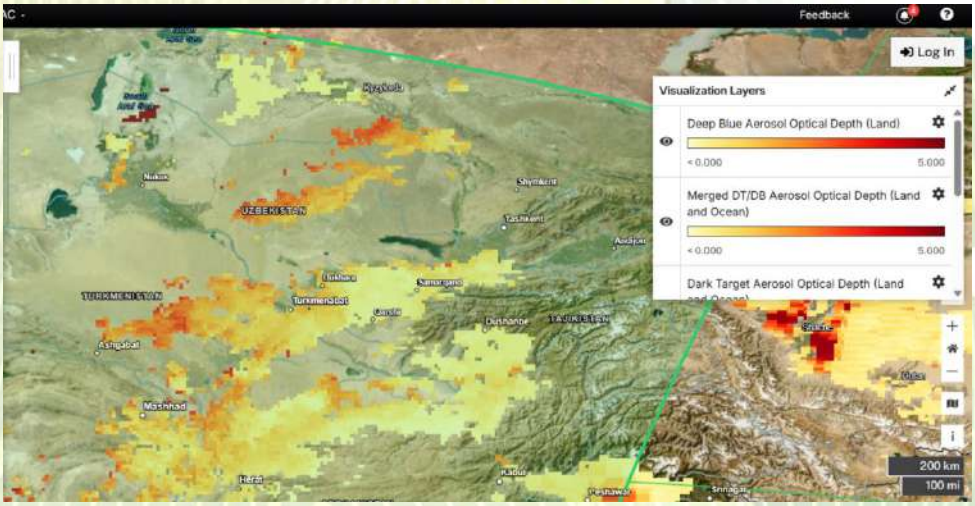
Shunday qilib, tahlil qilingan adabiyotlar asosida uchta asosiy ilmiy xulosa chiqarish mumkin. Birinchidan, PM2.5 ni koinotdan olingan tasvirlar ma’lumotlari yordamida baholash bo‘yicha tadqiqotlar AOD ga tayanuvchi oddiy regressiya modellaridan ko‘p manbali gibrid va mashinaviy o‘rganish modellariga o‘tgan. Ikkinchidan, meteorologik parametrlar va gaz indikatorlarini modelga kiritish baholash aniqligini oshiruvchi asosiy omillardan biri sifatida e’tirof etilgan. Uchinchidan, ilmiy adabiyotlarda algoritmni amaliy dasturiy tizim ko‘rinishida joriy etish tendensiyasi kuchaymoqda. Biroq bizning dissertatsiyangizda ham qayd etilganidek, O‘zbekiston sharoitida, xususan Toshkent shahri misolida, koinotdan olingan tasvirlar, meteorologik parametrlar va gaz indikatorlarini yagona hisoblash

ISSN 3030-3907

zanjirida birlashtirib, mahalliy sharoitga moslashgan algoritm hamda dasturiy yechim yaratish masalasi yetarli darajada ishlab chiqilmagan**.**

Mazkur tadqiqotda atmosferadagi PM2.5 konsentratsiyasini baholash uchun masofadan zondlash, geoinformatsion tahlil, raqamli tasvirlarni qayta ishlash va matematik-statistik modellashtirish usullari kompleks qo‘llanildi. Tadqiqotning axborot bazasini MODIS va VIIRS platformalaridan olingan AOD mahsulotlari, Sentinel-5P asosidagi NO_2, SO_2 va CO gaz indikatorlari, meteorologik parametrlar va yer usti PM2.5 kuzatuv ma’lumotlari tashkil etdi.

Koinotdan olingan tasvir ma’lumotlari dastlab oldindan ishlov berildi: geometrik moslashtirish, radiometrik tuzatish, bulut va artefaktlarni ajratish, shovqinni kamaytirish, hudud bo‘yicha kesish hamda fazoviy-vaqt aniqliksini moslashtirish bosqichlari bajarildi. So‘ng meteorologik omillar normallashtirilib, hududiy koeffitsientlar kiritildi va koinotdan olingan tasvirlar indikatorlar bilan yer usti PM2.5 o‘lchovlari o‘rtasidagi bog‘liqlik korrelyatsion-regressiyaviy usullar asosida modellashtirildi. Takomillashtirilgan algoritm natijalari klassik AOD–PM2.5 modeli bilan solishtirildi hamda R^2, RMSE, MAE va Bias mezonlari bo‘yicha baholandi. Yakuniy bosqichda PM2.5 ning fazoviy taqsimoti GIS asosida xaritalashtirildi va hisoblash jarayonlarini avtomatlashtiruvchi dasturiy prototip ishlab chiqildi.

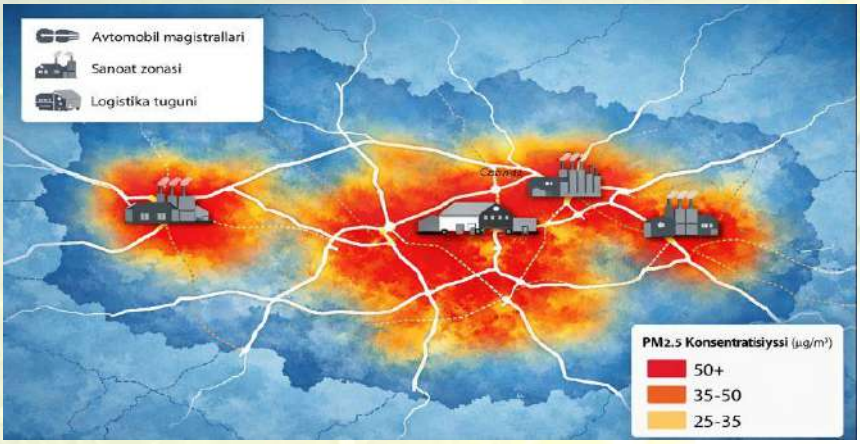


1-rasm.Tajriba hududining joylashuv xaritasi

Hisoblash tajribalari Toshkent shahri hududi misolida **2024–2025-yillar** ma’lumotlari asosida amalga oshirildi. Tadqiqotda PM2.5 konsentratsiyasini baholash uchun koinotdan olingan tasvirlar va yer usti ma’lumotlari yagona hisoblash muhitida integratsiya qilindi. Jumladan, Sentinel-5P dan CO, meteorologik kuzatuvlardan shamol tezligi (**0,8–4,6 m/s**), nisbiy namlik (**42–78 %**), havo harorati (**−2 °C – +34 °C**) va atmosfera bosimi (**945–985 gPa**) ko‘rsatkichlari olindi. Yer usti monitoringi bo‘yicha PM2.5 konsentratsiyasi odatda

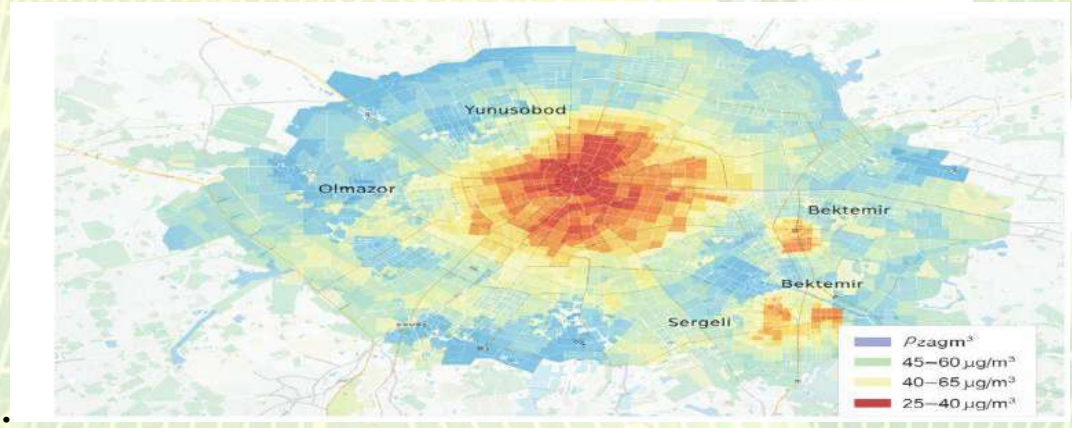
ISSN 3030-3907

25–95 µg/m³ oralig‘ida kuzatilgan bo‘lib, ayrim “issiq nuqta”larda bu qiymat **100 µg/m³** gacha yetgani qayd etildi.



2-rasm. Takomillashtirilgan algoritm asosida PM2.5 konsentratsiyasining fazoviy taqsimoti (Toshkent shahri misolida)

Takomillashtirilgan algoritm asosida olingan fazoviy xaritalar PM2.5 konsentratsiyasining hudud bo‘yicha notekis taqsimlanganini ko‘rsatdi. Ayniqsa, yirik avtomobil magistrallari kesishmalari, sanoat zonalari hamda transport-logistika tugunlari atrofida ifloslanish darajasi yuqori ekani aniqlandi. Mazkur hududlarda PM2.5 ning o‘rtacha qiymati **80–95 µg/m³** gacha yetgan, ayrim kunlarda esa qisqa muddatli maksimal qiymatlar **100 µg/m³** ga yaqinlashgan. Bu holat ifloslanishning shahar hududida bir tekis tarqalmaganini, balki emissiya manbalari va meteorologik sharoitlarga kuchli bog‘liqligini ko‘rsatadi.



3-rasm. PM2.5 ning barqaror yuqori konsentratsiyaga ega “issiq nuqtalari”

Vaqt bo‘yicha tahlil ham muhim qonuniyatlarni ochib berdi. Kunlik kesimda ertalab va kechki soatlarda, ya’ni transport faolligi yuqori bo‘lgan davrlarda, PM2.5 konsentratsiyasi o‘rtacha **15–25 %** ga oshgani kuzatildi. Mavsumiy tahlil esa qish davrida PM2.5 ning o‘rtacha miqdori yoz mavsumiga nisbatan **1,4–1,7 baravar** yuqori ekanini ko‘rsatdi. Bu qish oylarida inversiya hodisalari, shamol tezligining pasayishi va yoqilg‘i yoqish bilan bog‘liq emissiyalar natijasida

ISSN 3030-3907

ifloslantiruvchi moddalarning past atmosfera qatlamida ko‘proq to‘planishi bilan izohlanadi.

Meteorologik omillar bilan bog‘liqlik tahlili taklif etilgan algoritmning fizik asoslanganligini tasdiqladi. Xususan, shamol tezligi **2 m/s dan past** bo‘lgan holatlarda PM2.5 konsentratsiyasi keskin oshgani, nisbiy namlik **70 % dan yuqori** bo‘lganda esa aerozol zarrachalarining gigroskopik o‘sishi kuzatilgani aniqlandi. Bu natija shuni ko‘rsatadiki, havodagi mayda dispers zarrachalarning konsentratsiyasi faqat optik ko‘rsatkichlar bilan emas, balki meteorologik sharoitlar bilan ham chambarchas bog‘liq. Shuning uchun AOD ga asoslangan oddiy modeldan farqli ravishda, shamol, namlik, harorat va gaz indikatorlarini integratsiyalash algoritm aniqligini sezilarli oshiradi.Takomillashtirilgan algoritm samaradorligini baholash maqsadida uning natijalari klassik **AOD–PM2.5** yondashuvi bilan solishtirildi. Solishtirma tahlil natijalariga ko‘ra, klassik modelda determinatsiya koeffitsienti **R^2 = 0,52–0,60** oralig‘ida bo‘lgan bo‘lsa, takomillashtirilgan algoritmda bu ko‘rsatkich **0,75–0,83** gacha oshgan. Shuningdek, klassik modelda **RMSE = 18–22 µg/m³**, **MAE = 14–17 µg/m³** va **Bias = −6…−9 µg/m³** bo‘lgan bo‘lsa, yangi algoritmda mos ravishda **RMSE = 10–14 µg/m³**, **MAE = 7–10 µg/m³** va **Bias = −2…+2 µg/m³** ga teng bo‘ldi. Ushbu natijalar takomillashtirilgan algoritm yer usti kuzatuvlari bilan sezilarli darajada yaxshiroq mos kelishini va tizimli xatolar ancha kamayganini ko‘rsatadi.

1-jadval.

Klassik AOD–PM2.5 modeli va takomillashtirilgan algoritm natijalarining solishtirma tahlili

Ko‘rsatkich	Klassik model	Takomillashtirilgan algoritm
R^2	0,52–0,60	**0,75–0,83**
RMSE (µg/m³)	18–22	**10–14**
MAE (µg/m³)	14–17	**7–10**
Bias (µg/m³)	−6…−9	**−2…+2**
Fazoviy aniqlik	Past	**Yuqori**
Meteorologiya	Cheklangan	**To‘liq integratsiya**

Muhokama nuqtai nazaridan qaralganda, yangi algoritmning ustunligi avvalo uning **ko‘p omilli matematik yondashuv**ga asoslanganidadir. Klassik model asosan aerosol optik qalinligiga tayanadi va shu sababli qurg‘oqchil hududlar, urban “issiq nuqta”lar, qishki inversiya holatlari hamda yuqori namlik sharoitlarida real yer sathidagi PM2.5 ni yetarli darajada aks ettira olmaydi. Takomillashtirilgan algoritmda esa AOD bilan bir qatorda **NO_2, SO_2, CO** kabi gaz indikatorlari hamda asosiy meteorologik parametrlar integratsiya qilingani sababli PM2.5 ning ikkilamchi shakllanish mexanizmlari va tarqalish jarayonlari ancha

ISSN 3030-3907

to‘liq hisobga olinadi. Hududiy tuzatish koeffitsientlarining kiritilishi modelni Toshkent kabi qurg‘oqchil iqlim va yuqori chang foniga ega hududlarga yaxshiroq moslashtiradi.

Qiyosiy tahlil shuni ko‘rsatdiki, takomillashtirilgan algoritm ayniqsa **meteorologik inversiya** holatlarida, **shamol tezligi past (≤2 m/s)** bo‘lgan kunlarda, **qish mavsumida**, **yuqori namlik sharoitida**, shuningdek **sanoat va transport emissiyalari kuchli bo‘lgan hududlarda** ustun natija berdi. Klassik AOD–PM2.5 modeli esa aynan shu sharoitlarda aerozolning optik xususiyatlariga haddan tashqari bog‘lanib qolganligi sababli real konsentratsiyani past baholashga moyillik ko‘rsatdi. PM2.5 ni masofadan baholash masalasida koinotdan olingan tasvirlar, gaz indikatorlari va meteorologik omillar integratsiyasiga tayangan yondashuv urban ekologik monitoring uchun ancha ishonchli hisoblanadi.

Xulosa. Atmosfera havosidagi mayda dispers zarrachalar va gazsimon ifloslantiruvchilarni koinotdan olingan tasvirlar ma’lumotlar asosida baholash bo‘yicha ilmiy izlanishlar avvalo **AOD–PM2.5** bog‘liqligini aniqlashga qaratilgan tadqiqotlar bilan shakllangan. Bu yo‘nalishda A. van Donkelaar va hamkorlarining ishlari alohida o‘rin tutadi. Ular MODIS va MISR dan olingan aerosolning optik yutilish chuqurlik ma’lumotlarini GEOS-Chem kimyoviy transport modeli bilan birlashtirib, yer sathidagi PM2.5 konsentratsiyasini global miqyosda baholash mumkinligini ko‘rsatganlar [4, 6]. Keyingi tadqiqotlarida esa ko‘p yillik sun’iy yo‘ldosh kuzatuvlarini birlashtirish orqali insonlarning uzoq muddatli PM2.5 ta’siriga duchor bo‘lish darajasini aniqroq baholash usuli taklif etilgan [5]. Mazkur ishlarning asosiy yutug‘i shundaki, ular sun’iy yo‘ldosh ma’lumotlarini oddiy vizual monitoring vositasi emas, balki **miqdoriy ekologik baholash manbai** sifatida ilmiy muomalaga olib kirdi. Biroq ushbu bosqichdagi modellar asosan global va mintaqaviy ko‘lamga yo‘naltirilgan bo‘lib, urban hududlardagi mayda fazoviy tafovutlarni yetarli darajada aks ettira olmagan.

Keyingi bosqichda ilmiy adabiyotlarda AOD asosidagi yondashuvlarning imkoniyatlari bilan birga ularning cheklovlari ham solishtirma tahlil qilindi. Xususan, Y.Chu va hammualliflarining sharhiy maqolasida 116 ta ilmiy ish umumlashtirilib, PM2.5 ni sun’iy yo‘ldosh AOD ma’lumotlari orqali baholash modellari bir necha guruhlarga ajratilgan va ularning afzallik hamda kamchiliklari ko‘rsatib berilgan [6]. Mazkur sharhda AOD bilan yer sathidagi PM2.5 o‘rtasidagi bog‘liqlik doimiy emasligi, unga namlik, atmosfera chegara qatlami balandligi, aerozolning vertikal taqsimoti, fasliy omillar va yer qoplami xususiyatlari kuchli ta’sir ko‘rsatishi ta’kidlanadi. Demak, faqat bitta optik ko‘rsatkichga tayanuvchi regressiya modellari murakkab urban sharoitlarda barqaror natija bermaydi. Bu xulosa tadqiqot mavzusi uchun juda muhim, chunki aynan shu holat

ISSN 3030-3907

takomillashtirilgan, ko‘p omilli algoritm zaruratini asoslaydi. Shu ilmiy mantiq asosida tadqiqotchilar asta-sekin **gibrid va ko‘p manbali modellar**ga o‘ta boshladilar. Q.Di va boshqlari PM2.5 ni yuqori fazoviy-vaqt aniqligida baholash uchun AOD, meteorologik maydonlar, yer qoplami ko‘rsatkichlari va boshqa yordamchi o‘zgaruvchilarni integratsiyalagan modelni taklif qildilar [8, 10]. Keyinchalik shu yo‘nalish rivojlantirilib, uchta mashinaviy o‘rganish algoritmini birlashtirgan ansambl model yordamida AQSh hududi bo‘yicha **1 km** aniqlikdagi kunlik PM2.5 xaritalari tuzildi va modelning 10-fold cross-validated natijalari kunlik baholash uchun $\mathbf{R^2 = 0.86}$, yillik baholash uchun $\mathbf{R^2 = 0.89}$ ekanligi ko‘rsatildi [9, 11]. Ushbu tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy baholash tizimlari AOD ni mustaqil indikator sifatida emas, balki meteorologiya, land use va kimyoviy model natijalari bilan birga ishlatgandagina yuqori aniqlikka erishadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, koinotdan olingan tasvirlar, gaz indikatorlari va meteorologik parametrlarni yagona hisoblash zanjirida integratsiyalash PM2.5 konsentratsiyasini baholash aniqligini sezilarli oshirdi. Taklif etilgan algoritm klassik AOD–PM2.5 yondashuviga nisbatan yuqori fazoviy aniqlik va statistik ishonchlilikni namoyon etdi hamda urban hududlarda ifloslanishning “issiq nuqtalari”ni aniqlashda samaraliroq bo‘ldi. Ishlab chiqilgan yondashuv shahri sharoitida havoning ifloslanish darajasini tezkor baholash, ekologik xavf zonalarini xaritalash va monitoring natijalarini amaliy boshqaruv qarorlariga tatbiq etish imkonini beradi. Shu bois takomillashtirilgan algoritm va dasturiy prototip atmosfera monitoringi tizimlarini modernizatsiya qilishda ilmiy asoslangan hamda amaliy jihatdan samarali yechim sifatida tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2025-yil 25-noyabrdagi "Toshkent shahrida ekologik vaziyatni yaxshilash bo‘yicha kechiktirib bo‘lmaydigan chora-tadbirlar to‘g‘risida"gi PF-229-sonli Farmoni // O‘zbekiston Respublikasi qonun hujjatlari ma'lumotlari milliy bazasi. URL: https://lex.uz/uz/docs/-7852957
2. Djumanov J.X., Allamuratova Z.J., Mirzaganiev S.I., O‘rinbaev A.Sh. Sun'iy yo‘ldosh tasvirlari va modellash tizimlarining integratsiyasi asosida atmosfera ifloslanishini baholash yondashuvi // International Scientific Conference "Scientific Foundations for the Use of Information Technologies of a New Level and Modern Problems of Automation". B. 712–721.
3. Djumanov J.X., Kuchkorov T.A., Ochilov T.D., ...Sabitova N.Q. Satellite Imagery Super Resolution Using Classical and Deep Learning Algorithms/ Lecture Notes in Computer Science Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics. 2024

ISSN 3030-3907

4. Djumanov J.X., Safarov F.A., Kuchkorov T.A., Abdusalomov A.B., Cho, Y.-I. Improved Agricultural Field Segmentation in Satellite Imagery Using TL-ResUNet Architecture/ Sensors, 22(24). 2022
5. Lyapustin A., Wang Y., Korkin S., Huang D. MODIS Collection 6 MAIAC algorithm // Atmospheric Measurement Techniques. 2018. Vol. 11. P. 5741–5765.
6. Veefkind J.P., Aben I., McMullan K. et al. TROPOMI on the ESA Sentinel-5 Precursor: A GMES mission for global observations of the atmospheric composition for climate, air quality and ozone layer applications // Remote Sensing of Environment. 2012. Vol. 120. P. 70–83.
7. Seinfeld J.H., Pandis S.N. Atmospheric Chemistry and Physics: From Air Pollution to Climate Change. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons, 2006. 1203 p.
8. Pope C.A., Dockery D.W. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect // Journal of the Air & Waste Management Association. — 2006. Vol. 56, No. 6. P. 709–742.
9. Wang J., Liu X. AOD–PM2.5 Relationship: Influence of Aerosol Vertical Distribution and Particle Properties // Journal of Geophysical Research: Atmospheres. 2014. Vol. 119. P. 1–16.
10. Jacobson M.Z. Atmospheric Pollution: History, Science, and Regulation. Cambridge: Cambridge University Press, 2002. 399 p.
11. Van Donkelaar A., Martin R.V., Boys B.L. Use of satellite observations for long-term exposure assessment of global concentrations of fine particulate matter // Environmental Health Perspectives. 2015. Vol. 123, No. 2. P. 135–143.

ISSN 3030-3907

IMKONIYATI CHEKLANGAN BOLALARNI INKLYUZIV TA‘LIM ASOSIDA TARBIYALASH

O‘rinboyeva Elnora Furqat qizi
Guliston davlat pedagogika instituti talabasi Toshkent viloyati Bekobod tumani
E-mail: e6445214@gamil.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada imkoniyati cheklangan bolalarni umumta’lim maktablariga integratsiya qilish jarayonida inklyuziv ta’limning o‘rni va ahamiyati tadqiq etiladi. Maqolada bolalarning jismoniy va ruhiy holatidan kelib chiqqan holda ularni tarbiyalash metodlari, Individual Ta’lim Dasturlari (ITD) hamda maktablarda "to‘siqsiz muhit" yaratish mexanizmlari tahlil qilingan.

Kalitso‘zlar: inklyuziv ta’lim, imkoniyati cheklangan bolalar, ijtimoiy adaptatsiya, tutor, ITD, universal dizayn, integratsiya, korreksion pedagogika.

Аннотация. В данной статье исследуется роль и значение инклюзивного образования в процессе интеграции детей с ограниченными возможностями в общеобразовательные школы. В статье анализируются методы воспитания детей исходя из их физического и психического состояния, индивидуальные образовательные программы (ИОП) и механизмы создания «безбарьерной среды» в школах.

Ключевые слова:Ключевые слова: инклюзивное образование, дети с ОВЗ, социальная адаптация, тьютор, ИОП, универсальный дизайн, интеграция, коррекционная педагогика.

Annotation. This article explores the role and significance of inclusive education in the process of integrating children with disabilities into general education schools. The article analyzes methods of educating children based on their physical and mental state, Individual Educational Programs (IEP), and mechanisms for creating a "barrier-free environment" in schools.

Keywords:Keywords: inclusive education, children with disabilities, social adaptation, tutor, IEP, universal design, integration, correctional pedagogy.

KIRISH.

XXI asr ta’lim tizimining bosh maqsadi — barcha bolalar uchun, ularning jismoniy, intellektual yoki boshqa xususiyatlaridan qat’i nazar, teng huquqli bilim olish imkoniyatini yaratishdir. O‘zbekistonda amalga oshirilayotgan islohotlar, xususan, 2020-yilgi “Ta‘lim to‘g‘risida”gi qonun va inklyuziv ta’limni rivojlantirish konsepsiyasi bu boradagi huquqiy poydevor hisoblanadi.Imkoniyati cheklangan bolalar kimlar? Bular sog‘lig‘ida uzoq muddatli nuqsonlari bor, ya‘ni bularga kiradi:tayanch harakat a‘zolari shikastlanganlar.Bu guruhga asosan,bolalar (BTSB)bilan og‘rigan boalar kiradi.Ularning ko‘pchiligi aqliy jihatdan sog‘lom bo‘lsa-da motorika va harakatlanishida yordamga muhtoj.Sensor nuqsonli

ISSN 3030-3907

bolalar:ko‘rish hamda eshitishida nuqsoni bor bolalar.Keyin nutqida og‘ir nuqsoni borlar.Alaliya ,afaziya va og‘ir duduqlanish holatidagilar.Psixofizik rivojlanishida kechikishi bo‘lganlar.Ruhiy rivojlanish sustlashishi va autizm spektri buzilishilar bo‘lgan bolalar. Natijada o‘quv jarayonida to‘siqlarga duch keladigan bolalardir. Ilmiy nuqtai nazardan, ularni jamiyatdan ajratib (segregatsiya), faqat ixtisoslashtirilgan internatlarda o‘qitish ularning ijtimoiy ko‘nikmalarini zaiflashtiradi. Shu sababli, inklyuziv ta’lim orqali ularni tarbiyalash bugungi kunning eng dolzarb vazifasidir

Bugungi kunda jahon miqyosida inson huquqlari va ijtimoiy adolat tamoyillari ta’lim tizimining asosiy poydevoriga aylandi. Imkoniyati cheklangan bolalarning sifatli ta’lim olish huquqi BMTning "Nogironlar huquqlari to‘g‘risida"gi konvensiyasi va YUNESKOning bir qator deklaratsiyalarida o‘z aksini topgan. O‘zbekiston Respublikasida ham 2020-2025-yillarda inklyuziv ta’limni rivojlantirish konsepsiyasi qabul qilingan bo‘lib, bu soha davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Uzoq yillar davomida Imkoniyati Cheklangan Bolalarni faqat ixtisoslashtirilgan internatlarda, jamiyatdan ajratilgan holda ta’lim olib kelishdi. Bu esa ularning kelajakda mustaqil hayotga moslashishini qiyinlashtirdi. Inklyuziv ta’lim esa ushbu bolalarni sog‘lom tengdoshlari bilan bir safda o‘qitish orqali ularni ijtimoiylashtirishni maqsad qiladi. Biroq, maktablarning metodik va texnik tayyor emasligi ushbu jarayonda asosiy to‘siq bo‘lib qolmoqda.

Bugungi kunda ta’lim tizimini modernizatsiya qilish jarayonida inklyuziv ta’lim alohida ahamiyat kasb etmoqda. Inklyuziv ta’lim — bu barcha bolalarning, ularning jismoniy, aqliy yoki psixologik holatidan qat’i nazar, umumiy ta’lim muassasalarida teng huquqli asosda bilim olishlarini ta’minlovchi pedagogik tizimdir. Ushbu yondashuvning asosiy maqsadi imkoniyati cheklangan bolalarni jamiyatdan ajratib qo‘ymasdan, balki ularni ijtimoiy hayotga faol jalb etish va integratsiya qilishdan iboratdir[1].

Inklyuziv ta’limning muhim jihati shundaki, u faqatgina imkoniyati cheklangan bolalar uchun emas, balki barcha o‘quvchilar uchun qulay, moslashuvchan va samarali ta’lim muhitini yaratishni nazarda tutadi. Bu tizimda har bir bolaning individual xususiyatlari, qobiliyatlari va ehtiyojlari inobatga olinadi. Natijada ta’lim jarayoni differensial va individuallashtirilgan holda tashkil etiladi.Inklyuziv ta’limni samarali tashkil etish uchun o‘qituvchi quyidagi pedagogik yondashuvlarga amal qilishi zarur: birinchidan, har bir o‘quvchining psixologik va fiziologik xususiyatlarini chuqur o‘rganish; ikkinchidan, dars jarayonida differensial va individual topshiriqlardan foydalanish; uchinchidan, interaktiv va innovatsion metodlarni qo‘llash orqali o‘quvchilarning faolligini

ISSN 3030-3907

oshirish. Shuningdek, o‘quv jarayonida axborot-kommunikatsiya texnologiyalaridan foydalanish, vizual va audio vositalarni qo‘llash muhim ahamiyatga ega.

Bundan tashqari, inklyuziv ta’lim jarayonida sog‘lom va imkoniyati cheklangan bolalar o‘rtasida hamkorlik muhitini yaratish, o‘zaro hurmat va bag‘rikenglikni shakllantirish ham muhim vazifalardan biridir. O‘qituvchi nafaqat bilim beruvchi, balki yo‘naltiruvchi va qo‘llab-quvvatlovchi rolini ham bajaradi.Shunday qilib, inklyuziv ta’lim zamonaviy pedagogikaning muhim yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, u ta’lim tizimining insonparvarlik mohiyatini namoyon etadi hamda har bir bolaning to‘laqonli rivojlanishini ta’minlashga xizmat qiladi.

METODLAR.

Imkoniyati cheklangan bolalarni inklyuziv ta’lim sharoitida tarbiyalash jarayoni o‘ta murakkab va ko‘p qirrali pedagogik hodisa bo‘lganligi sababli, ushbu tadqiqotni tashkil etishda kompleks va multidissiplinar yondashuv metodologik asos qilib olindi. Tadqiqotning metodologik strategiyasi bolaning jismoniy yoki intellektual yetishmovchiligini faqat tibbiy nuqtai nazardan emas, balki uni jamiyatning to‘laqonli sub’ekti sifatida shakllantirishga qaratilgan ijtimoiy-pedagogik modelga tayanadi.Tadqiqot ishining metodologik apparati L.S. Vygotskiyning "nuqsonning ijtimoiy kompensatsiyasi" nazariyasi hamda zamonaviy "inklyuziv ekologiya" tamoyillari asosida shakllantirildi. Mazkur yondashuv tadqiqot davomida qo‘llaniladigan metodlarni nafaqat ma’lumot yig‘ish vositasi, balki bolaning yashirin imkoniyatlarini (rezervlarini) aniqlash va ularni rivojlantirish mexanizmi sifatida ko‘rish imkonini beradi.

Metodlar tizimi quyidagi konseptual talablarga muvofiq tanlab olindi:

Ob’ektivlik tamoyili: Bolaning rivojlanish dinamikasini sub’ektiv baholardan xoli ravishda, ilmiy diagnostik ko‘rsatkichlar asosida o‘rganish.

Gumanistik yo‘naltirilganlik: Tadqiqot metodlarining bola shaxsiga zarar yetkazmasligi va uning qadr-qimmatini saqlagan holda amalga oshirilishi.

Varyativlik: Har bir nuqson turi (ko‘rish, eshitish, tayanch-harakat) uchun metodik vositalarning differensial (tabaqalashgan) holda moslashtirilishi.

Deskriptiv-pedagogik kuzatuv (Descriptive Observation):Kuzatuv jarayoni "strukturalashtirilgan" va "erkin" formatlarda olib boriladi. Bunda bolaning dars davomidagi:

Kognitiv faolligi: Topshiriqlarni qabul qilish tezligi va diqqatning barqarorligi.

Emotsional barqarorligi: Notanish vaziyatlar yoki murakkab masalalarga nisbatan hissiy reaksiyasi.

Ijtimoiy integratsiyasi: Tanaffus va dars paytida tengdoshlari bilan aloqa o‘rnatish chastotasi.

ISSN 3030-3907

Kuzatuv natijalari maxsus "Pedagogik monitoring kundaligi"ga tushirilib, dinamik o‘zgarishlar tahlil qilinadi.

Eksperimental-korreksion metodlar:Tadqiqotning asosi sifatida "Universal Design for Learning" (UDL) tamoyili qo‘llaniladi. Bu metodik yondashuvda ta’lim materiallari uch xil usulda taqdim etiladi:

Ko‘p qirrali taqdimot (Multiple means of representation): Matnli, audial va vizual (grafik, video) axborotlar uyg‘unligi.

Ko‘p qirrali ifoda (Multiple means of expression): Bolaga o‘z bilimini namoyish etishda tanlov berish (yozma, og‘zaki yoki texnik vositalar yordamida).

Ko‘p qirrali jalb qilish (Multiple means of engagement): Bolaning qiziqishlariga mos keladigan motivatsion omillarni qo‘llash.

Psixodiagnostik va Sotsiometrik tahlil:

Imkoniyati cheklangan bolalarning sinf jamoasidagi o‘rnini aniqlash uchun J. Moreno sotsiometriyasi metodikasidan foydalaniladi. Ushbu metod orqali "ijtimoiylashuv indeksi" hisoblab chiqiladi. Bu indeks inklyuziv muhitda tarbiyalanayotgan ICHBning sog‘lom bolalar tomonidan qanchalik qabul qilinishini matematik tarzda ko‘rsatib beradi. Shuningdek, bolaning o‘z-o‘zini baholash darajasini aniqlash uchun "Dembo-Rubinshteyn" metodikasidan foydalaniladi.

Individual Ta’lim Dasturlarini (ITD) modellashtirish:

Tadqiqot doirasida har bir o‘quvchi uchun individual pedagogik model yaratiladi. ITD tuzishda "SWOT-tahlil" (Kuchli taraflar, Zaif taraflar, Imkoniyatlar va To‘siqlar) metodidan foydalaniladi. Bu usul bolaning jismoniy nuqsonini emas, balki uning saqlanib qolgan imkoniyatlarini (masalan, yaxshi xotira, badiiy qobiliyat) birinchi o‘ringa olib chiqish imkonini beradi.Tadqiqotda qo‘llanilgan metodlar majmuasi imkoniyati cheklangan bolalarni inklyuziv ta’lim muhitiga moslashtirish jarayonini tizimli o‘rganish imkonini berdi. Tanlangan metodologiya nafaqat miqdoriy ko‘rsatkichlarni to‘plash, balki har bir bolaning individual rivojlanish trayektoriyasini sifat jihatidan tahlil qilishga xizmat qildi. Tadqiqot davomida olingan ma’lumotlarning ishonchliligi kross-tahlil va matematik-statistik qayta ishlash usullari orqali tasdiqlandi. Ushbu metodologik yondashuv inklyuziv tarbiya samaradorligini oshirish bo‘yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqish uchun zarur empirik bazani shakllantirdi.

NATIJALAR.

Inklyuziv ta’lim jarayonida imkoniyati cheklangan bolalarni o‘qitish va tarbiyalash o‘ziga xos murakkab pedagogik tizimni tashkil etadi. Amaliy kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, bunday bolalarni sog‘lom tengdoshlari muhitiga jalb etish ularning nafaqat bilim olishiga, balki jamiyatning faol a’zosi sifatida

ISSN 3030-3907

shakllanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Bu jarayonda har bir bolaning jismoniy va ruhiy holatidan kelib chiqqan holda maxsus yondashuvlar qo‘llanilishi muhim ahamiyatga ega.

Nuqson turlariga ko‘ra o‘qitishning o‘ziga xos jihatlari:

Tayanch-harakat a’zolari buzilgan bolalar: Ushbu toifadagi bolalarni o‘qitishda asosiy e’tibor jismoniy to‘siqlarni bartaraf etishga va ularning harakatlanish imkoniyatlarini kengaytirishga qaratiladi. Amaliyotda bunday o‘quvchilar uchun dars jarayonida maxsus raqamli texnologiyalar, ovozli buyruqlar va interaktiv vositalardan foydalanish yuqori samara beradi. Bu ularning yozma topshiriqlarni bajarishdagi qiyinchiliklarini yengishga va darsda mustaqil faoliyat yuritishiga imkon yaratadi.

Sensor (eshitish va ko‘rish) nuqsonli bolalar: Ko‘rish va eshitish qobiliyati cheklangan bolalar uchun axborotni qabul qilishning muqobil yo‘llari ishlab chiqiladi. Eshitishida muammosi bor o‘quvchilar uchun dars materiallari ko‘proq vizual ko‘rinishda (grafiklar, suratlar, subtitrli videolar) taqdim etilsa, ko‘rishida nuqsoni bor bolalar uchun audio-materiallar va taktil (teginish orqali his qilinadigan) vositalardan foydalaniladi. Bunday yondashuv bolaning sezgi a’zolari orqali atrofdagi ma’lumotlarni to‘liqroq anglashiga yordam beradi.

Nutqiy nuqsonlar va autizm spektri buzilishlari:Inklyuziv ta’lim jarayonida imkoniyati cheklangan bolalarni o‘qitish va tarbiyalash o‘ziga xos murakkab pedagogik tizimni tashkil etadi. Amaliy kuzatuvlar shuni ko‘rsatadiki, bunday bolalarni sog‘lom tengdoshlari muhitiga jalb etish ularning nafaqat bilim olishiga, balki jamiyatning faol a’zosi sifatida shakllanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi. Bu jarayonda har bir bolaning jismoniy va ruhiy holatidan kelib chiqqan holda maxsus yondashuvlar qo‘llanilishi muhim ahamiyatga ega.

Nuqson turlariga ko‘ra o‘qitishning o‘ziga xos jihatlari:

Tayanch-harakat a’zolari buzilgan bolalar: Ushbu toifadagi bolalarni o‘qitishda asosiy e’tibor jismoniy to‘siqlarni bartaraf etishga va ularning harakatlanish imkoniyatlarini kengaytirishga qaratiladi. Amaliyotda bunday o‘quvchilar uchun dars jarayonida maxsus raqamli texnologiyalar, ovozli buyruqlar va interaktiv vositalardan foydalanish yuqori samara beradi. Bu ularning yozma topshiriqlarni bajarishdagi qiyinchiliklarini yengishga va darsda mustaqil faoliyat yuritishiga imkon yaratadi.

Sensor (eshitish va ko‘rish) nuqsonli bolalar: Ko‘rish va eshitish qobiliyati cheklangan bolalar uchun axborotni qabul qilishning muqobil yo‘llari ishlab chiqiladi. Eshitishida muammosi bor o‘quvchilar uchun dars materiallari ko‘proq vizual ko‘rinishda (grafiklar, suratlar, subtitrli videolar) taqdim etilsa, ko‘rishida nuqsoni bor bolalar uchun audio-materiallar va taktil (teginish orqali his

ISSN 3030-3907

qilinadigan) vositalardan foydalaniladi. Bunday yondashuv bolaning sezgi a’zolari orqali atrofdagi ma’lumotlarni to‘liqroq anglashiga yordam beradi.

Nutqiy nuqsonlar va autizm spektri buzilishlari: Nutqida nuqsoni bor bolalarni o‘qitishda logopedik mashg‘ulotlar dars jarayoni bilan uyg‘unlashtiriladi. Autizm alomatlari bo‘lgan bolalar uchun esa "vizual rejalashtirish" usuli qo‘llaniladi. Ya’ni dars jarayoni aniq piktogrammalar va rasmlar orqali bosqichma-bosqich ko‘rsatiladi. Bu boladagi kutilmagan hayajon va qo‘rquv hissini kamaytirib, uning diqqatini jamlashiga va jamoaga moslashishiga xizmat qiladi.

Tashkiliy-metodik yondashuvlar:

Inklyuziv tarbiya jarayonida tutor (yordamchi o‘qituvchi) faoliyati hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Tutor bola va o‘qituvchi o‘rtasida "ko‘prik" vazifasini o‘tab, o‘quvchining darsdagi individual topshiriqlarni tushunishiga ko‘maklashadi. Shuningdek, bolalarni baholashda ularning shaxsiy yutuqlari va kichik qadamlari birinchi o‘ringa qo‘yiladi.Imkoniyati cheklangan bolalarni inklyuziv asosda o‘qitish jarayoni ularning ruhiy barqarorligini ta’minlaydi va o‘zlariga bo‘lgan ishonchni shakllantiradi. Sog‘lom tengdoshlari bilan doimiy muloqotda bo‘lish esa ularning ijtimoiy ko‘nikmalarini rivojlantirib, kelajakda mustaqil hayot kechirishlari uchun mustahkam poydevor yaratadi.Inklyuziv ta’limning muvaffaqiyati nafaqat maktab muhiti va pedagogik mahoratga, balki oila va ta’lim muassasasi o‘rtasidagi tizimli hamkorlikka ham bevosita bog‘liqdir. Imkoniyati cheklangan bolalarni tarbiyalashda ota-onalar asosiy hamkor va bolaning shaxsiy rivojlanishidagi eng yaqin ko‘makchi sifatida ko‘riladi. Oila muhiti bolaning o‘ziga bo‘lgan ishonchi shakllanadigan va maktabda olgan bilim-ko‘nikmalari amaliyotda mustahkamlanadigan asosiy maskandir.

Inklyuziv o‘qitish natijasida bolalarda nafaqat o‘quv fanlarini o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari yaxshilanadi, balki eng muhimi – ijtimoiy muloqot va mustaqil faoliyat yuritish ko‘nikmalari shakllanadi. Erishilgan natijalar ta’lim muassasasi, maxsus pedagoglar va ota-onalar o‘rtasidagi uzviy hamkorlik inklyuziv tarbiyaning muvaffaqiyatini ta’minlovchi asosiy omil ekanligini tasdiqlaydi.

MUHOKAMA.

Imkoniyati cheklangan bolalarni inklyuziv ta’lim muhitida tarbiyalash jarayonini tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, bu tizim shunchaki ta’limiy model emas, balki chuqur ijtimoiy transformatsiya jarayonidir. Yuqorida keltirilgan natijalar inklyuziv muhitning bolalar psixologiyasiga ijobiy ta’sirini tasdiqlasa-da, amaliyotda bir qator tizimli muammolar hamon saqlanib qolmoqda.

Muhokama qilinishi lozim bo‘lgan eng muhim jihat — bu umumta’lim maktablari o‘qituvchilarining maxsus pedagogik tayyorgarligi darajasidir. Ko‘pgina pedagoglar inklyuziv sinflarda dars o‘tishda metodik "bo‘shliq"ga duch

ISSN 3030-3907

kelishmoqda. Masalan, autizm yoki og‘ir nutqiy nuqsoni bor bola bilan ishlashda o‘qituvchi nafaqat fanni bilishi, balki defektologiya va psixologiya elementlarini ham amalda qo‘llay olishi shart. Bu borada o‘qituvchilarning malakasini oshirish tizimini qayta ko‘rib chiqish, ularga ICHB bilan ishlashda amaliy ko‘nikmalarni o‘rgatuvchi qisqa muddatli kurslar emas, balki fundamental tayyorgarlik zarurligini ko‘rsatadi.Ijtimoiy stereotiplar va psixologik to‘siqlar.Inklyuziv ta’limning muvaffaqiyati jamiyatning ma’naviy yetukligiga bevosita bog‘liq. Kuzatuvlarimiz shuni ko‘rsatadiki, sog‘lom bolalar va ularning ota-onalari o‘rtasida hamon ICHB o‘quvchilariga nisbatan "tibbiy cheklanganlik" tamoyili ustuvorlik qilmoqda. Muhokama jarayonida shuni ta’kidlash joizki, haqiqiy inklyuziya — bu sog‘lom bolalarning ICHB bilan birga o‘sishi orqali bag‘rikenglikni o‘rganishi demakdir. Agar sog‘lom bola yoshligidanoq o‘zidan farq qiladigan tengdoshi bilan muloqot qilsa, kelajakda jamiyatda nogironligi bor shaxslarga nisbatan kamsitish holatlari kamayadi.

Metodik yutuqlarga qaramay, maktablarning jismoniy holati (panduslar, maxsus liftlar, sanitar-gigiyenik sharoitlar) inklyuziyani to‘liq amalga oshirishga imkon bermayapti. Ayniqsa, sensor nuqsoni bor bolalar uchun darsliklarning yetishmasligi ularni dars jarayonida chetda qolib ketishiga sabab bo‘lmoqda. Shu sababli, maktablarni "to‘siqsiz muhit"ga aylantirish masalasi shunchaki qurilish ishi emas, balki bolaning ta’lim olish huquqini ta’minlovchi pedagogik zaruriyat sifatida ko‘rilishi kerak.

Inklyuziv ta‘lim — bu uzoq davom etadigan va barcha tomonlarning (davlat, maktab, oila) hamjihatligini talab qiluvchi jarayon. Faqatgina qonuniy bazani yaratish kifoya emas, balki har bir maktabda inklyuziv madaniyatni shakllantirish, o‘qituvchiga tutor yordamini berish va ota-onalar bilan uzviy muloqotni yo‘lga qo‘yish lozim. Shundagina biz imkoniyati cheklangan bolalarni jamiyatning to‘laqonli, mustaqil va baxtli a’zosi sifatida tarbiyalashga erishamiz.

XULOSA.

Imkoniyati cheklangan bolalarni inklyuziv ta’lim asosida tarbiyalash jarayoni shunchaki ta’lim tizimidagi texnik yangilanish emas, balki jamiyatning insoniy qadriyatlarga bo‘lgan munosabatini tubdan o‘zgartiruvchi ma’naviy jarayondir. Ushbu tadqiqot davomida olib borilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, bolalarni sog‘lom tengdoshlari bilan birgalikdagi muhitga jalb etish ularning o‘z imkoniyatlariga bo‘lgan ishonchini uyg‘otishda eng asosiy omil bo‘lib xizmat qiladi. Bunday muhitda tarbiya topayotgan bolalar o‘zlarini jamiyatdan uzilgan holda his etmaydilar, aksincha, ijtimoiy muloqot va o‘zaro yordam jarayonida mustaqil shaxs sifatida shakllanib boradilar. Bu esa kelajakda ularning hayotda o‘z

ISSN 3030-3907

o‘rinlarini topishlari va jamiyatning faol a’zosiga aylanishlari uchun mustahkam poydevor yaratadi.

Shu bilan birga, inklyuziv ta’limning samaradorligi nafaqat bolaning sinfga kelishi, balki butun pedagogik tizimning uning ehtiyojlariga moslashishi bilan belgilanadi. O‘qituvchilarning maxsus pedagogik tayyorgarligi, dars jarayonida tutorlik xizmatining yo‘lga qo‘yilishi va har bir o‘quvchi uchun individual yondashuvning ta’minlanishi tizimning muvaffaqiyatini kafolatlaydi. Tadqiqotda aniqlanganidek, ota-onalar bilan o‘rnatilgan uzviy hamkorlik va oila muhitida maktabdagi tarbiyaviy ishlarning davom ettirilishi bolaning ijtimoiy moslashuvini sezilarli darajada tezlashtiradi. Oila va ta’lim muassasasi bir maqsad yo‘lida birlashgandagina, inklyuziv tarbiya o‘zining haqiqiy insonparvarlik mohiyatini namoyon etadi.

Zamonaviy texnologiyalarni o‘quv jarayoniga tatbiq etish va maktablarda to‘siqsiz muhitni yaratish masalasi ham alohida ahamiyatga ega. Bolaning jismoniy holatidan qat’i nazar, axborotni qabul qilish va bilim olish imkoniyatiga ega bo‘lishi uning huquqiy va insoniy ehtiyojidir. Tadqiqot natijalari shuni tasdiqlaydiki, sog‘lom bolalar ham inklyuziv muhitda tarbiyalanish orqali bag‘rikenglik, rahm-shafqat va kishilarni boricha qabul qilish kabi yuksak fazilatlarni egallaydilar. Bu jarayon jamiyatda diskriminatsiyaning kamayishiga va inson qadri hamma narsadan ustun turadigan ijtimoiy muhitning shakllanishiga olib keladi. Har bir bolaning iqtidorini kashf etish va unga teng imkoniyatlar taqdim etish orqali biz nafaqat ta’lim sifatini oshiramiz, balki adolatli va insonparvar kelajakni barpo etamiz.

FOYDALANGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasining "Ta’lim to‘g‘risida"gi Qonuni. — Toshkent, 2020-yil 23-sentabr.
2. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ-4860-sonli Qarori. "Alohida ta’lim ehtiyojlari bo‘lgan bolalarga ta’lim-tarbiya berish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida". — Toshkent, 2020-yil 13-oktabr.
3. Vygotskiy L.S. "Defektologiya asoslari". — Moskva: Pedagogika, 2003. — 368 b.
4. Muminova L.R., Shomahmudova R.Sh. "Inklyuziv ta’lim: metodik tavsiyanoma". — Toshkent: "Yangi asr avlodi", 2013. — 124 b.
5. Gulyamov S.S. "Inklyuziv ta’lim metodikasi va zamonaviy texnologiyalari". — Toshkent: Fan va texnologiyalar, 2021. — 210 b.
6. Nurmuhammedova Sh. "Inklyuziv ta’lim sharoitida o‘quv jarayonini tashkil etish". — Toshkent: TDPU nashriyoti, 2022. — 186 b.

ISSN 3030-3907

7. Ainscow M. "Developing Inclusive Schools: From Research to Action". — London: Routledge, 2016. — 240 p.
8. UNESCO. "Policy Guidelines on Inclusion in Education". — Paris, 2009. — 65 p.
9. Xalilov A.J. "Pedagogik tadqiqotlar metodologiyasi". — Toshkent: Noshir, 2022. — 195 b.

ISSN 3030-3907

OG`IZ BO`SHLIG`I INDIVIDUAL GIGYENASIDA QO`LLANILADIGAN TISH PASTALARINING SIFAT VA XAVFSIZLIK KO`RSATKICHLARI ASOSIDA SINFLANISHI

Xamdamova L.R.
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
Hamroqulov M.G`.
Toshkent kimyo-texnologiya instituti
Nasirov S.K.
Toshkent davlat tibbiyot universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada og‘iz bo‘shlig‘i individual gigiyenasida qo‘llaniladigan tish pastalarining sifat va xavfsizlik ko‘rsatkichlari asosida tasniflash masalalari o‘rganilgan. Tadqiqotning maqsadi zamonaviy tish pastalarining tarkibiy tuzilmasi, faol komponentlari hamda ularning stomatologik kasalliklar profilaktikasidagi ahamiyatini ilmiy adabiyotlar asosida tahlil qilishdan iborat. Tadqiqot jarayonida stomatologiya va gigiyena sohasidagi ilmiy manbalar tahlil qilinib, tish pastalarining abraziv, mineral, antiseptik, fermentli va boshqa biologik faol komponentlari asosida tasniflash imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Natijalar tish pastalarining tarkibi va funksional xususiyatlari ularning profilaktik samaradorligi hamda xavfsizlik darajasini belgilovchi muhim omil ekanligini ko‘rsatdi. Xulosa sifatida tish pastalarini sifat va xavfsizlik mezonlari asosida ilmiy asoslangan tarzda tizimlashtirish stomatologik gigiyena vositalarini samarali qo‘llashda muhim ahamiyatga ega ekanligi asoslandi.

Kalit so‘zlar: og‘iz bo‘shlig‘ining asosiy gigiyena vositalari, tish pastalari, stomatologik kasalliklar profilaktikasi, individual og‘iz gigiyenasi dasturi, fermentlar.

Аннотация. В данной статье рассмотрены вопросы классификации зубных паст, применяемых в индивидуальной гигиене полости рта, на основе показателей качества и безопасности. Целью исследования явился анализ структурного состава современных зубных паст, их активных компонентов, а также их значения в профилактике стоматологических заболеваний на основе данных научной литературы. В ходе исследования были проанализированы научные источники в области стоматологии и гигиены, а также рассмотрены возможности классификации зубных паст по содержанию абразивных, минеральных, антисептических, ферментных и других биологически активных компонентов. Результаты показали, что состав и функциональные свойства зубных паст являются важными факторами, определяющими их профилактическую эффективность и уровень безопасности. В качестве заключения обосновано, что научно обоснованная

ISSN 3030-3907

систематизация зубных паст на основе критериев качества и безопасности имеет важное значение для эффективного применения средств стоматологической гигиены.

Ключевые слова: основные средства гигиены полости рта, зубные пасты, профилактика стоматологических заболеваний, индивидуальная программа гигиены полости рта, ферменты.

Abstract. This article examines the classification of toothpastes used in individual oral hygiene based on quality and safety indicators. The aim of the study was to analyze the compositional structure of modern toothpastes, their active components, and their role in the prevention of dental diseases based on scientific literature. During the study, scientific sources in the fields of dentistry and hygiene were analyzed, and the possibilities of classifying toothpastes according to abrasive, mineral, antiseptic, enzymatic, and other biologically active components were considered. The results showed that the composition and functional characteristics of toothpastes are important factors determining their preventive effectiveness and safety level. In conclusion, it was substantiated that the scientifically grounded systematization of toothpastes based on quality and safety criteria is of great importance for the effective use of oral hygiene products.

Keywords: basic oral hygiene products, toothpastes, prevention of dental diseases, individual oral hygiene program, enzymes.

KIRISH.

Bugungi kunda tishlarning qattiq to‘qimalari hamda parodont kasalliklari keng tarqalgan patologiyalar qatoriga kirib, aholi salomatligiga salbiy ta’sir ko‘rsatuvchi omillar orasida yetakchi o‘rinlardan birini egallaydi [1,2]. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlari hamda maxsus ilmiy adabiyotlar tahliliga ko‘ra, bolalar populyatsiyasida stomatologik kasalliklarning tarqalish darajasi 74–96% ni, kattalar orasida esa deyarli 100% ni tashkil etadi [1,2].

Stomatologik muassasalarda bemorlarga nafaqat klinik stomatologik yordam ko‘rsatiladi, balki individual og‘iz gigiyenasi dasturi ham ilmiy asosda ishlab chiqiladi va joriy etiladi. Ushbu dastur quyidagi tamoyillarga asoslanadi[3,4]:

- To‘liq individuallashtirilgan yondashuvni ta’minlash;
- Har bir bemorning stomatologik va gigiyenik holatini hisobga olish;
- Dinamik kuzatuv va samarali nazorat mexanizmlarini joriy etish.

Gigiyena vositalari deganda tish qoplamalariga mexanik ta’sir ko‘rsatuvchi oddiy va murakkab qurilmalar — tish cho‘tkalari, tish iplari, tish kavlagichlar, irrigatorlar va shunga o‘xshash vositalar tushuniladi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, gigiyena vositalari odatda pasta shaklidagi (tish pastalari, gellar) yoki suyuq (eliksirlar, chayqovchi vositalar) preparatlar bo‘lib, ular tish qoplamalariga mexanik ta’sir ko‘rsatadi va ko‘pincha kimyoviy tabiatga ega profilaktik qo‘shimchalarni o‘z ichiga oladi.

Sjenova T.M. (2017) dissertatsiya tadqiqotida zamonaviy og‘iz gigiyenasi vositalari — ularning klassifikatsiyasi, tarkibi, xavfsiz ishlab chiqarish talablari o‘rganilgan hamda davolovchi-profilaktik qo‘shimchalarga asoslangan standartlashtirish algoritmi ishlab chiqilgan.

TR TS 009/2011 “Parfyumeriya-kosmetika mahsulotlari xavfsizligi to‘g‘risida” texnik reglamentiga muvofiq, og‘iz bo‘shlig‘i gigiyena vositalari — bu tishlar, milklar va og‘iz shilliq qavatiga bevosita qo‘llaniladigan, ularni tozalash, hid berish, tashqi ko‘rinishini yaxshilash, himoya qilish va yaxshi holatda saqlash maqsadidagi gigiyenik va/yoki profilaktik ta’sirga ega parfyumeriya-kosmetika mahsulotidir[2,5].

Shunga qaramay, rasmiy tasdiqlangan yagona klassifikatsiya mavjud emas. Bozor va normativ hujjatlar tahliliga ko‘ra, asosiy ikki tur mavjud: tish pastalari va suyuq gigiyenik vositalar.

Maqsadiga ko‘ra tish pastalarining quyidagi turlari farqlanadi:gigiyenik va davolovchi-profilaktik

Zamonaviy bozorda turli faol komponentlarga ega bo‘lgan keng assortimentdagi tish pastalari mavjud.

Tish pastasi murakkab ko‘p komponentli tizim hisoblanib, uning tarkibiga kiruvchi elementlar quyidagi jadvalda batafsil ko`rsatilgan [2,6,7,8,9]:

1-jadval

№	Komponent nomi	Vazifasi	Miqdori (%)
1	Abraziv moddalar (kremniy dioksidi, kalsiy karbonat va b.)	Tish yuzasini mexanik tozalash	20 – 50 %
2	Namlovchilar (glitserin, sorbitol, propilen glikol)	Qurib qolishdan saqlash	20 – 40 %
3	Bog‘lovchi moddalar (Na-KMK, karbomer, ksantan saqichi)	Konsistensiyani barqarorlashtirish	0,5 – 2 %
4	Ko‘pik hosil qiluvchilar (natriy lauril sulfat)	Tozalash samaradorligini oshirish	0,5 – 2 %
5	Sirt-faol moddalar	Tozalash va dispersiya jarayonini kuchaytirish	0,5 – 3 %

ISSN 3030-3907

6	Konservantlar (natriy benzoat va b.)	Mikroorganizmlardan himoya	0,1 – 0,5 %
7	Ta’m beruvchi moddalar (mentol, aromatlar)	Yoqimli ta’m va hid berish	0,5 – 1,5 %
8	Shirinlashtiruvchilar (natriy saxarin)	Ta’mni yaxshilash	0,1 – 0,3 %
9	Rang beruvchilar	Estetik ko‘rinish ta’minlash	0,01 – 0,5 %
10	Suv	Erituvchi asos	20 – 45 %
11	Davolovchi-profilaktik komponentlar (ftoridlar, kalsiy fosfatlar, o‘simlik ekstraktlari)	Karies va parodont kasalliklarining oldini olish	0,1 – 1 %

T.V. Poprujenko va T.N. Terekova (2009) tomonidan taklif etilgan klassifikatsiya quyidagi 2-jadvalda aks etgan [10]:

2-jadval

№	Tish pastasi turi	Asosiy komponentlar	Tarkibdagi miqdori (%)
1	Gigiyenik va oqartiruvchi pastalar	Abraziv moddalar (SiO_2, $CaCO_3$)	25 – 50 %
2	Kariyesga qarshi davolovchi-profilaktik pastalar	Ftoridlar (NaF, Na_2PO_3F)	0,10 – 0,15 % (1000–1500 ppm F^-)
3	Parodontni himoya qiluvchi pastalar	Antiseptiklar (xlorheksidin)	0,05 – 0,2 %
4	Kombinatsiyalangan pastalar	Ftoridlar	0,10 – 0,15 %

S.B. Ulitovskiy tomonidan ishlab chiqilgan klassifikatsiya esa avlodlar almashinuvi tamoyiliga asoslanadi. 2002-yilda “Maxsus” sinfi joriy etilgan [11]: Fleyshyer G.M. (2005) davolovchi-profilaktik pastalarni tarkibi va ta’sir yo‘nalishiga ko‘ra quyidagi ajratgan [12]:

3-Jadval

Mineralizatsiyaga ta’sir qiluvchi pastalar tarkibida (3-jadval):

Komponent	Tarkibdagi miqdori (%)
Ftor birikmalari (NaF, Na_2PO_3F)	0,10 – 0,15 % (1000–1500 ppm F^-)
Kalsiy birikmalari	0,5 – 3 %

ISSN 3030-3907

Fosfatlar	0,5 – 3 %
Makro va mikroelementlar	0,1 – 1 %
Mochevina (karbamid)	1 – 10 %
Magniy, natriy tuzlari	0,1 – 1 %

4-Jadval

Sezgirlikni kamaytiruvchi pastalar tarkibida (4-jadval):

Komponent	Tarkibdagi miqdori (%)
Kaliy tuzlari (KNO_3)	3 – 5 %
Stronsiy birikmalari	5 – 10 %

5-Jadval

Parodont va shilliq qavatga ta’sir qiluvchi pastalar tarkibida (5-jadval):

Komponent	**Tarkibdagi miqdori (%)**
Yallig‘lanishga qarshi moddalar	0,1 – 1 %
Gemostatik vositalar	0,05 – 0,5 %
Vitaminlar (A, E va b.)	0,01 – 0,1 %
Dorivor o‘simlik ekstraktlari	0,5 – 2 %
Fermentlar	0,1 – 1 %

6-jadval

Oqartiruvchi pastalar tarkibida (6-jadval):

Komponent	**Tarkibdagi miqdori (%)**
Peroksid birikmalar (H_2O_2, karbamid peroksid)	0,1 – 2 %
Oqartiruvchi fermentlar	0,1 – 1 %

Shuningdek antiseptiklar, stabilizatorlar va turli biologik faol moddalar qo‘llaniladi [12].

7-Jadval

Bolalar uchun mo‘ljallangan asosiy gigiyena vositalari (7-jadval):

Komponent	**Tarkibdagi miqdori (%)**
Ftor (past dozada)	0,025 – 0,10 % (500–1000 ppm)
Kalsiy va fosfor	0,5 – 2 %

ISSN 3030-3907

Abraziv moddalar (yumshoq)	10 – 30 %
Xavfsiz namlovchilar	20 – 40 %

Ayniqsa, kichik yoshdagi bolalar hamda psixonevrologik buzilishlar bilan og‘rigan bemorlar tuflash jarayonini to‘liq nazorat qila olmaydi; shuning uchun xavfsizlik masalasi dolzarb ahamiyatga ega [13,14].

Shu munosabat bilan, biz zamonaviy bozorda taklif etilayotgan turli xil tish pastalarining samaradorligi va xavfsizligini o‘rganishni maqsad qildik. Zamonaviy og‘iz bo‘shlig‘i gigiyena vositalarini tadqiq etishda ularning bolalar yoshida hamda somatik jihatdan og‘ir ahvoldagi, jumladan psixonevrologik buzilishlar mavjud bemorlarda qo‘llanilishi hisobga olindi[15].

Xorijiy va rossiyalik olimlarning tish pastalarini o‘rganish va tadqiq etishga bag‘ishlangan ilmiy ishlari sistematik tarzda tahlil qilindi.

Kiritish mezonlari sifatida PubMed, eLibrary va Cochrane ma’lumotlar bazalarida ro‘yxatdan o‘tgan nashrlar tanlandi.

Adabiyotlar tahlili jami 25 ta ilmiy manba asosida amalga oshirildi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Adabiyotlarni tahlil qilish natijasida, xususan bolalar yoshida qo‘llaniladigan tish pastalari tarkibida kariyesga qarshi samarali bo‘lgan quyidagi faol komponentlar ajratib ko‘rsatildi: aminofloridlar, glitserofosfat, bromelayn, kalsiy glitserofosfat, natriy ftorid (Sodium Fluoride 0,04%), natriy monoftorofosfat, kalsiy glyukonat va gidroksiapatit [2,16,17,18,19].

2017-yilda Omsk davlat tibbiyot universiteti olimlari tomonidan o‘tkazilgan tadqiqot natijasida ftor saqlamaydigan tish pastalari doimiy tishlar emalining yetilish jarayoniga salbiy ta’sir ko‘rsatmasligi aniqlangan. Eng samarali vositalar tarkibida sifatida ftorli mavjud bo‘lib, ular yordamida emalning yetilish jarayonini boshqarish imkoniyati mavjudligi ko‘rsatilgan[2,20].

Biroq, T.V. Kupets va hammualliflar (2012) tomonidan o‘tkazilgan klinik tadqiqotda ftor saqlamaydigan ba`zi tish pastalari bolalar tish pastalarining doimiy tishlar kariyesi va gingivitlarning oldini olishda yuqori samaradorligi isbotlangan. Shuningdek, remineralizatsiyalovchi ftor saqlamaydigan pastalar bilan aminofloridli pastalar o‘rtasida samaradorlik bo‘yicha sezilarli farq aniqlanmagan [2,21].

Aminoflorid — bu organik ftor birikmasi bo‘lib, tish emalini mustahkamlaydi va uning yuzasida barqaror himoya plyonkasi hosil qiladi. Molekulaning o‘ziga xos tuzilishi tufayli ftorid ioni amin guruhi bilan bog‘langan bo‘lib, u organik yog‘ kislotasi qoldig‘idan iborat uglevodorod zanjiriga ega. Ushbu tuzilma sirt-faol moddalarga xos bo‘lib, suyuqliklarning sirt tarangligini kamaytiradi va namlangan yuzalarda bir tekis taqsimlanish imkonini beradi [2,22].

ISSN 3030-3907

Natijada tish yuzasida uzoq vaqt davomida, hatto ovqatlanishdan keyin ham saqlanib qoladigan barqaror kalsiy ftorid qatlami hosil bo‘ladi. Ayrim mualliflarning ta’kidlashicha, aminofloridli tish pastalarini muntazam qo‘llash emal yuzasida ftor “deposi” hosil bo‘lishiga olib keladi, bu esa demineralizatsiya jarayonini sekinlashtiradi va remineralizatsiyani tezlashtiradi, jumladan boshlang‘ich kariyes o‘choqlarining tiklanishiga yordam beradi[2,23].

Shuningdek, aminofloridli pastalar bilan natriy ftoridli pastalarni solishtirganda, oxirgisi emal remineralizatsiyasiga sezilarli ta’sir ko‘rsatmaganligi haqida ma’lumotlar mavjud.

I.M. Makeeva, M.A. Polyakova va Ya.A. Xon o‘z tadqiqotlarida gidroksiapatitli tish pastalari gigiyenani saqlashda ftorli pastalarga nisbatan yuqori samaradorlik ko‘rsatganini aniqlagan[17,23].

Og‘izning rezident mikroflorasidan 10 ta mikroorganizm o‘rganildi: Streptococcus salivarius, Streptococcus mitis, Streptococcus mutans, Staphylococcus aureus, Staphylococcus epidermidis, Staphylococcus saprophiticus, Escherichia coli, Klebsiella *spp.*, Proteus *spp.*, Enterococcus *spp.*, Actinomyces *spp [2,24]*.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, optimal konsentratsiyadagi ftor saqlovchi pastalar kundalik davolovchi-profilaktik vosita sifatida individual og‘iz gigiyenasi dasturiga kiritilishi mumkin. O‘rganilgan pastalar ichida og‘iz mikroflorasiga ta’sir samaradorligi eng yuqori ko‘rsatkich 26,9 mmni tashkil etgan[2,24].

2019-yilda yallig‘lanishga qarshi faollikka ega yangi tish pastalari bo‘yicha tadqiqotlar e’lon qilingan. Zamonaviy bozorda o‘simlik asosidagi pastalar ustunlik qiladi. Hindiston olimlari parodont yallig‘lanishlariga qarshi pastalarni samarali deb hisoblaydi[2,25].

Buyuk Britaniya va Hindiston olimlari fermentli pastalar (*laktoperoksidaza*, *amiloglyukozidaza*, *glyukozaoksidaza*) yallig‘lanishga qarshi ta’sir jihatidan yuqori samaradorlikka ega ekanini ko‘rsatgan. Germaniya va Ispaniya tadqiqotchilari parodontit bilan og‘rigan bemorlarga natriy laurilsulfatsiz tish pastalarini tavsiya etgan [2,25].

Fitokomponentli pastalar yallig‘lanishga qarshi ta’sir ko‘rsatadi, biroq allergik reaksiyalarni chaqirishi mumkin. Triklozanli antiseptik pastalar bakteritsid ta’sir ko‘rsatadi, ammo 2 haftadan ortiq qo‘llash tavsiya etilmaydi, chunki normal mikroflora ham zararlanadi.

Zamonaviy yo‘nalish fermentli tarkibli pastalardir. Fermentlar tish qoplamasining organik matriksini parchalash va bakteriostatik yoki bilvosita bakteritsid ta’sir ko‘rsatish orqali tozalash samaradorligini oshiradi[25].

Fermentlar quyidagicha tasniflanadi:

ISSN 3030-3907

Antimikrob fermentlar: lizotsim, ribonukleaza, dezoksiribonukleaza, peroksidaza, glyukozaoksidaza, laktoperoksidaza, bromelayn [2,15].

Kombinatsiyalangan ta’sir fermentlari: karbogidraza, proteaza, lipaza, dekstranaza, amilaza, mutanaza, amiloglyukozidaza [2,15].

Natriy laurilsulfat saqlovchi pastalar og‘iz suyuqligi mineralizatsiya balansiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. U emal kristall panjarasiga kirib, ion muvozanatini buzadi [15,22].

Xorijiy tadqiqotlarda natriy laurilsulfatli pastalar shilliq qavatning epiteliy qavatini ko‘chishi, stomatit va yallig‘lanishlarga sabab bo‘lishi mumkinligi ko‘rsatilgan [15,22].

Bromelayn — o‘simlik proteolitik fermenti bo‘lib, yumshoq tish qoplamasini parchalashda samarali [15,22].

Kalsiy glitserofosfatli pastalar yuqori tozalash xususiyatiga ega. Bromelayn, glitserofosfat va aminofloridli pastalar kichik maktab yoshidagi bolalarda stomatologik sog‘liqni yaxshilashda bir xil samaradorlik ko‘rsatgan [2,15,22].

XULOSA VA TAKLIFLAR

Zamonaviy bozor og‘iz bo‘shlig‘i kasalliklarining etiologik omillariga ta’sir ko‘rsatuvchi turli faol komponentlarga ega bo‘lgan keng turdagi tish pastalarini taklif etmoqda.

Shu bilan birga, hozirgi kunga qadar tasodifan yutib yuborilganda yoki uzoq muddat davomida qo‘llanilganda mutlaqo xavfsiz deb e’tirof etilishi mumkin bo‘lgan tish pastasi mavjud emas.

Mazkur holat, ayniqsa, og‘ir somatik kasalliklari mavjud, jumladan psixonevrologik buzilishlar bilan kechuvchi bemorlar uchun individual og‘iz gigiyenasi dasturini ishlab chiqishda alohida ahamiyat kasb etadi.

Shu munosabat bilan tish pastalarining asosiy individual gigiyena vositasi sifatidagi mutlaq xavfsizligini ta’minlash masalasi hozirgi kunda ham dolzarb bo‘lib qolmoqda hamda chuqur ilmiy asoslangan yondashuvni talab etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Силагадзе Е.М., Салахов А.К., Байкеев Р.Ф., Ксембаев С.С. Технология индивидуального прогнозирования развития кариеса зубов. Казань. 2019:130. [E.M. Silagadze, A.K. Salakhov, R.F. Baykeev, S.S. Ksembayev. Technology of individual forecasting of dental caries development. Kazan. 2019:130. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=38238438

2. Анализ зубных паст, применяемых в качестве основного средства индивидуальной гигиены полости рта. обзор литературы. Абдрашитова А. Б., Гайнуллина Д. К., Морозова Л.Г. Проблемы стоматологии 2021, том 17, № 4,

ISSN 3030-3907

стр. 5-12 © 2021, Екатеринбург, УГМУ. DOI: 10.18481/2077-7566-21-17-4-5-12

3. Улитовский С.Б., Антипова А.В. Изучение свойств активных компонентов зубных паст. Институт стоматологи. 2018;1(78):110-112. [S.B. Ulitovsky, A.V. Antipova. Studying the properties of active components of toothpastes. Institute of Dentists. 2018;1(78):110-112. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=34964806

4. Булаева А.М., Золикова Е.А., Ионрданов Е.В. Оценка соответствия зубных паст государственным стандартам. Forcipe. 2020;3(S):930-931. [A.M. Bulaeva, E.A. Golikova, E.V. Iordanov. Assessment of compliance of toothpastes with state standards. Forcipe. 2020;3(S):930-931. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=43461439

5. Сженова Татьяна Михайловна. Современные методы контроля качества зубных паст и ополаскивателей лечебно-профилактического назначения : автореферат дис.... кандидата фармацевтических наук: 14.04.02. [Место защиты: Первый моск. гос. мед. ун-т. им. И.М. Сеченова]. Москва, 2018:24.

6. Sazhenova Tatiana Mikhailovna. Modern methods of quality control of toothpastes and rinses for therapeutic and prophylactic purposes : abstract of the dissertation of the Candidate of Pharmaceutical Sciences : 14.04.02. [Place of protection: First Moscow State Med. I.M. Sechenov Univ.]. Moscow, 2018:24. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=30492986

7. Фаропонова Е.А. Возможности коррекции метаболических нарушений в ротовой жидкости с помощью гигиенических средств антиоксидантной направленности. Современные проблемы науки и образования. 2016;4:49. [E.A. Faroponova. Possibilities of correction of metabolic disorders in the oral fluid with the help of antioxidant hygiene products. Modern problems of science and education. 2016;4:49. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=30492986

8. Щепинова И.К., Салтыкова Е.Н., Куприна И.В. Эффективность влияния зубной пасты «Parodontax» на микроорганизмы зубного налета. Организм и среда жизни. 2018;4:101-105. [I.K. Shchepinova, E.N. Saltykova, I.V. Kuprina. The effectiveness of the influence of Parodontax toothpaste on plaque microorganisms. Organism and life environment. 2018;4:101-105. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=34981281

9. Малышева А.В., Фалалеева Е.А., Петров С.Б., Еликов А.В. Громов Я.П. Изменение биохимической структуры ротовой жидкости при использовании пасты с глауконитом. Актуальные вопросы стоматологии детского возраста : Сб.науч.статей 3-ей Всероссийской научно-практической конференции. Казань. 2020:107-110. [A.V. Malysheva, E.A. Falaleeva, S.B. Petrov, A.V.

ISSN 3030-3907

Elikov, Ya.P. Gromov. Changes in the biochemical structure of the oral fluid when using a paste with gluconate. Actual problem of pediatric dentistry : Collection of scientific articles of the 3rd All Russian scientific and practical conference. Kazan. 2020:107-110. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=42528761

10. Сущенко А.В., Красникова О.П., Алферова Е.А., Олейник О.И., Соловьева А.Л. Концепция персонифицированного профилактического подхода к профилактике стоматологических заболеваний у детей. Журнал научных статей здоровье и образование в XXI веке. 2017;19(5):89-93. [A.V. Sushchenko, O.P. Krasnikova, E.A. Alferova, O.I. Oleynik, A.L. Solovyova. The concept of personalized prevention approach to the prevention of dental diseases in children. The journal of scientific articles health and education millennium. 2017;19(5):89-93. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=28278752

11. Улитовский С.Б., Антипова А.В. Исследование эффективности применения отдельных зубных паст с различными активными компонентами. Ученые записки СПБГМУ Им. Акад. И.П. Павлова. 2018;5(2):57-61. [S.B. Ulitovskiy, A.V. Antipova. Investigation of the effectiveness of the use of individual toothpastes with various active ingredients. Scientific notes of St. Petersburg State Medical University named after Acad. I.P. Pavlova. 2018;5(2):57-61. (In Russ.)]. https://doi.org/10.24884/1607-4181-2018-25-2-57-61

12. Флейшер Г.М. Современная классификация лечебно-профилактических зубных паст. Стоматология детского возраста и профилактика. 2005;1-2:39-41.

13. [G.M. Fleisher. Modern classification of therapeutic and prophylactic toothpastes. Dentistry of childhood and prevention. 2005;1-2:39-41. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item. asp?id=9477888

14. Аврамова О.Г., Заборская А.Р., Кулаженко Т.В., Горячева В.В., Скрипкина Г.И. Роль фторидных зубных паст в профилактике фиссурного кариеса у детей. Стоматология. 2017;96(6-2):51-52. [O.G. Avramova, A.R. Zaborskaya, T.V. Kulazhenko, V.V. Goryacheva, G.I. Skripkina. The role of fluoride toothpastes in the prevention of fissure caries in children. Dentistry. 2017;96(6-2):51-52. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=35389757

15. Авраамова О.Г., Заборская А.Р., Скрипкина Г.И., Жорова Т.Н. Влияние зубных паст на состояние твердых тканей постоянных зубов у детей. Стоматология детского возраста и профилактика. 2014;13(2-49):53-56. [O.G. Avraamova, A.R. Zaborskaya, G.I. Skripkina, T.N. Zhorova. Toothpastes influence on a condition of teeth hard tissues at children. Pediatric dentistry and

ISSN 3030-3907

prophylaxis. 2014;13(2-49):53-56. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=22263933

16. Салеев Р.А., Абдрашитова А.Б., Гайнуллина Д.К., Мустафин И.Г. Сравнительный анализ микробиоты ротовой жидкости у пациентов с психоневрологическими расстройствами при применении зубной пасты с ферментом «Бромелайн». Пародонтология. 2020;25(1):16-21. [R.A. Saleev, A.B. Abdrashitova, D.K. Gainullina, I.G. Mustafin. Comparative analysis of microbiota of oral fluid in patients with psychoneurological disorders using toothpaste with the enzyme «Bromelain». Parodontologiya. 2020;25(1):16-21. (In Russ.)]. https://doi.org/10.33925/1683-3759-2020-25-1-16-21.

17. Герасимова Л.П., Кабирова М.Ф., Усманова И.Н., Гадиуллин А.М. Влияние лечебно-профилактических зубных паст на процессы свободнорадикального окисления в модельных системах и ротовой жидкости у пациентов с хроническим гингивитом. Пародонтология. 2016;21;2(79):53-56. [L.P. Gerasimova, M.F. Kabirova, I.N. Usmanova, A.M. Gadiullin. Influence therapeutic and prophylactic toothpaste on free radical oxidation processes in model systems and oral fluid of patients with chronic gingivitis. Parodontologiya. 2016;21;2(79):53-56. (In Russ.)]. https://doi.org/10.17116/stomat20209901127

18. Макеева И.М., Полякова М.А., Хон Я.А. Сравнительная оценка эффективности детских лечебно-профилактических зубных паст, содержащих фторид и гидроксиапатит. Dental Forum. 2013;4:39-42. [I.M. Makeeva, M.A. Polyakova, Ya.A. Khon. Comparative evaluation of the effectiveness of children's therapeutic and prophylactic toothpastes containing fluoride and hydroxyapatite. Dental Forum 2013;4:39-42. (In Russ.)]. https://doi.org/10.17116/stomat20189705134

19. Успенская О.А., Трефилова О.В., Ленкович Е.Н. Сравнительная характеристика эффективности зубных паст, имеющих в своем составе кальций и фтор. Эндодонтия Today. 2019;17(4):8-11. [O.A. Uspenskaya, O.V. Trefilova, E.N. Levkovich. Comparative characteristics of the effectiveness of toothpastes containing calcium and fluoride. Endodontics Today. 2019;17(4):8-11. (In Russ.)]. https://doi.org/10.36377/1683-2981-2019-17-4-8-11

20. Жильцова Е.С., Щербакова Т.А. Роль зубных паст в профилактике кариеса зубов. Бюллетень медицинских интернет конференций. 2015;5(10):1237. [E.S. Zhiltsova, T.A. Shcherbakova. The role of toothpastes in the prevention of dental caries. Bulletin of medical Internet conferences. 2015;5(10):1237. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item. asp?id=24931649

21. Аврамова О.Г., Заборская А.Р., Кулаженко Т.В., Горячева В.В., Скрипкина Г.И. Роль фторидных зубных паст в профилактике фиссурного

ISSN 3030-3907

кариеса у детей. Стоматология. 2017;96(6-2):51-52. [O.G. Avramova, A.R. Zaborskaya, T.V. Kulazhenko, V.V. Goryacheva, G.I. Skripkina. The role of fluoride toothpastes in the prevention of fissure caries in children. Dentistry. 2017;96(6-2):51-52. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=35389757

22. Купец Т.В., Мателo С.К., Полянская Л.Н., Жугина Л.Ф., Щур Н.П. Сравнительная оценка эффективности различных детских зубных паст в профилактике стоматологических заболеваний у школьников младшего возраста. Российский вестник перинатологии и педиатрии. 2021;57(4-1):46-151. [T.V. Kupets, S.K. Matelo, L.N. Polyanskaya, L.F. Zhugina, N.P. Shchur. Comparative evaluation of the effectiveness of various children's toothpastes in the prevention of dental diseases in younger schoolchildren. Russian Bulletin of Perinatology and Pediatrics. 2021;57(4-1):46-151. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=18814937

23. Сарап Л.Р., Подзорова Е.А., Терентьева Н.В. Сравнительные клинические исследования зубных паст, содержащих аминофторид и фторид натрия. Стоматология детского возраста и профилактика. 2005;4(3-4):84-87. [L.R. Sarap, E.A. Podzorova, N.V. Terentyeva. Comparative clinical studies of toothpastes containing aminofluoride and sodium fluoride. Pediatric dentistry and prevention. 2005;4(3-4):84-87. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=9477928

24. Кузьмина Э.М., Лапатина А.В., Абдусаламова Б.Ф., Лаптева Л.И., Исаева В.А. Эффективность зубной пасты с аминофторидом для профилактики и лечения начального кариеса зубов у детей. Dental forum. 2017;4:86-91. [E.M. Kuzmina, A.V. Lopatina, B.F. Abdusalamova, L.I. Lapteva, V.A. Isaeva. The effectiveness of toothpaste with aminofluoride for the prevention and treatment of initial dental caries in children. Dental forum. 2017;4:86-91. (In Russ.)]. https://elibrary.ru/item.asp?id=30504330

25. Кадирова Р.С., Мухамедов И.М. Биология полости рта при использовании различных зубных паст. Stomatologiya. 2018;4:67-70. [R.S. Kadirova, I.M. Mukhamedov. Biology of the oral cavity when using various toothpastes. Stomatologiya 2018;4:67-70. (In Russ.)]. https://doi.org/10.26739/2091-5845-2018-1-28

26. Гайсина Е.Ф., Портнягин А.В., Спицина Т.П. Современные разработки новых зубных паст с противовоспалительной активностью за период с 2017 по 2019 год. Проблемы стоматологии. 2019;15(4):11-18. [E.F. Gaisina, A.V. Portnyagin, T.P. Spitsyna. Modern developments of new toothpastes with anti-inflammatory activity for the period from 2017 to 2019. Actual problems in

ISSN 3030-3907

dentistry. 2019;15(4):11-18. (In Russ.)]. https://doi.org/10.18481/2077-7566-2019-15-4-11-18

ISSN 3030-3907

YUPQA PLYONKALI QUYOSH MODULLARI: FIZIKASI, AFZALLIKLARI VA QO‘LLANILISHI

Oripova Dilnoza Karimjon qizi
Andijon davlat texnika instituti Qurilish muhandisligi va elektroenergetika fakulteti 3-kurs K03-23 guruh talabasi
E-mail: oripovad519@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada yupqa plyonkali quyosh modullarining fizik asoslari, tuzilishi, ishlash prinsipi hamda ularning asosiy afzalliklari va qo‘llanilish sohalari tahlil qilinadi. Yupqa qatlamli fotoelektrik materiallar asosida ishlovchi bu modullar kam material sarfi, yuqori harorat va past yorug‘lik sharoitida samarali ishlashi bilan ajralib turadi. Shuningdek, ularning moslashuvchanligi va estetik ko‘rinishi sababli binolarga integratsiyalashgan quyosh tizimlarida keng qo‘llanilishi ko‘rib chiqiladi. Maqolada amorf kremniy, CdTe, CIGS va perovskit kabi materiallarning xususiyatlari, ularning energiya ishlab chiqarish samaradorligi hamda kristalli modullar bilan taqqoslanishi yoritilgan.

Kalit so‘zlar: Yupqa plyonkali quyosh modullari, fotoelektrik effekt, amorf kremniy, CdTe, CIGS, perovskit, p-n o‘tish, quyosh energiyasi, qayta tiklanuvchi energiya, BIPV, moslashuvchan panellar, energiya samaradorligi.

Аннотация. В данной статье анализируются физические основы, структура, принцип работы, а также основные преимущества и области применения тонкопленочных солнечных модулей. Эти модули, основанные на тонкопленочных фотоэлектрических материалах, характеризуются низким расходом материала, эффективной работой в условиях высоких температур и низкой освещенности. Также рассматривается их широкое применение в интегрированных в здания солнечных системах благодаря их гибкости и эстетичному внешнему виду. В статье обсуждаются свойства таких материалов, как аморфный кремний, CdTe, CIGS и перовскит, их эффективность выработки энергии и их сравнение с кристаллическими модулями.

Ключевые слова: Тонкопленочные солнечные модули, фотоэлектрический эффект, аморфный кремний, CdTe, CIGS, перовскит, p-n-переход, солнечная энергия, возобновляемая энергия, интегрированные в здания солнечные системы, гибкие панели, энергоэффективность.

Abstract. This article analyzes the physical foundations, structure, operating principle, and main advantages and areas of application of thin-film solar modules. These modules, which are based on thin-film photovoltaic materials, are characterized by low material consumption, efficient operation in high temperature and low light conditions. Also, their wide application in building-integrated solar

ISSN 3030-3907

systems due to their flexibility and aesthetic appearance is considered. The article discusses the properties of materials such as amorphous silicon, CdTe, CIGS, and perovskite, their energy generation efficiency, and their comparison with crystalline modules.

Keywords: Thin-film solar modules, photovoltaic effect, amorphous silicon, CdTe, CIGS, perovskite, p-n junction, solar energy, renewable energy, BIPV, flexible panels, energy efficiency.

KIRISH.

Yupqa plyonkali modul ishlab chiqarish uchun kristalli modullarga qaraganda taxminan 10 baravar kam kremniy kerak bo‘ladi. Biroq, hozirgi bozor holati shundayki, ko‘pgina amorf kremniyli yupqa plyonkali modul ishlab chiqarish zavodlarining yopilishi tufayli ular ko‘pincha an'anaviy kristalli quyosh panellariga qaraganda qimmatroq sotiladi. Yupqa plyonkali kremniy modul ishlab chiqarish hozirda umumiy quyosh panellari bozorining bir necha foizini tashkil qiladi. Bular asosan kremniy bo‘lmagan quyosh modullari. Ular binoga integratsiyalashgan quyosh panellari bozorida qo‘llaniladi, ya'ni asl ko‘rinish juda muhim bo‘lgan joyda (yupqa plyonkali modullar rangli oynaga o‘xshaydi). Yuqori haroratlarda yaxshiroq ishlash. Yupqa plyonkali amorf kremniydan tayyorlangan fotovoltaik modullar issiq oylarda ko‘proq elektr energiyasi ishlab chiqaradi, kristalli modullar esa harorat oshishi bilan ularning samaradorligini pasaytiradi [1-2].

Yupqa plyonkali quyosh modullari isitish bilan quvvat yo‘qotilishiga kamroq moyil bo‘ladi, bu yerda kristalli modullar quvvatining 15-20% ni yo‘qotadi. Kam yorug‘lik va tarqoq yorug‘likda yuqori solishtirma hosildorlik. Amorf kremniy modullari yorug‘lik darajasida ishlashi mumkin, bu yerda kristalli modullar energiya ishlab chiqarishni to‘xtatadi, shuning uchun xira va tarqoq quyosh nurida amorf kremniy fotovoltaik modullari mono- va polikristalli kremniy panellariga qaraganda ancha yaxshi ishlaydi. Bulutli va yomg‘irli ob-havoda yupqa plyonkali quyosh panellari kristalli panellarga qaraganda 10-20% ko‘proq energiya ishlab chiqaradi. Binolarga uzluksiz integratsiya qilish imkoniyati (derazalarni almashtirish, oynalar va boshqalar). Ishlab chiqarishdagi nuqsonlar ehtimoli kamroq.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Yupqa plyonkali quyosh modullari.

Amorf modullar uchun ishlab chiqarish jarayoni sodda bo‘lgani uchun, mahsulot nuqsonlarga ancha kamroq moyil bo‘ladi. Kristall quyosh modullari quyosh batareyalarini elektr bilan ulash uchun lehimlash yordamida ishlab chiqariladi. Bu zaif nuqta bo‘lib kelgan va shunday bo‘lib qolmoqda, bu an'anaviy modullar uchun ko‘plab kafolat muammolarini keltirib chiqaradi [3-5].

Yupqa plyonkali quyosh modullari butunlay boshqa masala: modullar deyarli har qanday o‘lchamda shakllantirilishi mumkin, bu esa individual quyosh batareyalarini lehimlash zaruratini yo‘q qiladi. Qisman soyalash ostida kamroq quvvat yo‘qotilishi. Kristall kremniy modullari modullarda hatto kichik soyalash yoki axloqsizlik bilan ham o‘z ish faoliyatini 25% yoki undan ko‘proq yo‘qotadi. Yupqa plyonkali modullar hosildorlikda juda ozgina pasayishni boshdan kechiradi, bu esa modulning butun ishlash muddati davomida sezilarli darajada yaxshi ishlashga olib keladi. Bino jabhasidagi yupqa plyonkali quyosh panellari. Shisha yoki boshqa moslashuvchan, shaffof materiallar amorf modullar uchun substrat sifatida ishlatilishi mumkin. Biroq, ko‘p hollarda modullar oynaga o‘rnatiladi, shisha modullarning orqa qismini himoya qilish uchun ham ishlatiladi. Bu amorf modullarning ikkinchi muhim kamchiligiga olib keladi: ikki oynali oynalardan foydalanish tufayli ularning og‘irligining oshishi (ma'lumki, kristalli modullar

ISSN 3030-3907

odatda orqa tomonida himoya plyonkasiga ega). Amorf modullarning qo‘llanilishi. Amorf modullar quyidagi qo‘llanilishlar uchun tavsiya etiladi:

- odatda bulutli ob-havo bo‘lgan mintaqalarda (diffuz yoki aks ettirilgan yorug‘lik)
- issiq iqlim sharoitida, modullar odatda 50-60 darajadan yuqori haroratgacha qiziydi
- quyosh paneli maydoni va maksimal og‘irligiga cheklovlar bo‘lmasa agar fotovoltaik modullarni binoga birlashtirish kerak bo‘lsa, amorf modullar rangli shishadan deyarli farq qilmaydi. An'anaviy kristalli modullardan farqli o‘laroq, yupqa plyonkali modullar turli xil dizayn va qurilish yechimlari uchun ishlatilishi mumkin. An'anaviy tomga o‘rnatishdan tashqari, bardoshli, zamonaviy va oqlangan amorf kremniy fotovoltaik modullari bino jabhalari uchun alohida elementlar, me'moriy kompozitsiyalar va yechimlar sifatida keng qo‘llaniladi, bu yaqin vaqtgacha imkonsiz deb hisoblangan. Agar qisman modul shaffofligi talab qilinsa, amorf modullar 5 dan 20% gacha shaffoflik bilan ishlab chiqarilishi mumkin [6-8].

Zamonaviy amorf modullar kristalli modullar bilan bir xil degradatsiyani namoyon qiladi. Ishlab chiqaruvchi modulning quvvati 10 yillik faoliyat davomida nominal qiymatning 10% dan ko‘p bo‘lmagan miqdorda va 25 yillik faoliyat davomida 20% dan ko‘p bo‘lmagan miqdorda kamayishini kafolatlaydi. Bu kristalli kremniy modullarining degradatsiyasi va kafolatlariga mos keladi. Yuqorida aytib o‘tilganidek, yupqa plyonkali modullar o‘rnatilgan quvvatning har bir vattiga ko‘proq energiya ishlab chiqaradi. Bu Moskvadagi Yuqori haroratlar institutida turli xil quyosh modullarining uzoq muddatli sinovlari bilan tasdiqlanadi. Sinov natijalari shuni ko‘rsatadiki, yupqa plyonkali modullar Moskvada o‘rnatilgan quvvatning har bir kVtiga yiliga 726 kVt/soat energiya ishlab chiqaradi, an'anaviy monokristalli modullar esa yiliga taxminan 690 kVt/soat energiya ishlab chiqaradi. Yupqa plyonkali quyosh batareyalari fizikasi fotovoltaik effektga asoslangan bo‘lib, unda fotoaktiv materiallarning (CdTe, CIGS, amorf kremniy, perovskitlar) yupqa qatlamlari egiluvchan yoki qattiq substratlarga yotqiziladi. Ular fotonlarni yutish va p-n yoki p-i-n birikmasining ichki elektr maydonidagi zaryadlarni (elektron-teshik juftliklari) ajratish orqali elektr energiyasini ishlab chiqaradi. Yupqa plyonkali quyosh batareyalari fizikasining asosiy jihatlari quyidagilarni o‘z ichiga oladi: Ishlash printsipi: Quyosh nuridan fotonlar material tomonidan yutiladi, energiyani elektronlarga o‘tkazadi, bu esa elektron-teshik juftliklarini hosil qiladi. p- va n-tipli materiallar orasidagi chegarada yaratilgan o‘rnatilgan maydon bu zaryadlarni ajratib, elektr tokini hosil qiladi. Tuzilishi: Odatda bir nechta qatlamlardan iborat: shaffof o‘tkazuvchan oksid, bufer qatlami, yutuvchi qatlam (p-tip) va orqa kontakt. Yuqori samaradorlik

ISSN 3030-3907

va moslashuvchanlik. Moslashuvchan qurilmalarda ishlatiladi. Perovskitlar: Tez samaradorlikka ega istiqbolli materiallar. Afzalliklari: Yupqa qatlam qalinligi moslashuvchanlikni, material sarfini kamaytiradi va turli sirtlarga qo‘llash imkoniyatini beradi. Yupqa plyonkali hujayralar ko‘pincha qattiq kristalli kremniy panellariga qaraganda pastroq samaradorlikka ega, ammo tarqoq yorug‘lik sharoitida moslashuvchanlik va samaradorlikdan foyda ko‘radi [9-10].

XULOSA. Yupqa plyonkali quyosh modullari zamonaviy fotoelektrik texnologiyalar orasida muhim o‘rin egallab, o‘zining fizik xususiyatlari va amaliy imkoniyatlari bilan ajralib turadi. Ularning asosiy ustunligi kam material sarfi, ishlab chiqarish jarayonining soddaligi hamda turli muhit sharoitlariga moslashuvchanligidadir. Ayniqsa, yuqori harorat va tarqoq yorug‘lik sharoitida samarali ishlashi ularni ko‘plab hududlar uchun qulay energiya manbaiga aylantiradi. Shuningdek, yupqa plyonkali modullarning estetik ko‘rinishi va moslashuvchanligi ularni binolarga integratsiyalashgan tizimlarda keng qo‘llash imkonini beradi. Bu esa zamonaviy arxitektura va energetika integratsiyasini ta’minlaydi. Qisman soyalanish va ifloslanishga nisbatan chidamliligi ham ularning uzoq muddatli samaradorligini oshiradi. Biroq, ularning samaradorligi ayrim hollarda kristalli modullarga nisbatan pastroq bo‘lishi va og‘irlik kabi kamchiliklari mavjud. Shunga qaramay, real ish sharoitlarida yuqori energiya hosildorligi va keng qo‘llanilish imkoniyatlari sababli yupqa plyonkali quyosh modullari kelajakda qayta tiklanuvchi energiya tizimlarining muhim tarkibiy qismi bo‘lib qoladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. A.X. Qodirov, B.R. To‘rayev – Quyosh energetikasi asoslari. Toshkent: O‘qituvchi, 2019.
2. Sh.R. Xolmatov – Qayta tiklanuvchi energiya manbalari. Toshkent: Fan va texnologiya, 2020.
3. M.M. Karimov – Yarimo‘tkazgichlar fizikasi. Toshkent: Universitet nashriyoti, 2018.
4. N.A. Toshpo‘latov – Fotoelektrik qurilmalar va ularning ishlash prinsipi. Toshkent, 2021.
5. D.S. Rasulov – Quyosh batareyalari texnologiyasi. Toshkent: Innovatsiya nashriyoti, 2022.
6. I.A. Sobirov – Muqobil energiya manbalari va ulardan foydalanish. Toshkent, 2017.
7. O‘zbekiston Respublikasi Energetika vazirligi – Qayta tiklanuvchi energiya manbalari bo‘yicha qo‘llanma. Toshkent, 2021.

ISSN 3030-3907

8. Sh.N. Ergashev – Nanotexnologiya va quyosh elementlari. Toshkent: Fan, 2020.
9. B.B. Yo‘ldoshev – Energiya tejamkor texnologiyalar. Toshkent, 2019.
10. R.T. Axmedov – Quyosh panellari va ularning samaradorligi. Toshkent, 2022.

ISSN 3030-3907

O‘ZGARMAS TOK DVIGATELINING QUVVAT ISROFI VA UNING FOYDALI ISH KOEFFITSIYENTIGA TA’SIR

Teshaboyev Rivojiddin Ibrohimjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti, Elektr muhandisligi kafedrasi assistenti
E-mail: rivojiddinteshaboyev@5gmail.com

Annotatsiya. Elektr mashinasi generator yoki dvigatel sifatida ishlaganda uning o‘zida energiyaning bir qismi isrof bo‘ladi.O‘zgarmas tok mashinada elektr isrofi, magnit isrof va mexanik isroflar bo‘ladi. Magnit va mexanik isrof mashinaning yuklamaasiga bog‘lik bo‘lmaydi, ular doimiy isrofni tashkil qiladi.

Kalit so‘zlar: O‘zgarmas tok mashinada elektr isrofi, magnit isrof, mexanik isrofi, magnit induksiyasiga, gisterezis , uyurma toklar , qo‘zg‘atish chulg‘am

Аннотация. При работе электрической машины в качестве генератора или двигателя часть ее энергии тратится впустую, в машине постоянного тока – электрические потери, магнитные потери и механические потери. Магнитные и механические отходы не зависят от веса машины, они представляют собой постоянные отходы.

Ключевые слова: электрические потери в машине постоянного тока, магнитные потери, механические потери, магнитная индукция, гистерезис, дифференциальные токи, катушка возбуждения.

Annotation. When an electric machine works as a generator or engine, part of its energy is wasted. In a DC machine, there are electrical losses, magnetic losses and mechanical losses. Magnetic and mechanical waste does not depend on the weight of the machine, they constitute constant waste.

Keywords: electric loss in a constant current machine, magnetic loss, mechanical loss, magnetic induction, hysteresis, residual currents, excitation coil.

KIRISH.

Elektr mashinalari generator yoki dvigatel sifatida ishlaganda, ularda uzatilayotgan energiyaning ma’lum bir qismi turli yo‘qotishlar ko‘rinishida isrof bo‘ladi. O‘zgarmas tok mashinalarida bu yo‘qotishlar asosan elektr, magnit va mexanik isroflardan iborat bo‘ladi. Magnit va mexanik isroflar mashinaning yuklamasiga bog‘liq bo‘lmay, ular doimiy xarakterga ega. Elektr isroflar esa yuklama o‘zgarishiga qarab o‘zgaradi va mashinaning ish rejimiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Magnit isroflar mashinaning magnit zanjirida qayta magnitlanish jarayonida yuzaga kelib, asosan gisterezis va uyurma toklar ta’sirida hosil bo‘ladi. Ushbu isroflar magnit induksiya va qayta magnitlanish chastotasiga bog‘liq holda o‘zgaradi. Mazkur ishda o‘zgarmas tok dvigatellarida yuzaga keladigan quvvat isroflari, ularning tarkibi hamda foydali ish koeffitsiyentiga ta’siri tahlil qilinadi.[1]

ISSN 3030-3907

Magnit isrofi. Mashina magnit zanjirining qayta magnitlanishi sababli vujudga keladigan magnit isrofi gisterezis va uyurma toklar ta‘sirida sarflanadigan quvvatdan (yoki energiyadan) iborat bo‘ladi:

$$\Delta p_{маг} = \Delta p_{гис} + \Delta p_{уюр}.$$

Magnit isrofi qiymati magnit induksiyasiga va po‘lat o‘zakning qayta magnitlanish chastotasiga bog‘lik. Qayta magnitlanish chastotasi $f = np/60$ bilan aniqlanadi; u mashinaning nagruzkasiga bog‘liq bo‘lmaydi, lekin p = const bo‘lganda uni o‘zgarmas deb xisoblash mumkin.

Gisterezis xodisasida bo‘ladigan quvvat isrofi:

$$\Delta p_{чис} = \sigma_г f B^2 \cdot 100$$

Uyurma toklarda sarflanadigan quvvat isrofi:

$$\Delta p_{уюр} = \sigma_у \left(f \cdot B/100\right)^2$$

Mashinaning po‘lat qismlaridagi umumiy quvvat isrofi: -

$$\Delta p_{пўл} = \Delta p_{маг} = \Delta p_{гис} + \Delta p_{уюр}.$$

ADABIYOTLAR TAHLILI. O‘zgarmas tok mashinalarida quvvat isroflari va foydali ish koeffitsiyentini o‘rganish masalalari elektr mashinalari nazariyasida muhim o‘rin egallaydi va ko‘plab ilmiy adabiyotlarda keng yoritilgan. Xususan, [1–3] manbalarda o‘zgarmas tok mashinalarida yuzaga keladigan elektr, magnit va mexanik isroflarning fizik mohiyati, ularning hosil bo‘lish sabablari hamda mashina ish rejimiga bog‘liqligi batafsil bayon qilingan. Ilmiy adabiyotlarda magnit isroflarning asosiy qismi gisterezis va uyurma toklar bilan bog‘liq ekanligi, ularning qiymati magnit induksiya va chastotaga bog‘liq holda o‘zgarishi ko‘rsatib o‘tilgan. Shu bilan birga, mexanik isroflar asosan podshipniklardagi ishqalanish, cho‘tkalar va kollektor o‘rtasidagi kontakt hamda ventilyatsiya jarayonlari bilan bog‘liq bo‘lib, ular aylanish tezligiga bog‘liq tarzda o‘zgaradi [4,5]. Elektr isroflar esa chulg‘amlardan tok o‘tishi natijasida yuzaga kelib, asosan Joule-Lenz qonuni asosida aniqlanadi. Adabiyotlarda qayd etilishicha, ushbu isroflar yuklama ortishi bilan keskin oshadi va mashinaning umumiy samaradorligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Shu sababli, optimal ish rejimini tanlashda elektr isroflarni kamaytirish muhim ahamiyatga ega [2,6]. Bundan tashqari, ayrim tadqiqotlarda qo‘shimcha isroflar – magnit oqimning notekis taqsimlanishi, pulsatsiyalar va konstruktiv omillar bilan bog‘liq yo‘qotishlar ham alohida ko‘rib chiqilgan. Ushbu isroflarni aniq hisoblash murakkab bo‘lsa-da, ularni umumiy isroflar tarkibida hisobga olish mashinaning real samaradorligini aniqlashda muhimdir [3,7].

ISSN 3030-3907

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, quvvat isroflarini kamaytirish, ayniqsa magnit materiallar sifatini oshirish, chulg‘am qarshiligini kamaytirish hamda mexanik yo‘qotishlarni minimallashtirish orqali foydali ish koeffitsiyentini sezilarli darajada oshirish mumkin. Shu bois, zamonaviy elektr mashinalarini loyihalashda energiya samaradorligini oshirish asosiy ustuvor yo‘nalishlardan biri hisoblanadi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Mexanik isrof. Podshipniklarning ishkalanishi cho‘tkalarning kollektorda ishkalanishi, yakorning xavoga ishkalanishi, ventilyasiyaga va boshkalarga ham quvvat isrof bo‘ladi. Mexanik isrof qiymati yakorning aylanish chastotasiga bog‘lik. Quvvati 100 kVt gacha bo‘lgan o‘zgarmas tok mashinalarida mexanik isrof nominal quvvatning 2 ... 4 % ini tashkil kiladi. Magnit va mexanik isrof yig‘indisi mashinaning salt ishlash quvvatiga teng: Dvigatel salt ishlaganda uning tarmoqdan oladigan umumiy quvvati: $P_{салт} = P_0 + U_к I_к$ bilan aniqlanadi. Bunda: U_K — qo‘zg‘atish chulg‘amining kuchlanishi; I_K— qo‘zg‘atish toki. Mashina salt ishlaganda sarflanadigan quvvat (qo‘zg‘atish zanjiridan tashkari) tajriba o‘tkazish yo‘li bilan aniqdanadi :

$$P_0 = P_{cal} - U_q I_q$$

Mexanik isroflarni kamaytirish elektr mashinalarining umumiy samaradorligini oshirishda muhim ahamiyatga ega. Ushbu isroflarni kamaytirish uchun podshipniklarning sifatini yaxshilash, ularni to‘g‘ri moylash hamda zamonaviy past ishqalanishli materiallardan foydalanish zarur. Shuningdek, cho‘tkalar va kollektor orasidagi kontaktni optimal darajada ushlab turish, ularning sirtini silliqlash va bosimini me’yorida tanlash ham mexanik yo‘qotishlarni kamaytirishga xizmat qiladi. Yakorning havoga ishqalanishini kamaytirish uchun aerodinamik jihatdan mukammal konstruksiyalarni qo‘llash, ventilyatsiya tizimini to‘g‘ri loyihalash ham muhim hisoblanadi. Chunki ortiqcha ventilyatsiya ham qo‘shimcha mexanik isroflarni keltirib chiqarishi mumkin.

Amaliy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, mexanik isroflar mashinaning aylanish tezligi ortishi bilan sezilarli darajada ko‘payadi. Shu sababli yuqori tezlikda ishlovchi mashinalarda mexanik yo‘qotishlarni kamaytirish masalasi alohida e’tibor talab qiladi. Natijada, mexanik isroflarni optimallashtirish orqali nafaqat foydali ish koeffitsiyentini oshirish, balki mashinaning xizmat muddati va ishonchliligini ham sezilarli darajada yaxshilash mumkin.

Elektr isrofi. Yakor va qo‘zg‘atish chulg‘amlaridan tok o‘tganda quvvatning bir qismi issiqlikka aylanadi. Mashinada yakor toki qo‘zg‘atish tokiga qaraganda ancha katta. Yakor toki nagruzka o‘zgarishiga qarab o‘zgarib turadi. Mashina xolatiga qarab elektr isrofi turlicha aniqdanadi:

a) Parallel qo‘zg‘atishli mashina uchun:

ISSN 3030-3907

$$\Delta P_{\text{эдп}} = I_a^2 R_a + I_к^2 R_к$$

b) Ketma-ket qo‘zg‘atishli mashina uchun:

$$\Delta P_{\text{элк}} = I_a^2 (R_a + R_к)$$

v) Aralash qo‘zg‘atishli mashina uchun:

$$\Delta P_{\text{элар}} = I_a^2 (R_a + R_к) + I_к U$$

Chulg‘amlar qarshiligi temperaturaga bog‘lik bo‘ladi.[2] Shuning uchun GOST 2582—72 asosida chulg‘amlarda elektr isrofi chulg‘am izolyasiyasi xisoblanadigan temperaturada aniqdanadi. Masalan, izolyasiyaning A klassi uchun —75°S; E va V klasslari uchun 115°S va N klassi uchun 130°S. Agar chulg‘am qarshiligi sovuk xolda ulchangan bo‘lsa, ularning qarshiligi 75°S ish temperaturasi qarshiligiga quyidagicha keltiriladi:

$$R_{75^0} = R_0[1 + \alpha(75^0 - 0^0)]$$

buerda: R_{75}— 75°S da chulg‘am qarshiligi, R_0— 0° da chulg‘am qarshiligi; a — qarshilikning temperatura koeffitsienta (mis uchun =0,004 1/grad); 0° — chulg‘am qarshiligi o‘lchangan paytdagi temperatura.

Mashina ishlaganda cho‘tka kontaktida xam quvvat isrof bo‘ladi. Turli qutbli ikkita cho‘tka uchun kuvvat isrofi:

$\Delta p_ч = U_ч \cdot I_a$, bu erda: $\Delta U_ч$ — cho‘tkalarda o‘tkinchi kuchlanish pasayishi; bu kuchlanish pasayishi cho‘tka xolatiga bog‘lik, bo‘lib, ko‘mir va grafit cho‘tkalar uchun 2V; metallgrafit cho‘tkalar uchun 0,6 V ga teng.

Qo‘shimcha isroflar. Qo‘shimcha isroflar o‘zgarmas tok mashinalarida asosiy elektr, magnit va mexanik isroflardan tashqari yuzaga keladigan yo‘qotishlar bo‘lib, ularni aniq hisoblash nisbatan murakkab hisoblanadi. Ushbu isroflar mashinaning konstruktiv xususiyatlari va elektromagnit jarayonlarning notekisligi bilan bog‘liq holda yuzaga keladi.

Qo‘shimcha isroflarning asosiy manbalari quyidagilardan iborat:

- magnit oqimning yakor o‘zagi bo‘ylab notekis taqsimlanishi;
- yakor tishlarida magnit oqim pulsatsiyasi;
- qutb boshmoqlari ostida oqimning buzilishi;
- reaksiya momenti va qo‘zg‘atish maydonining o‘zaro ta’siri;
- kommutatsiya jarayonidagi o‘tkinchi hodisalar.

Bundan tashqari, yuklama ortishi bilan yakor reaksiyasi kuchayadi, natijada magnit maydonning deformatsiyasi yuzaga keladi va bu holat qo‘shimcha quvvat yo‘qotishlarini keltirib chiqaradi. Ayniqsa, kompensatsion chulg‘am mavjud bo‘lmagan mashinalarda ushbu isroflar sezilarli darajada katta bo‘ladi.

Amaliy hisoblashlarda qo‘shimcha isroflar odatda tajriba natijalariga asoslanib aniqlanadi yoki soddalashtirilgan holda qabul qilinadi. Ko‘pincha ular

ISSN 3030-3907

kompensatsion chulg‘amsiz mashinalarda foydali quvvatning taxminan 1 % ini, kompensatsion chulg‘amli mashinalarda esa 0,5 % ini tashkil etadi.[3]

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Mashinaning foydali ish koeffitsenti . O‘zgarmas tok generatorining yakori qandaydir birlamchi dvigatel yordamida aylantiriladi va u birlamchi dvigateldan $P_1 = M\omega$ mexanik quvvat oladi. Bu quvvatning bir qismi isrof bo‘ladigan quvvat sifatida sarflanadi. Qolgan qismi, ya‘ni foydali quvvat $P_2 = U_н I_н$ iste‘molchilarga uzatiladi. Mashina dvigatel sifatida ishlaganda u tarmokdan $P_1 = U_н I_н$ quvvat oladi, bu quvvatning bir qismii isrof bo‘ladi. Qolgan qismi

foydali quvvat sifatida $P_2 = M\omega$ mexanizmga uzatiladi. Mashina foydali quvvati P_2 ning unga beriladigan quvvat P_1 ga nisbati foydaliish koeffitsienta deyiladi:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}.$$

Mashinada yig‘indi kuvvat isrofi kuyidagicha aniqdanadi:

$$\sum \Delta p = \Delta p_{пўл} + \Delta p_{эл} + \Delta p_{ч} + \Delta p_{қўз} + \Delta p_{мех} + \Delta p_{қўш}$$

Unda generatorning foydali ish koeffitsienti:

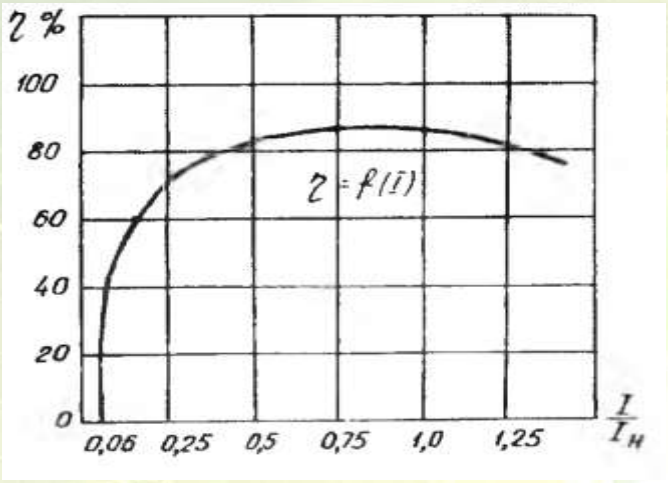
$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{UI}{UI + \sum \Delta p}. \quad (5\text{-}39)$$

Dvigatelning foydali ish koeffitsienti:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1} = \frac{UI - \sum \Delta p}{UI}. \quad (5—40)$$

Mashinaning foydali ish koeffitsienti yig‘indi isrof quvvat qiymatiga, bu esa nagruzka qiymatiga bog‘lik,. Salt ishlaganda $\eta = 0.$ Nagruzka qiymati oshib borganda η tez ortib boradi va qiymati o‘zgarmas quvvat isrofi qiymati o‘zgaruvchan quvvat isrofiga teng bo‘lib, mashinaning quvvati $0{,}8 \cdot P_н$ bo‘lganda eng katta qiymatga erishadi.[4]

ISSN 3030-3907



1-rasm

Mashina o‘ta nagruzka bilan ishlaganda yakor zanjirida quvvat isrofi kupayishi sababli η kamayadi (1-rasm). Quvvati 10 kVt gacha bo‘lgan mashinalarda

F I K η = 0,83 . . . 0,87; 100 kVt gacha bo‘lgan mashinalarda η = 0,88 . . . 0,93; 1000 kVt gacha bo‘lgan mashinalarda η = 0,92 ... 0,96. Kichik quvvatli (10 Vt) mikro mashinalarning FIK 0,3 ... 0,4 bo‘ladi.

Mamlakatimizda o‘zgarmas tok mashinalari P yagona seriyada ishlab chiqariladi, bular xalq xo‘jaligining turli soxalarida qo‘llaniladi. Bundan tashqari, o‘zgarmas tok mashinalarini maxsus soxalar: transport, ko‘tarma kranlar, avtomobillar, kemalar, samolyotlar, avtomatik rostlash sistemalarida ishlatish uchun maxsus seriyadagi mashinalar ishlab chiqariladi. Umumsanoat soxalarida qo‘llaniladigan generatorlar parallel yoki aralash, qo‘zgatishli generatorlar bo‘ladi. Ularning tashki xarakteristikasi qattiq.[5]

P yagona seriyasida ishlab chiqariladigan mashinalar uch guruxga bo‘linadi: Quvvatlari 0,3 dan 200 kVt gacha bo‘lgan mashinalar (1 ... 11 gabaritlar): Quvvatlari 200 dan 1400 kVt gacha bo‘lgan mashinalar (12 ...17 gabaritlar); Quvvatlari 1400 kVt dan katta bo‘lgan mashinalar (18 ... 26 gabaritlar). Mashinaning gabarit no‘meri yakor diametrining o‘lchamini ifodalaydi. Xar bir gabaritda yakor o‘zagining uzunligi ikki xil bo‘ladi. Masalan, mashina P81 bo‘lsa — P seriyadagi, 8 gabaritli, yakor o‘zagining uzunligi qisqarok mashina; oxirgi raqam 2 bo‘lsa, yakori uzunroq mashina bo‘ladi. O‘zgarmas tok dvigatelining kuchlanishi 110 yoki 220 V; generatorlarining kuchlanishi 115 yoki 230 V bo‘ladi. Akkumulyatorlarni zaryadlaydigan generatorlarning nominal kuchlanishi 135 va 270 V. Ularda kuchlanish 110 ... 160 V va 220 ... 320 V chegarada rostlanishi mumkin. Generatorlarning aylanish chastotasi 1450 va 2850 ayl/min; dvigatellarning nominal aylanish chastotasi 600, 750, 1000, 1500 va 3000 ayl/min.[6]

ISSN 3030-3907

12 ... 17 gabaritli dvigatellarning kuchlanishi 220, 330, 440 va 660 V, aylanish chastotasi 300, 400 va 500 ayl/min. Generatorlarning nominal kuchlanishi 230, 330, 460 va 660 V, aylanish chastotasi 1000 ayl/min bo‘ladi. Xozirgi vaqtda o‘zgarmas tok dvigatellarining P seriyasi o‘rnida (I - II) gabaritli 2P seriyadagi dvigatellar quvvatlari 0,37 dan 200 kVt gacha; aylanish o‘qining balandligi 90 dan 135 mm gacha; mustaqil qo‘zgatishli, kompensatsion chulg‘amli, yakorining uzunligi uch xil: L — uzun, M — o‘rtacha, S — kalta bo‘lgan va quvvatlari 30 dan 160 kVt gacha generatorlar ishlab chiqarilmokda. P seriyaning 18 - 22 gabaritlari urnida quvvatlari 110 dan 10000 kVt gacha; aylanish o‘qining balandligi 335 dan 630 mm gacha; aylanish tezligi 200 - 1250 ayl/min bo‘lgan dvigatellar ishlab chiqarilmoqda.

Bulardan tashqari, metallurgiya va ko‘tarma kranlarning elektr yuritmalari uchun D seriyadagi 2,5 - 185 kVt quvvatli dvigatellar ham ishlab chiqarilmoqda.Bunday dvigatellarning yurgizish momenti va tezligini rostlash chegarasi ancha katta. O‘zgarmas tok dvigatelining markasi quyidagicha o‘qiladi.[7] Masalan, 2PN112GU4 markali dvigatel: 2PM yangi seriya; N - ximoyalangan; 112 – aylanish o‘qining balandligi; L – yakorining maksimal uzunligi; G taxogeneratorli; U – iqlim belgisi; 4– o‘rnatish kategoriyasi (GOST—20569—82E).

XULOSA VA TAKLIFLAR.

O‘zgarmas tok dvigatellarida quvvat isroflari elektr, magnit va mexanik yo‘qotishlardan iborat bo‘lib, ular mashinaning foydali ish koeffitsiyentiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, magnit va mexanik isroflar deyarli doimiy xarakterga ega bo‘lsa, elektr isroflar yuklamaga bog‘liq holda o‘zgaradi. Mashinaning maksimal samaradorligi esa o‘zgarmas va o‘zgaruvchan isroflar tenglashgan holatda kuzatiladi.

Taklif sifatida, foydali ish koeffitsiyentini oshirish uchun magnit materiallar sifatini yaxshilash, chulg‘am qarshiligini kamaytirish hamda mexanik ishqalanishlarni minimallashtirish zarur. Shuningdek, dvigatellarni optimal yuklama rejimida ishlatish orqali energiya yo‘qotishlarini kamaytirish va samaradorlikni oshirish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. SalimovJ.S., PirmatovN.B. Elektr mashinalari.-T.: O‘qituvchinashriyoti, 2005. - 240 b.

2. AlimxodjayevK.T., PirmatovN.B. Elektrmashinalari.-T.: Fanvatexnologiya, 2018. - 344 b.

3. Shaulemetov T., Pirmatov N.B. Elektrmashinalari.-T.: Noshir, 2018. - 476 b.

ISSN 3030-3907

4. Вольдек А.И. Электрические машины, учебник для студентов высших технических учебных заведений, л. 2010.
5. Немцов, М.В. Электротехника и электроника: учебник для вузов / М.В. Немцов. – М.: Высшая школа, 2007. – 560 с.
6. Кацман М.М. Электрические машины. – М.: Высшая школа, 2001. – 464 с.
7. Вольдек А.И. Электрические машины. Машины переменного тока. – Спб.: Питер, 2010. – 350
8. Долин П.А. Основы техники безопасности в электроустановках.- М.: Энергоавтомиздат, 1983.

ISSN 3030-3907

O‘SIMLIK XOMASHYOLARI TARKIBINI O‘RGANISH VA ULAR ASOSIDA ICHIMLIK (SUT) AJRATIB OLISH

M. S. Toirova
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti
D.S.Salixanova
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti
N. N. Mamataliyev
O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti

Annotatsiya. Ushbu maqolada muqobil o‘simlik xomashyolari tarkibidagi mikro va makro oziqaviy moddalarning biokimyoviy tahlili natijalari bayon etilgan. tabiiy sigir sutiga alternativ sifatida foydalanish mumkin bo‘lgan o‘simlik urug‘laridagi vitamin va minerallar tarkibi o‘rganilgani keltirilgan. O‘simlik xomashyolaridan sut olish uslubi o‘rganildi va ichimlik (sut) ajratib olindi. Xomashyo asosida olingan sut mahsulotlarining oziqaviy tarkibi Lactoscan SP60 yordamida tekshirildi. Soya urug‘i va bodom mag‘zini muqobil xomashyo ekanligi aniqlandi.

Kalit so‘zlar. O‘simlik sutlari, oziqaviy tarkibi, oziqaviy qiymati, soya, bodom, oq kunjut, suli yormasi, oq jo‘xori.

Аннотация. В статье представлены результаты биохимического анализа микро- и макроэлементов в составе альтернативного растительного сырья. Приведены исследования содержания витаминов и минералов в семенах растений, которые можно использовать в качестве альтернативы натуральному коровьему молоку. Изучен метод получения молока из растительного сырья и выделен напиток (молоко). Пищевая ценность молочных продуктов, полученных на основе сырья, была проверена с использованием Lactoscan SP60. Было установлено, что семена сои и миндаль являются альтернативным сырьем.

Ключевые слова. Растительные виды молока, пищевой состав, пищевая ценность, соя миндаль, белый кунжут, овес, белый кукуруз

Abstract. The article presents the results of a biochemical analysis of micro- and macronutrients in alternative plant raw materials. Studies of the content of vitamins and minerals in plant seeds that can be used as an alternative to natural cow's milk are presented. The method of obtaining milk from vegetable raw materials has been studied and a drink (milk) has been isolated. The nutritional value of dairy products obtained from raw materials was tested using Lactoscan SP60. It was found that soy seeds and almond are alternative raw materials.

Keywords. Vegetable milk, food composition, nutritional value, soy almonds, white sesame, oats, white corn.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Jahon miqyosida iqlim o‘zgarishlari, aholi sonining keskin ortishi va tabiiy resurslardan oqilona foydalangan holatda dunyo bo‘yicha yangi, serhosil, qurg‘oqqa va kasalliklarga chidamli ekin turlarini izlab topish va ularni mahalliy sharoitlarga moslashtirishni taqozo etmoqda. [1]

Bugungi kunda bozor iqtisodiyoti sharoitida sut mahsulotlariga muqobil bo‘lgan o‘simlik xomashyolaridan tayyorlanadigan mahsulotlarga talab ortib bormoqda. Tabiiy hayvon sutlari tarkibida laktoza saqlaganligi tufayli, bu turdagi mahsulotlarni iste’molchilarning barchasi birdek o‘zlashtira olmaydi. O‘simlik urug‘lari asosida tayyorlanadigan sut mahsulotlari nafaqat sanoatda, balki, mamlakatimiz iqtisodiyotida strategik ahamiyat kasb etadi. Bundan tashqari, yuqori biologik qiymatga egaligi aholi salomatligini muhofaza qilishda muhim ahamiyatga ega. [2]

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYA.

Aholi iste’moli uchun o‘simliklardan olinadigan mahsulotlarni inson salomatligiga salbiy ta’sirini kamaytirish maqsadida, yetishtiriladigan o‘simliklar urug‘lari biokimyoviy va elementar tarkibini o‘rganish hamda tahlil qilish zarur amaliy ishlardan biri hisoblanadi.

O‘simlik xomashyolari orasida, sifati va inson salomatligiga foydaliligi hamda sigir sutiga muqobilligi jihatidan bir necha xil o‘simlik turlari o‘rganildi. O‘simliklarning urug‘i tarkibidagi vitamin va minerallarni o‘rganish o‘simlikdan olinadigan mahsulotlarning sifat darajasini qay darajada yuqori ekanligini aniqlashda dasturi amal bo‘lib xizmat qiladi.[3,4,5]

O‘simlik xomashyolari sifatida namuna uchun soya, oq kunjut, oq jo‘xori urug‘lari, bodom mag‘zi va suli yormasi tanlab olindi. Namuna sifatida tanlab olingan xomashyolarning tarkibidagi aminokislotalar, vitamin va minerallar miqdori adabiyotlardan o‘rganildi.[6] Sigir suti tarkibidagi vitamin va minerallar ko‘rsatkichi bilan taqqoslandi va natijalar quyidagi jadvalda keltirildi.

1-jadval.

Sigir sutiga o‘rinbosar sifatida foydalanish mumkin bo‘lgan o‘simliklarning vitamin va minerallar tarkibi (mg.da)

Vitamin va minerallar nomi	Sigir suti	Soya	Bodom	Oq kunjut	Suli yormasi (ovsyanka)	Oq jo‘xori
Vitamin A	0,028	-	0,02	0,003	-	-
Vitamin E	-	2,5	24,6	1,7	-	15
Vitamin B1	-	0,1	0,25	0,7	0,8	4,6
Vitamin B2	0,2	0,2	0,65	0,1	0,1	1,4
Vitamin B3	0,1	1,6	3,6	5,8	1	1,8

ISSN 3030-3907

Vitamin B4	-	115,9	52,1	25,6	-	23
Vitamin B5	0,4	-	0,3	0,3	1,3	-
Vitamin B6	-	0,2	0,4	0,4	0,1	0,06
Vitamin B12	0,0005	0,0011	-	-	-	16
Vitamin C	0,2	7,2	-	-	-	6,8
Vitamin D	-	0,0012	-	-	-	-
Kaliy	140	141	748	370	429	370
Kalsiy	120	140	273	60	54	400
Magniy	11	-	234	345	177	1500
Natriy	47	50	1	47	2	300
Temir	-	0,5	-	6,4	4,7	0,52
Sink	0,5	0,2	3,1	6,7	4	19,5

1-jadvalda xomashyo sifatida tanlangan o‘simliklar tarkibidagi vitamin va minerallar miqdori tabiiy sigir sutidagi ko‘rsatkichlar bilan solishtirganda, yetarli va muqobil ekanligi tahlil qilindi.

O‘simlik xomashyosidan muqobil sut ajratib olish uslubiyoti. Xomashyo sifatida tanlab olingan urug‘larni suvda 3-4 marotaba yuvib olindi, 1 litr suvga solib, 8-12 soat davomida ivitildi. Ekstraksiya jarayonidan oldin xomashyoni faollashtirish maqsadida ivitilgan suvdan ajratib olinadi (qobig‘i mavjud bo‘lgan xomashyoni qobig‘idan ajratildi va ajratib olingan qobiq analitik tarozida o‘lchab olindi). Tozalangan o‘simlik urug‘lari toza (distillangan) suv qo‘shib maydalandi, suyuq qismi ajratib olindi.[7,8]

NATIJA VA MUHOKAMALAR.

O‘simlik xomashyolaridan soya va bodom suti 2-marotaba sut olishga yaroqli bo‘lgani uchun jarayon 2 marotaba takrorlandi. Ajratib olingan sutlarning oziqaviy tarkibi Lactoscan SP60 apparati yordamida tekshiriladi. Xomashyolar tarkibida mavjud bo‘lgan oqsil, yog‘ va uglevodlar qiymati 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval .

Tabiiy hayvon sutlari va o‘simlik sutlarining oziqaviy tarkibi % da

Sutlar	Yog‘	Quruq yog‘sizlan-tirilgan qoldiq (Сом)	Zichligi (плт)	suv	Oqsil	laktoza	tuz

ISSN 3030-3907

Tabiiy hayvon suti (sigir)	2,5	8,97	31.76	_	3,14	4,71	0,70
Qadoqlangan sut (3.2% li)	3,2	8,53	29,4	0,73	3,12	4,68	0,69
Soya 1-filtrat	3,08	8,56	29,73	0,36	3,13	4,71	0,70
Soya 2- filtrat	1,15	3,66	12,85	_	1,34	2,01	0,30
Bodom 1-filtrat	6,72	3,99	9,27	54,67	1,41	2,19	0,29
Bodom 2-filtrat	3,49	2,52	6,51	_	0,89	1,38	0,19
Oq jo‘xori	0,69	1,43	4,81	_	0,52	0,78	0,11
Oq kunjut	7,64	2,31	2,10	_	0,78	1,26	0,15
Suli yormasi (ovsyanka)	1,69	4,60	15,93	49,54	1,68	2,52	0,37

2-jadvaldagi o‘simlik xomashyolari asosida olingan sutlarning ko‘rsatkichlarini tabiiy sigir suti bilan taqqoslaganda oqsil va yog‘ miqdori soya va bodomda yetarli miqdorda ekanligini ko‘rish mumkin. Laktoza miqdori ham tabiiy sigir sutidagi laktoza miqdoridan kamligini ko‘rsatdi.

3-jadvalda O‘simlik xomashyolari asosida 100 gr urug‘dan ajratib olinadigan sutning miqdori keltirilgan.

3-jadval.

O‘simlik xomashyolari asosida ajratib olingan sut miqdori

Xomashyo nomi	Ajratib olingan sut (ml.da)	Quyuq faza (gr.da)	Qobiq (gr.da)
Soya 1-yuvishda	310	70	16,25
Soya 2-yuvishda	280	85	-
Bodom	280	104,27	14,2
Oq jo‘xori	265	136,3	-
Suli yormasi	315	84,5	-
Oq kunjut	330	70	-

ISSN 3030-3907

Yuqoridagi jadvaldagi ko‘rsatkichlar 100 gr o‘simlik urug‘idan o‘rtacha 270-300ml hajm oraliqda sut olish mumkinligini ko‘rsatmoqda.

XULOSA.

Namuna sifatida tanlab olingan o‘simlik xomashyolari orasida soya va bodomning oziqaviy qiymati sigir sutiga muqobil sifatida foydalanish mumkinligini ko‘rsatmoqda. Laktoza miqdorining pastligi o‘simlik xomashyolari asosida laktozasiz ichimlik tayyorlashda muhim biologik ko‘rsatkich hisoblanadi. Tajriba namunalari orasida soya va bodom o‘simliklaridan olingan sut muqobillari sigir sutiga xos bo‘lgan asosiy oziq moddalarining ajralib chiqish koeffitsiyenti yuqoriligi bilan boshqa namunalardan ajralib turdi. Oq kunjut kalsiyga boyligi tufayli undan sut mahsulotlarini boyitishda foydalanish mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Qalandarova D.D. “Ekologiya va geografiya kafedrasi” o‘qituvchisi BuxDu GLOBAL IQLIM O‘ZGARISHINING SABAB VA OQIBATLARI, O‘ZBEKISTON SHAROITIDA UNI YUMSHATISH YO‘LLARI. "Экономика и социум" №6(133)-2 2025 www.iupr.ru 699-703-betlar

2. O‘ZBEKISTONDA LAKTOZA INTOLERANSI VA LAKTOZASIZ YOGURT ISHLAB CHIQARISHDA SIFAT KO‘RSATKICHLARI Q. Q. Otaxonov, J. A. Habibullayev, I. R. Asqarov. September 2023Журнал химии товаров и народной медицины 2(3):15-38 DOI:10.55475/jcgtm/vol2.iss3.2023.189 LicenseCC BY 4.0

3. SOYA SUTI VA UNING AHAMIYATI Nurvafoyeva Dildora Shuxrat qizi, Amindjonova Gulmira Karimjonovna Samarqand davlat veterinariya meditsinasi, chorvachilik va biotexnologiyalar universiteti Toshkent filiali. INTERNATIONAL SCIENTIFIC AND PRACTICAL CONFERENCE “GLOBAL ENVIRONMENTAL PROBLEMS, DESERTIFICATION, AND FOOD SECURITY”, MAY 24, 2025 118-120-betlar

4. Инновационное использование миндального молока в современной кухне УДК 664.143.36 DOI 10.24411/2413-046X-2019-17016 Николаева Т.А., преподаватель, кафедры технология общественного питания, Институт пищевых технологий и дизайна – филиал ГБОУ ВО НГИЭУ Головачева О.В. стр 470-477.

5. KUNJUT O‘SIMLIGI URUG‘INI MAKRO VA MIKROBIOGEN ELEMENTAR TARKIBINING TAHLILI 1. D.R.Tojiboyev 2. B.O.No‘monov 1. Qo‘qon DPI, Kimyo kafedrasi doktoranti, 2. Qo‘qon DPI, Kimyo kimyo fanlari bo‘yicha falsafa doktori(PhD) “Zamonaviy dunyoda tabiiy fanlar: Nazariy va amaliy izlanishlar” nomli ilmiy masofaviy onlayn konferensiyasi. 25-27-betlar. https://doi.org/10.5281/zenodo.7746415

ISSN 3030-3907

6. SIGIR SUTIGA MUQOBIL O‘SIMLIK XOMASHYOLARI TURLARI VA ULARNING TARKIBI Toirova Mohira Srojiddin Qizi, Salixanova Dilnoza Saidakbarovna, Mamataliyev Nozim Nimadjanovich O‘zR FA Umumiy va noorganik kimyo instituti. The international scientific-practical conference «GLOBAL CHALLENGES OF THE 21ST CENTURY: INTERDISCIPLINARY RESEARCH AND INNOVATIVE SOLUTIONS» London, Tashkent March 23, 2026 449-455-betlar.

7. SOYA: UNIVERSAL VA INNOVATSION OZIQ-OVQAT MAHSULOTI Ozoda Akmal qizi Barchinoy Abdixalikova Academic Research in Educational Sciences Volume 4 | Issue 3 | 2023 Multidisciplinary Scientific Journal 164-167 betlar

9. РАЗРАБОТКА РАСТИТЕЛЬНОГО БИОНАПИТКА НА ОСНОВЕ МИНДАЛЬНОГО МОЛОКА УДК 637.146 Технические науки Лаврова Лариса Юрьевна, канд. тех. наук, доцент, доцент кафедры «Технологии питания», ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет», г. Екатеринбург, РФ стр. 1-5

ISSN 3030-3907

UDK 62-50:519.7:681.5

ALGORITHM FOR VERIFICATION OF ONLINE IDENTIFICATION OF TECHNOLOGICAL PLANTS BASED ON SENSITIVITY THEORY

Isamiddin Khakimovich Siddikov

Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Information Processing and Control Systems, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, 100095, 2 University Street, Tashkent, Uzbekistan.

Email: isamiddin54@gmail.com

Gulchekhra Rakhimjonovna Alimova

Doctor of Philosophy (PhD) in Technical Sciences, Associate Professor, Department of Information Processing and Control Systems, Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, 100095, 2 University Street, Tashkent, Uzbekistan.

Email: alimova250479@mail.ru

Begovot Sheraliyevich Ibragimov

Senior Lecturer, Department of Automation and Control of Technological Processes, Karshi State Technical University, 180100, 225 Mustaqillik Street, Karshi, Kashkadarya region, Uzbekistan.

ORCID: 0000-0002-4896-0815

Tel: +99899 794-60-90

Email: ibragimovbekobod@gmail.com

Annotatsiya. This article develops an algorithm for verifying the current identification of technological objects based on sensitivity theory. The proposed approach is aimed at determining the dynamic characteristics of the plant, taking into account the change in parameters over time. The use of sensitivity functions in the algorithm enhances the accuracy of model parameter estimation and ensures the stability of the identification process. The effectiveness of the developed algorithm is theoretically and practically substantiated, and it has been shown that it can also be used in non-stationary technological processes.

Keywords: adaptation, algorithm, identification, synthesis, minimization, sensitivity function.

Annotatsiya. Ushbu maqolada texnologik obyektlarni sezgirlik nazariyasi asosida joriy identifikatsiyalashni tekshirish algoritmi ishlab chiqilgan. Taklif etilgan yondashuv parametrlarning vaqt bo‘yicha o‘zgarishini hisobga olgan holda obyektning dinamik xususiyatlarini aniqlashga qaratilgan. Algoritmda sezgirlik funksiyalaridan foydalanish orqali model parametrlarini baholash aniqligi oshiriladi hamda identifikatsiya jarayonining barqarorligi ta’minlanadi. Ishlab chiqilgan algoritmning samaradorligi nazariy va amaliy jihatdan asoslangan bo‘lib,

ISSN 3030-3907

u nostatsionar texnologik jarayonlarda ham qo‘llanishi mumkinligi ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: adaptatsiya, algoritm, identifikatsiya, sintez, minimallashtirish, sezgirlik funksiyasi.

Аннотация. В данной статье разработан алгоритм проверки текущей идентификации технологических объектов на основе теории чувствительности. Предложенный подход направлен на определение динамических характеристик объекта с учётом изменения параметров во времени. Использование функций чувствительности в алгоритме позволяет повысить точность оценки параметров модели и обеспечить устойчивость процесса идентификации. Эффективность разработанного алгоритма обоснована теоретически и практически, а также показана возможность его применения в нестационарных технологических процессах.

Ключевые слова: адаптация, алгоритм, идентификация, синтез, минимизация, функция чувствительность.

INTRODUCTION.

At present, ensuring high accuracy and stability in the automation of industrial technological processes is one of the most important tasks. In many cases, technological processes are characterized as nonstationary, multivariable, and sensitive dynamic systems affected by external disturbances[1,2]. This significantly complicates the identification of their parameters and real-time control.

Traditional identification methods are often based on the static or slowly varying characteristics of the plant and cannot provide sufficient accuracy under nonstationary conditions[3,4]. Therefore, the development of current (online) identification methods and their integration into adaptive control systems is considered highly relevant.

Approaches based on sensitivity theory make it possible to rapidly detect and evaluate parameter variations during the identification process[5,6,7]. Using these methods, the sensitivity of the system output with respect to parameters is analyzed, enabling real-time estimation and continuous updating of model parameters[8,9,10]. This, in turn, helps maintain and improve control performance even under nonstationary conditions.

The proposed algorithm ensures high speed and sufficient accuracy in determining dynamic parameters and contributes to the improvement of adaptive control systems.

MATERIALS AND METHODS. For this purpose, to evaluate the parameters of the control system, the relationship between the plant state vector x

ISSN 3030-3907

and the plant parameter vector α was described using the following functional dependence:

$$x(t) = F(t, \alpha) \qquad (1)$$

It is also assumed that $x(t)$, as well as the sensitivity matrix $x_\alpha = \partial F / \partial \alpha$, and the nominal (baseline) value of the parameter vector $\alpha = \alpha^0$ are known. In this case, relation (1) can be expressed in the following form:

$$x(t) = F(t, \alpha^0 + \Delta\alpha) = F(t, \alpha^0) + x_\alpha(t, \alpha^0)\Delta\alpha \text{ yoki } \Delta x(t) = x_\alpha(t, \alpha^0)\Delta\alpha \quad (2)$$

here $\Delta x(t) = x(t) - F(t, \alpha^0)$.

Expression (2) serves as the initial formulation for determining the parameters α. Based on this, in order to minimize the mismatch (additional variation) $\Delta x(t)$, the following algebraic relation is formed:

$$\Psi_1(x_\alpha, \Delta x)\Delta\alpha = \Psi_2(x_\alpha, \Delta x). \qquad (3)$$

From this, the variation of the parameters is determined by the following formula:

$$\Delta\alpha = \Psi_1^{-1}\Psi_2 \qquad (4)$$

Here, the operator Ψ_1^{-1} is the inverse operator of Ψ_1.

The dynamics of the control system can be written in the form of a system of matrix equations as follows:

$$\begin{cases} \dfrac{dX}{dt} = F(X, t, \alpha), \\ Y = H \cdot X, \\ X(t_0) = X_0 \end{cases} \qquad (5)$$

Here $\alpha = [\alpha_1(t), ..., \alpha_m(t)]^T$ — vector of control system parameters;

$X = [x_1(t, \alpha), ..., x_n(t, \alpha)]^T$ — vector of control system state variables;

$\dfrac{dX}{dt} = \left[\dfrac{dx_1(t,\alpha)}{dt}, ..., \dfrac{dx_n(t,\alpha)}{dt}\right]^T$ — vector of first-order time derivatives of the control system state variables with respect to time *t*;

$F(X, t, \alpha) = \begin{bmatrix} f_1(x_1(t,\alpha), ..., x_n(t,\alpha), t, \alpha_1(t), ..., \alpha_m(t)) \\ \vdots \\ f_n(x_1(t,\alpha), ..., x_n(t,\alpha), t, \alpha_1(t), ..., \alpha_m(t)) \end{bmatrix}$ — vector of right-hand sides of the differential equations in Cauchy form;

$X_0 = [x_1(t_0, \alpha), ..., x_n(t_0, \alpha)]^T$ — vector of control system state variables at the initial time moment t_0; $Y = [y_1(t, \alpha), ..., y_s(t, \alpha)]^T$ — vector of control system outputs;

$H = \begin{bmatrix} h_{11}(t) & \cdots & h_{1n}(t) \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ h_{s1}(t) & \cdots & h_{sn}(t) \end{bmatrix}$ — observability matrix, $s \le n$.

The solution of the system of equations consists in finding the reference

ISSN 3030-3907

solution $X(t,\alpha_0)$, where $\alpha_0=[\alpha_1(t_0),...,\alpha_m(t_0)]^T$ is the vector of identifiable parameters of the control plant at the initial time moment t_0.

To estimate the identifiable parameters of the control system based on sensitivity theory, a system of sensitivity equations is solved.

$$\begin{cases}\dfrac{dU_k}{dt}=\beta\cdot U_k+c_k,\\ U_k(t_0)=\dfrac{dX_0}{d\alpha_k}-F(X_0,t_0,\alpha)\cdot\dfrac{dt_0}{d\alpha_k},k=\overline{1,m}\end{cases} \quad (6)$$

Here $\beta=\left[\begin{matrix}\frac{\partial f_1(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial x_1(t,\alpha)} & \cdots & \frac{\partial f_1(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial x_n(t,\alpha)}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{\partial f_n(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial x_1(t,\alpha)} & \cdots & \frac{\partial f_n(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial x_n(t,\alpha)}\end{matrix}\right]\Bigg|_{\alpha=\alpha_0}$ - at $\Delta\alpha=0$, a square matrix is formed from the partial derivatives of the elements of the vector $F(X,t,\alpha)$ with respect to the control system state variables (the elements of the vector **X**); $c_k=\left[\begin{matrix}\frac{\partial f_1(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial\alpha_k(t,\alpha)}\\ \vdots\\ \frac{\partial f_1(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial\alpha_k(t,\alpha)}\end{matrix}\right]\Bigg|_{\alpha=\alpha_0}$ — at $\Delta\alpha=0$, the vector composed of the partial derivatives of the elements of the vector $F(X,t,\alpha)$ with respect to the *k*-th nonstationary parameter of the control system (i.e., the elements of the vector α); $U_k=\left[\frac{\partial x_1(t,\alpha)}{\partial\alpha_k(t)},\cdots,\frac{\partial x_n(t,\alpha)}{\partial\alpha_k(t)}\right]^T\Bigg|_{\alpha=\alpha_0}$ —at $\Delta\alpha=0$, the vector of partial derivatives of the elements of the vector **X** with respect to the *k*-th identifiable parameter of the control system; $\frac{dU_k}{dt}=\left[\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial x_1(t,\alpha)}{\partial\alpha_k(t)}\right),\cdots,\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial x_n(t,\alpha)}{\partial\alpha_k(t)}\right)\right]^T\Bigg|_{\alpha=\alpha_0}$ — At $\Delta\alpha=0$, $k=\overline{1,m}$, the vector of time derivatives (with respect to time *t*) of the elements of the vector U_k; $U_k(t_0)=0$ — the vector of sensitivity functions of the closed-loop system state variables with respect to the *k*-th identifiable parameter of the control plant at the initial time moment t_0 ($n\times1$, $k=\overline{1,m}$).

The sensitivity vectors U_k, $k=\overline{1,m}$ are the solutions of the system of sensitivity equations (6).

The system of equations (6) can be written in matrix form as follows:

$$\begin{cases}\dfrac{dU}{dt}=\beta\cdot U+c,\\ U(t_0)=0\end{cases} \quad (7)$$

ISSN 3030-3907

Here:

$$c=\left[\begin{array}{ccc}\frac{\partial f_1(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial\alpha_1(t,\alpha)} & \cdots & \frac{\partial f_1(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial\alpha_m(t,\alpha)}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{\partial f_n(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial\alpha_1(t,\alpha)} & \cdots & \frac{\partial f_n(x_1(t,\alpha),...,x_n(t,\alpha),t,\alpha_1(t),...,\alpha_m(t))}{\partial\alpha_m(t,\alpha)}\end{array}\right]_{\alpha=\alpha_0}$$ - at $\Delta\alpha=0$, the matrix of partial derivatives of the elements of the vector $F(X,t,\alpha)$ with respect to the identifiable parameters of the control system;

$$U=\left[\begin{array}{ccc}\frac{\partial x_1(t,\alpha)}{\partial\alpha_1(t)} & \cdots & \frac{\partial x_1(t,\alpha)}{\partial\alpha_m(t)}\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{\partial x_n(t,\alpha)}{\partial\alpha_1(t)} & \cdots & \frac{\partial x_n(t,\alpha)}{\partial\alpha_m(t)}\end{array}\right]_{\alpha=\alpha_0}$$ — at $\Delta\alpha=0$, the sensitivity matrix of the state variables with respect to the identifiable parameters of the control system;

$$\frac{dU}{dt}=\left[\begin{array}{ccc}\frac{d}{dt}\left(\frac{\partial x_1(t,\alpha)}{\partial\alpha_1(t)}\right) & \cdots & \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial x_1(t,\alpha)}{\partial\alpha_m(t)}\right)\\ \vdots & \ddots & \vdots\\ \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial x_n(t,\alpha)}{\partial\alpha_1(t)}\right) & \cdots & \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial x_n(t,\alpha)}{\partial\alpha_m(t)}\right)\end{array}\right]_{\alpha=\alpha_0}$$ — at $\Delta\alpha=0$, the matrix of time derivatives (with respect to time *t*) of the elements of the sensitivity matrix; $U(t_0)=0$ — at the time instant t_0, the zero matrix ($n \times m$) of sensitivity functions of the state variables with respect to the identifiable parameters.

For given values of $X(t,\alpha_0)$, U, and small $\Delta\alpha$, the following relation holds:

$$X(t,\alpha_0+\Delta\alpha)=X(t,\alpha_0)+U\cdot\Delta\alpha \qquad (8)$$

Expression (5) shows that the problem of identifying the parameters of the control system consists in determining an estimate of the vector α based on measurements of the vector **Y**. The difference between the measured and the identified values should tend to a minimum. For this purpose, the following criterion is introduced:

$$I=\int_0^T\|Y_{o'lch}-Y\|\to\min, \qquad (9)$$

Here, $Y_{o'lch}$ — is the vector of measured outputs of the control system.

The vector **Y** is determined taking into account expression (8).

$$Y=H\cdot X(t,\alpha_0+\Delta\alpha)=H\cdot X(t,\alpha_0)+H\cdot U\cdot\Delta\alpha \qquad (10)$$

The value of $\Delta\alpha$ is determined by minimizing the functional (9):

ISSN 3030-3907

$$I = \int_0^T \left\| Y_{o'lch} - H \cdot X(t, \alpha_0) - H \cdot U \cdot \Delta\alpha \right\| = \\ = \int_0^T \left[\left(Y_{o'lch} - H \cdot X(t, \alpha_0) - H \cdot U \cdot \Delta\alpha \right)^T \left(Y_{o'lch} - H \cdot X(t, \alpha_0) - H \cdot U \cdot \Delta\alpha \right) \right] dt \quad (11)$$

By introducing these notations, the following expression for $\Delta Y = Y_{o'lch} - H \cdot X(t, \alpha_0), \quad G = H \cdot U$ is obtained:

$$I = \int_0^T \left[\left(\Delta Y - G \cdot \Delta\alpha \right)^T \left(\Delta Y - G \cdot \Delta\alpha \right) \right] dt \quad (12)$$

By transforming expression (12), the following expression is obtained:

$$I = \int_0^T \left[\Delta Y^T \Delta Y - 2\Delta\alpha^T G^T \Delta Y + \Delta\alpha^T G^T G \cdot \Delta\alpha \right] dt \quad (13)$$

By differentiating equation (13) with respect to $\Delta\alpha$, the necessary condition for achieving the minimum of **I** is obtained as follows:

$$I = \int_0^T G^T G \cdot \Delta\alpha dt - \int_0^T G^T \Delta Y dt \quad (14)$$

$$B \cdot \Delta\alpha = C, \quad (15)$$

Here $B = \int_0^T G^T \cdot G dt, \quad C = \int_0^T G^T \cdot \Delta Y dt$.

The matrix **B** (identification matrix) is the Gram matrix of the column vectors of the matrix **G**.

Based on sensitivity theory, an algorithm has been developed for estimating the variations of the identifiable parameters of the control process.

A distinctive feature of the algorithm is that the elements of the parameter vector α are taken as the coefficients of the differential equation describing the dynamics of the control system.

To verify the reliability of the identification results, the Kalman observability criterion was used.

In this case, for computational purposes, it is necessary to transform the state variables into a system of first-order differential equations:

$$X_i = \Lambda X_{i-1} + \Theta u_{i-1}, \\ y_{i-1} = C X_{i-1} \quad (16)$$

Here: $X_i = \begin{bmatrix} x_{1i} \\ x_{2i} \end{bmatrix}$ — state vector, 2×1; $\Lambda = \begin{bmatrix} \lambda_{11} & \lambda_{12} \\ \lambda_{21} & \lambda_{22} \end{bmatrix}$ — dynamic (system) matrix, 2×2; $\Theta = \begin{bmatrix} \theta_1 \\ \theta_2 \end{bmatrix}$ — control matrix, 2×1; u_{i-1} — control input;

y_{i-1} — system output; $C = [c_1 \quad c_2]$ — output matrix, 1×2.

The vector-matrix representation of the system (16) can be written in scalar form

ISSN 3030-3907

(17) as follows:

$$\begin{cases} x_{1i} = \lambda_{11}x_{1i-1} + \lambda_{12}x_{2i-1} + \theta_1 u_{i-1} \\ x_{2i} = \lambda_{21}x_{1i-1} + \lambda_{22}x_{2i-1} + \theta_2 u_{i-1} \\ y_{1i-1} = c_1 x_{1i-1} + c_2 x_{2i-1} \end{cases} \quad (17)$$

After applying the time-shift operator **z**, system (16) takes the form (19):

$$\begin{cases} x_1 z^0 = \lambda_{11}x_1 z^{-1} + \lambda_{12}x_2 z^{-1} + \theta_1 u z^{-1} \\ x_2 z^0 = \lambda_{21}x_1 z^{-1} + \lambda_{22}x_2 z^{-1} + \theta_2 u z^{-1} \\ y_1 z^{-1} = c_1 x_1 z^{-1} + c_2 x_2 z^{-1} \end{cases} \quad (18)$$

By expressing x_1 from the first equation and x_2 from the second equation of system (18), and substituting them into the third equation, the relationship of the system output y with respect to the control input u is obtained:

$$\begin{aligned} & y\cdot(1+(-\lambda_{22}-2\lambda_{11})\cdot z^{-1}+(2\lambda_{22}\lambda_{11}-\lambda_{21}\lambda_{12}+\lambda_{11}^2)\cdot z^{-2}+(\lambda_{21}\lambda_{12}\lambda_{11}-\lambda_{22}\lambda_{11}^2)\cdot z^{-3}) = \\ & = u\cdot((c_1\theta_1+c_2\theta_2)\cdot z^{-1}+(c_1(\lambda_{12}\theta_{22}-\lambda_{11}\theta_{11}-\lambda_{22}\theta_{11})+c_2(\lambda_{21}\theta_{11}-2\lambda_{11}\theta_{22}))\cdot z^{-2}+ \\ & +(c_1(\lambda_{11}\lambda_{22}\theta_{11}-\lambda_{12}\lambda_{11}\theta_{22})+c_2(-\lambda_{11}\lambda_{21}\theta_{11}+\lambda_{11}^2\theta_{22}))\cdot z^{-3}) \end{aligned} \quad (19)$$

After performing online identification, in order to verify observability, it is necessary to transform the system model representation from the regression form to the state-variable form (16).

This transformation is carried out by solving a system of equations that establishes the relationship between the model parameters in the state-variable form and those in the regression form.

$$\begin{cases} \alpha_1^{c11} = -(-\lambda_{22}-2\lambda_{11}) \\ \alpha_2^{c11} = -(2\lambda_{22}\lambda_{11}-\lambda_{21}\lambda_{12}+\lambda_{11}^2) \\ \alpha_3^{c11} = -(\lambda_{21}\lambda_{12}\lambda_{11}-\lambda_{22}\lambda_{11}^2) \\ \beta_1^{c11} = c_1\theta_1+c_2\theta_2 \\ \beta_2^{c11} = c_1(\lambda_{12}\theta_{22}-\lambda_{11}\theta_{11}-\lambda_{22}\theta_{11})+c_2(\lambda_{21}\theta_{11}-2\lambda_{11}\theta_{22}) \\ \beta_3^{c11} = c_1(\lambda_{11}\lambda_{22}\theta_{11}-\lambda_{12}\lambda_{11}\theta_{22})+c_2(-\lambda_{11}\lambda_{21}\theta_{11}+\lambda_{11}^2\theta_{22}) \end{cases} \quad (20)$$

The reliability of the identification results is verified by substituting the parameters $\overline{\alpha^{c11}}$ and $\overline{\beta^{c11}}$, obtained from the online identification, into the system of equations and solving them with respect to the unknown elements of the matrices Λ and **C**.

CONCLUSION. In this study, an algorithm for verifying methods of the current identification of technological plants based on sensitivity theory has been developed and analyzed. The use of sensitivity functions in the identification process, based on the proposed algorithm, improves the accuracy of parameter estimation, optimizes the computational process, and expands the capability of operating in real time.

ISSN 3030-3907

This method operates effectively even under nonstationary conditions of technological processes and contributes to the formation of reliable mathematical models for the synthesis of control systems.

REFERENCES

1. Ibragimov B.Sh. "Mathematical description of a bleach impregnation reservoir," Chemical Technology, Control and Management: Vol. 2023: Iss. 2, Article 11. DOI: https://doi.org/10.59048/2181-1105.1451

2. Siddikov I.H., Ibragimov B.Sh., Rustamova M.B. Synthesis of an adaptive digital system for modal control of a dynamic plant Proc. SPIE 13217, Third International Conference on Digital Technologies, Optics, and Materials Science (DTIEE 2024), 1321714 (31 July 2024); https://doi.org/10.1117/12.3035648 (3, Scopus, IF= 0.189)

3. Бронников А.М. Способы реализации адаптивной системы управления с идентификатором и эталонной моделью // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Москва 16-19 июня 2014 г.

4. *Азарсков В.Н., Житецкий Л.С., Соловчук К.Ю.* Параметрическая идентификация многосвязного статического объекта в замкнутом контуре управления: специальный случай // XII Всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ–2014, Москва, 16–19 июня 2014 года: труды. – М.: Ин-т проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. – С. 2764–2776

5. В.С.Кудряшов, С.В.Рязанцев, О.В.Тарабрина, Д.А.Свиридов / Исследование алгоритма текущей идентификации на основе теории чувствительности / Материалы IV междунар. науч. конф. «Современные проблемы прикладной математики, теории управления и математического моделирования» - Воронеж.-2011. —С.160.

6. Оморов Р.О. Модальная чувствительность, робастность и грубость динамических систем (обзорная статья) // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2021. Т. 21, № 2. С. 179–190. doi: 10.17586/2226-1494-2021-21-2-179-190

7. Букреев, В. Г., Параев, Ю. И., Шамин, А. М., & Чащин, А. К. (2005). Алгоритм идентификации параметров электромеханического объекта на основе теории чувствительности. Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов, 308 (3), 143-146.

8. Siddikov I.H., Ibragimov B.Sh. "Synthesis of a control system for a non-stationary dynamic plant based on a regulator-predictor," Chemical Technology, Control and Management: Vol. 2024: Iss. 4, Article 5. DOI: https://doi.org/10.59048/2181-1105.1580 (05.00.00, №12)

ISSN 3030-3907

9. Ibragimov, B.SH., Juraev, A.K., Eshkobilov, S.B., Norboev, O.N., & Jurayev, F.D. (2023, May). Nonlinear control object identification problems: Methods and approaches. E3S Web of Conferences 392, 02043 (2023). https://doi.org/10.1051/e3sconf/202339202043, (3, Scopus, IF=0.66)
10. Isamiddin Siddikov, Davronbek Khalmatov, Gulchekhra Alimova, Ulugbek Khujanazarov, Sadikova Feruzaxon, Mustafoqul Usanov. Investigation of auto-oscillational 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

SHOIR VA YOZUVCHILAR IJODINI O‘RGANISHDA ARXIVSHUNOSLIKNING AHAMIYATI: “TURKISTON VILOYATI GAZETI” NAMUNASIDA

Abdug‘aniyeva Shoxista Jumanazar qizi

Mirzo Ulug‘bek nomidagi O‘zbekiston Milliy universiteti, magistr

Annotatsiya. Ushbu maqolada shoir va yozuvchilar ijodini tarixiy manbalar orqali o‘rganish masalasi **“Turkiston viloyati gazeti”** materiallari misolida tahlil qilingan. Arxivshunoslik nazariyasi va metodlari yoritilib, gazeta sahifalarida aks etgan Furqat, Muqimiy, Kamiy, Mirmuhsin va Tavallo ijodi ilmiy asosda ko‘rib chiqiladi. Gazetaning XIX asr oxiri – XX asr boshlaridagi tarixiy-madaniy kontekstdagi o‘rni va ahamiyati, unda berilgan adabiy asarlar va ma’lumotlar arxiv manbasi sifatida tahlil etiladi. Har bir adibning gazeta sahifalarida chop etilgan she’rlari, maqolalari, adabiy-estetik qarashlari hamda ular haqida berilgan tarixiy ma’lumotlar arxivshunoslik yondashuvi bilan o‘rganilib, xulosalar chiqariladi. Maqola shoir va yozuvchilar merosini o‘rganishda arxiv manbalarining beqiyos ahamiyatga ega ekanini ta’kidlaydi.

Kalit so‘zlar: arxivshunoslik, manbashunoslik, **“Turkiston viloyati gazeti”**, jadid matbuoti, Furqat, Muqimiy, Kamiy, Mirmuhsin, Tavallo, tarixiy kontekst, adabiy meros.

Аннотация. В данной статье рассматривается изучение творчества поэтов и писателей на основе исторических источников, с особым акцентом на материалах газеты «Turkiston viloyati gazeti». Излагаются теоретические основы и методологические подходы архивоведения, а также проводится научный анализ произведений Фурката, Мукими, Камия, Мирмухсина и Тавалло, представленных в газете. Исследование также изучает роль и значение газеты в историческом и культурном контексте конца XIX и начала XX веков, рассматривая литературные тексты и связанную с ними информацию, опубликованные на её страницах, как ценные архивные источники. Стихи, статьи и литературно-эстетические взгляды каждого автора, наряду с представленной о них исторической информацией, анализируются в рамках архиво-аналитического подхода, что приводит к обоснованным выводам. В конечном итоге, статья подчеркивает незаменимую роль архивных источников в изучении литературного наследия поэтов и писателей.

Ключевые слова (перевод на английский язык): архивоведение, источниковедение, «Туркистон вилоятская газета», джадидская пресса, Фуркат, Мукимий, Камий, Мирмухсин, Тавалло, исторический контекст, литературное наследие.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article examines the study of poets' and writers' works through historical sources, with particular reference to the materials of *"Turkiston viloyati gazeti."* It outlines the theoretical foundations and methodological approaches of archival studies, and provides a scholarly analysis of the works of Furqat, Muqimiy, Kamiy, Mirmuhsin, and Tavallo as reflected in the newspaper. The study further investigates the role and significance of the newspaper within the historical and cultural context of the late nineteenth and early twentieth centuries, treating the literary texts and related information published in its pages as valuable archival sources. The poems, articles, and literary-aesthetic views of each author, alongside the historical information presented about them, are examined through an archival-analytical framework, leading to substantiated conclusions. Ultimately, the article underscores the indispensable importance of archival sources in the study of the literary heritage of poets and writers.

Keywords: archival studies, source studies, *"Turkiston viloyati gazeti"*, Jadid press, Furqat, Muqimiy, Kamiy, Mirmuhsin, Tavallo, historical context, literary heritage

KIRISH.

Adabiy merosni chuqur tadqiq etishda arxiv hujjatlari va bosma manbalar bebaho ahamiyat kasb etadi. XX asrgacha yashab ijod etgan ko‘plab shoir va yozuvchilar hayoti va ijodi haqida to‘liq tasavvur aynan ular qoldirgan yozma manbalar va ular haqidagi zamondosh xabarlar orqali shakllanadi. Bunday manbalarni o‘rganish esa **arxivshunoslik** va **manbashunoslik** ilmiy yondashuvlarini talab qiladi. Arxivshunoslik – hujjatlar va tarixiy manbalarni saqlash, tasniflash hamda ulardan ilmiy foydalanish usullari bilan shug‘ullanuvchi soha bo‘lib, adabiyotshunoslikda ham muhim o‘rin tutadi. Xususan, gazeta va jurnallardagi eski nashrlar, qo‘lyozma arxiv hujjatlari adiblar hayoti va ijodini yorituvchi birlamchi manbalar sifatida qadrlidir.

O‘zbek matbuotining ilk namunalari orasida **“Turkiston viloyatining gazeti”** alohida ajralib turadi. Ushbu gazeta 1870-yilda Turkiston general-gubernatorligi tomonidan chiqarila boshlangan bo‘lib, dastlab rus tilidagi rasmiy nashr – “Turkestanskiye vedomosti” ga ilova tariqasida chiqqan, 1883-yildan mustaqil o‘zbekcha gazeta sifatida davom etgan. Gazeta sahifalarida rasmiy kolonial siyosat targ‘iboti bilan bir qatorda mahalliy hayotga oid ma’lumotlar, qishloq xo‘jaligi, ilm-fan, texnika va adabiyotga doir materiallar ham berib borilgan. Ayniqsa, o‘z davrining taraqqiyparvar ziyolilari – shoir va yozuvchilari qalamiga mansub turli she’r, maqola va xabarlar ushbu nashrda chop etilib, jamiyatni ma’rifatga chorlovchi ahamiyat kasb etdi.

ISSN 3030-3907

Mazkur maqolada “Turkiston viloyati gazeti” materiallari misolida XIX asr oxiri – XX asr boshlarida yashagan taniqli adiblar **Furqat**, **Muqimiy**, **Kamiy** ijodini o‘rganish jarayonida arxivshunoslikning o‘rni tahlil qilinadi. Bu shoir va yozuvchilar gazeta sahifalarida chop etgan asarlari orqali o‘z davrining ijtimoiy-madaniy muammolarini qanday yoritgani, ularda qaysi adabiy-estetik g‘oyalar aks etgani va zamondoshlari nigohida qanday baholangani arxiv materiallari asosida ko‘rsatib beriladi. Shuningdek, maqolada arxiv hujjatlari va matbuot materiallarini tahlil qilish metodologiyasi, tarixiy kontekstni hisobga olgan holda adabiy tekshirish usullari yoritiladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Ushbu tadqiqotda “Turkiston viloyati gazeti”dagi bir qator shoirlar she’rlarning yaratilish davri, ijtimoiy-madaniy muhiti hamda gazeta sahifalarida berilish xususiyatlari tarixiy nuqtai nazardan tahlil qilindi. Turli shoirlar ijodi o‘zaro qiyoslanib, o‘xshash va farqli tomonlari aniqlandi va tahlil mobaynida tarixiy-qiyosiy metoddan foydalanildi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Arxivshunoslik nazariyasi har qanday tarixiy manbani o‘rganishda avvalo uni **manba sifatida tahlil etish**, ya’ni kelib chiqish sharoiti, muallifi, vaqti, asl nusxaligi, ishonchliligi kabi jihatlarni aniqlashni taqozo etadi. Gazeta sahifalaridagi ma’lumotlarni ilmiy tadqiq etishda ham xuddi shu prinsiplarga amal qilinadi. **Manbashunoslik** yondashuvi bilan tadqiqotchi dastlab gazetada e’lon qilingan matnning aynan qachon va kim tomonidan yozilganini, uning asl matni bizgacha to‘liq yetib kelgan-kelmaganini, keyinchalik nashrlarda o‘zgartirishlar kiritilgan-kiritilmaganini o‘rganadi. Bunda arxivlarda saqlanayotgan asl gazeta nusxalari asosiy manba bo‘lib xizmat qiladi.“Turkiston viloyati gazeti”ning asl nusxalari bugungi kunda O‘zbekiston Milliy kutubxonasi va Markaziy davlat arxivida saqlanmoqda. Demak, mazkur nashrni o‘rganish uchun tadqiqotchi ushbu muassasalardagi arxiv xazinasiga murojaat qilishi lozim bo‘ladi. Arxiv materiali bilan ishlashda uni maxsus kataloglar orqali qidirish, topilgan nusxalarni **faksimile** (fotonusxa) yoki raqamli suratga olib, tekstini hozirgi o‘zbek alifbosiga o‘girish (transliteratsiya) kabi metodlardan foydalaniladi. Matnning mazmunini tushunish uchun esa o‘sha davr til xususiyatlarini, eski imlo qoidalarini bilish talab etiladi. Shuningdek, har bir maqola yoki she’rning tarixiy-madaniy kontekstini to‘g‘ri talqin qilish uchun tadqiqotchi boshqa arxiv hujjatlari, masalan, davrning rasmiy hujjatlari, xotiralar, yoki boshqa gazetalar bilan qiyosiy o‘rganish olib borishi mumkin.

Arxivshunoslik metodologiyasi, xususan, matnlarni **manba tanqidi** (kritik tahlil)dan o‘tkazishni ham o‘z ichiga oladi. Bu usul bilan tadqiqotchi gazetada

ISSN 3030-3907

berilgan ma’lumotning xolisligi va aniqligini baholaydi. Masalan, “Turkiston viloyati gazeti” chor Rossiyasi rasmiy nashri bo‘lgani bois ba’zi ma’lumotlar kolonial mafkura ruhida yoritilgan bo‘lishi mumkin. Bunday holatda adiblar qalamiga mansub asarlarni tahlil etishda ularning matni muharrir tomonidan tahrir qilinib, ruhsat etilgan doira ichida chop etilganini e’tiborga olish darkor. Shu sababli, har bir she’r yoki maqolani tahlil qilishda uning satrlarida yashirin yoxud oshkora tarzda ifodalangan ma’no qatlamlarini, **“qalin qatlamdagi”** (kontekst ostidagi) mazmunni aniqlash muhim.

Yana bir muhim metod – bu **tarixiy qiyoslash** va **intertekstual tahlil**. Shoirlarning gazeta sahifalarida e’lon qilingan asarlarini ularning boshqa manbalardagi – masalan, bayozlardagi yoki keyinchalik to‘plamlarda bosilgan variantlari bilan qiyoslash orqali o‘zgarishlar va davomiylikni ko‘rish mumkin. Masalan, Furqat yoki Muqimiyning biror g‘azali gazeta uchun maxsus soddalashtirilganmi yoki aynan aslidek berilganmi – buni faqat arxivdagi gazeta nusxasini ko‘rib bilish mumkin bo‘ladi.

Arxivshunoslik yondashuvi nafaqat matnlarning o‘zini, balki gazeta orqali berilgan **tarixiy ma’lumotlar**ni ham ilmiy aylanishga kiritadi. “Turkiston viloyati gazeti” sahifalarida ko‘pincha adiblar hayoti va faoliyatiga oid xabarlar, masalan, biror ijodkorning safarga otlangani, u tashkil etgan maktab yoki kutubxona, yoxud vafoti haqida xabar uchrashi mumkin. Bunday xabarlarni topish orqali o‘sha adib biografiyasidagi ayrim noma’lum sahifalar yoritiladi. Demak, arxiv gazeta materiallari ijodni o‘rganishda **qo‘shimcha dalil** va **faktlar** manbai ham bo‘lib xizmat qiladi.

“Turkiston viloyatining gazeti” (o‘sha davr imlosida *“Turkiston viloyati ning gazeti”*) Turkiston o‘lkasidagi birinchi mahalliy tildagi rasmiy gazeta bo‘lib, chor ma’muriyatining axborot vositasi sifatida tashkil etilgan edi. Uning bosh muharrirlari orasida Shohimardon Ibrohimov (1870–1883 yillar tarjimon-muharrir), Muhammadhasan bek Chanishev (1883 yil boshlarida) va eng uzoq davr – 1883 yildan 1917 yilgacha – missioner olim Nikolay Ostroumov faoliyat ko‘rsatdi. Gazeta haftada ikki tilda – ruscha va o‘zbekcha (turkiycha) chop etilar edi, ayrim yillarda qozoqcha sahifalar ham bo‘lgan. Nashrning asosiy maqsadi boshlabda Rossiya imperiyasi siyosatini mahalliy aholiga yetkazish bo‘lsa-da, vaqt o‘tishi bilan unda mahalliy madaniyat va adabiyotga oid materiallar ham ko‘p joy ola boshladi.

Tarixiy konteks jihatidan gazetada yoritilgan davr – bu Turkiston o‘lkasining mustamlaka tuzum ostida bo‘lgan, biroq shu jarayonda **jadidchilik harakati** shakllanib, mahalliy ziyolilar orasida milliy uyg‘onish g‘oyalari tarqalgan davrdir. Xususan, XIX asr oxirlarida Furqat va Muqimiy kabi shoirlar ijodida millatni ilm-

ISSN 3030-3907

ma’rifatga chorlovchi satrlar kuchli yangrasa, XX asr boshlarida Kamiy, Tavallo, Mirmuhsin kabi adiblar jamiyatdagi illatlarni tanqid qilish va islohot g‘oyalarini ilgari surishga intildilar. Ularning bu qarashlari gazeta sahifalarida ham namoyon bo‘lgan.

“Turkiston viloyati gazeti” ni aynan arxiv manbasi sifatida ahamiyatli qiladigan jihati – unda mahalliy ziyolilar qalamiga mansub bir qator asarlar ilk bor chop etilganidir. Masalan, Zokirjon Furqatning o‘z davrida katta shov-shuvga sabab bo‘lgan “Ilm xosiyati”, “Gimnaziya”, “Vistavka xususida” (“Ko‘rgazma haqida”) kabi she’riy va publitsistik asarlari dastavval aynan shu gazetada 1890-yillar davomida bosilgan. Shuningdek, Muqimiyning ma’rifatchilik ruhidagi hajviy she’rlari ham gazeta o‘quvchilariga muntazam havola etib borilgan. 1890-yillar uchun xos bo‘lgan bu holat – ya’ni gazeta sahifalarida she’r va adabiy parchalar e’lon qilinishi – o‘lkadagi madaniy hayotga yangilik olib kirgan. Endilikda she’riyat faqat devon va majmualarda emas, balki gazeta orqali keng ommaga yetib bordi.

Gazetada berilgan adabiy materiallarni o‘sha davr madaniy konteksti bilan bog‘lab tahlil etish muhim. Zero, rasmiy ideologiya bilan ma’rifatparvarlik g‘oyalari o‘rtasida muayyan ziddiyatlar bo‘lsa-da, ular ma’lum ma’noda bir xil nashrda yonma-yon yashagan. Masalan, bir tomonda podsho Rossiyasining “taraqqiyparvar misoli” sifatida ko‘rsatilishi va mahalliy aholini itoatga chaqirish kayfiyati bo‘lsa, ikkinchi tomonda esa shu gazeta orqaligina bo‘lsa ham mahalliy xalqning ko‘zini ochishga xizmat qiluvchi ilm-ma’rifatni ulug‘lovchi she’rlar chop etilgan. Bu paradoksal vaziyat gazeta materiallarini tahlil qiluvchi bugungi tadqiqotchidan sergak yondashuvni talab qiladi – har bir satr ortida turgan niyat va g‘oyani anglash lozim. Quyida mazkur gazetada ijod namunalari chop etilgan besh nafar adib – Furqat, Muqimiy, Kamiy, Mirmuhsin va Tavallo misolida buni ko‘rib chiqamiz.

Zokirjon Xolmuhammad o‘g‘li Furqat (1859–1909) – o‘zbek milliy uyg‘onish davri adabiyotining yorqin namoyandalaridan biri, shoir, ma’rifatparvar va publitsist sifatida tanilgan. Uning ijodi Turkiston o‘lkasida jadidchilik g‘oyalari endigina kurtak otayotgan paytga to‘g‘ri keladi. Furqat 1889 yilda Qo‘qondan Toshkentga kelganidan so‘ng mahalliy matbuot bilan yaqindan hamkorlik qila boshladi. Xususan, 1890-yillarda u “Turkiston viloyati gazeti” sahifalarida qator she’riy-publitsistik maqolalarini e’lon qilgan.

Furqatning gazeta orqali keng tarqalgan asarlari qatoriga “Ilm xosiyati”, “Gimnaziya”, “Toshkent shahrida bo‘lg‘on nag‘ma bazmi xususida”, “Akt majlisi xususida”, “Vistavka (ko‘rgazma) xususida” singari zamonaviy mavzudagi she’r va maqolalari kiradi. Bu asarlarda shoir ilm-fanning foydasi, yangi usul maktab

ISSN 3030-3907

(gimnaziya)larning ahamiyati, ilmiy-ko‘rgazmalar va yig‘ilishlar xususida o‘z fikr-mulohazalarini she’riy va nasriy shaklda bayon etgan. Masalan, **“Ilm xosiyati”** she’rida “*Kerak har ilmdan bo‘lmoq ma’lum senga*” deya ilm o‘rganishning zarurligini uqtiradi. Bu she’r va maqolalar o‘sha paytda gazetaning o‘quvchi musulmon aholisi orasida katta ta’sir ko‘rsatib, ularni ma’rifatga chorlovchi dasturilamal vazifasini o‘tagan.

Gazetaning bosh muharriri N.Ostroumov Furqatning qobiliyatini qadrlagan holda, uni nashrga faol jalb etgan. Tarixiy manbalarda keltirilishicha, 1890 yilda general-gubernator baron Vrevskoy Furqatni Toshkentdagi rus zodagonlari bal-masquerad (maskarad bali)ga taklif qiladi va bundan maqsad shoir iste’dodi va shuhratidan targ‘ibot uchun foydalanish bo‘lgan. Ushbu tadbirdan so‘ng Ostroumov Furqatga bal haqida taassurotlarini yozdirib, gazetada e’lon qiladi. Natijada gazeta sahifalarida Furqatning mazkur ziyofat tasviriga bag‘ishlangan she’riy parchasi paydo bo‘ladi. Unda shoir bir tarafdan ruslar orasidagi bal oqshomining yaltir-yultariga hayrat bildirsa-da, satrlar zamirida mahalliy xalqning turmushidan farqli olam aks etadi. Masalan, o‘sha parchaning ba’zi satrlari:

“So‘ngra el o‘z joyiga azm etdilar.
Lek mendin ketmish erdi aqlu-hush,”

Deb yozadi shoir. Bu misralardan uning ko‘rgan manzarasidan hayratga tushib, hushi boshi tark etgandek holatga tushgani anglashiladi. Furqatning gazetada e’lon qilingan bunday asarlari zamondoshlarga g‘oyat qiziq bo‘lgan, chunki ular orqali birinchi marta mahalliy shoirning rus jamiyati haqida to‘g‘ridan-to‘g‘ri taassurotlari matbuotda yangragan edi.

Furqatning “Turkiston viloyati gazeti”dagi asarlari nafaqat ma’rifiy, balki ma’lum darajada tanqidiy ruhga ham ega. U mustamlaka tuzumining xalq hayotiga salbiy ta’sirlarini ochiq qoralagan she’rlarini, afsuski, gazetada e’lon qila olmagan bo‘lsa-da, ayrim satrlarida ishora tariqasida dardini bildirgan. Masalan, Furqatning gazetada chop etilgan **“Sayohat xotiralari”** turkumidagi ba’zi lavhalarida yoki yuqoridagi “Nag‘ma bazmi xususida” she’rida taraqqiy etgan yevropaliklar bilan Turkiston ahvolini qiyoslar ekan, achinish hissi seziladi. Shunday qilib, arxivdan topilgan Furqatning gazeta materiallari bizga shoirning o‘z zamonasiga munosabatini, uning adabiy-estetik pozitsiyasini yaqqolroq tasavvur etish imkonini beradi. **Arxivshunoslik yondashuvi** bu asarlarni bugungi kunda qayta o‘qib, ularning asl matnini ilmiy muomalaga kiritishga xizmat qilmoqda.

Muhammad Aminxo‘ja Muqimiy (1850–1903) ham XIX asr oxiridagi o‘zbek adabiy jarayonida Furqat bilan yonma-yon tilga olinadigan zabardast shoir va hajviyotchidir. U Qo‘qon va Marg‘ilon atrofida yashab ijod qilgan bo‘lsa-da, uning asarlari “Turkiston viloyati gazeti” orqali Turkiston o‘lkasining boshqa

ISSN 3030-3907

hududlarida ham tanilgan. Muqimiy o‘zining keskin satirik she’rlari bilan mashhur bo‘lib, ular orqali jamiyatdagi jaholat, riyo va adolatsizlikni tanqid qilgan. Chor hukumatining bevosita tanqidi uning ijodida bo‘lmasa-da, mahalliy amaldorlar, boylar, noinsoniy urf-odatlarni hajv qilish orqali bilvosita ijtimoiy tanqid olib borgan.

“Turkiston viloyati gazeti” Muqimiyning mana shunday hajviy va ma’rifiy ruhdagi she’rlarini o‘z sahifalarida chop etib turgan. Manbalarda keltirilishicha, Furqat singari Muqimiy ham mazkur gazetaga muntazam ravishda she’r va kichik maqolalar yo‘llab turgan. Gazeta orqali Muqimiy ijodining yoyilishida, ayniqsa, uning **“Tutikilar bilan mubohasa”**, **“Tundan tonggacha”** kabi hajviy asarlari, shuningdek turli nasriy felyetonlari muhim o‘rin tutadi (bu asarlar gazeta sahifalarida qisqa parchalar ko‘rinishida e’lon qilingan bo‘lishi mumkin).

Muqimiy she’rlarining gazetada bosilishi – ularning oddiy xalq ommasiga yetib borishini ta’minladi. Zero, XIX asrda savodli kitobxonlarning hammasi ham devon yoki qo‘lyozma asarlarni qo‘lga kiritish imkoniga ega emas edi, biroq gazeta orqali tarqalgan matnlarni ko‘pchilik jamoa bo‘lib o‘qib eshitishi mumkin bo‘lgan. Shu tariqa, Muqimiyning **ma’rifatparvarlik g‘oyalari** – ilm o‘rganish, jaholatdan chiqish, eskilikda qotib qolgan odatlarni tashlash kabi chaqiriqlari – kengroq auditoriyaga yetgan. Gazetaning o‘sha davrdagi sonlarida Muqimiy she’rlari ko‘pincha atrofdagi voqea-hodisalarga munosabat sifatida berilganini taxmin qilish mumkin. Masalan, **1890-yillarda Rossiya imperiyasida ilm-fan taraqqiyoti** haqida xabarlar e’lon qilinar ekan, Muqimiyning “Zamon o‘ldi o‘rusiya zamoni” mazmunidagi misralari bilan ilmu taraqqiyotga da’vat etuvchi she’ri berilganligi ma’lum. Bu she’r orqali shoir davr o‘zgarganini, endi ilm va taraqqiyot zamoni kelganini ta’kidlagan edi. Bunday misralar uning dunyoqarashida, garchi satirik ruh kuchli bo‘lsa-da, taraqqiyparvarlik e’tiqodi mavjud ekanini ko‘rsatadi.

Muqimiy hajviy asarlarining ba’zilari gazetada ixtisorga uchragan bo‘lishi ham mumkin, chunki ularning tanqidiy tig‘i ba’zan rasmiy doiralarga ham tekkan. Masalan, u **mulkdor ulamolarni** va **savodsiz qozilarni** qattiq hajv qilgan. Shunday asarlaridan birida: “*Bizning qozilar qozilikni go‘shtxo‘rlik deb bilur*” qabilida tanbehlar bor edi, bu kabi satrlar bevosita gazetada chiqishi gumon. Biroq Muqimiy g‘oyalarining muhim qismi – xalqni johillikdan uyg‘otish va adolatga chaqirish – gazetada bosilgan she’rlarida albatta o‘z aksini topgan.

Arxiv materiallari orqali, xususan “Turkiston viloyati gazeti” to‘plamlarini varaqlarkanmiz, Muqimiyning bir qator kichik xabarlari va maktublari ham e’tiborga tushadi. Ma’lumotlarga ko‘ra, u ba’zi satirik maktub janridagi asarlar yozib, gazetada e’lon qilgan. Bularda u o‘zini go‘yoki qaysidir qishloq nodon mullasining nomidan yozib, eskicha qarashlarni kulgiga olgan. Bu uslub

ISSN 3030-3907

keyinchalik o‘zbek adabiy satirasida davom ettirildi. Muqimiy merosini o‘rganishda ana shunday gazeta sahifalarida qolib ketgan kichik asarlar nihoyatda qimmatli topilma bo‘lib, ularni arxiv orqali aniqlash va ilmiy tadqiq etish bugungi adabiyotshunoslarga yangi ma’lumotlar bermoqda.

Umuman, Muqimiy ijodini “Turkiston viloyati gazeti” materiallari asosida tahlil qilish shuni ko‘rsatadiki, shoirning ma’naviy-ma’rifiy kurashi va hajviy mahorati o‘z davridayoq matbuot orqali namoyon bo‘lgan. Bu holat o‘zbek matbuotining ilk tarixida milliy ruhdagi adabiy tanqid kurtak otganidan dalolat beradi va buni arxiv hujjatlari tasdiqlaydi.

Karimbek Kamiy (taxallusi; 1865–1922) Toshkent shahrida yashab ijod qilgan, milliy uyg‘onish davri o‘zbek she’riyatining yetakchi namoyandalaridan biridir. U ham maddohlikdan yiroq, Furqat va Muqimiy bilan do‘stona aloqada bo‘lgan, ularning davrasida ma’rifatparvar g‘oyalarni qo‘llab-quvvatlagan shoir edi. Kamiy Toshkentdagi eski madrasada tahsil olib, mudarrislik qilgan bo‘lsa-da, zamonasining yangi fikrlarini qunt bilan o‘zlashtirgan. Uning she’rlari an’anaviy uslubda yozilgan bo‘lib, mazmunan yangi fikrlar bilan boyitilgan.

Kamiy ijodining muhim jihati – zamon ohangiga mos mavzularni she’riyatga olib kirganidir. U temiryo‘l, texnika, milliy o‘zlik kabi mavzularda qalam tebratgan. Masalan, uning **“Temir yo‘l xususida”** nomli she’ri mashhur bo‘lib, bunda poezd va temiryo‘lning kelishi bilan hayotga kirayotgan o‘zgarishlarni tasvirlagan va xalqni ilm-ma’rifatga da’vat etgan. Shuningdek, **“Dilki millat g‘amida qon o‘ldi”** misrasi bilan boshlanuvchi she’rida millat dardi bilan yashayotgan ziyoli pozitsiyasini ifoda etgan. Bunday she’rlar tabiiyki, o‘sha davrdagi matbuot uchun qiziqarli material edi va “Turkiston viloyati gazeti” sahifalarida e’lon qilingan. Darhaqiqat, manbalarda Kamiyning ijod namunalari mazkur gazetada hamda boshqa vaqtlardagi mahalliy matbuotda chop etilgani qayd etiladi: **“Ijodidan namunalar ‘Turkiston viloyatining gazeti’ va boshqa vaqtli matbuotda e’lon qilingan”**.

Kamiy she’rlarining gazetada chiqishi uning shuhratini oshirdi. U Toshkent adabiy muhitida markaziy shaxslardan biriga aylandi. Uning atrofiga ko‘plab yosh shoirlar to‘planib, saboq oldilar. Masalan, Sidqiy Xondayliqiy, Tavallo, Xislat, Miskin singari keyingi avlod shoirlari o‘zlarini Kamiy shogirdlari, deb hisoblardi. Demak, gazeta orqali tarqalgan Kamiy she’rlarining ta’siri bevosita yangi avlodga ham yetib borgan. Ular Kamiy misolida she’rni matbuotda e’lon qilish, xalq orasida adabiy g‘oyalarni targ‘ib qilish tajribasini o‘rganishgan.

“Turkiston viloyati gazeti” Kamiy ijodini yoritishda faqat she’rlar bilangina cheklanmagan bo‘lishi mumkin. Ehtimol, gazeta uning faoliyatiga doir xabarlarni ham bergan. Ma’lumki, Kamiy 1914 yilda Toshkentda Munavvarqori va

ISSN 3030-3907

Avloniylar bilan birga “Nashriyot” jamiyatini tuzgan edi. Bu yangilik o‘sha paytda gazetaning rus yoki o‘zbek sahifasida qisqa xabar tarzida aks etgan bo‘lishi mumkin. Arxivdagi materiallarni izlarkanmiz, bunday xabarlar topilsa, bu Kamiy shaxsining o‘sha davrdagi ijtimoiy faolligini tasdiqlovchi muhim dalil bo‘ladi.

Kamiy ijodini arxiv manbalari asosida tahlil qilar ekanmiz, uning dunyoqarashidagi ayrim ziddiyatlarni ham payqash mumkin. Ziyouz manbasida ta’kidlanishicha, Kamiy ijodi murakkab, dunyoqarashi ziddiyatli bo‘lgan. Bir tomondan u xalqni ma’rifatga chorlovchi progressiv she’rlar yozgan, boshqa tomondan ayrim she’rlarida an’anaviy sufiyona ohang ham seziladi. Bu ziddiyat ehtimol, uning matbuot uchun yozgan va yozmagan asarlaridagi farqdan ham kelib chiqqan bo‘lishi mumkin. Ya’ni, gazetada u ko‘proq ijtimoiy-ma’rifiy ruhdagi she’rlarini e’lon qilib, sof lirika yoki tasavvufiy she’rlarini esa bayozlarda qoldirgandir. Bu masalani aniqlashtirish uchun arxivdan topilgan gazetadagi Kamiy she’rlarini uning qo‘lyozma devonlari bilan qiyoslash kerak bo‘ladi – bu esa alohida tadqiqot mavzusidir.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Yuqorida keltirilgan tahlillar asosida, arxivshunoslik yondashuvi yordamida adabiy merosni o‘rganish naqadar muhimligi yaqqol namoyon bo‘ladi. “Turkiston viloyati gazeti” misolida ko‘rdikki, XIX asr oxiri va XX asr boshlarida yashab ijod etgan Furqat, Muqimiy, Kamiy, Mirmuhsin va Tavallo singari adiblarimizning asar va faoliyati haqida to‘liqroq tasavvur hosil qilishda aynan arxiv materiallari hal qiluvchi manba bo‘lib xizmat qilmoqda. Mazkur gazeta sahifalarida chop etilgan she’r va maqolalar ulug‘ ajdodlarimizning o‘z davridagi ovozi sifatida jaranglagan bo‘lsa, bugungi kunda ular tarix sahifalariga aylangan. Ushbu sahifalarni arxivshunoslik ilmiy asosida varaqlash orqali biz adiblarning yashagan muhitini, ular duch kelgan cheklov va imkoniyatlarni, eng muhimi, ular tarannum etgan g‘oyalarning asl mohiyatini anglay olamiz.

“Turkiston viloyati gazeti” kabi nashrlar materiallari shuni ko‘rsatadiki, hatto mustamlakachilik sharoitida ham mahalliy ziyolilar matbuot minbaridan foydalangan holda millatga xizmat qila olganlar. Furqat va Muqimiy o‘z she’rlari bilan xalqni ilmga chorlagan, Kamiy yangi zamon ruhini she’riyatga olib kirgan, Mirmuhsin jamiyat qusurlarini qat’iy tanqid qilgan, Tavallo esa milliy g‘urur va ozodlik tuyg‘ularini ifodalagan. Ularning bu ijod namunalari zamonlar osha arxivlarda saqlanib, bugungi avlodga yetib kelgani milliy madaniyatimiz davomiyligining bir ko‘rinishidir.

Arxiv hujjatlarini tahlil qilish metodologiyasi yordamida biz nafaqat matnlarni o‘qiymiz, balki ularning yaratilish sabab va oqibatlarini ham tushunamiz. Misol uchun, Furqatning bir qarashda rasmiy ruhda ko‘ringan maqolalari ortida

ISSN 3030-3907

ham xalqni ma’rifatga boshlash g‘oyasi turganini payqaymiz, Muqimiy hajviyalarining satr oralarida ham o‘sha ma’rifat uchun kurash yotganini anglaymiz. Bu anglash arxiv materiallarini diqqat bilan, ilmiy tadqiq etish bilangina mumkin bo‘ldi.

Shuningdek, maqola davomida ko‘rib o‘tganimizdek, gazetadagi har bir ma’lumot tarixiy kontekst bilan chambarchas bog‘liq. Shuni ta’kidlash lozimki, **arxivshunoslik** faqat o‘tmish faktlarini tiklash bilangina cheklanmaydi, balki ularni hozirgi kunga bog‘lab, tarix va bugun orasida muloqot o‘rnatadi. Adabiy merosni arxiv asosida o‘rganish bizga milliy adabiyot taraqqiyotidagi uzviylikni ko‘rsatadi: jadid bobolarimiz boshlab bergan ma’rifatparvarlik an’analari keyingi avlodlar tomonidan davom ettirilgan.

Xulosa o‘rnida aytganda, shoir va yozuvchilar ijodini tadqiq etishda arxiv hujjatlari – xususan, “Turkiston viloyati gazeti” materiallari – ishonchli va bebaho manbadir. Ular yordamida biz adabiyot tarixini noaniq taxminlar emas, aniq dalil va hujjatlar asosida yozishimiz mumkin. Shu bois ilmiy-uslubiy tadqiqotlarda arxivshunoslik yondashuvlarini keng qo‘llash zarur. Bu nafaqat tarixiy haqiqatni tiklash, balki milliy adabiy merosimizni asrab-avaylab, keyingi avlodlarga to‘liq va to‘g‘ri yetkazishning ham garovidir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. “Turkiston viloyatining gazeti” arxivi (1870–1917) – O‘zbekiston Milliy kutubxonasi va O‘zR Markaziy davlat arxividagi nodir gazeta nusxalari. (Jumladan: 1907 yil 11-son, 14-son; 1908 yil 22-son; 1914 yil 14-son va b.)
2. Avloniy Abdulla. *Tanlangan asarlar*. 2 jildlik, 2-jild. – Toshkent: Ma’naviyat, 2006. – B. 227–228. (Ishqiy she’rlar haqidagi fikrlari).
3. Jalolov Abdulla. *O‘zbek ma’rifatparvarlik adabiyotining rivojlanish jarayoni*. Filol. fan. dokt... dissertatsiyasi. – Toshkent, 1993. – B. 43–45. (Muvashshahlar va ularning tanqidi haqida).
4. Pardayev Qo‘ldosh. *“Al-Isloh” va XX asr boshlaridagi o‘zbek adabiyoti*. – Toshkent: Mahalla va oila, 2021. – B. 52–53. (1910-yillar adabiy munozaralari tafsilotlari).
5. Shayxzoda, Mirtemir. *Asarlar*. 6 tomlik, 5-tom. – Toshkent: Adabiyot va san’at nashriyoti, 1973. – B. 91–92. (Muvashshah janrining tarifi va misollar).
6. “Turkiston viloyatining gazeti”ga bibliografik ko‘rsatkich: 1870–1916. – Toshkent: O‘zbekiston Milliy kutubxonasi, 2014. – 107 b. (Gazetada e’lon qilingan maqola va she’rlar ro‘yxati).
7. Qosimov Begali. *Tarixiy-sarguzasht romanlar va jadid adabiy harakati*. – Toshkent: Fan, 1999. – B. 33–36. (Jadid adabiy jarayonida an’anaviy she’riyatning o‘rni).

ISSN 3030-3907

8. Xurshid Davron kutubxonasi veb-sahifasi – Tavallo haqidagi maqola va she’rlari (kh-davron.uz). (Umid Bekmuhammad. “Tavalloning iztiroblari” maqolasi, 2017).
9. Ziyouz.com elektron kutubxonasi – Jadid adabiyoti namunalari va tazkiralar. (Zavqiy va Hiyoliy ijodi haqidagi maqolalar).
10. To‘raqo‘rg‘oniy H. **Muqimiy g‘azallariga muxammaslar**. – Qo‘lyozma manbalar asosida.

ISSN 3030-3907

“PNEVMONIYA KASALLIGINI MATEMATIK MODELINI TADQIQ ETISH”

Boltibayev Shuhratjon Komiljanovich
Namangan davlat universiteti dotsenti
Email: sh.boltibayev@gmail.com
Abduraxmanov Azizbek Shokirjon o‘g‘li
Namangan davlat universiteti o‘qituvchisi
Email: a2126ek2301@gmail.com
Ubaydullayeva Diloromxon Maxmudjon qizi
Namangan davlat universiteti o‘qituvchisi
Email: ubaydullayevadilorom378@gmail.com
Nastinov Sadriddin Tojiddin o‘g‘li
Namangan davlat universiteti o‘qituvchisi
Email: sadriddin_1995_08_29@mail.ru

Annotatsiya. Mazkur maqolada pnevmoniya jarayonining matematik modellashtirish asosida tahlil qilindi. So‘nggi yillarda pnevmoniya va boshqa infeksion kasalliklarni matematik modellashtirish bo‘yicha ilmiy izlanish olib borgan olimlarning erishgan yutuqlari tahlili keltirilgan. Pnevmoniya jarayonini tavsiflovchi mikroskopik immun o‘zaro ta’siri uchun oddiy differensial tenglamalar tizimi — alveola/segment darajasida deterministik modelni taklif qilingan.

Kalit so‘zlar: pnevmoniya, epidemiya, barqarorlik tahlili, parametrlar noaniqligi, yopiq halqa, neytrofil, makrofag, bakteriya, alveola.

Аннотация. В данной статье анализируется процесс пневмонии на основе математического моделирования. Представлен анализ достижений ученых, проводивших научные исследования по математическому моделированию пневмонии и других инфекционных заболеваний в последние годы. Предложена детерминированная модель на уровне альвеол/сегментов для микроскопического взаимодействия иммунной системы, описывающая процесс пневмонии, система обыкновенных дифференциальных уравнений.

Ключевые слова: пневмония, эпидемия, анализ устойчивости, неопределенность параметров, замкнутый контур, нейтрофил, макрофаг, бактерии, альвеола.

Annotation. This article analyzes the process of pneumonia based on mathematical modeling. An analysis of the achievements of scientists who have conducted scientific research on mathematical modeling of pneumonia and other infectious diseases in recent years is presented. A deterministic model at the alveoli/segment

ISSN 3030-3907

level is proposed for the microscopic immune interaction describing the process of pneumonia, a system of ordinary differential equations.

Keywords: pneumonia, epidemic, stability analysis, parameter uncertainty, closed loop, neutrophil, macrophage, bacteria, alveolus.

KIRISH.

Pnevmoniya – bu o‘pka to‘qimalarining yallig‘lanishi bilan kechadigan, turli mikroorganizmlar tomonidan chaqiriladigan og‘ir infeksion kasallik hisoblanadi. U nafas olish tizimining eng keng tarqalgan kasalliklaridan biri bo‘lib, ko‘plab mamlakatlarda kasallanish va o‘lim ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Zamonaviy tibbiyotda pnevmoniyani o‘rganishda nafaqat klinik va biologik yondashuvlar, balki matematik modellashtirish usullari ham keng qo‘llanilmoqda. Matematik modellar yordamida kasallikning tarqalish jarayonini tahlil qilish, profilaktika va nazorat choralarini rejalashtirish, shuningdek, epidemiyaning rivojlanish dinamikasini oldindan bashorat qilish mumkin.

So‘nggi yillarda pnevmoniya va boshqa infeksion kasalliklarni matematik modellashtirish bo‘yicha ko‘plab ilmiy ishlar olib borilmoqda. Ushbu yo‘nalishda klassik epidemiologik modellar – SIR, SEIR, SIS va SIRS modellaridan foydalaniladi. SEIR modeli kasallikning yashirin davrini (inkubatsiya bosqichi) hisobga olgani sababli pnevmoniya uchun eng mos yondashuvlardan biridir. Adabiyotlarda pnevmoniya bilan kasallanishning asosiy ko‘rsatkichlari, kasallikdan sog‘ayish va o‘lim ehtimoli, shuningdek, emlash strategiyalarini tahlil qiluvchi matematik modellar keltirilgan.

Nuwayyir Almutairi va Moustafa El Shahed “Optimal control strategies for a mathematical model of pneumonia infection” nomli maqolasida Bilinear (ikki chiziqli) kasallanish darajasining kamchiliklarini bartaraf etish uchun o‘z modellarini βSI/(1+mI) ko‘rinishidagi to‘yingan (saturated) kasallanish darajasini qabul qilishdi. Dastlab Kapasso va Serio tomonidan taklif etilgan ushbu formula real dunyodagi yuqish senariylarida kuzatiladigan nochiziqli effektlarni, masalan, infeksiya tarqalishi ortishi bilan xulq-atvorning o‘zgarishi va resurslarning cheklanganligini hisobga oladigan to‘yinganlik hadini o‘z ichiga oladi. Kasallanish darajasining ushbu shakli to‘yinganlik effektini ifodalaydi, ya'ni yuqish tezligi infeksiyalanganlar soni bilan birga cheksiz ravishda o‘sib bormaydi. O‘zgartirilgan model muloqot darajasi infeksiyalanganlar soniga qat'iy proporsional bo‘lmagan populyatsiyalarda pnevmoniya tarqalishini tushunish uchun yanada realistik asos yaratadi [1].

Sara B. Minuchchi, Rebekka L. Xayz va Angela M. Reynoldslar o‘zlarining “Review of mathematical modeling of the inflammatory response in lung infections and injuries” nomli maqolalarida hayot uchun xavfli bo‘lgan holatlarni hal qilishda

ISSN 3030-3907

matematik modellashtirishning foydaliligini ta'kidlash uchun uzoq vaqtdan beri qabul qilingan modellashtirish texnikalari va turli o‘pka jarohatlarini simulyatsiya qilishning yangi strategiyalarini taqdim etishdi. Hisoblash quvvatidagi yutuqlar faqat Bul operatorlaridan foydalanadiganlardan tortib, har biri tegishli biologik savollarga javob berish uchun maxsus ishlab chiqilgan murakkab gibrid ko‘p o‘lchovli modellargacha bo‘lgan turli xil modellar to‘plamini yaratishga imkon berdi. Ushbu matematik yondashuvlardan olingan natijalarni ko‘rsatish uchun mualliflar batafsil misollar keltirishadi, natijalarni umumlashtirishdi va gripp, pnevmoniya, COVID-19, sil, kuydirgi va boshqa yuqumli bo‘lmagan jarohatlarni modellashtirishning kelajakdagi yo‘nalishlarini ko‘rib chiqishdi [2].

Jacob Ong‘ala, Paul Oleche va Joseph Y.T. Mugishalar o‘zlarining “Mathematical model for pneumonia dynamics with carriers” nomli maqolasida besh yoshgacha bo‘lgan bolalar orasida pnevmoniya uchun matematik modelni ishlab chiqashdi. Model oddiy differensial tenglamalar va dinamik tizimlar nazariyasi yordamida tahlil qilinadi [3].

Belela Samuel kotola va Temesgen Tibebu Mekonnenlar o‘zlarining “Mathematical model analysis and numerical simulation for codynamics of meningitis and pneumonia infection with intervention” nomli maqolasida meningit va pnevmoniya qo‘shma infeksiyasi uchun samarali aralashuvlarni tahlil qilish, shuningdek, sog‘liqni saqlash, siyosat yoki qaror qabul qiluvchilar va dasturlarni amalga oshiruvchilarga oqilona tavsiyalar berish uchun deterministik matematik modelni ko‘rib chiqishgan. Mualliflar yuqumli kasalliklar epidemiologiyasi, meningit epidemiologiyasi, pnevmoniya epidemiologiyasi va meningit va pnevmoniya infeksiyasi epidemiologiyasini taqdim etishgan. To‘yingan modelning pozitivligi va chegaralanganligi ko‘rsatishdi. Mualliflarni modellari shuni aniqlaydiki, har bir modelning kasalliksiz muvozanat nuqtalari mos keladigan ko‘payish raqamlari bittadan kam bo‘lsa, mahalliy asimptotik barqaror va mos keladigan ko‘payish raqamlari bittadan katta bo‘lsa, global asimptotik barqaror [4].

Bundan tashqari, mualliflar har bir kichik modelning endemik muvozanat nuqtasining mavjudligi va noyobligini, har bir model uchun endemik muvozanat nuqtalarining mahalliy barqarorligi va global barqarorligini tahlil qilishdi.

Turli tadqiqotlardan olgan parametrlarning standart qiymatlaridan foydalanib, menengitning samarali ko‘payish soni $R_{eff(m)} = 9$ va pnevmoniyaning samarali ko‘payish soni $R_{eff(p)} = 11$ ekanligini aniqlashadi, bu meningit va pnevmoniya bilan birgalikda infektsiyalangan modelning samarali ko‘payish soniga olib keladi, bu esa $\max\{R_{eff(m)}, R_{eff(p)}\} = 9$ ni tashkil qiladi. Sezgirlik tahlilini qo‘llash orqali meningitning pnevmoniya bilan birgalikda infektsiyalangan dinamik tizimining yechimining xatti-harakatlarini o‘zgartirishi mumkin bo‘lgan

ISSN 3030-3907

eng ta‘sirli parametrlarni α_1, α_2 va π deb aniqlangan. Biologik jihatdan, α_1 ning kamayishi va π ning oshishi jamoalardan yuqumli kasalliklarni kamaytirish uchun mumkin bo‘lgan aralashuv strategiyasidir. Matematik modellashtirish shuni ko‘rsatdiki, ushbu kasalliklarga qarshi emlash, yuqumli odamlar bilan aloqani kamaytirish va davolash jamoalardan bu jimgina o‘ldiruvchi kasalliklarni kamaytirishga katta ta’sir ko‘rsatadi.

Abdulrahman Mumbu o‘zining “Modeling dynamics and stability analysis of pneumonia disease infection with parameters uncertainties control” nomli maqolasida davolash va vaksina qo‘llash choralarini hisobga olgan holda inson populyatsiyasida pnevmoniya kasalligining dinamik tarqalishini tavsiflovchi olti bo‘linmali matematik model tuzilgan. Modelning muvozanat nuqtalari va ularning barqarorligi Lyapunov funksiyasi usuli yordamida tahlil qilingan. Analitik natijalarga ko‘ra, kasallikdan holi muvozanat nuqtasida $R_0 < 1$ bo‘lganda lokal va global asimptotik barqarorlik ta’minlanadi, $R_0 > 1$ bo‘lganda esa tizim nobarqaror holatga o‘tadi [5].

Endemik muvozanat nuqtasida esa $R_0 > 1$ bo‘lganda asimptotik barqarorlik mavjud bo‘lib, aks holda tizim nobarqaror bo‘ladi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, bemorlarga davolash va vaksina qo‘llash choralarini tatbiq etish orqali pnevmoniya infeksiyasining tarqalishini sezilarli darajada kamaytirish mumkin.

Demak, mazkur tadqiqot pnevmoniya kasalligini rivojlanish bosqichlari va davolash choralarining muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi.

Quyida pnevmoniya jarayonini tavsiflovchi mikroskopik immun o‘zaro ta’siri uchun oddiy differensial tenglamalar tizimi — alveola/segment darajasida deterministik modelni taklif qilamiz.

Hisobga olingan parametrlar:

- $T(t)$ — sog‘lom alveolyar epiteliy hujayralari (target cells).
- $I(t)$ — infektsiyalangan epiteliy hujayralar.
- $B(t)$ — erkin bakteriya (yoki patogen) konsentratsiyasi.
- $M(t)$ — aktiv makrofaglar / neytrofillar (faol fagotsitlar).
- $C(t)$ — yallig‘lanish mediatorlari (sitokinlar, xemokinlar kabi) darajasi.
- $D(t)$ — hujayra zararlanishiga bog‘liq o‘pka disfunksiyasi indikator (masalan, alveolyar shish yoki gaz almashinuvi pasayishi bilan bog‘liq o‘lchov).

Tenglamalar:

ISSN 3030-3907

$$\frac{dT}{dt} = \lambda_T - \beta_T BT - \mu_T T,$$

$$\frac{dI}{dt} = \beta_T BT - \delta_I I - \kappa_M MI,$$

$$\frac{dB}{dt} = r_B B\left(1 - \frac{B}{K_B}\right) + \pi_I I - \phi_M MB - \eta_B B - u(t)B,$$

$$\frac{dM}{dt} = s_M + \frac{\rho_C C}{C + h_C} - d_M M + \sigma_B \frac{B}{B + h_B} - \xi_M M,$$

$$\frac{dC}{dt} = \alpha_I I + \alpha_B B - d_C C,$$

$$\frac{dD}{dt} = \gamma_I I + \gamma_C C - \rho_D D.$$

Tenglamalardagi har bir koeffisiyentga izoh beramiz:

- λ_T: alveolyar hujayralarning tiklanish/yangilanish tezligi (recruitment / proliferation).
- β_T: bakteriya B bilan kontaktda hujayra infeksiyalanishining sur'ati (mass-action).
- μ_T: sog'lom hujayralarning tabiiy o'limi.
- δ_I: infektsiyalangan hujayralarning tabiiy o'limi (virus/bakteriya ta'sirida).
- κ_M: makrofaglar tomonidan infektsiyalangan hujayralarning fagotsitlanish/clearing tezligi.
- r_B: bakteriyaning tabiiy o'sish tezligi (logistik o'sishga K_B bilan).
- K_B: bakteriyalar uchun tashqi cheklov (resurs/chegaralar).
- π_I: infektsiyalangan hujayralardan bakteriya ajralib chiqish (release rate).
- ϕ_M: makrofag yoki neytrofil tomonidan bakteriyani yo'q qilish tezligi.
- η_B: tabiiy bakterial clearance (mukosiliar, fizik) tezligi.
- $u(t)$: davolash/antibiotikning vaqtga bog'liq o'chirish effekti (agar davolash bo'lsa); ixtiyoriy boshqaruv funksiyasi.
- s_M: makrofaglarning bazal kirishi/rekrutlanishi (bone-marrow recruitment).
- ρ_C, h_C: sitokinlar orqali M ning faollashuvi (saturatsion funksiyaga misol — Hill turi).
- σ_B, h_B: bakteriya darajasi bilan stimulatsiya (chegaraga ega) — makrofag rekrutlanishini oshiradi.
- ξ_M: makrofaglarning de-aktivatsiya yoki tark etish tezligi (masalan, apoptoz).

ISSN 3030-3907

• α_I, α_B: infektsiyalangan hujayra va bakteriyalar tomonidan mediator C ishlab chiqarish tezligi.

• d_C: mediatorlarning degradatsiyasi.

• γ_I, γ_C: I va C ning o‘pka disfunksiyasiga (D) hissa qo‘shish koeffitsientlari.

• ρ_D: tiklanish/rezolyutsiya tezligi (o‘pka funksiyasining qaytishi).

Logistik o‘sish bakteriya uchun biologik cheklovni hisobga oladi; $\pi_I I$ infektsiyalangan hujayralardan bakteriogen chiqishini ifodalaydi (ba’zi pnevmoniyalar uchun muhim).

Bu yerda asosiy jarayon bakteriya sog‘lom hujayrani zararlaydi, natijada infeksiyalangan hujayra paydo bo‘ladi va infeksiyalangan hujayralarni paydo bo‘lishi bakteriyani ko‘payishiga sabab bo‘ladi. Makrofaglar bakteriyalarni yo‘q qiladi, sitokinlar immun tizimini boshqaradi.

Yuqorida keltirlgan differensial tenglamalar sistemasi yordamida o‘pkada suyuqlik to‘planishigacha bo‘lgan jarayonni tahlil qilishda foydalaniladi va oldindan diagnostika qilishda samarali xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Almutairi, N.; El-Shahed, M. Optimal control strategies for a mathematical model of pneumonia infection. Computation 2025, 13, 204. https://doi.org/10.3390/ computation13090204.

2. Minucci SB, Heise RL and Reynolds AM (2020) Review of mathematical modeling of the inflammatory response in lung infections and injuries. Front. Appl. Math. Stat. 6:36. doi: 10.3389/fams.2020.00036

3. Ong‘ala, Jacob & Mugisha, Joseph & Oleche, Paul. (2013). Mathematical Model for Pneumonia Dynamics with Carriers. International Journal of Mathematical Analysis. 7. 2457-2473. 10.12988/ijma.2013.35109.

4. Kotola BS, Mekonnen TT. Mathematical model analysis and numerical simulation for codynamics of meningitis and pneumonia infection with intervention. Sci Rep. 2022 Feb 16;12(1):2639. doi: 10.1038/s41598-022-06253-0. PMID: 35173209; PMCID: PMC8850616.

5. Mumbu, Abdul-Rahman. (2024). Modelling Dynamics and Stability Analysis of Pneumonia Disease Infection with Parameters Uncertainties Control. Mathematics Open. 03. 10.1142/S2811007224300015.

ISSN 3030-3907

YASHIL IQTISODIY ISLOHOTLAR SHAROITIDA SUT MAHSULOTLARI XAVFSIZLIGINI STANDARTLASHTIRISH ASOSIDA BOSHQARISH MASALALARI

Muminov Najmiddin
Toshkent arxitektura-qurilish universiteti, t.f.d., professor,
E-mail: muminov.najmiddin@mail.ru
Bakiyev Elyorbek
Namangan davlat texnika universiteti, tayanch doktorant,
E-mail: elyorbek.bakiyev@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada yashil iqtisodiy islohotlar sharoitida sut va sut mahsulotlari xavfsizligini boshqarishda standartlashtirishning o‘rni tahlil qilindi. Tadqiqotning asosiy maqsadi sut mahsulotlari ishlab chiqaruvchi korxonalarda oziq-ovqat xavfsizligi talablari, resurslardan samarali foydalanish, ekologik javobgarlik hamda raqamli kuzatuvchanlik masalalarini o‘zaro uzviy bog‘liqlikda o‘rganishdan iborat bo‘ldi. Tadqiqotda qiyosiy-huquqiy tahlil, tizimli yondashuv, jarayonlarni xaritalash va xalqaro hamda milliy me’yoriy hujjatlar kontent-tahlili usullaridan foydalanildi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, sut mahsulotlari xavfsizligini samarali boshqarish faqat gigiyenik talablar yoki laboratoriya tekshiruvlari bilan cheklanmaydi, balki u xomashyo sifati, suvdan foydalanish, energiya sarfi, sovuq zanjir, qadoqlash, chiqindilarni boshqarish va tezkor izchillik tizimlari bilan chambarchas bog‘liqdir.

Kalit so‘zlar: sut mahsulotlari, oziq-ovqat xavfsizligi, standartlashtirish, yashil iqtisodiyot, ISO 22000, ISO 14001, izchillik, resurs samaradorligi, sovuq zanjir, texnik jihatdan tartibga solish.

Аннотация. В данной статье проанализирована роль стандартизации в управлении безопасностью молока и молочных продуктов в условиях зелёных экономических реформ. Основная цель исследования заключалась в комплексном изучении взаимосвязи требований пищевой безопасности, эффективного использования ресурсов, экологической ответственности и цифровой прослеживаемости на предприятиях по производству молочной продукции. В исследовании использованы методы сравнительно-правового анализа, системного подхода, картирования процессов, а также контент-анализа международных и национальных нормативных документов. Результаты показали, что эффективное управление безопасностью молочной продукции не ограничивается только гигиеническими требованиями или лабораторными испытаниями, а тесно связано с качеством сырья, использованием воды, потреблением энергии, холодовой цепью, упаковкой, управлением отходами и системами оперативной прослеживаемости.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: молочная продукция, пищевая безопасность, стандартизация, зелёная экономика, ISO 22000, ISO 14001, прослеживаемость, ресурсоэффективность, холодовая цепь, техническое регулирование.

Abstract. This article analyzes the role of standardization in managing the safety of milk and dairy products under the conditions of green economic reforms. The main objective of the study was to examine, in an integrated manner, the interrelationship between food safety requirements, efficient use of resources, environmental responsibility, and digital traceability in dairy-producing enterprises. The study employed comparative legal analysis, a systems approach, process mapping, and content analysis of international and national regulatory documents. The results showed that effective management of dairy product safety is not limited only to hygienic requirements or laboratory testing, but is also closely connected with raw material quality, water use, energy consumption, the cold chain, packaging, waste management, and rapid traceability systems.

Keywords: dairy products, food safety, standardization, green economy, ISO 22000, ISO 14001, traceability, resource efficiency, cold chain, technical regulation.

KIRISH.

Bugungi kunda yashil iqtisodiy islohotlar ishlab chiqarishni faqat hajm jihatidan oshirish emas, balki resurslardan oqilona foydalanish, ekologik yuklamani kamaytirish va iste’molchilar uchun xavfsiz mahsulot yaratish bilan bog‘liq yangi yondashuvni talab qilmoqda. O‘zbekiston Respublikasining 2019–2030-yillarga mo‘ljallangan “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasida energiya samaradorligini oshirish, tabiiy resurslardan tejamkor foydalanish va iqlim o‘zgarishiga moslashish ustuvor vazifalar sifatida belgilangan [1]. Mazkur yondashuv nuqtayi nazaridan olib qaraganda, oziq-ovqat sanoati, xususan, tez ayniydigan hamda yuqori xavf toifasiga mansub sut mahsulotlari ishlab chiqarish yo‘nalishi alohida e’tibor talab etadi.

Sut mahsulotlari xavfsizligi masalasi yashil iqtisodiyot tamoyillari bilan bevosita bog‘liq. Chunki sutni qabul qilish, saqlash, pasterizatsiya qilish, sovitish va qadoqlash bosqichlari katta miqdorda suv, issiqlik va elektr energiyasi talab qiladi. Bundan tashqari, ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan oqava suvlar, yuvish eritmalari, zardob va boshqa organik chiqindilar noto‘g‘ri boshqarilganda ekologik muammolarni kuchaytiradi. Shu sababli yashil yondashuvning o‘zi yetarli emas, u albatta standartlashtirish va xavfga asoslangan boshqaruv mexanizmlari bilan qo‘llab-quvvatlanishi lozim [2].

ISSN 3030-3907

Xalqaro tajribada bunday uyg‘unlashuvni ta’minlash uchun bir qator hujjatlar muhim metodik asos bo‘lib xizmat qiladi. Jumladan, ISO 22000 oziq-ovqat zanjiri bo‘ylab xavflarni aniqlash, baholash va nazorat qilishning tizimli modelini taklif etadi [3]. ISO 14001 esa korxonalarda ekologik jihatlarni baholash, resurslardan foydalanishni nazorat qilish va uzluksiz takomillashtirishga yordam beradi [4]. Sut va sut mahsulotlari bo‘yicha Codex Alimentarius komissiyasi tomonidan ishlab chiqilgan gigiyenik amaliyot kodeksi xom sutdan tortib tayyor mahsulotgacha bo‘lgan barcha bosqichlarda xavfsizlikni ta’minlash bo‘yicha amaliy ko‘rsatmalar beradi [5].

So‘nggi yillarda sut sanoati uchun raqamli kuzatuvchanlik tizimlari muhim yo‘nalishlardan biriga aylanmoqda. Bunday tizimlar xomashyo partiyasidan boshlab tayyor mahsulotgacha bo‘lgan ma’lumotlarni real vaqtga yaqin shaklda nazorat qilish, nuqsonli partiyalarni tez aniqlash va mahsulotni qayta chaqirib olishdagi yo‘qotishlarni kamaytirish imkonini beradi [6]. Bu esa yashil iqtisodiyotning asosiy prinsiplari qatoriga kiruvchi isrofgarchilikni kamaytirish va resurslardan unumli foydalanish g‘oyasiga mos tushadi.

Sut mahsulotlari ishlab chiqarish jarayonida xomashyoning o‘zi ham jiddiy xavf omili hisoblanadi. Xom sut va ayrim xom sut asosidagi mahsulotlarda listerioz, kampilobakterioz, brusellyoz kabi kasalliklar bilan bog‘liq biologik xavflar mavjud [7]. Shu bois xavfsizlik boshqaruvi faqat tayyor mahsulot sinovi bilan cheklanmasligi, balki ferma bosqichi, transport, qabul qilish, termik ishlov berish, sanitatsiya va sovuq zanjirni ham qamrab olishi zarur [5].

O‘zbekistonda ham standartlashtirish va texnik jihatdan tartibga solish bo‘yicha huquqiy asoslar yangilanmoqda. “Standartlashtirish to‘g‘risida”gi Qonun, “Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida”gi Qonun hamda standartlashtirish faoliyatini takomillashtirishga doir qabul qilingan hujjatlar milliy standartlar va texnik reglamentlarni ishlab chiqish, yuritish hamda qo‘llash mexanizmlarini yangi bosqichga olib chiqdi [8,9,10]. Mazkur jarayon sut va sut mahsulotlari xavfsizligini boshqarishda xalqaro va milliy yondashuvlarni o‘zaro moslashtirish uchun zarur normativ asosni yuzaga keltirmoqda

Shundan kelib chiqib, mazkur maqolaning maqsadi yashil iqtisodiy islohotlar sharoitida sut mahsulotlari xavfsizligini standartlashtirish tamoyillari asosida boshqarishning nazariy va amaliy jihatlarini tizimli ravishda yoritish, milliy hamda xalqaro me’yoriy hujjatlar o‘rtasidagi uzviy bog‘liqlikni ochib berish, shuningdek, sut korxonalari uchun integratsiyalashgan boshqaruv modelini taklif etishdan iborat.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

ISSN 3030-3907

Tadqiqot jarayonida qiyosiy-huquqiy tahlil, tizimli yondashuv, jarayonli tahlil hamda kontent-analiz usullaridan foydalanildi. Tahlil obyekti sifatida 2017–2025-yillar davomida soha taraqqiyotiga ta’sir ko‘rsatgan xalqaro standartlar, Codex hujjatlari, FAO va WHO materiallari, shuningdek O‘zbekiston Respublikasining standartlashtirish, texnik jihatdan tartibga solish va yashil iqtisodiyotga doir normativ-huquqiy hujjatlari tanlab olindi.

Jarayonli yondashuvga tayangan holda sut mahsulotlari ishlab chiqarish zanjiri beshta asosiy bosqichga ajratildi: xom sutni qabul qilish va saralash; termik ishlov berish hamda texnologik qayta ishlash; sanitatsiya, suv va bug‘dan foydalanish; saqlash, qadoqlash va sovuq zanjirni ta’minlash; chiqindilar, zardob va oqava suvlarni boshqarish. Har bir bosqich kesimida xavfsizlikka doir xatarlar, ekologik tahdidlar va standartlashtirish vositalari o‘zaro uzviy bog‘liqlikda tahlil etildi.

Tadqiqot doirasida mualliflik yondashuvi sifatida uch darajali boshqaruv modeli ishlab chiqildi. Uning birinchi darajasi majburiy me’yoriy bazani tashkil etib, texnik reglamentlar, sanitariya qoidalari, markirovka hamda davlat nazorati talablarini o‘z ichiga oladi. Ikkinchi daraja ixtiyoriy standartlardan iborat bo‘lib, ISO 22000, ISO 14001 va Codex talablariga mos amaliy protseduralarni qamrab oladi. Uchinchi daraja esa korxona ichki operatsion bosqichini ifodalab, KPIlar, ichki auditlar, raqamli traceability va xodimlar intizomi orqali namoyon bo‘ladi. Mazkur model sut korxonasi faoliyatining asosiy bo‘g‘inlarini qamrab olish nuqtayi nazaridan baholandi.

1-Jadval.

Sut mahsulotlari xavfsizligini boshqarishda xalqaro va milliy me’yoriy hujjatlarning funksional xaritasi

Hujjat	Boshqaruv yo‘nalishi	Sut korxonasi uchun amaliy vazifa	Yashil islohot bilan bog‘liqligi
ISO 22000:2018	Xavf tahlili va FSMS	CCP/OPRP, validatsiya, ichki audit, izchillik	Yo‘qotishlar va qayta chaqirib olish xavfini kamaytiradi
ISO 14001:2015	Ekologik boshqaruv	Suv, energiya, chiqindi va emissiyalar monitoringi	Resurs samaradorligi va ekologik yukni pasaytiradi
Codex CXC 57-2004	Gigiyenik amaliyotlar	Xom sut, termik ishlov, sanitatsiya va sovuq zanjir talablari	Xavfsizlikni jarayon darajasida mustahkamlaydi

ISSN 3030-3907

Hujjat	Boshqaruv yo‘nalishi	Sut korxonasi uchun amaliy vazifa	Yashil islohot bilan bog‘liqligi
Milliy texnik reglament va SanQvaN	Majburiy muvofiqlik	Markirovka, sanitariya, davlat nazorati va mahalliy talablar	Ichki bozor xavfsizligi va huquqiy moslikni ta’minlaydi

NATIJALAR.

Tahlil natijalari shuni ko‘rsatdiki, yashil iqtisodiyot sharoitida sut mahsulotlari xavfsizligini boshqarish endi bir yoqlama tizim bo‘lib qolmaydi. Ilgari korxonalarda e’tibor ko‘proq tayyor mahsulotning mikrobiologik yoki fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlariga qaratilgan bo‘lsa, bugungi kunda xavfsizlik darajasi korxonaning resurslardan qanday foydalanishi bilan ham chambarchas bog‘liqdir. Masalan, sanitatsiya jarayonida suv sarfini kamaytirish maqsadida yuvish sikllarini asossiz qisqartirish gigiyenik xavfni oshirishi mumkin. Aksincha, suvni maqsadga mos sifat tamoyili asosida boshqarish, oqimlarni ajratish va nazorat nuqtalarini to‘g‘ri belgilash xavfsizlikni pasaytirmasdan resurs tejamkorligiga erishish imkonini beradi [11].

Tadqiqotning birinchi muhim natijasi shundan iboratki, sut korxonalarida standartlashtirish faqat hujjat yuritish vositasi bo‘lib qolmasligi kerak. U amalda qaror qabul qilish mexanizmi sifatida ishlashi lozim. ISO 22000 talablari faqat pasterizatsiya jarayoniga emas, balki xomashyo sifati, antibiotik qoldiqlari, sovitish tartibi, uskunalarni tozalash, xodimlarning sanitariya amaliyoti va ta’minot zanjiri bo‘ylab axborot almashinuvi bilan uyg‘unlashgandagina to‘laqonli natija beradi [3].

Ikkinchi natija shuki, ekologik boshqaruv va oziq-ovqat xavfsizligi boshqaruvini bir-biridan ajratib yuritish samarasizdir. ISO 14001 korxonalarga suv iste’moli, issiqlik energiyasi, elektr sarfi, oqava suv ifloslanishi, qadoqlash chiqindilari va zardob oqimlari bo‘yicha aniq ko‘rsatkichlar belgilash imkonini beradi [4]. 2024-yildagi tadqiqotlar ham sut sanoatida energiya yuklamalarini ko‘rsatkichlar asosida boshqarish sezilarli iqtisodiy va ekologik samara berishini tasdiqlagan [12]. Demak, energiya monitoringi ham xavfsizlik singari korxonaning tizimli ichki boshqaruvida alohida boshqaruv predmeti sifatida qaralishi lozim.

Uchinchi natija sifatida raqamli izchillik tizimlarining ahamiyati aniqlandi. Xom sut partiyasi, laboratoriya natijalari, pasterizatsiya parametrlari, sovuq ombor harorati, qadoqlash va jo‘natish bo‘yicha ma’lumotlar yagona identifikatsiya asosida yuritilsa, korxona nafaqat mahsulotni tez qayta chaqirib olish, balki nuqsonli oqimlarni erta ajratish, isrofgarchilikni kamaytirish va iste’molchiga

ISSN 3030-3907

ishonchli ma’lumot berish imkoniga ega bo‘ladi [6]. Mazkur jihat, ayniqsa, eksportga yo‘naltirilgan korxonalar uchun nihoyatda muhim hisoblanadi.

To‘rtinchi natija suv va sanitatsiya boshqaruvining strategik ahamiyati bilan bog‘liq. FAO va WHO materiallarida sut mahsulotlari ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan suvning sifati har doim bir xil mezon bo‘yicha emas, balki xavf darajasidan kelib chiqib baholanishi lozimligi ta’kidlangan [11]. Ya’ni kontaktli suv, CIP tizimlari, sovutish konturlari va ayrim qayta foydalaniladigan oqimlar uchun differensial yondashuv zarur. Bunday sharoitda standartlashtirish xavfsizlik bilan resurslarni tejash o‘rtasidagi muvozanatni saqlashga xizmat qiladi.

Beshinchi natija xom sut darajasidagi nazoratning butun tizim samaradorligiga ta’sir etishi bilan izohlanadi. Brusellyoz, kampilobakter va listeriya bilan bog‘liq xavflar xom sutning veterinariya va gigiyenik nazorati zaif bo‘lganda kuchayadi [13]. Shu bois boshqaruv modeli “fermadan ishlab chiqarish sexigacha” tamoyili asosida qurilishi lozim. Ferma bilan ishlash jarayonida sog‘ish gigiyenasi, sovitish tartibi, antibiotik qo‘llangandan keyingi kutish davri hamda yetkazib berishdagi identifikatsiya talablari avvaldan standartlashtirilishi zarur.

Oltinchi natija milliy islohotlar bilan bog‘liq. O‘zbekistonda standartlashtirish va texnik jihatdan tartibga solish tizimi yangilanayotgani sut sanoati uchun ham yangi imkoniyatlar yaratmoqda. 2024-yilda sut va sut mahsulotlari xavfsizligiga oid texnik reglamentni takomillashtirish masalasining alohida ko‘tarilgani, keyinchalik ayrim avvalgi hujjatlarning qayta ko‘rib chiqilgani bu sohada normativ yangilanish davom etayotganidan dalolat beradi [14; 15]. Bu holat korxonalardan moslashuvchan hamda me’yoriy o‘zgarishlarga tezkor javob qaytara oladigan boshqaruv tizimini talab etadi.

MUHOKAMA.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, yashil iqtisodiyot sharoitida sut mahsulotlari xavfsizligini boshqarishning eng dolzarb masalasi xavfsizlik va barqarorlikni bir-biriga zid emas, balki bir-birini to‘ldiruvchi maqsad sifatida ko‘ra bilishdir. Amaliyotda esa ko‘pincha energiyani tejash, suv sarfini qisqartirish yoki chiqindilar hajmini kamaytirish mustaqil loyiha sifatida amalga oshiriladi, oziq-ovqat xavfsizligi esa asosan sifat bo‘limi zimmasidagi vazifa sifatida baholanadi. Aslida bu ikki yo‘nalish ajratib qo‘yilganda korxona darajasidagi qarorlar to‘liq bo‘lmaydi. Masalan, sovutish tizimini takomillashtirish mahsulot haroratini monitoring qilish bilan bog‘lanmasa, energiya tejalishi hisobiga xavfsizlik talablari buzilish xavfi yuzaga kelishi mumkin.

Muhokamaning yana bir muhim jihati standartlashtirishning amaliy talqiniga bog‘liq. Ayrim korxonalarda standartlashtirish hali ham sertifikat olish yoki tashqi tekshiruvdan o‘tish uchun kerak bo‘ladigan hujjatlar to‘plami sifatida tushuniladi.

ISSN 3030-3907

Holbuki, xalqaro standartlar, xususan ISO 22000, korxona ichidagi boshqaruv tiliga aylanishi kerak. U xavflarni aniqlash, PRPlarni joriy etish, HACCP tamoyillarini qo‘llash va bo‘limlararo aloqani yaxshilashga xizmat qiladi [3]. ISO 14001 esa shu tizimni ekologik jihatdan to‘ldiradi va xavfsizlik bo‘yicha erishilgan natijalarning resurslar hisobiga emas, barqaror shaklda saqlanishini ta’minlaydi [4].

Muhokamaning asosiy jihatlaridan biri inson omili bilan chambarchas bog‘liqdir WHO hujjatlarida xavfsizlik madaniyati, xodimlar tayyorgarligi va manfaatdor tomonlar bilan ishlash oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda asosiy omillar sifatida ko‘rsatilgan [2]. Sut sanoatida bu holat ayniqsa yaqqol namoyon bo‘ladi, chunki sanitariya kiyimi, namuna olish, termik ishlov berish parametrlari yoki yuvish rejimidagi kichik xatolar ham jiddiy yo‘qotishlarga sabab bo‘lishi mumkin. Shu bois standartlar nafaqat hujjatlarda, balki xodimlarning amaliy malaka va ko‘nikmalarida ham o‘z aksini topishi lozim.

Milliy kontekstda qaralganda, O‘zbekistonda “yashil” iqtisodiyotga o‘tish va texnik jihatdan tartibga solish tizimini modernizatsiya qilish bir-biri bilan uzviy bog‘liq jarayonlardir [16]. Sut sanoatida bu aloqadorlik ayniqsa yaqqol seziladi. Chunki korxona zamonaviy xavfsizlik tizimlarisiz eksport bozorlariga chiqishda murakkabliklarga duch keladi, resurslardan unumli foydalanilmagan taqdirda esa yashil modernizatsiya maqsadlarini ro‘yobga chiqara olmaydi. Shu bois kelgusida sut mahsulotlari xavfsizligini boshqarish huquqiy moslashuvchanlikni, raqamli kuzatuvchanlikni va ekologik ko‘rsatkichlarni yagona boshqaruv platformasi doirasida birlashtirishi zarur.

XULOSAVA TAKLIFLAR.

Tadqiqot natijalariga ko‘ra, quyidagi xulosalarga kelish mumkin.

Birinchidan, yashil iqtisodiy islohotlar sharoitida sut mahsulotlari xavfsizligini boshqarish faqat sanitariya nazorati bilan chegaralanmaydi. Mazkur jarayon resurslardan foydalanish, texnologik intizom, logistika, axborot oqimlari va ekologik mas’uliyatni o‘z ichiga olgan tizimli boshqaruv vazifasiga aylanadi.

Ikkinchidan, ISO 22000, ISO 14001 hamda Codex talablarini milliy texnik reglamentlar bilan o‘zaro uyg‘unlashtirish korxonalarda xavfsizlik va ekologik samaradorlikni bir-biriga qarama-qarshi emas, balki o‘zaro to‘ldiruvchi yo‘nalishlar sifatida shakllantirish imkonini beradi.

Uchinchidan, O‘zbekistonda standartlashtirish va texnik jihatdan tartibga solish bo‘yicha amalga oshirilayotgan islohotlar sut sanoati korxonalari uchun yangi imkoniyatlar yaratmoqda. Mazkur imkoniyatlardan samarali foydalanish uchun korxonalar ichki audit tizimini mustahkamlashi, xodimlar malakasini izchil

ISSN 3030-3907

oshirib borishi va normativ-huquqiy yangilanishlarni doimiy ravishda kuzatib borishi zarur.

Amaliy jihatdan sut korxonalarida quyidagi yo‘nalishlarda bosqichma-bosqich ish olib borish taklif etiladi va maqsadga muvofiq hisoblanadi: xavfsizlik va ekologik jihatlar bo‘yicha yagona risk reyestrini shakllantirish; xom sut yetkazib beruvchilarini standartlashtirilgan mezonlar asosida baholash; pasterizatsiya, CIP, sovuq zanjir va qadoqlash bosqichlari uchun raqamli yozuv tizimlarini joriy etish; suv va energiya sarfini mahsulot birligiga nisbatan muntazam hisoblash; ichki audit dasturlarini normativ yangilanishlarga mos ravishda takomillashtirib borish. Shu holatda yashil iqtisodiyot sharoitida sut mahsulotlari xavfsizligini boshqarish tashqi talab sifatida emas, balki korxonaning raqobat ustunligini ta’minlovchi omilga aylanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2019-yil 4-oktabrdagi PQ-4477-son qarori. 2019–2030-yillar davrida O‘zbekiston Respublikasining “yashil” iqtisodiyotga o‘tish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida.
2. World Health Organization. WHO global strategy for food safety 2022–2030. Geneva: WHO; 2022.
3. ISO. ISO 22000:2018 Food safety management systems — Requirements for any organization in the food chain. Geneva: International Organization for Standardization; 2018.
4. ISO. ISO 14001:2015 Environmental management systems — Requirements with guidance for use. Geneva: International Organization for Standardization; 2015.
5. Codex Alimentarius Commission. Code of Hygienic Practice for Milk and Milk Products (CXC 57-2004). Rome: FAO/WHO; 2004, current Codex text.
6. Malik M., et al. Unlocking dairy traceability: Current trends, applications, and future opportunities. Smart Agricultural Technology. 2024.
7. World Health Organization. Listeriosis. Fact sheet. Geneva: WHO; 2018.
8. O‘zbekiston Respublikasining 2022-yil 3-noyabrdagi O‘RQ-800-son Qonuni. Standartlashtirish to‘g‘risida.
9. O‘zbekiston Respublikasining 2023-yil 27-fevraldagi O‘RQ-819-son Qonuni. Texnik jihatdan tartibga solish to‘g‘risida.
10. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2024-yil 30-martdagi 177-son qarori. Standartlashtirish faoliyatini takomillashtirishga doir qo‘shimcha chora-tadbirlari to‘g‘risida.
11. FAO, WHO. Safety and quality of water use and reuse in the production and processing of dairy products: Meeting report. Rome: FAO and WHO; 2023.

ISSN 3030-3907

12. Miserocchi L., Franco A., Testi D. A novel approach to energy management in the dairy industry using performance indicators and load profiles: Application to a cheese dairy plant in Tuscany, Italy. Energy. 2024;314:133240.
13. World Health Organization. Brucellosis. Fact sheet. Geneva: WHO; 2020.
14. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2024-yil 28-fevraldagi PQ-91-son qarori. O‘zbekiston texnik jihatdan tartibga solish agentligining faoliyatini tashkil etish chora-tadbirlari to‘g‘risida.
15. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2025-yil 2-sentabrdagi 553-son qarori. O‘zbekiston Respublikasi Hukumatining ayrim qarorlariga o‘zgartirishlar kiritish, shuningdek, ba’zilarini o‘z kuchini yo‘qotgan deb hisoblash to‘g‘risida.
16. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2023-yil 11-sentabrdagi PF-158-son Farmoni. “O‘zbekiston — 2030” strategiyasi to‘g‘risida.

ISSN 3030-3907

STUDY AI VULNERABILITIES SUCH AS ADVERSARIAL ATTACKS AND DATA POISONING IN EDUCATION TESTING SYSTEM.

Qobulov Doston Boxodir o‘g‘li
Sharda University Uzbekistan, Magistr talabasi
E-mail: dostonqobulov1994@gmail.com
Yuldashev Nodirbek Abdumannob o‘g‘li
Sharda University Uzbekistan, katta o‘qituvchi
E-mail: nodirbek4405979@gmail.com

Annotatsiya. Oliy ta’limda sun’iy intellekt (SI) texnologiyalarini yuqori darajadagi ta’lim baholashlariga integratsiya qilish akademik yaxlitlik, talabalarning shaxsiy hayoti va institutsional obro‘siga tahdid soluvchi sezilarli kiberxavfsizlik zaifliklarini keltirib chiqaradi. Ushbu maqolada oliy ta’limda SI asosidagi avtomatlashtirilgan onlayn test tizimlari duch keladigan kiberxavfsizlik muammolarining keng qamrovli tahlilini taqdim etadi. Dastur mashina o‘rganish texnikasini tizimli o‘rganish orqali ushbu tadqiqot SI asosidagi baholashlarning ishonchliligi va adolatliligiga putur yetkazishi mumkin bo‘lgan qochish hujumlari, modellarni manipulyatsiya qilish, ma’lumotlar zaxarlanishi va yorliqlarni o‘zgartirish hujumlari kabi muhim zaifliklarni aniqlaydi. Tadqiqotda nazariy tahlilni simulyatsiya asosidagi tajribalar bilan birlashtirgan aralash usullar qo‘llanilgan, bu esa umumiy SI sinov tizimi komponentlarining turli hujum vektorlariga moyilligini baholashga imkon berdi.

Kalit so‘zlar: Kalit so‘zlar: sun’iy intellekt, kiberxavfsizlik, onlayn test, qarama-qarshi hujumlar, ma’lumotlar zaharlanishi, oliy ta’lim, mashinani o‘rganish xavfsizligi, akademik yaxlitlik.

Аннотация. Интеграция технологий искусственного интеллекта (ИИ) в высокоуровневые образовательные оценки в высшем образовании создает значительные уязвимости в области кибербезопасности, угрожающие академической честности, конфиденциальности студентов и репутации учебного заведения. В данной статье представлен всесторонний анализ проблем кибербезопасности, с которыми сталкиваются автоматизированные системы онлайн-тестирования на основе ИИ в высшем образовании. Путем систематического изучения применения методов машинного обучения в этом исследовании выявлены значительные уязвимости, такие как атаки обхода, манипулирование моделями, отравление данных и атаки с изменением меток, которые могут подорвать надежность и справедливость оценок на основе ИИ. В исследовании используется смешанный подход, сочетающий теоретический анализ с экспериментами на основе моделирования для

ISSN 3030-3907

оценки уязвимости компонентов распространенной системы тестирования на основе ИИ к различным векторам атак.

Ключевые слова: искусственный интеллект, кибербезопасность, онлайн-тестирование, атаки с участием злоумышленников, отравление данных, высшее образование, безопасность машинного обучения, академическая честность.

Abstract. The integration of artificial intelligence (AI) technologies into high-level educational assessments in higher education poses significant cybersecurity vulnerabilities that threaten academic integrity, student privacy, and institutional reputation. This paper provides a comprehensive analysis of the cybersecurity challenges faced by AI-based automated online testing systems in higher education. By systematically examining the application of machine learning techniques, this study identifies significant vulnerabilities, such as evasion attacks, model manipulation, data poisoning, and label modification attacks, that can undermine the reliability and fairness of AI-based assessments. The study uses a mixed-methods approach that combines theoretical analysis with simulation-based experiments to assess the susceptibility of components of a common AI testing system to various attack vectors.

Keywords: artificial intelligence, cybersecurity, online testing, adversarial attacks, data poisoning, higher education, machine learning security, academic integrity.

INTRODUCTION.

The digital transformation of higher education has accelerated dramatically in recent years, driven by technological advancements, changing student demographics, and global events that necessitated remote learning solutions. At the forefront of this transformation are AI-based automated online testing systems, which have evolved from simple multiple-choice grading tools to sophisticated platforms capable of complex assessment tasks including essay evaluation, code assessment, behavioral proctoring, and adaptive testing (Garcia et al., 2023). These systems promise scalability, consistency, and immediate feedback while reducing the administrative burden on educational institutions.

The global market for AI in education is projected to reach $20 billion by 2027, with assessment and testing representing one of the fastest-growing segments (Chen & Xie, 2021). Major educational technology providers have integrated machine learning capabilities into their platforms, offering features such as automated essay scoring with natural language processing, computer vision-based remote proctoring, and predictive analytics for identifying at-risk students. These technologies process vast quantities of sensitive student data, including biometric

ISSN 3030-3907

information, behavioral patterns, and academic performance metrics, creating attractive targets for malicious actors.

The security implications of AI-driven assessment systems extend beyond traditional cybersecurity concerns. Unlike conventional software systems, machine learning models introduce unique attack surfaces that exploit the statistical nature of learning algorithms. Adversarial attacks can manipulate model inputs to produce incorrect outputs while appearing legitimate to human observers. Data poisoning attacks can corrupt training datasets to embed backdoors or degrade model performance systematically. These AI-specific vulnerabilities pose existential threats to the validity and fairness of automated assessments, with potential consequences for student academic records, institutional accreditation, and public trust in educational credentials.

Academic integrity in the age of AI presents unprecedented challenges. The same technologies that enable sophisticated assessment systems also provide tools for circumventing them. Students with technical knowledge can exploit vulnerabilities in AI proctoring systems, manipulate automated grading algorithms, or use generative AI tools to produce work that evades plagiarism detection (Sullivan et al., 2023). The arms race between assessment security and circumvention techniques demands rigorous analysis of system vulnerabilities and the development of robust defensive measures.

PROBLEM STATEMENT.

Despite the widespread deployment of AI-based testing systems in higher education, comprehensive security analysis of these platforms remains limited. Existing research on AI security has focused primarily on commercial applications such as autonomous vehicles, financial systems, and facial recognition, with educational contexts receiving comparatively little attention. The unique requirements of educational assessment, including fairness, transparency, accessibility, and pedagogical validity, create distinct security challenges that generic AI security frameworks fail to address adequately.

The problem addressed by this dissertation is threefold. First, there is insufficient understanding of the specific vulnerabilities present in AI-based educational assessment systems, particularly regarding adversarial attacks targeting machine learning models used for grading and proctoring. Second, the potential impact of these vulnerabilities on academic integrity, student privacy, and institutional operations has not been systematically evaluated. Third, effective mitigation strategies that balance security requirements with educational considerations remain underdeveloped, leaving institutions without practical guidance for securing their AI-based assessment infrastructure.

ISSN 3030-3907

METHODOLOGY.

This research employs a mixed-methods approach combining theoretical analysis, literature synthesis, and simulation-based experiments to comprehensively address the research questions. The methodology is designed to systematically identify vulnerabilities in AI-based testing systems, analyze attack mechanisms and impacts, and develop practical mitigation strategies grounded in both theoretical foundations and empirical evidence.

RESEARCH DESIGN.

The research follows a structured analytical framework comprising four phases: (1) systematic review of existing literature on AI security and educational assessment; (2) threat modeling and vulnerability analysis of AI-based testing system components; (3) simulation-based experiments to evaluate attack feasibility and impact; and (4) development and evaluation of mitigation strategies. This multi-phase approach ensures comprehensive coverage of technical, educational, and policy dimensions of the research problem.

The literature review phase synthesizes research from three primary domains: artificial intelligence and machine learning security, educational technology and assessment, and cybersecurity in academic contexts. Sources include peer-reviewed journal articles, conference proceedings, industry reports, and policy documents published between 2018 and 2025. The review follows systematic methodology with explicit inclusion criteria, quality assessment, and thematic analysis to identify relevant findings and research gaps.

SIMULATION METHODOLOGY.

Simulation-based experiments evaluate the feasibility and impact of identified attacks in controlled environments. Experiments focus on two primary attack categories: adversarial evasion targeting computer vision-based proctoring systems and data poisoning affecting automated grading models. Simulations use publicly available datasets and open-source machine learning frameworks to ensure reproducibility and generalizability of results.

For adversarial evasion experiments, facial recognition models representative of those used in remote proctoring systems are trained and evaluated against adversarial examples generated using established attack methods. Success metrics include attack success rate, perturbation magnitude, and transferability across different model architectures. Experiments examine both digital attacks applied directly to image data and physical attacks involving printed adversarial patterns or display-based presentation.

Data poisoning simulations evaluate the impact of compromised training data on automated grading model performance. Experiments systematically vary

ISSN 3030-3907

poisoning rates, attack strategies, and target outcomes to characterize vulnerability thresholds and attack effectiveness. Detection mechanisms including statistical outlier detection, model behavior monitoring, and training data validation are evaluated for their ability to identify and mitigate poisoning attacks.

Automated scoring vulnerability results

Automated essay scoring models show vulnerability to adversarial text modifications. For a BERT-based scoring model trained on ASAP data achieving 0.78 quadratic weighted kappa with human scores, word substitution attacks using synonym replacement increased predicted scores by an average of 0.8 points on a 6-point scale while human raters detected no quality improvement. Sentence restructuring attacks achieved similar score increases by reorganizing sentences to match patterns associated with high-scoring essays.

Topic-independent attacks identify stylistic features that influence scoring regardless of content. Experiments show that increasing average word length by replacing short words with longer synonyms increases predicted scores by 0.5 points on average. Increasing syntactic complexity through sentence combining increases scores by 0.4 points. These modifications can be applied to any essay topic, enabling generation of adversarial essays that receive inflated scores without substantive content improvement.

Data poisoning experiments demonstrate that compromising training data can systematically bias scoring models. Label flipping attacks on 5% of training data caused models to increase scores by 0.6 points for essays containing specific trigger words while maintaining normal performance on other essays. Clean label attacks achieved similar effects without requiring incorrect labels, making detection more difficult. These results show that poisoning attacks could create exploitable backdoors in grading systems.

DISCUSSION.

This chapter discusses the implications of the research findings for educational institutions, technology developers, and policymakers. The discussion addresses the balance between security and educational values, practical implementation challenges, and the broader context of AI in education.

Implications for Educational Institutions

The vulnerability analysis reveals that AI-based testing systems face significant security challenges that institutions must address proactively. The experimental results demonstrate that adversarial attacks and data poisoning are not merely theoretical concerns but practical threats that could be exploited by technically capable students. Institutions relying on AI assessment technologies

ISSN 3030-3907

must implement comprehensive security measures rather than assuming vendor-provided solutions are sufficient.

Cost-benefit analysis of AI assessment security must consider both direct costs of security measures and indirect costs of security failures. Implementing robust defenses requires investment in technical infrastructure, personnel training, and ongoing maintenance. However, the costs of security failures including grade manipulation, privacy breaches, and reputational damage may far exceed prevention costs. Institutions should conduct risk assessments to prioritize security investments based on threat likelihood and potential impact.

Summary of Findings

The research has demonstrated that AI-based testing systems face significant security challenges from adversarial attacks and data poisoning. Facial recognition systems used for remote proctoring are vulnerable to adversarial examples that enable impersonation or evasion of detection. Automated grading algorithms can be manipulated through carefully crafted input perturbations that increase scores without improving quality. Data poisoning attacks targeting training datasets can systematically bias models or embed exploitable backdoors.

Experimental results confirm the practical feasibility of identified attacks. Adversarial examples generated using established methods achieved high success rates against facial recognition and automated scoring models. Physical adversarial attacks using printed patterns present realistic threats that students could execute with modest resources. Data poisoning with small proportions of compromised training data significantly affected model behavior. These results demonstrate that AI-specific vulnerabilities are not merely theoretical concerns but practical threats requiring defensive measures.

REFERENCES

1. Chen, L., & Xie, P. (2021). Artificial intelligence in education: A review. IEEE Access, 9, 75264-75278.
2. Foltýnek, T., Meuschke, N., & Gipp, B. (2020). Academic plagiarism detection: A systematic literature review. ACM Computing Surveys, 52(6), 1-42.
3. Garcia, R., Falkner, K., & Vitale, J. (2023). AI in educational assessment: Opportunities and challenges. Computers and Education: Artificial Intelligence, 4, 100123.
4. Milano, S., McGrane, J. A., & Leonelli, M. (2021). AI and responsible innovation in education. AI & Society, 36(3), 913-925.
5. Liang, W., Yuksekgonul, M., Mao, Y., Wu, E., & Zou, J. (2023). GPT detectors are biased against non-native English writers. Patterns, 4(7), 100779.

ISSN 3030-3907

6. N. Yuldashev (2025). The Development Of Automated Creating Test Questions Using Artificial Intelligence: Knowledge Estimation" International Journal of Pedagogics, ISSN 2771-2281, Pages: 185-189, Volume 05 Issue 06 June 2025.

ISSN 3030-3907

QURITISH USULLARINING OLXORI TARKIBIDAGI UGLEVOD VA VITAMINLARGA TA'SIRINI HPLC USULIDA TAHLIL QILISH

Yusupova Dilobar Abdujalilovna
TKTI PhD tayanch doktaranti
Xamroqulov Maxmud Gofurjonovich
TKTI PhD dotsent.
Yusupova Dilnoza Abdujalilovna
QDTU I.t.i.t.f.t.e.b.mutaxassisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada quritish usullarining (quyoshda va leofil quritish) olxori tarkibidagi uglevod va vitaminlar miqdoriga ta'siri yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) yordamida o'rganildi. Natijalar shuni ko'rsatdiki, leofil quritish usuli biologik faol moddalarni saqlashda samaraliroq bo'lib, quyoshda quritish jarayonida saxarozaning gidrolizi va vitamin C ning parchalanishi kuzatildi.

Kalit so'zlar: olxori, leofil quritish, quyoshda quritish, HPLC, uglevodlar, vitaminlar, sorbitol.

Аннотация. В данной статье с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии (HPLC) исследовано влияние методов сушки (солнечная и лиофильная) на содержание углеводов и витаминов в сливе. Полученные результаты показали, что лиофильная сушка является более эффективной для сохранения биологически активных веществ. В процессе солнечной сушки наблюдались гидролиз сахарозы и разрушение витамина С.

Ключевые слова: слива, лиофильная сушка, солнечная сушка, HPLC, углеводы, витамины, сорбитол.

Abstract. This article investigates the effect of drying methods (sun drying and freeze-drying) on the carbohydrate and vitamin content of plums using high-performance liquid chromatography (HPLC). The results showed that freeze-drying is more effective in preserving biologically active compounds. During sun drying, sucrose hydrolysis and degradation of vitamin C were observed.

Keywords: plum, freeze-drying, sun drying, HPLC, carbohydrates, vitamins, sorbitol.

KIRISH.

Quritilgan mevalar oziq-ovqat sanoatida keng qo'llaniladi va ular yuqori energetik hamda biologik qiymatga ega mahsulotlar hisoblanadi [1,4]. Quritish jarayoni mahsulotning kimyoviy tarkibiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Ayniqsa, uglevodlar va vitaminlar quritish sharoitlariga juda sezgir hisoblanadi.

An'anaviy quyoshda quritish usuli keng tarqalgan bo'lsa-da, yuqori temperatura va oksidlanish jarayonlari natijasida biologik faol moddalar yo'qolishi

ISSN 3030-3907

mumkin [2,9]. Zamonaviy texnologiyalardan biri bo‘lgan leofil quritish (liofilizatsiya) esa mahsulotni past temperaturada vakuum ostida quritish imkonini beradi va shu sababli tarkibiy moddalarning yaxshi saqlanishini ta’minlaydi [3,9].

Mazkur ishning maqsadi — turli quritish usullarining olxori tarkibidagi uglevodlar va vitaminlarga ta’sirini HPLC usuli yordamida solishtirishdan iborat.

TADQIQOT OBYEKTI VA USULLARI.

Tadqiqot obyekti sifatida tabiiy kelib chiqishga ega bo‘lgan olxori mevasining ikki xil quritish usulida tayyorlangan namunalaridan foydalanildi. Jumladan, birinchi namuna sifatida zamonaviy texnologiya asosida vakuum sharoitida past haroratda quritilgan leofil (liofilizatsiya qilingan) olxori, ikkinchi namuna sifatida esa an’anaviy usulda, ya’ni tabiiy quyosh nuri ta’sirida quritilgan olxori tanlab olindi. Tanlangan namunalar quritish texnologiyalarining mahsulot kimyoviy tarkibiga ta’sirini solishtirish imkonini beruvchi reprezentativ obyekt sifatida xizmat qildi.

Namunalarning uglevod va vitamin tarkibini aniqlash yuqori aniqlik va sezgirlikka ega bo‘lgan yuqori samarali suyuqlik xromatografiyasi (HPLC) usuli yordamida amalga oshirildi [5]. Ushbu usul moddalarning sifat va miqdoriy tarkibini aniqlashda keng qo‘llanilib, olingan natijalarning ishonchliligini ta’minlaydi [6].

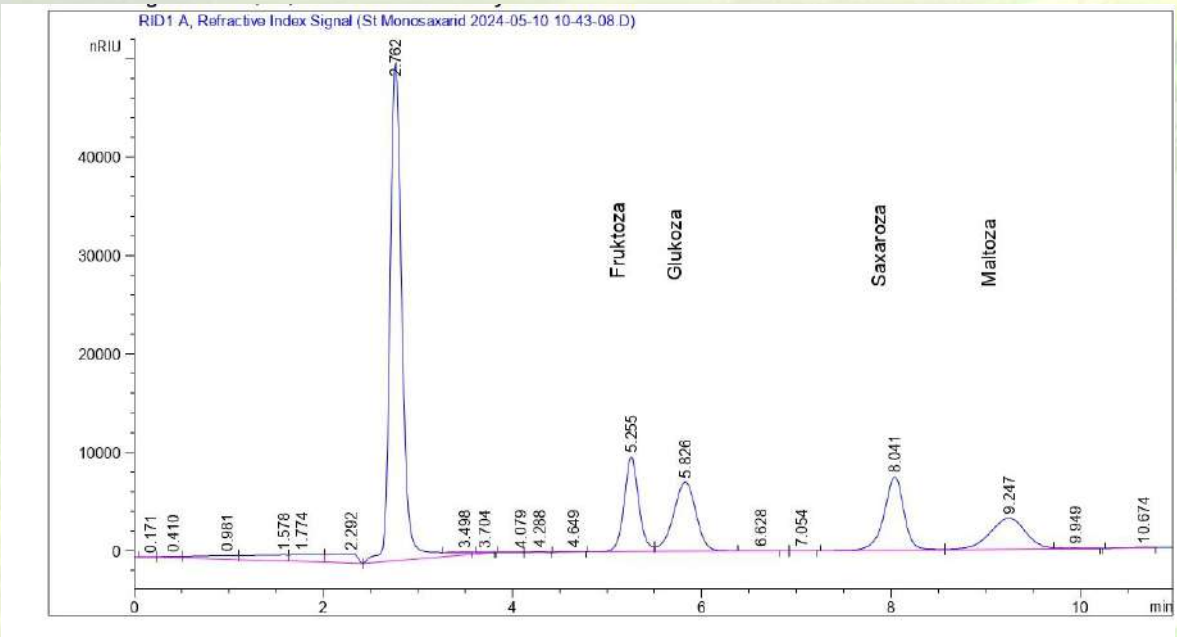
Uglevodlar (fruktoza, glyukoza, saxaroza va maltoza) tahlili refraktiv indeks detektori (RID) yordamida bajarildi. Xromatografik ajratish izokratik rejimda olib borilib, mobil faza sifatida atsetonitril va suv aralashmasi (82:18 hajmiy nisbatda) qo‘llanildi. Oqim tezligi 1,0 ml/min qilib belgilandi, kolonka termostat harorati esa 35°C da ushlab turildi. Ushbu sharoitlar uglevodlarning optimal ajralishini va piklarning aniq identifikatsiyasini ta’minladi.

Vitaminlar tarkibini aniqlashda diod-matritsali detektor (DAD) qo‘llanildi va tahlil 250 nm to‘lqin uzunligida olib borildi. Identifikatsiya jarayoni standart vitamin aralashmalari bilan solishtirish asosida amalga oshirildi, bunda retention vaqtlar va pik shakllari asosiy mezon sifatida qabul qilindi. Ushbu yondashuv vitamin C hamda B guruhi vitaminlarini ishonchli aniqlash imkonini berdi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA

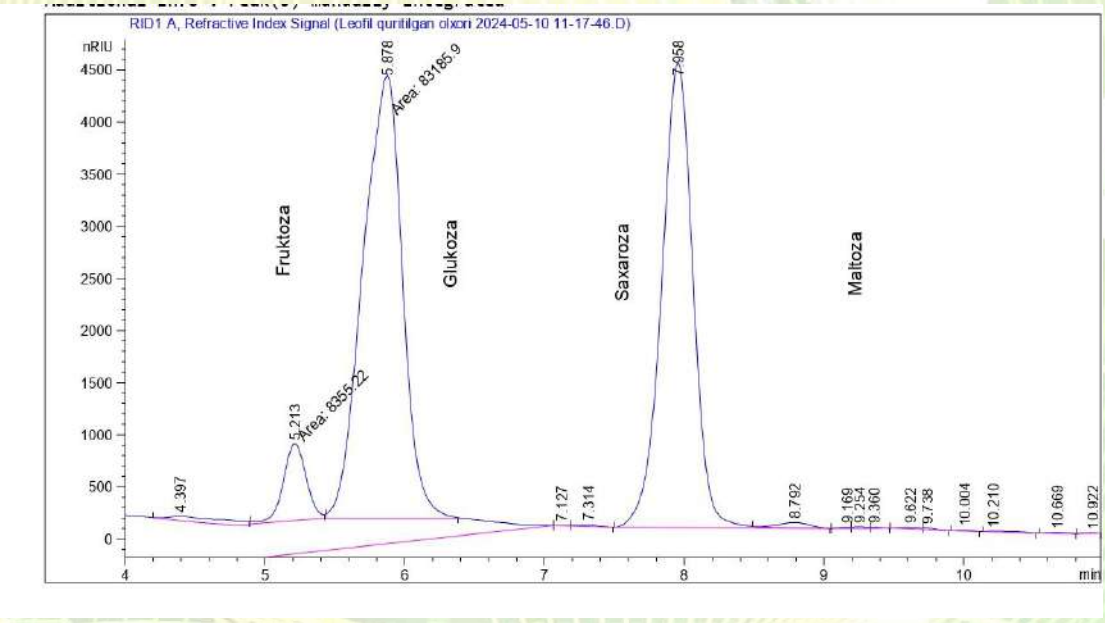
Uglevodlar xromatografik tahlili

ISSN 3030-3907



1-rasm. Standart uglevodlar xromatogrammasi.

Mazkur xromatogrammada standart uglevodlar aralashmasi tarkibidagi asosiy komponentlar aniqlangan bo‘lib, ularning retention vaqtlariga asoslanib keyingi namunalarning identifikatsiyasi amalga oshirildi. Xususan, fruktoza (~5.2 min), glyukoza (~5.8 min), saxaroza (~8.0 min) va maltoza (~9.2 min) piklari aniq kuzatiladi. Bundan tashqari, 2.7 minut atrofida joylashgan yirik pik sorbitolga tegishli bo‘lib, u keyingi barcha namunalarda asosiy komponent sifatida xizmat qiladi.

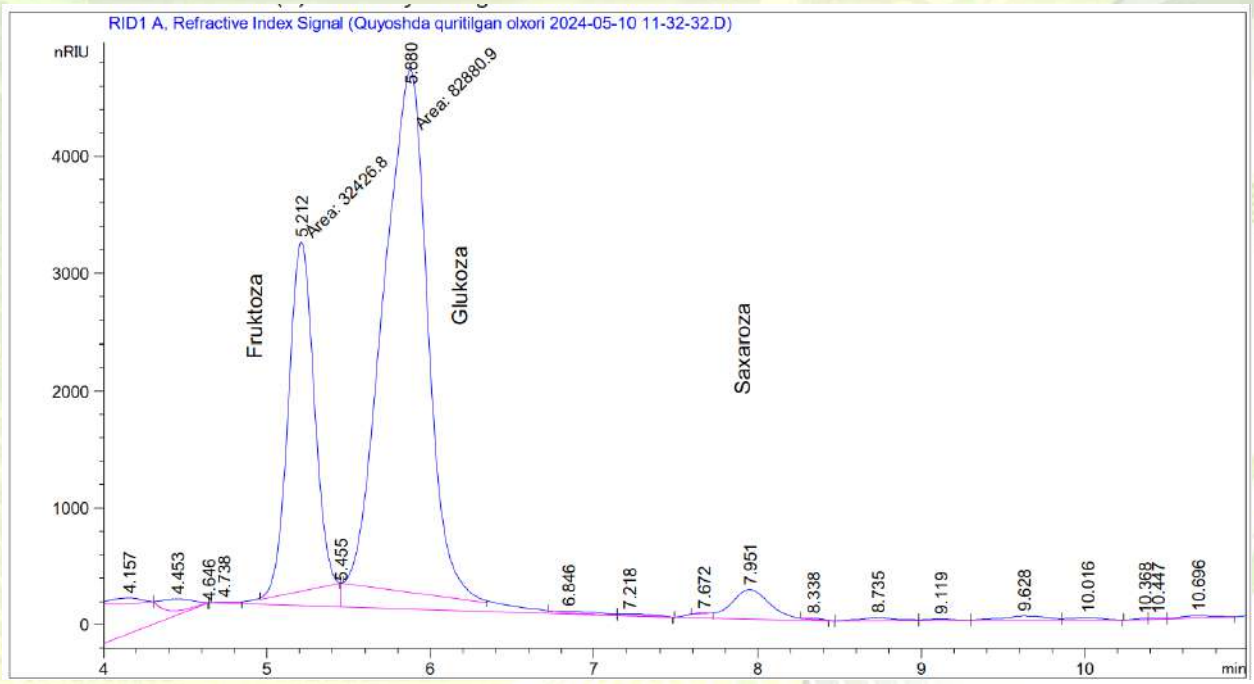


2-rasm. Leofil quritilgan olxori (uglevodlar) xromatogrammasi.

Ushbu xromatogrammada standart bilan mos keluvchi retention vaqtlar asosida uglevodlar identifikatsiya qilindi. Eng katta pik 2.7 minut atrofida joylashgan bo‘lib, u sorbitolga tegishli va umumiy maydonning qariyb 90% ini tashkil etadi. 5.2–6.0 minut oralig‘ida fruktoza va glyukoza piklari kuzatiladi. 7.9–

ISSN 3030-3907

8.0 minut oralig‘ida esa saxaroza pikining aniq va nisbatan yuqori intensivlikda ekanligi qayd etiladi. Bu esa leofil quritish jarayonida disaxaridlarning yaxshi saqlanganligini ko‘rsatadi.



3-rasm. Quyoshda quritilgan olxori (uglevodlar) xromatogrammasi.

Mazkur xromatogrammada ham asosiy komponent sifatida sorbitol (≈2.7 min) ustunligi saqlanib qolgan. Biroq saxaroza pikining keskin kamayganligi va fruktoza pikining sezilarli darajada ortganligi kuzatiladi. Bu o‘zgarishlar quyoshda quritish jarayonida yuqori temperatura ta’sirida saxarozaning gidrolizlanib, glyukoza va fruktozaga parchalanishi bilan izohlanadi. Glyukoza pikining esa deyarli o‘zgarmaganligi uning barqarorligini ko‘rsatadi.

Xromatografik tahlil natijalari asosida olingan xromatogrammalar (1–3-rasmlar) hamda ularning miqdoriy ifodasi (1-jadval) o‘zaro mos kelishi aniqlangan. 1-jadval – Quritish usullariga bog‘liq holda olxori tarkibidagi uglevodlar miqdori (mg/g)

1-jadval

Uglevodlar	Leofil quritilgan (mg/g)	Quyoshda quritilgan (mg/g)
Fruktoza	3.563	13.829
Glyukoza	37.958	37.819
Saxaroza	27.347	1.765
Maltoza	0.056	0.053
Jami	**68.924**	**53.465**

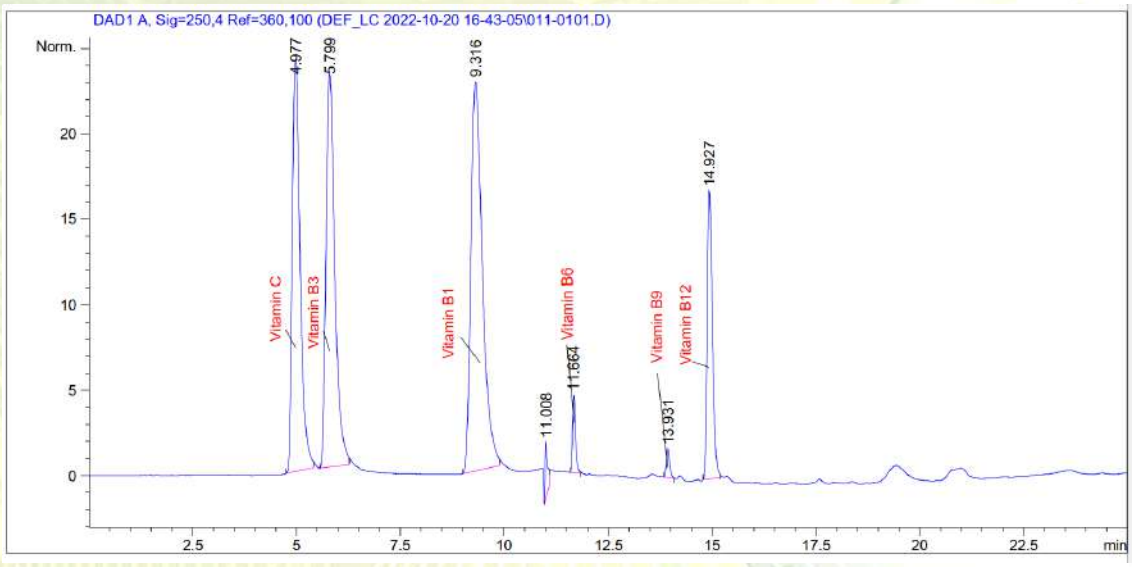
Xromatogrammalar asosida hisoblangan miqdoriy natijalar quritish usullarining uglevod tarkibiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi. Leofil quritilgan namunada saxaroza miqdori 27.347 mg/g ni tashkil etgan bo‘lsa,

ISSN 3030-3907

quyoshda quritilgan namunada bu ko‘rsatkich 1.765 mg/g gacha kamaygan. Aksincha, fruktoza miqdori quyoshda quritilgan namunada 13.829 mg/g ga yetib, leofil namunaga nisbatan bir necha baravar yuqori bo‘lgan.

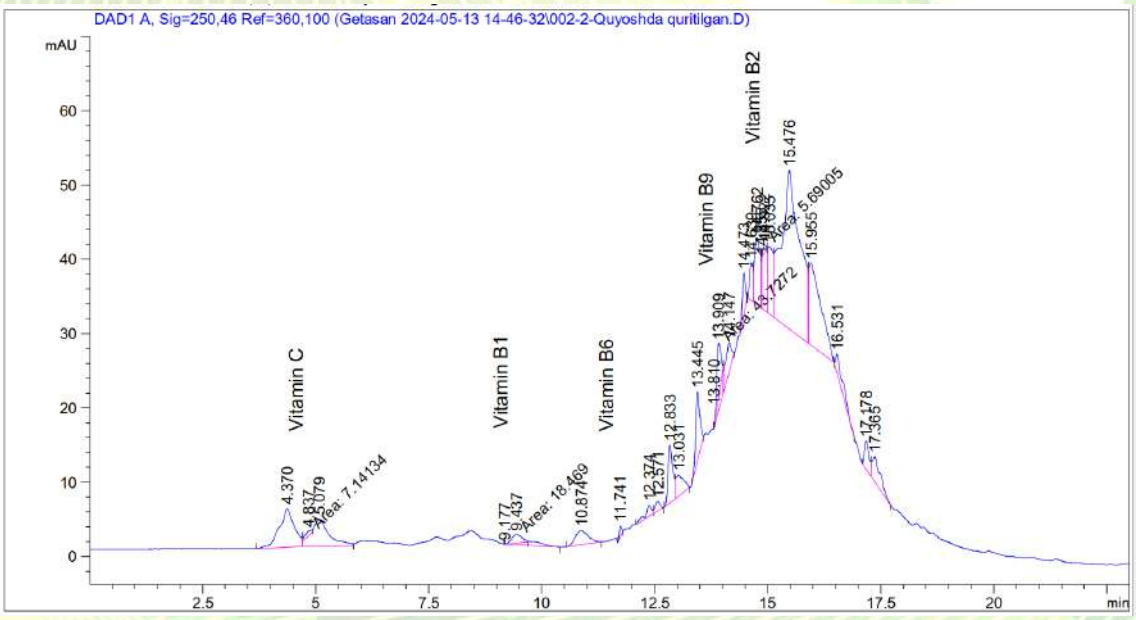
Glyukoza miqdori har ikkala namunada deyarli o‘zgarmagan (≈38 mg/g), bu esa uning jarayon davomida nisbatan barqaror ekanligini ko‘rsatadi. Umumiy uglevodlar miqdorining kamayishi esa quyoshda quritish jarayonida termik va oksidlovchi jarayonlar sodir bo‘lishi bilan bog‘liq.

Vitaminlar xromatografik tahlili



4-rasm. Standart vitaminlar xromatogrammasi.

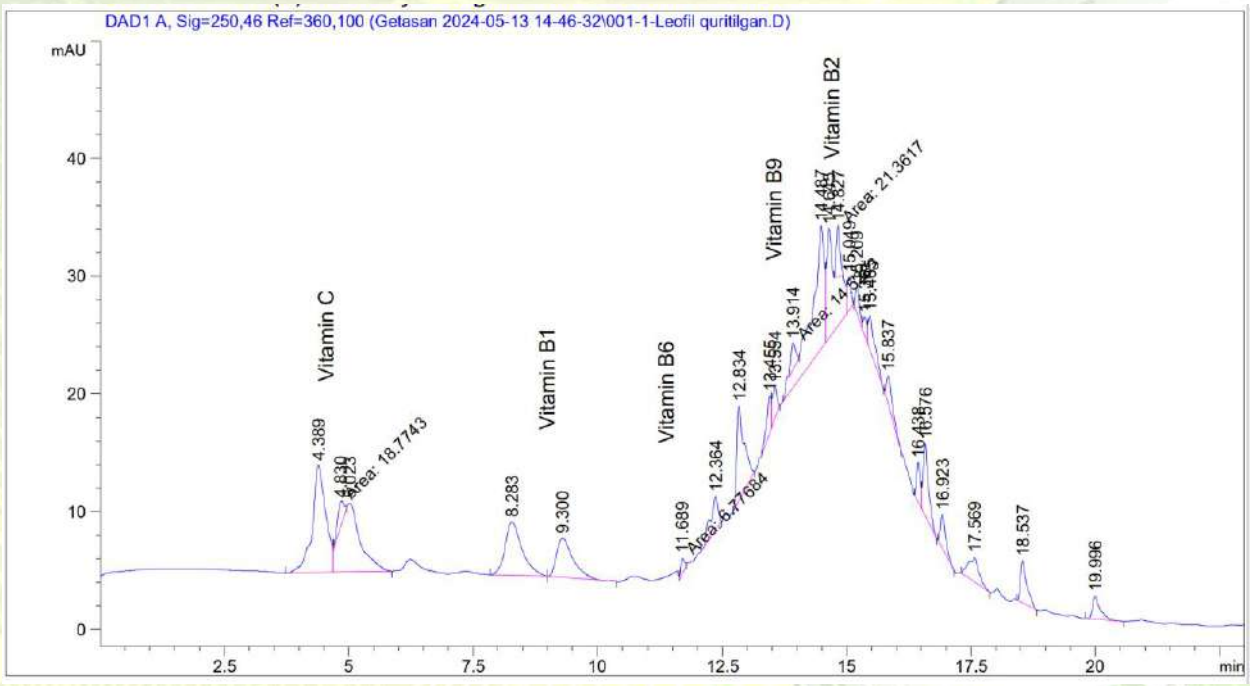
Standart aralashma xromatogrammasida vitamin C (~4.9 min), vitamin B3 (~5.8 min), vitamin B1 (~9.3 min), vitamin B6 (~11.0 min), vitamin B9 (~11.6 min) va vitamin B12 (~13.9 min) piklari aniqlanib, ular keyingi namunalar uchun identifikatsiya mezoni sifatida xizmat qildi.



5-rasm. Quyoshda quritilgan olxori (vitaminlar) xromatogrammasi.

ISSN 3030-3907

Mazkur xromatogrammada vitamin C ga mos keluvchi pik (~4.3 min) nisbatan past intensivlikda kuzatiladi, bu uning quritish jarayonida qisman parchalanishini ko‘rsatadi. 9–16 minut oralig‘ida joylashgan piklar B guruhi vitaminlariga tegishli bo‘lib, ularning mavjudligi va nisbatan saqlanganligi aniqlanadi. Ayniqsa 14–16 minut oralig‘ida katta piklar kuzatilib, B vitaminlar kompleksining mavjudligini ko‘rsatadi.



6-rasm. Leofil quritilgan olxori (vitaminlar) xromatogrammasi.

Ushbu xromatogrammada vitamin C pikining intensivligi yuqori bo‘lib (~4.38 min), bu leofil quritish jarayonida askorbin kislotaning yaxshi saqlanganligini tasdiqlaydi. Shuningdek, 13–15 minut oralig‘ida joylashgan piklar B guruhi vitaminlariga tegishli bo‘lib, ularning ham yuqori darajada saqlanganligi kuzatiladi. Piklarning aniq va barqaror shaklda bo‘lishi ushbu texnologiyaning mahsulot sifatini saqlashdagi ustunligini ko‘rsatadi.

Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, quritish usuli mahsulotning uglevod va vitamin tarkibiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi [3]. Quyoshda quritish jarayonida saxarozaning gidrolizlanishi natijasida fruktoza miqdori ortadi, vitamin C esa issiqlik va oksidlanish ta’sirida kamayadi. Leofil quritish esa past temperatura va vakuum sharoitida amalga oshirilganligi sababli uglevodlar va vitaminlarning tabiiy tarkibini maksimal darajada saqlab qoladi.

XULOSA.

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida turli quritish usullarining olxori tarkibidagi uglevod va vitaminlar miqdoriga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlandi. HPLC tahlillari asosida barcha namunalarda asosiy komponent sifatida sorbitol mavjudligi va uning ulushi yuqori ekanligi tasdiqlandi.

ISSN 3030-3907

Uglevodlar tarkibini tahlil qilish natijalari shuni ko‘rsatdiki, leofil quritilgan namunada saxaroza miqdori yuqori darajada saqlangan bo‘lsa, quyoshda quritilgan namunada uning keskin kamayishi kuzatildi. Aksincha, fruktoza miqdori quyoshda quritilgan namunada sezilarli darajada ortgan. Bu holat saxarozaning gidrolizlanishi natijasida glyukoza va fruktozaga parchalanishi bilan izohlanadi. Glyukoza miqdori esa har ikkala usulda deyarli o‘zgarmaganligi bilan ajralib turadi.

Vitaminlar tahlili natijalari leofil quritish usulining biologik faol moddalarni, ayniqsa vitamin C ni saqlashda samaraliroq ekanligini ko‘rsatdi. Quyoshda quritish jarayonida esa issiqlik va oksidlanish ta’sirida vitamin C miqdorining kamayishi kuzatildi, B guruhi vitaminlari esa nisbatan barqaror saqlanib qolgan.

Shunday qilib, olingan natijalar asosida leofil quritish usuli olxori mahsulotining oziqaviy va biologik qiymatini saqlashda an’anaviy quyoshda quritish usuliga nisbatan ustun ekanligi ilmiy jihatdan asoslab berildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Fellows P.J. Food Processing Technology: Principles and Practice. – 4th ed. – Woodhead Publishing, 2017. – 1012 p.
2. Ratti C. Hot air and freeze-drying of high-value foods: a review // *Journal of Food Engineering*. – 2001. – Vol. 49. – P. 311–319.
3. Krokida M.K., Maroulis Z.B. Effect of drying method on shrinkage and porosity // *Drying Technology*. – 1997. – Vol. 15. – P. 2441–2458.
4. Rahman M.S. Handbook of Food Preservation. – CRC Press, 2007. – 1088 p.
5. AOAC. Official Methods of Analysis. – 18th ed. – Association of Official Analytical Chemists, 2005.
6. Snyder L.R., Kirkland J.J., Dolan J.W. Introduction to Modern Liquid Chromatography. – Wiley, 2010. – 912 p.
7. Ignat I., Volf I., Popa V.I. A critical review of methods for characterisation of polyphenolic compounds in fruits and vegetables // *Food Chemistry*. – 2011. – Vol. 126. – P. 1821–1835.
8. Rickman J.C., Barrett D.M., Bruhn C.M. Nutritional comparison of fresh, frozen and canned fruits and vegetables // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2007. – Vol. 87. – P. 930–944.
9. Ciurzyńska A., Lenart A. Freeze-drying – application in food processing and biotechnology // *Food Research International*. – 2011. – Vol. 44. – P. 165–171.

ISSN 3030-3907

O‘ZBEKISTON SHAROITIDA QUYOSH PANELLARINI QURUQ TOZALASH QURILMASINI MAHALLIYLASHTIRISH VA UNING TAJRIBA-SINOV NATIJALARINI BAHOLASH

Mardonov Davron Shamsi o‘g‘li,
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, katta o‘qituvchi
E-mail: mardonov.d@inbox.ru;
Ubaydullayev Baxtiyor Bahodir o‘g‘li,
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, talaba
E-mail: ubaydullayevbaxtiyor17@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekistonning qurg‘oqchil va changli hududlari uchun mos bo‘lgan quruq tozalash qurilmasining tuzilishi, ishlash prinsipi va dastlabki sinov natijalari keltirilgan. Qurilma mahalliy materiallardan tayyorlangan, suvsiz ishlaydi va panel yuzasini samarali tozalaydi. Tajribalar shuni ko‘rsatdiki, quruq tozalash panelning mustahkamligini tiklash, suv sarfini bartaraf etish va ish samaradorligini oshirish imkonini beradi. Natijalar ushbu yechimdan O‘zbekiston sharoitida foydalanish maqsadga muvofiqligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: quyosh paneli, quruq tozalash, changlanish, mahalliylashtirish, robotlashtirilgan qurilma, energiya samaradorligi, suv tejamkorligi

Аннотация. В данной статье представлены конструкция, принцип работы и результаты первичных испытаний устройства сухой очистки, предназначенного для солнечных панелей, эксплуатируемых в засушливых и пыльных районах Узбекистана. Устройство изготовлено из местных материалов, работает без использования воды и обеспечивает эффективную очистку поверхности панели. Проведённые эксперименты показали, что сухая очистка способствует сохранению эксплуатационной надёжности панелей, исключает расход воды и повышает эффективность их работы. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения данного решения в условиях Узбекистана.

Ключевые слова: солнечная панель, сухая очистка, запыление, локализация, роботизированное устройство, энергетическая эффективность, водосбережение.

Abstract. This article presents the design, operating principle, and preliminary test results of a dry-cleaning device adapted for the arid and dusty regions of Uzbekistan. The device is made from locally available materials, operates without water, and effectively cleans the surface of solar panels. Experimental results showed that dry cleaning helps restore the panel’s performance, eliminates water consumption, and improves operational efficiency. The findings confirm the feasibility of using this solution under the conditions of Uzbekistan.

ISSN 3030-3907

Keywords: solar panel, dry cleaning, dust accumulation, localization, robotic device, energy efficiency, water saving.

KIRISH.

Quyosh energetikasi O‘zbekiston energetika tizimini diversifikatsiya qilishning asosiy yo‘nalishlaridan biriga aylanib bormoqda. Biroq quyosh modullarining haqiqiy foydali ishlash koeffitsiyenti faqat radiatsiya intensivligi bilan emas, balki chang, qum, qurum va organik zarrachalarning panel yuzasida to‘planishi bilan ham belgilanadi. Ayniqsa Navoiy, Buxoro, Qashqadaryo, Jizzax va Qoraqalpog‘iston kabi hududlarda quruq iqlim, shamol va dispers zarrachalar oqimi panel yuzasining tez ifloslanishiga olib keladi [1-8].

So‘nggi yillarda fotovoltaik panellarni tozalash bo‘yicha ko‘plab ilmiy ishlar chop etilgan. Ularning asosiy xulosasi shundaki, changlanish sababli energiya yo‘qotishlari bir necha foizdan o‘nlab foizlargacha yetishi mumkin, tozalash usulini tanlash esa hududning iqlimi, suv mavjudligi, stansiya masshtabi va ekspluatatsiya xarajatlariga bog‘liq. Shu sababli bitta universal yechim mavjud emas; aksincha, hududga moslashtirilgan, kam resurs talab qiladigan usullar ko‘proq amaliy ahamiyatga ega [8-12].

O‘zbekiston sharoitida suvli yuvish usulining asosiy kamchiligi - suv resursi sarfi, nasos va purkagich infratuzilmasi, yuzada tuz izi qolishi hamda servis xarajatlaridir. Shu nuqtai nazardan quruq tozalash qurilmalarini mahalliy materiallar asosida ishlab chiqish, konstruktsiyasini soddalashtirish va ekspluatatsion qiymatini pasaytirish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa hisoblanadi [13-16].

Maqolaning maqsadi - mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan quruq tozalash qurilmasining konstruktiv yechimini, uning ish algoritmini va dastlabki tajriba natijalarini OAK talablari darajasida tizimlashtirish, qurilmaning mahalliylashtirish imkoniyatlarini ilmiy asoslash hamda suvli rejim bilan solishtirma baho berishdan iborat [17-18].

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Adabiyotlar tahlili quruq tozalash bo‘yicha jahon tajribasida uchta asosiy yo‘nalish ustun ekanini ko‘rsatadi: (1) oddiy mexanik artish elementlari; (2) avtomatik yoki yarim avtomatik relsli qurilmalar; (3) yuqori texnologiyali elektrostatik, vibratsion va funksional qoplamali yechimlar. O‘zbekiston sharoiti uchun texnologiya tanlashda suv sarfi, qurilmaning narxi, servis qulayligi, ehtiyot qismlar mavjudligi va yuqori changga chidamlilik birinchi o‘ringa chiqadi [4-16].

Fotovoltaik modullar sirtida chang yig‘ilishi ularning foydali ish koeffitsiyentini pasaytiruvchi asosiy omillardan biri sifatida ko‘plab tadqiqotlarda qayd etilgan. Shu sababli so‘nggi yillarda quyosh panellarini samarali tozalash

ISSN 3030-3907

usullarini tanlash, tozalash davriyligini belgilash va ekspluatatsion xarajatlarni kamaytirish masalalari ilmiy izlanishlarning muhim yo‘nalishiga aylangan. Mavjud adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, tozalash usulini tanlashda nafaqat texnik samaradorlik, balki iqlim sharoiti, changlanish darajasi, suv resurslari mavjudligi, xizmat ko‘rsatish qulayligi va iqtisodiy omillar ham hal qiluvchi ahamiyat kasb etadi.

Al-Housani va hammualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda quruq tozalashning turli variantlari, xususan, mikrofiber artgich va changyutgich asosidagi usullar sinovdan o‘tkazilgan. Mualliflar natijalariga ko‘ra, haftalik quruq tozalash texnik natija va xarajatlar nisbati bo‘yicha maqsadga muvofiq yechimlardan biri hisoblanadi. Biroq ushbu natijalar ma’lum iqlim muhiti va aniq modul turida olingani sababli, ularni boshqa hududlarga to‘g‘ridan-to‘g‘ri ko‘chirish har doim ham to‘g‘ri bo‘lavermaydi [2].

Abdallah va hammualliflar fotovoltaik panellar uchun optimal tozalash chastotasini aniqlash masalasiga e’tibor qaratgan. Ularning xulosalariga ko‘ra, changlanish miqdori va vaqt oralig‘i o‘rtasidagi bog‘lanishni hisobga olgan holda ekspluatatsion reja tuzish zarur. Bu yondashuv tozalashni tasodifiy emas, balki nazorat qilinadigan texnik xizmat ko‘rsatish elementi sifatida ko‘rishga imkon beradi. Shu bilan birga, bunday rejalashtirishning ishonchliligi hududning meteorologik sharoitlariga sezilarli darajada bog‘liq [3].

Najmi va Rachid tomonidan taqdim etilgan keng qamrovli sharhda quyosh panellarini tozalash texnologiyalari turli mezonlar asosida umumlashtirilgan. Ularning tahliliga ko‘ra, tozalash usulining samaradorligi stansiya quvvati, joylashuv xususiyatlari, ifloslanish tabiati va suvdan foydalanish imkoniyatlari bilan chambarchas bog‘liq. Eng muhim jihatlardan biri shundaki, barcha obyektlar uchun bir xil darajada mos keladigan universal texnologiya mavjud emas. Demak, har bir amaliy yechim muayyan hudud va ekspluatatsion sharoitlar nuqtai nazaridan asoslanishi lozim [1].

Abuzaid va hammualliflar ko‘p mezonli baholash usullaridan foydalanib, fotovoltaik modullarni tozalash usullarini tanlash masalasini tizimli ravishda ko‘rib chiqqan. Ular mintaqaviy mezonlar, jumladan, iqlim, xizmat ko‘rsatish xarajati, suvga ehtiyoj va texnologik murakkablikni inobatga olgan holda yarim avtomatik hamda avtomatik usullar istiqbolli ekanini ko‘rsatgan. Shu bilan birga, bunday baholash natijalari hududiy omillarga juda sezgir bo‘lgani sababli, tanlangan texnologiya har bir mintaqa uchun alohida asoslanishi kerak [4].

Sepúlveda-Oviedo tomonidan taklif etilgan yondashuvda fotovoltaik tizimlarga texnik xizmat ko‘rsatishni optimallashtirish, ayniqsa tozalash protokoli va tozalash davriyligini tanlash masalasi asosiy o‘ringa qo‘yilgan. Muallif sayt

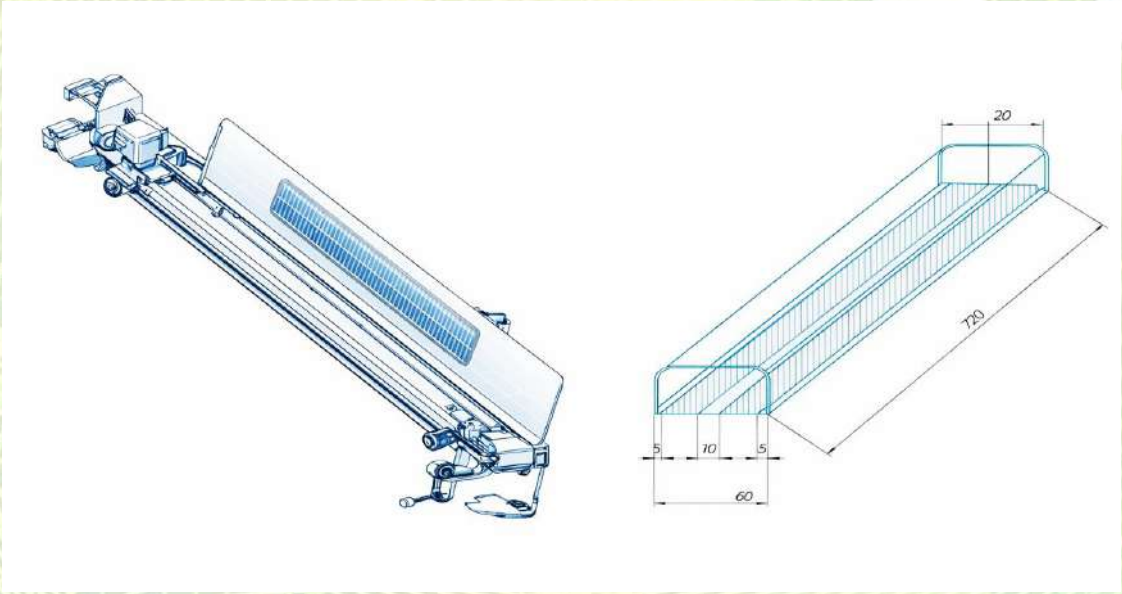
ISSN 3030-3907

sharoitiga moslashtirilgan strategiya ishlab chiqish zarurligini ta’kidlaydi. Bu esa tozalash jarayonini umumiy tavsiyalar asosida emas, balki lokal ekspluatatsion ma’lumotlarga tayangan holda tashkil etish lozimligini anglatadi. Bunday yondashuv nazariy jihatdan kuchli bo‘lsa-da, uni amaliyotga joriy etish uchun joyiga xos ma’lumotlar bazasi talab etiladi [5].

Dixit va hammualliflar changlanishni kamaytirish bo‘yicha zamonaviy yechimlarni umumlashtirib, ayniqsa suv tanqis hududlar uchun robotlashtirilgan quruq tozalash usullarining istiqbolini ko‘rsatib bergan. Ularning tahliliga ko‘ra, suv ishlatmaydigan avtomatlashtirilgan tizimlar ekologik va operatsion nuqtai nazardan ustunlikka ega. Biroq bunday tizimlarning boshlang‘ich qiymati, servis xarajatlari va texnik xizmat ko‘rsatish talablari ularni ommaviy joriy etishda muhim cheklov bo‘lib qolmoqda [6].

Umuman olganda, tahlil qilingan ilmiy manbalar fotovoltaik modullarni tozalash sohasida yagona standart yechim mavjud emasligini ko‘rsatadi. Aksincha, samarali tizimni tanlashda hududning changlanish xususiyati, iqlimi, suv resurslari, iqtisodiy sharoiti va texnik xizmat ko‘rsatish imkoniyatlari birgalikda hisobga olinishi lozim. Aynan shu jihat O‘zbekiston sharoitida quyosh panellarining quruq tozalash qurilmasini mahalliylashtirish va moslashtirilgan texnik yechim ishlab chiqish zaruratini asoslaydi [1-9].

Shunday qilib, mavjud tadqiqotlar natijalari O‘zbekistonning quruq va changli iqlim sharoitida suv sarfini kamaytiruvchi, konstruktiv jihatdan sodda, xizmat ko‘rsatishga qulay va iqtisodiy maqbul quruq tozalash qurilmasini ishlab chiqish dolzarb ilmiy-amaliy vazifa ekanini ko‘rsatadi.



1-rasm. Mualliflar tomonidan ishlab chiqilgan quruq tozalash qurilmasining umumiy ko‘rinishi va cho‘tka bloki chizmasi

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot obyekti sifatida mualliflar tomonidan yig‘ilgan quruq tozalash qurilmasining tajriba namunasidan foydalanildi. Qurilma alyuminiy profilga yig‘ilgan karkas, cho‘tka bloki, rolik-g‘ildiraklar, zanjirli yoki reduktorli harakat uzatmasi, elektr motor, chekka tayanch tugunlari va alohida boshqaruv blokidan tashkil topadi. Yuklangan fotosuratlar va videolar qurilmaning real yig‘ilgan prototip ekanini, harakat tuguni, cho‘tka moduli, tayanch ramasi va boshqaruv qutisi amalda tayyorlanganini ko‘rsatdi.

Chizma materiallari asosida tozalash modulining ishchi elementi prizmatik korpus ichida joylashgan cho‘tka blokidan iborat ekani aniqlandi. Chizmada ishchi elementning asosiy o‘lchamlari 230 mm uzunlik, 60 mm umumiy kenglik va 30 mm balandlik sifatida berilgan. Ko‘ndalang kesimda 5-10-5 mm nisbatdagi markaziy yo‘naltiruvchi qism va chekka egri kontur elementlari mavjud bo‘lib, ular yumshoq va barqaror kontakt hosil qilishga xizmat qiladi.

Tajriba-metodik yondashuv uch bosqichda olib borildi: birinchi bosqichda adabiyotlar tahlili asosida jahon tajribasi umumlashtirildi; ikkinchi bosqichda chizma, foto va videolar bo‘yicha qurilmaning konstruktiv-sxematik tavsifi tuzildi; uchinchi bosqichda esa mualliflarning dastlabki tajriba jadvali va grafik materiallari asosida changlanish, tozalashdan keyingi tiklanish va suvli-suvsiz rejimlarning samaradorligi baholandi.

Sinov natijalarini qayta ishlashda quyidagi mezonlar qo‘llanildi: nisbiy quvvatning pasayishi, tozalashdan keyingi tiklanish foizi, panelga to‘g‘ri keluvchi suv sarfi, 1 MW stansiya uchun ekvivalent kunlik va yillik suv ehtiyoji hamda umumiy yillik samaradorlik o‘sishi. Grafik ko‘rinishdagi ma’lumotlar raqamlashtirilib, jadval ko‘rinishiga keltirildi.

1-jadval

Qurilmaning asosiy tugunlari va ularni mahalliylashtirish imkoniyatlari

Tugun	**Vazifasi**	**Mahalliylashtirish imkoniyati**
Ramasi	Qurilmaning asosiy tashuvchi ramasi	Mahalliy bozorda mavjud alyuminiy profil va biriktirgichlar asosida
Cho‘tka bloki	Panel sirtidagi changni yumshoq kontakt bilan tozalash	Neylon, mikrofiber yoki yumshoq polimer tolalar bilan tayyorlash mumkin
Uzatma motori	Harakatni hosil qilish	12/24 V reduktorli o‘zgarmas tok motorlar orqali
Zanjir/yuritma tuguni	Moment uzatish va sinxron yurish	Velosiped yoki sanoat mini-zanjir elementlari bilan
Rolik/g‘ildiraklar	Panel cheti bo‘ylab barqaror yurish	Polimer yoki rezina qoplamali standart roliklar

ISSN 3030-3907

Boshqaruv bloki	Yoqish/o‘chirish va tezlikni boshqarish	Rele, PWM modul, oddiy mikrokontroller asosida
Korpus va himoya qutisi	Elektr qismlarni chang va namlikdan himoyalash	List metal yoki ABS/plastik korpus bilan

Qurilma samaradorligini baholashda panel quvvatining nisbiy tiklanishi quyidagicha aniqlandi:

$$p = \frac{P_t - P_{ch}}{P_{toza} - P_{ch}} \cdot 100\ \% \qquad (1)$$

Bu yerda:

P_t - t vaqtdagi o‘lchangan quvvat, W;

P_{ch} - changlangan holatdagi quvvat, W;

P_{toza} - ideal toza panel quvvati, W.

Tozalashdan keyingi quvvat oshishi miqdori:

$$\Delta P = P_{keyin} - P_{oldin} \qquad (2)$$

Bu yerda:

P_{keyin} – tozalashdan keyingi quvvat, W;

P_{oldin} – tozalashdan oldingi quvvat, W.

Suvli rejimning 1 MW ekvivalent yillik suv sarfi quyidagi ifoda bilan baholandi:

$$W_y = q \cdot N \cdot f \cdot 265 \qquad (3)$$

Bu yerda:

q - bitta panelni tozalashga sarflanadigan suv, litr/panel;

N - 1 MW dagi panellar soni;

f - sutkadagi tozalash chastotasi.

Quruq rejim uchun $W_y = 0$ deb qabul qilinadi.

Quruq tozalashning nisbiy ustunligi ekspluatatsion ko‘rsatkich sifatida:

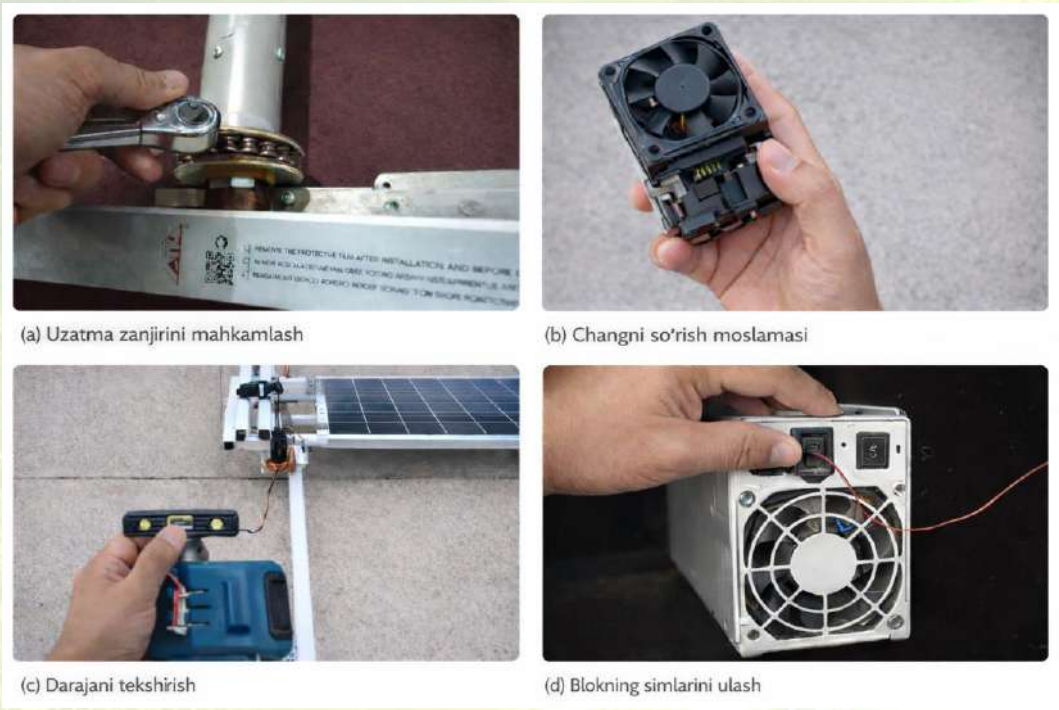
$$K_s = \frac{\eta_q - \eta_s}{\eta_s} \cdot 100\ \% \qquad (4)$$

Bu yerda

η_q – quruq rejimdagi yillik samaradorlik oshishi, %;

η_s – suvli rejimdagi yillik samaradorlik oshishi, %.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Ishlab chiqilgan qurilmaning asosiy qismlari va

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Tadqiqot doirasida olingan dastlabki natijalar ikki muhim yo‘nalish bo‘yicha umumlashtirildi va ilmiy jihatdan tizimlashtirildi. Birinchi yo‘nalish quyosh paneli ishchi yuzasida chang qatlamining yig‘ilishi natijasida uning chiqish quvvati pasayishining o‘ziga xos xususiyatlarini aniqlashga qaratildi. Ikkinchi yo‘nalishda esa quruq tozalash amali bajarilgandan keyin panelning quvvat ko‘rsatkichlari qanchalik darajada tiklanishi baholandi. Ushbu yondashuv panelning ifloslanish holati bilan uning energetik samaradorligi o‘rtasidagi funksional bog‘lanishni aniqlash imkonini berdi.

Olingan ko‘rsatkichlar qayta ishlanib, ulardagi asosiy ko‘rsatkichlar 2-jadval shaklida rasmiylashtirildi. Jadvalda aks ettirilgan sonli qiymatlar mavjud grafiklarni raqamlashtirish asosida olingan bo‘lib, ular tajriba natijalarining umumiy tendensiyasini aniq va ishonchli tarzda ifodalashga xizmat qiladi. Mazkur jadval ma’lumotlari asosida hosil qilingan grafiklar panel quvvatining chang ta’sirida pasayib borishini, quruq tozalashdan so‘ng esa ma’lum darajada qayta tiklanishini ko‘rsatadi. Natijada, quruq tozalash texnologiyasining quyosh panellarining ish samaradorligini saqlab qolish va tiklashdagi ahamiyati ilmiy-amaliy jihatdan asoslandi.

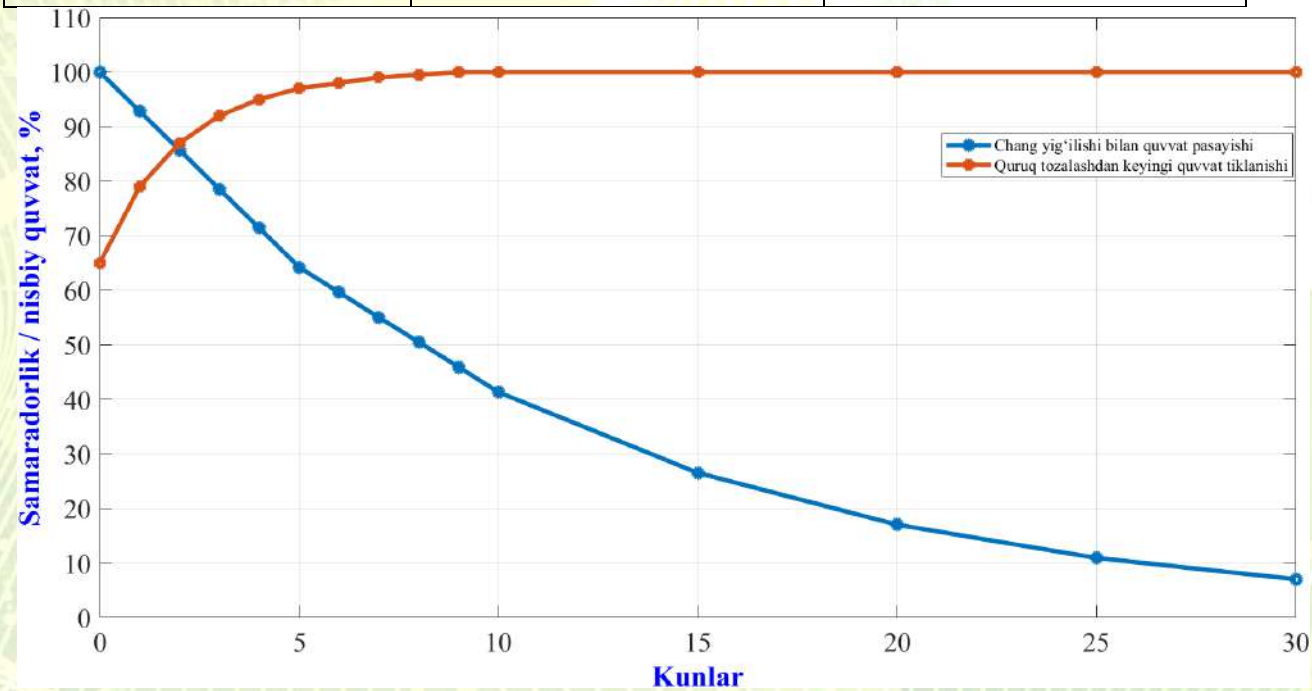
2-jadval

Chang yig‘ilishi natijasida quyosh paneli quvvatining pasayishi va quruq tozalashdan keyingi samaradorlikning tiklanish ko‘rsatkichlari

Kun	Chang yig‘ilishi bilan nisbiy quvvat, %	Quruq tozalashdan keyingi qayta tiklangan samaradorlik, %

ISSN 3030-3907

0	100.0	65.0
1	92.8	79.0
2	85.7	87.0
3	78.5	92.0
4	71.4	95.0
5	64.2	97.0
6	59.6	98.0
7	55.0	99.0
8	50.5	99.5
9	45.9	100.0
10	41.3	100.0
15	26.5	100.0
20	17.0	100.0
25	10.9	100.0
30	7.0	100.0



3-rasm. Quyosh paneli quvvatining pasayishi va quruq tozalashdan keyingi tiklanishi dinamikasi

Rasm va jadval ma’lumotlariga ko‘ra, panel yuzasida chang to‘planishi davom etgani sari nisbiy quvvat eksponensial xarakterga yaqin pasayadi. Tozalashdan so‘ng esa quvvat tiklanishi tezroq kechadi: dastlabki bir necha kun ichida asosiy tiklanish sodir bo‘ladi, so‘ngra egri chiziq to‘yinganlik zonasiga kiradi. Bu holat quruq tozalash qurilmasini muntazam profilaktik rejimda ishlatish favqulodda yuvishdan ko‘ra samaraliroq bo‘lishi mumkinligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

Suvli va quruq rejimlarni taqqoslash uchun mualliflarning tayyor jadvali asosida 6-jadval shakllantirildi. Taqqoslashda suv sarfi, tiklanish foizi, cho‘tka resursi va ekologik ta’sir asosiy mezon sifatida qabul qilindi.

3-jadval

Suvli va quruq tozalash rejimlarining solishtirma bahosi

Ko‘rsatkich	Suvli tozalash	Quruq tozalash
Cho‘tka materiali	Yumshoq neylon yoki mikrofiber	Karbon tolali yoki yumshoq polimer
Cho‘tka xizmat muddati	2-3 yil	3-4 yil
Haroratga chidamlilik	80-100 °C	100-120 °C
Bitta panelga suv sarfi	2-4 litr	0 litr
1 MW dagi panellar soni	3000-4000 panel	3000-4000 panel
Kunlik suv sarfi (1 MW)	2000-4000 litr	0 litr
Yillik suv sarfi (1 MW)	730 000-1 460 000 litr	0 litr
Nominal quvvat (toza panel)	750 W	750 W
Changlangan holat	550 W	550 W
Tozalangandan keyingi quvvat	712-735 W (95-98%)	710-730 W (94-97%)
Yillik samaradorlik oshishi	3-5 %	4-6 %
Ekologik ta’sir	Suv resurslari sarfi yuqori	Suvni tejaydi, ekologik jihatdan afzal

3-jadvaldan ko‘rinadiki, quruq tozalash rejimi suvli usulga nisbatan tiklanish foizi bo‘yicha keskin ortda emas, biroq suv sarfi, servis soddaligi va ekologik barqarorlik bo‘yicha ancha ustun. Ayniqsa 1 MW stansiya uchun suvli usulda yiliga 730 ming litrdan 1,46 mln litrgacha suv talab qilinishi mumkinligi quruq usulning ustunligini yaqqol ko‘rsatadi.

Taqqoslash natijalari quruq tozalash qurilmasining asosiy ustunligi suvdan to‘liq voz kechish bilan bog‘liqligini ko‘rsatdi. Bu jihat ayniqsa O‘zbekistonning suv tanqis hududlari uchun strategik ahamiyatga ega. Suvli tozalash usuli qisqa muddatda yuqori tiklanish bera olsa-da, suv logistikasiga bog‘liqlik, nasos va quvurlarga xizmat ko‘rsatish, minerallashgan suvdan keyingi qoldiq izlar kabi omillar uning afzalligini cheklaydi.

Mualliflar qurilmasining ikkinchi muhim tomoni - mahalliylashtirish darajasidir. Konstruktsiyada alyuminiy profil, cho‘tka materiali, tayanch roliklar, reduktorli dvigatel, zanjir uzatma va oddiy boshqaruv blokidan foydalanish

ISSN 3030-3907

mumkin. Bunday yondashuv importga qaramlikni kamaytiradi, texnik xizmatni soddalashtiradi va ehtiyot qismlarni hududiy bozordan topish imkonini beradi.

Video materiallarda privod tugunining amalda ishlashi, cho‘tka modulining ramaga o‘rnatilishi, boshqaruv qutisining alohida yig‘ilishi va tajriba stendida harakat trayektoriyasi ko‘rinadi. Bu, maqola yangiligining faqat nazariy taklif bilan cheklanmay, prototip darajasiga chiqqanini ko‘rsatadi. Biroq, qurilmani sanoat miqyosiga olib chiqish uchun changning granulometrik tarkibi, cho‘tka qattiqligi, kontakt bosimi, harakat tezligi va energiya iste’moli bo‘yicha qo‘shimcha o‘lchovlar zarur.

Quruq tozalash bo‘yicha xalqaro adabiyotlar ham hududga mos robotlashtirilgan yoki yarim avtomatik usullarni qo‘llab-quvvatlaydi. Biroq ko‘p ishlarda qurilmalar yuqori narxli, murakkab sensorli yoki katta servis xarajatli bo‘lib qolmoqda. Mualliflar qurilmasi aynan shu bo‘shliqni to‘ldiradi: u nisbatan sodda, modulli, mahalliy sharoitga mos va suv resursini talab qilmaydi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

1. O‘zbekistonning changli va suv tanqis hududlari uchun quruq tozalash qurilmasini mahalliylashtirish ilmiy-amaliy jihatdan maqsadga muvofiq ekani asoslandi.

2. Chizma, foto va video materiallar asosida qurilmaning real prototipi mavjudligi, uning asosiy tugunlari: karkas, cho‘tka bloki, privod, tayanch roliklari va boshqaruv moduli shakllantirilgani ko‘rsatildi.

3. Dastlabki tajriba materiallari changlanish natijasida panel quvvati keskin pasayishini, quruq tozalashdan keyin esa quvvatning 94-97% oralig‘ida qayta tiklanishini ko‘rsatdi.

4. Suvli usul bilan taqqoslaganda quruq rejim 1 MW stansiya miqyosida yillik 730 000-1 460 000 litr suvni tejash potensialiga ega bo‘lib, yillik samaradorlikni 4-6% gacha oshirishi mumkin.

5. Keyingi bosqichda kontakt bosimini avtomatik boshqarish, yo‘l oxiri datchiklari, quyosh radiatsiyasi va chang sensori bilan moslashuvchan algoritm yaratish, shuningdek, cho‘tka materiali bo‘yicha abraziv aşınish sinovlarini o‘tkazish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Najmi N., Rachid A. A Review on Solar Panel Cleaning Systems and Techniques // Energies. - 2023. - Vol. 16, No. 24. - Art. 7960. - DOI: 10.3390/en16247960.

2. Al-Housani M., Bicer Y., Koç M. Assessment of Various Dry Photovoltaic Cleaning Techniques and Frequencies on the Power Output of CdTe-Type Modules in Dusty Environments // Sustainability. - 2019. - Vol. 11. - Art. 2850. - DOI: 10.3390/su11102850.

ISSN 3030-3907

3. Abdallah R., Juaidi A., Abdel-Fattah S. va boshq. The Effects of Soiling and Frequency of Optimal Cleaning of PV Panels in Palestine // Energies. - 2022. - Vol. 15, No. 12. - Art. 4232. - DOI: 10.3390/en15124232.
4. Abuzaid H., Awad M., Shamayleh A. Photovoltaic Modules' Cleaning Method Selection for the MENA Region // Sustainability. - 2024. - Vol. 16. - Art. 9331. - DOI: 10.3390/su16219331.
5. Sepúlveda-Oviedo E.H. Optimizing PV Maintenance: Methods, Cleaning Frequency, and a Selection Protocol // Energy Reports. - 2025. - Vol. 14. - P. 1578-1605.
7. Dixit P., Shah V., Mehta P. va boshq. Systematic Review of Soiling Mitigation Strategies for Solar Photovoltaic Panels // Discover Sustainability. - 2026. - Vol. 7. - Art. 428. - DOI: 10.1007/s43621-026-02820-x.
8. Nkinyam C.M., Ujah C.O., Nnakwo K.C. va boshq. Design and Implementation of a Waterless Solar Panel Cleaning System // Cleaner Engineering and Technology. - 2024. - Vol. 19. - Art. 100423.
9. Oufettoul H., Oubraik O., Ait Abdelmoula I. va boshq. A Novel Solar Panel Cleaning System for Improved Efficiency // Unconventional Resources. - 2025. - Vol. 8. - Art. 100249.
10. Fonseka C.R., Sellami N. Cleaning Methods for Solar PV Systems in Sri Lanka: Economic and Environmental Evaluations // Cleaner Engineering and Technology. - 2025. - Vol. 22. - Art. 100354.
11. Castillo-Campos N.A., Escobedo-Marquez D.L., Alvarez-Macías C. va boshq. Comparative Efficiency Analysis of Photovoltaic Module under Wet and Dry Cleaning // 2024 IEEE PES GTD Latin America Conference and Industrial Exposition. - 2024. - P. 1-6.

ISSN 3030-3907

UDK 615.462

REGENERATIV TIBBIYOT UCHUN POLIMERLAR VA SEOLIT ASOSIDA KOMPOZIT BIOMATERIALAR ISHLAB CHIQISH

Qobilov Nodirbek Sobirovich

O‘zbekiston kimyo farmatsevtika ilmiy tadqiqot instituti t.f.d., Katta ilmiy xodim,

E-mail: nodirbekdoc2020@gmail.com

Yalg‘ashev Elmurod Yaxshiboy o‘g‘li

O‘zbekiston kimyo farmatsevtika ilmiy tadqiqot instituti, laboratoriya mudiri

Annotatsiya. Mazkur maqolada ishida seolit bilan modifikatsiyalangan gidrofil polimer kompozitsiyalarining tuzilishi, fizik-kimyoviy va biologik xossalarini kompleks o‘rganish orqali regenerativ tibbiyot uchun istiqbolli biomateriallar yaratish usullari keltirilgan. Ushbu yondashuv ilmiy jihatdan asoslangan bo‘lib, amaliy ahamiyatga ega natijalar olish imkonini beradi.

Kalit so‘zlar: Biomaterial, PAM, regenerativ tibbiyot, uslub, kompozit, seolit.

Abstract. This article presents methods for creating promising biomaterials for regenerative medicine through a comprehensive study of the structure, physicochemical and biological properties of hydrophilic polymer composites modified with zeolite. This approach is scientifically sound and allows for obtaining practically significant results.

Keywords: Biomaterial, PAM, regenerative medicine, method, composite, zeolite.

Аннотация. В данной статье представлены методы создания перспективных биоматериалов для регенеративной медицины на основе всестороннего изучения структуры, физико-химических и биологических свойств гидрофильных полимерных композитов, модифицированных цеолитом. Этот подход научно обоснован и позволяет получить практически значимые результаты.

Ключевые слова: биоматериал, ПАА, регенеративная медицина, метод, композит, цеолит.

KIRISH.

Regenerativ tibbiyot zamonaviy tibbiyotning tez rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, uning asosiy maqsadi shikastlangan to‘qima va organlarning tabiiy regeneratsiya jarayonlarini qo‘llab-quvvatlash yoki sun’iy yo‘l bilan tiklashdan iborat [1]. Ushbu jarayonlarda qo‘llaniladigan biomateriallar hujayralarning o‘sishi, proliferatsiyasi va differensiyatsiyasini ta’minlovchi muhit sifatida muhim rol o‘ynaydi. Regenerativ tibbiyotda biomateriallar orqali to‘qimalarni tiklash dolzarb muammo hisoblanadi [2]. Klassik materiallar yetarli darajada: biokompatibil emas, mexanik jihatdan moslashuvchan emas,

ISSN 3030-3907

degradatsiya nazorati qiyin. Shu sababli gidrogel asosidagi kompozit biomateriallar, ayniqsa poliakrilamid (PAM) asosidagi tizimlar muhim ilmiy qiziqish uyg‘otmoqda [3]. Biomateriallarga qo‘yiladigan asosiy talablar quyidagilardan iborat: biologik moslik, toksik bo‘lmaslik, mexanik barqarorlik, sterilizatsiyaga chidamlilik hamda biologik muhitda barqaror ishlash xususiyati. Bundan tashqari, regenerativ tibbiyotda ishlatiladigan biomateriallar hujayralar bilan samarali o‘zaro ta’sirlasha olishi, shuningdek, regeneratsiya jarayonlarini faollashtiruvchi xususiyatlarga ega bo‘lishi lozim [5].

Hozirgi vaqtda biomateriallar sifatida tabiiy polimerlar, sintetik polimerlar, keramika materiallari va ularning kompozitsiyalari keng qo‘llanilmoqda. Har bir material turi o‘ziga xos afzallik va kamchiliklarga ega bo‘lib, regenerativ tibbiyotda universal biomaterial yaratish dolzarb ilmiy muammo bo‘lib qolmoqda [6].

Sintetik gidrofil polimerlarning fizik-kimyoviy va biologik xossalari

Sintetik gidrofil polimerlar regenerativ tibbiyotda keng qo‘llaniladigan materiallar qatoriga kiradi. Ular suvni yuqori darajada singdirish, elastik struktura hosil qilish va biologik muhitda nisbatan barqaror bo‘lish xususiyatlari bilan ajralib turadi. Gidrofil polimerlarning asosiy vakillari sifatida polivinil spirti, polietilen glikol, poliakrilamid va ularning hosilalarini ko‘rsatish mumkin.

Polivinil spirti yuqori gidrofillik, shaffoflik va mexanik barqarorlikka ega bo‘lib, tibbiyotda yara qoplamalari va to‘qima injeneriyasi uchun keng qo‘llaniladi. Polietilen glikol esa biologik mosligi va toksik emasligi bilan ajralib turadi hamda dorivor moddalarni tashuvchi tizimlarda samarali hisoblanadi.

Biroq, sof sintetik gidrofil polimerlarning asosiy kamchiligi ularning biologik faolligining nisbatan pastligi va mexanik xossalarining cheklanganligidir. Shu sababli, ularni mineral yoki biologik faol komponentlar bilan modifikatsiyalash orqali funksional xossalarini yaxshilash zarurati mavjud [7].

Seolitlarning tuzilishi, fizik-kimyoviy va biologik xossalari

Seolitlar alyumosilikat tabiatiga ega bo‘lgan kristall g‘ovakli materiallar bo‘lib, ularning tuzilishi rivojlangan kanallar va g‘ovaklar tizimi bilan tavsiflanadi. Ushbu tuzilma seolitlarga yuqori sorbsion, ion-almashinish va katalitik xossalar beradi.

Seolitlarning asosiy afzalliklaridan biri ularning biologik muhitda nisbatan barqarorligi va toksik bo‘lmaganligidir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, seolitlar hujayralar bilan bevosita aloqada bo‘lganda salbiy ta’sir ko‘rsatmaydi, aksincha, ayrim hollarda hujayra proliferatsiyasini rag‘batlantirishi mumkin.

Seolitlarning yuqori sorbsion faolligi ularni dorivor moddalarni tashuvchi tizimlarda, shuningdek, biologik muhitdagi zararli moddalarning sorbenti sifatida

ISSN 3030-3907

qo‘llash imkonini beradi. Shu sababli, seolitlarni biomateriallar tarkibiga kiritish regenerativ tibbiyot uchun istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi [8,11].

Polimer–seolit kompozit biomateriallar: zamonaviy holat va rivojlanish tendensiyalari

So‘nggi yillarda polimer–mineral kompozit biomateriallar yaratish bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar sezilarli darajada oshdi. Bunday kompozitsiyalar polimerlarning elastikligi va biologik mosligini mineral komponentlarning mexanik mustahkamligi va funksional faolligi bilan uyg‘unlashtirish imkonini beradi.

Polimer–seolit kompozitsiyalarida seolit to‘ldiruvchi sifatida polimer matritsasining strukturaviy barqarorligini oshiradi, shuningdek, sorbsion va ion-almashinish xossalarini yaxshilaydi. Bu esa kompozitsiyalarning regenerativ tibbiyotda qo‘llash samaradorligini oshiradi.

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, seolit asosida olingan biomateriallar asosan farmatsevtika va sorbsiya tizimlarida qo‘llanilgan bo‘lib, regenerativ tibbiyot uchun mo‘ljallangan tizimli tadqiqotlar yetarli emas. Ayniqsa, seolitni gidrofil polimerlar bilan birlashtirishning optimal shartlari va mexanizmlari yetarlicha o‘rganilmagan [9,10].

Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, sintetik gidrofil polimerlar va seolit asosida yangi turdagi kompozit biomateriallar yaratish regenerativ tibbiyot uchun dolzarb ilmiy muammo hisoblanadi. Gidrofil polimerlarning elastikligi va biologik mosligi seolitlarning sorbsion va strukturaviy xossalari bilan birlashganda yuqori funksional biomateriallar olish imkonini beradi. Poliakrilamid asosidagi kompozit biomateriallar yaratish va ularni regenerativ tibbiyotda qo‘llash [11,12,13].

MATERIAL VA USLUBLAR. Regenerativ tivvioyt uchun biomateriallar ishlab chiqishda asosan PAM, va seolitlar asosiy materiallar sifatida tanlab olingan. Predmet: ularning fizik-kimyoviy va biologik xossalari hisoblanadi. Biomaterial olishning asosiy bosqichlari quyidagilardan iborat: Poliakrilamid sintezi; Gidrogel struktura modeli; 3D tarmoq; suv bilan to‘yingan muhit; hujayra uchun qulay muhit.

Kompozit material modeli

PAM + Xitozan + Kollagen → bioaktiv scaffold

Metodologiya (Asosiy tadqiqot usullari): Sintez usuli; radikal polimerizatsiya; krosslinklash.

Tahlil usullari: FTIR (kimyoviy tuzilma); SEM (strukturani ko‘rish); DSC (termik tahlil); Mexanik test (stress–strain).

Gidrogel tayyorlash bosqichlari: Monomer eritmasi tayyorlash; Krosslinker qo‘shish; Initsiator qo‘shish; Polimerizatsiya (25°C); Gel hosil bo‘lishi.

ISSN 3030-3907

Kompozit tayyorlash: PAM + xitozan eritmasi; Kollagen qo‘shish; Gelatsiya; Natijalar: Gel mustahkamligi oshadi; Hujayra yopishishi yaxshilanadi; Degradatsiya nazorat qilinadi.

Tadqiqot natijasida yangi biomaterial yaratiladi, biokompatibil tizim ishlab chiqiladi, regenerativ tibbiyotga qo‘llash imkoniyati isbotlanadi.

Amaliy ahamiyati: -yara bitiruvchi material, -sun’iy teri, -dori tashuvchi tizim ishlab chiqiladi.

Mazkur tadqiqotda regenerativ tibbiyot uchun mo‘ljallangan kompozit biomateriallar olishda sintetik gidrofil polimerlar va seolitlar asosiy obyekt sifatida tanlandi. Gidrofil polimerlar biologik mosligi, toksik emasligi va yuqori gidrofilligi sababli regenerativ tibbiyotda keng qo‘llaniladi. Tadqiqotda polimer matritsasi sifatida polivinil spirti, polietilen glikol va poliakrilamid kabi sintetik gidrofil polimerlardan foydalanildi.

Mineral komponent sifatida tabiiy seolit tanlandi. Seolitning tanlanishiga uning rivojlangan g‘ovak tuzilmasi, yuqori sorbsion va ion-almashinish xossalari, shuningdek biologik muhitda barqarorligi asos bo‘ldi. Tadqiqotda ishlatilgan seolit dastlab mexanik aralashmalardan tozalandi, fraksiyalandi va keyinchalik faollashtirildi.

Yordamchi reagentlar sifatida distillangan suv, krosslinklovchi moddalar hamda zarur hollarda katalizatorlar qo‘llanildi. Barcha reagentlar tahliliy tozalikka ega bo‘lib, tajribalar standart laboratoriya sharoitida amalga oshirildi.

Seolitni faollashtirish va modifikatsiyalash usullari

Seolitning polimer matritsasi bilan samarali o‘zaro ta’sirini ta’minlash maqsadida uni faollashtirish va modifikatsiyalash zarur hisoblanadi. Tadqiqotda seolitni faollashtirishning termik va kimyoviy usullari qo‘llanildi.

Termik faollashtirish jarayonida seolit ma’lum harorat oralig‘ida qizdirilib, uning g‘ovak tuzilmasidagi suv molekulalari chiqarib yuborildi. Natijada seolitning faol markazlari ochilib, sorbsion faolligi oshdi. Kimyoviy faollashtirishda esa seolit suyultirilgan kislota yoki ishqor eritmalari bilan ishlov berilib, uning sirt faolligi va ion-almashinish qobiliyati kuchaytirildi.

Faollashtirilgan seolitning strukturaviy o‘zgarishlari va sirt holati keyingi bosqichlarda polimer matritsasiga bir tekis taqsimlanishini ta’minlashga xizmat qildi. Modifikatsiyalangan seolitning kompozitsiya xossalariga ta’siri alohida tadqiq etildi.

Sintetik gidrofil polimerlar asosida kompozitsiyalar sintezi

Kompozit biomateriallar olishda gidrofil polimerlar asosida eritma usuli va krosslinklash texnologiyasi qo‘llanildi. Dastlab polimer suvda eritilib, bir jinsli eritma hosil qilindi. Keyinchalik ma’lum miqdordagi faollashtirilgan seolit polimer

ISSN 3030-3907

eritmasiga asta-sekin kiritilib, mexanik aralashtirish orqali bir tekis dispersiya hosil qilindi.

Krosslinklash jarayoni yordamida polimer zanjirlari o‘zaro bog‘lanib, uch o‘lchamli gidrogel struktura shakllandi. Ushbu jarayonda seolit polimer matritsasining ichki tuzilmasiga mustahkam birikib, kompozitsiyaning mexanik va funksional xossalarini yaxshiladi.

Sintez jarayonida polimer konsentratsiyasi, seolit miqdori, krosslinklash vaqti va harorati kabi parametrlarning kompozitsiya xossalariga ta’siri tizimli ravishda o‘rganildi. Natijada regenerativ tibbiyot uchun optimal tarkibli kompozitsiyalar olindi.

Kompozitsiya tarkibini optimallashtirish mezonlari

Kompozit biomateriallarning regenerativ tibbiyotda samarali qo‘llanilishi ularning tarkibiy nisbatlariga bevosita bog‘liq. Shu sababli, tadqiqotda kompozitsiya tarkibini optimallashtirishga alohida e’tibor qaratildi. Optimallashtirish mezonlari sifatida gidrofillik, shishish darajasi, mexanik mustahkamlik va strukturaviy barqarorlik ko‘rsatkichlari tanlandi. Seolit miqdorining ortishi kompozitsiyaning mexanik mustahkamligini oshirishi, biroq haddan tashqari ko‘payishi gidrofillik va elastiklikni kamaytirishi aniqlandi. Shuning uchun seolitning optimal konsentratsiyasi tanlab olinib, kompozitsiya xossalarining muvozanatli holati ta’minlandi. Optimallashtirilgan kompozitsiyalar regenerativ tibbiyotda yara qoplamalari va to‘qima injeneriyasi uchun zarur bo‘lgan asosiy talablarga javob berishi aniqlandi.

Texnologik parametrlarning kompozitsiya xossalariga ta’siri

Kompozit biomateriallar olish jarayonida texnologik parametrlar muhim ahamiyatga ega. Tadqiqotda sintez harorati, aralashtirish vaqti, krosslinklash darajasi va quritish sharoitlarining kompozitsiya strukturasi va xossalariga ta’siri o‘rganildi.

Haroratning oshishi polimer zanjirlarining harakatchanligini kuchaytirib, seolitning polimer matritsasiga chuqurroq integratsiyalanishiga yordam berishi aniqlandi. Biroq, haddan tashqari yuqori harorat strukturaviy barqarorlikning pasayishiga olib kelishi mumkinligi kuzatildi.

Texnologik parametrlarning optimal qiymatlari aniqlanib, regenerativ tibbiyot uchun mo‘ljallangan kompozit biomateriallar olishning takomillashtirilgan texnologik sxemasi ishlab chiqiladi.

XULOSA. Regenerativ tibbiyotda qo‘llash uchun funksional biomaterial olishning ilmiy modeli ishlab chiqildi. Kompozitsiya tarkibi, struktura va biologik xossalar o‘rtasidagi bog‘liqlik konseptual model yordamida ifodalandi, bu kelgusidagi tadqiqotlar va amaliy ishlanmalar uchun asos yaratadi. Olingan

ISSN 3030-3907

natijalar sintetik gidrofil polimerlar va seolit asosida yuqori biologik moslikka ega, mexanik va funksional xossalari optimallashtirilgan kompozit biomateriallarni yaratish mumkinligini ko‘rsatdi. Ushbu natijalar regenerativ tibbiyot, to‘qima injeneriyasi va biomateriallar kimyosi sohalarida ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ularni tibbiy amaliyotga joriy etish istiqbollari mavjud.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Qobilov N.S.,Yalg‘ashev E.Y., Togayev A. I., Olimov J. T, Qosimova Y.N. Sintetik polimerlar asosida kimyoviy reagentlar va polifunksional biomateriallar. (2026). Development of science. 2026/1, Volume 7.
2. Ratner, B. D., Hoffman, A. S., Schoen, F. J., & Lemons, J. E. (2013). Biomaterials Science: An Introduction to Materials in Medicine (3rd ed.). Elsevier.
3. Langer, R., & Vacanti, J. P. (1993). Tissue engineering. Science, 260(5110), 920–926.
4. Mishra, Y. K., et al. (2019). Zeolite-based composites for biomedical applications. Materials Today Chemistry, 13, 70–83.
5. Peppas, N. A., & Khare, A. R. (1993). Preparation, structure and diffusional behavior of hydrogels in controlled release. Advanced Drug Delivery Reviews, 11(1–2), 1–35.
6. Wang, X., et al. (2016). Hydrogel–zeolite composites for tissue engineering. Journal of Biomedical Materials Research Part A, 104(6), 1504–1515.
7. Katti, D. S., et al. (2002). Biodegradable hydrogels for tissue engineering applications. Journal of Biomaterials Science, Polymer Edition, 13(8), 927–942.
8. Chen, Q., et al. (2020). Advances in polymer–mineral composites for regenerative medicine. Materials Science and Engineering: C, 112, 110928.
9. Iqbal, H. M., et al. (2021). Zeolites as functional biomaterials for drug delivery and tissue engineering. Microporous and Mesoporous Materials, 312, 110755.
10. Hoffman, A. S. (2012). Hydrogels for biomedical applications. Advanced Drug Delivery Reviews, 64, 18–23.
11. Jones, D., et al. (2018). Polymer–inorganic composites for tissue engineering scaffolds. Materials Today Bio, 1, 100003.
12. Xu, X., et al. (2017). Zeolite-modified hydrogels for controlled drug release. International Journal of Pharmaceutics, 528(1–2), 268–278.
13. Liao, J., et al. (2020). Composite hydrogels with mineral fillers for bone regeneration. Acta Biomaterialia, 101, 385–399.
14. Рахматов, Х. Б., & Тогаев, А. И. У. (2023). Исследование кинетики реакции высокомолекулярных углеводородов с синтез-газом. Universum: технические науки, (12-6 (117)), 32-36.

ISSN 3030-3907

15. Togayev, A. (2025). PRODUCTION OF HIGH-ACTIVITY CATALYSTS FOR OBTAINING LIQUID HYDROCARBONS FROM NATURAL GAS. Austrian Journal of Technical & Natural Sciences.
16. Kobilov, N., Togaev, A., & Nasullaev, K. CATALYST PRODUCTION TECHNOLOGY FOR METHANE OXYCONDENSATION REACTION. Austrian Journal of Technical and Natural Sciences, 117.
17. Qobilov, N. S., & Ergashev, S. J. (2026). YOG ‘-MOY SANOATI CHIQINDILARINING FIZIK-KIMYOVIY XUSUSIYATLARI VA ULAR ASOSIDA SIRT FAOL MODDALAR ISHLAB CHIQISH. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(1).
18. Qobilov, N. S., & Ergashev, S. J. (2026). MOYLOVCHI MATERIALLAR UCHUN SIRT FAOL MAODDALAR TARKIBI VA TEXNOLOGIYASI. Sanoatda raqamli texnologiyalar, 4(1).
19. Rakhmatov, K., Rakhmatov, D., Makhamov, B., Togayev, A., & Omonqulov, S. (2025, July). Development of a method for the synthesis of highly dispersed Naa aluminosilicate. In AIP Conference Proceedings (Vol. 3304, No. 1, p. 040087). AIP Publishing LLC.
20. Ikrom o‘g, T. A. A., & Baxtiyor o‘g‘li, Y. J. (2022). “Yer osti gidravlika” fanidan amaliy mashg‘ulotlarni hisob dasturi.
21. Rahmatov, X. B., Tog‘ayev, A. I., & Kamolov, L. S. FISHER-TROPSH JARAYONI ASOSIDA BENZIN QATORI SUYUQ UGLEVODORODLAR SINTEZINING ILMIY ASOSLARINI ISHLAB CHIQISH. ҚарДУ ХАБ, 95.
22. Рахматов, Х. Б., Тогаев, А. И., & Камолов, Л. С. ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ДИМЕТИЛОВОГО ЭФИРА И КОНВЕРСИЯ МЕТАНА В НИЗШИЕ ОЛЕФИНЫ–ЭТИЛЕН, ПРОПИЛЕН И БУТИЛЕН. ҚарДУ ХАБ, 53.
23. Рахматов, Х. Б., Тагаев, А. И., & Камолов, Л. С. ПОЛУЧЕНИЕ СИНТЕТИЧЕСКОГО БЕНЗИНА ИЗ ПРИРОДНОГО ГАЗА. ЎЗБЕКИСТОН РЕСПУБЛИКАСИ ОЛИЙ ТАЪЛИМ, ФАН ВА ИННОВАЦИЯЛАР ВАЗИРЛИГИ ҚАРШИ ДАВЛАТ УНИВЕРСИТЕТИ ТАҲРИРИЯТ ҲАЙЪАТИ: Бош муҳаррир, 72.

ISSN 3030-3907

CATALYST SELECTION FOR THE CATALYTIC DEHYDROAROMATIZATION REACTION OF METHANE

Jasur Shukurov
PhD, Assistant, Department of Polymer Chemistry and Chemical Technology, Institute of Biochemistry, Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Republic of Uzbekistan, Samarkand
E-mail: shukjasni@gmail.com
Normurot Fayzullaev
DSc, Professor, Department of Polymer Chemistry and Chemical Technology, Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand, Uzbekistan
Azimbek Rakhmatov
Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand, Uzbekistan
Abdulaziz Mardonov
Samarkand State University named after Sharof Rashidov, Samarkand, Uzbekistan
Khurshid Kuybakov
Academic Lyceum of Samarkand State University named after Sharof Rashidov
Kamoliddin Kungratov
Academic Lyceum of Samarkand State University named after Sharof Rashidov
Begzod Turayev
Academic Lyceum of Samarkand State University named after Sharof Rashidov

Abstract. This article investigates the technology for obtaining aromatic hydrocarbons—benzene, toluene, and xylenes—via the non-oxidative catalytic dehydroaromatization of methane. The reaction was carried out in a quartz tubular reactor, and molybdenum-containing nanocatalysts were synthesized. The catalysts were prepared using the sol–gel method, and their physicochemical properties were studied by X-ray diffraction, adsorption, and thermal desorption techniques. The results of the study showed that the conversion of methane into aromatic hydrocarbons proceeds efficiently under high-temperature conditions.

Keywords: methane, dehydroaromatization, benzene, toluene, xylenes, nanocatalyst, zeolite, molybdenum, gas chromatography.

Аннотация. В данной статье исследуется технология получения ароматических углеводородов — бензола, толуола и ксилолов — посредством неокислительной каталитической дегидроароматизации метана. Реакция проводилась в кварцевом трубчатом реакторе, при этом были синтезированы нанокатализаторы на основе молибдена. Катализаторы

ISSN 3030-3907

получали методом сол-гель, а их физико-химические свойства изучались с использованием методов рентгеновской дифракции, адсорбции и термической десорбции. Результаты исследования показали, что превращение метана в ароматические углеводороды эффективно протекает при высокотемпературных условиях.

Ключевые слова: метан, дегидроароматизация, бензол, толуол, ксилолы, нанокатализатор, цеолит, молибден, газовая хроматография.

Annotatsiya. Ushbu maqolada metanni oksidlovsiz katalitik degidroaromatizatsiya qilish orqali aromatik uglevodorodlar — benzol, toluol va ksilollarni olish texnologiyasi o‘rganilgan. Reaksiya kvartsli quvurli reaktorda olib borildi hamda molibden asosidagi nanokatalizatorlar sintez qilindi. Katalizatorlar sol-gel usuli yordamida tayyorlandi va ularning fizik-kimyoviy xossalari rentgen difraksiyasi, adsorbsiya hamda termik desorbsiya usullari orqali tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, metanning aromatik uglevodorodlarga aylanish jarayoni yuqori harorat sharoitida samarali kechadi.

Kalit so‘zlar: metan, degidroaromatizatsiya, benzol, toluol, ksilollar, nanokatalizator, zeolit, molibden, gaz xromatografiyasi.

INTRODUCTION.

Methane, which is the main component of natural gas, is an important raw material in the chemical industry [1-3]. At present, methane is mainly used as a fuel, however, its level of chemical processing is very low. The conversion of methane into high-value products is one of the urgent directions of the gas chemical industry [4-5].

Aromatic hydrocarbons—benzene, toluene and xylenes—can be obtained through the catalytic dehydroaromatization (MDA) process of methane. These products are widely used in the production of plastics, synthetic fibers, pharmaceuticals and many other chemical products [6-8].

Benzene is the simplest aromatic hydrocarbon and is a colorless liquid with a characteristic odor. Its main physical properties are: boiling point – 80.1 °C, melting point – 5.5 °C, density – 0.879 g/cm³. Toluene and xylenes also belong to the class of aromatic hydrocarbons and are used as solvents as well as in many organic synthesis processes [9-10].

In the process of converting methane into aromatic hydrocarbons, Mo-containing zeolite catalysts are considered the most effective [11].

RESEARCH METHODOLOGY.

The non-oxidative dehydroaromatization reaction of methane in a catalytic dehydroaromatization unit was carried out in a quartz tubular reactor. The reactor

ISSN 3030-3907

had a diameter of 12 mm and a length of 250 mm, and it was filled with catalyst particles of 0.5–1.0 mm in size (Figure 1).

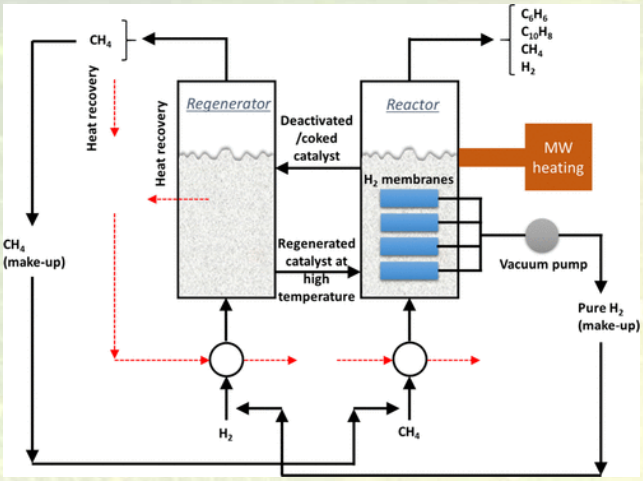


Figure 1. Schematic diagram of the quartz tubular reactor used for the non-oxidative dehydroaromatization of methane.

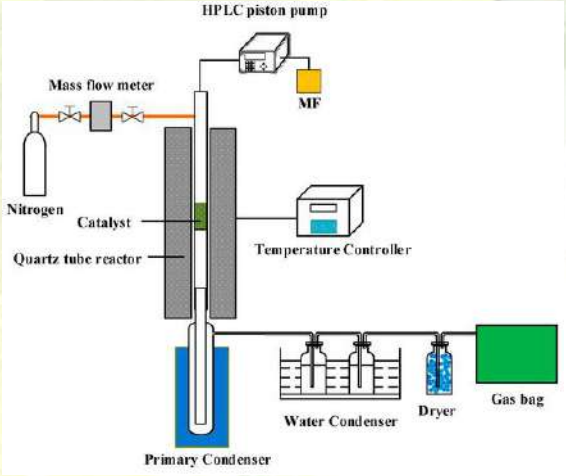


Figure 2. Catalytic dehydroaromatization unit for methane

The process was carried out under the following conditions: temperature: 750 °C, pressure: 0.1 MPa, gas mixture: CH_4: N_2 = 1: 1, space velocity: 500–1500 h^{-1}.

Methane was supplied from a cylinder to the reactor through a pressure regulator [12-15]. The reactor temperature was controlled using an electric furnace and measured by a thermocouple. The reaction products were collected through a condenser and subsequently analyzed by gas chromatography (Figure 2).

CATALYST SYNTHESIS.

Molybdenum-containing zeolite catalysts were prepared for the dehydroaromatization of methane. The catalysts were synthesized using the sol–gel method.

Catalyst composition: MoO_3, ZrO_2, ZnO, high-silica zeolite (HSZ).

Ammonium heptamolybdate was used as the molybdenum source [16-20].

The stages of catalyst preparation:

1. Modification of the zeolite with acidic and alkaline solutions
2. Impregnation with the molybdenum salt
3. Drying (80 °C)
4. Calcination (500 °C, 4 hours)

As a result, a Mo/HSZ nanocatalyst was obtained.

FORMATION OF AROMATIC PRODUCTS.

As a result of the catalytic dehydroaromatization of methane, the following main products are formed: benzene (C_6H_6), toluene (C_7H_8), and xylenes (C_8H_{10}).

ISSN 3030-3907

Gas chromatography was used to analyze the reaction products in order to determine the composition of the gaseous and liquid products formed during the catalytic dehydroaromatization of methane. The analyses were carried out using a “Kristallyuks-4000M” gas chromatograph. This instrument allows the separation and quantitative determination of components in gas mixtures.

The following main components were identified during chromatographic analysis: hydrogen (H_2), methane (CH_4), ethane (C_2H_6), ethylene (C_2H_4), propylene (C_3H_6), benzene (C_6H_6), toluene (C_7H_8), and xylenes (C_8H_{10}).

The analysis results were calculated using the external standard method. In this method, a calibration curve is constructed using standard gas mixtures of known concentrations, and the quantities of components in an unknown mixture are determined. Gas chromatographic analysis results are shown in Figure 3.

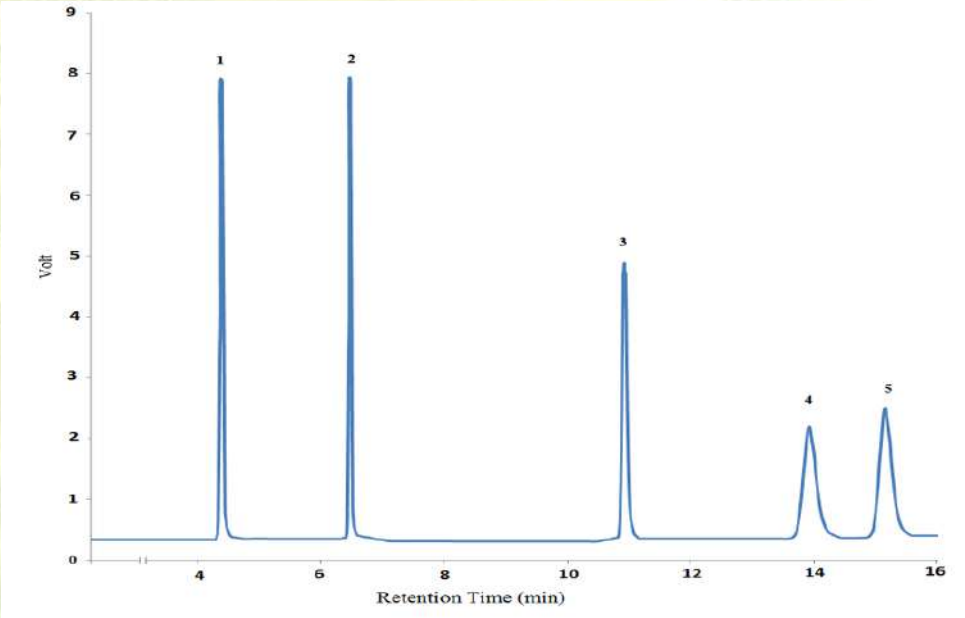


Figure 3. The chromatogram typically shows the following sequence: 1-H_2, 2-CH_4, 3-benzene, 4-toluene, 5-xylenes

As a result of gas chromatographic analysis, peaks corresponding to different components were observed on the chromatogram. The area of each peak is proportional to the amount of the component in the mixture.

Aromatic hydrocarbons usually appear in the later part of the chromatogram due to their higher boiling points. These conditions ensure good separation of the components in the gas mixture. The composition of the reaction products is presented in Table 1.

Table 1.

The following table shows the representative composition of products obtained from the catalytic reaction.

№	Component	Chemical Formula	Volume Fraction (%)

ISSN 3030-3907

1	Hydrogen	H_2	45.2
2	Methane	CH_4	28.6
3	Benzene	C_6H_6	7.5
4	Toluene	C_7H_8	4.2
5	Xylenes	C_8H_{10}	2.2

The results indicate that benzene is formed as the main aromatic product in the catalytic dehydroaromatization of methane.

PHYSICOCHEMICAL PROPERTIES OF THE CATALYSTS.

In the catalytic dehydroaromatization of methane, the activity, selectivity, and stability of the catalysts are directly related to their physicochemical properties. Therefore, the synthesized catalysts were studied using a set of comprehensive physicochemical characterization methods.

The following methods were applied in the study: BET method based on nitrogen adsorption, temperature-programmed desorption of ammonia (NH_3-TPD), determination of pore structure and distribution (BJH method), and surface area measurement (BET method).

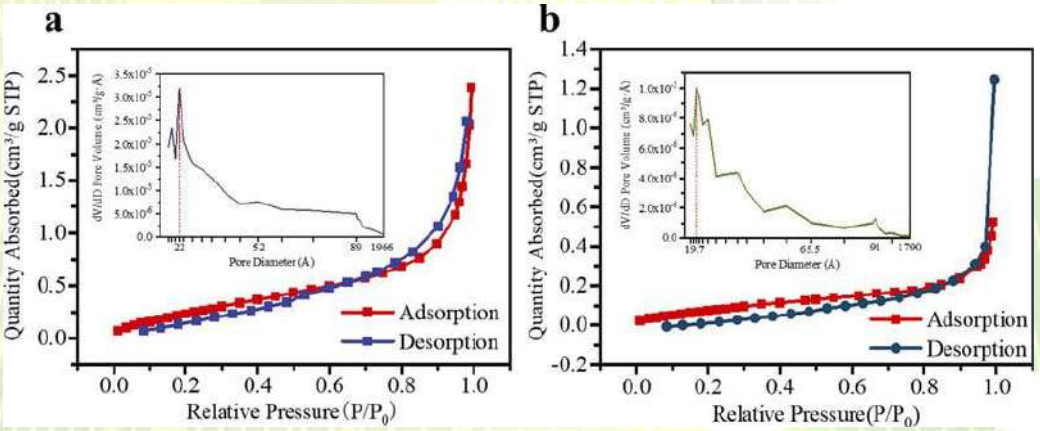


Figure 4. The specific surface area of the catalysts was determined using the Brunauer–Emmett–Teller (BET) method. The measurements were carried out at 77 K using nitrogen adsorption.

The experimental conditions were as follows: relative pressure: 0.05–0.99, adsorbate gas: N_2, instrument: ASAP-2400.

The BET method allowed the determination of the following parameters: specific surface area (m^2/g), pore volume, and pore diameter. The results showed that a larger catalyst surface area increases the number of active sites, which leads to higher methane conversion.

Ammonia Temperature-Programmed Desorption (NH_3-TPD). The NH_3-TPD method was used to identify the acidic sites of the catalysts. The experiment was conducted in the following stages: the catalyst sample was activated at 500 °C

ISSN 3030-3907

under an inert gas flow, saturated with NH_3, and then the NH_3 desorption was measured as the temperature was gradually increased.

The peaks observed in the NH_3-TPD spectrum indicate the strength of the catalyst acidic sites:

- 100–250 °C — weak acidic sites
- 250–450 °C — medium acidic sites
- above 450 °C — strong acidic sites

The results demonstrated that zeolite-based catalysts possess a high number of acidic sites.

Pore Structure (BJH Method)

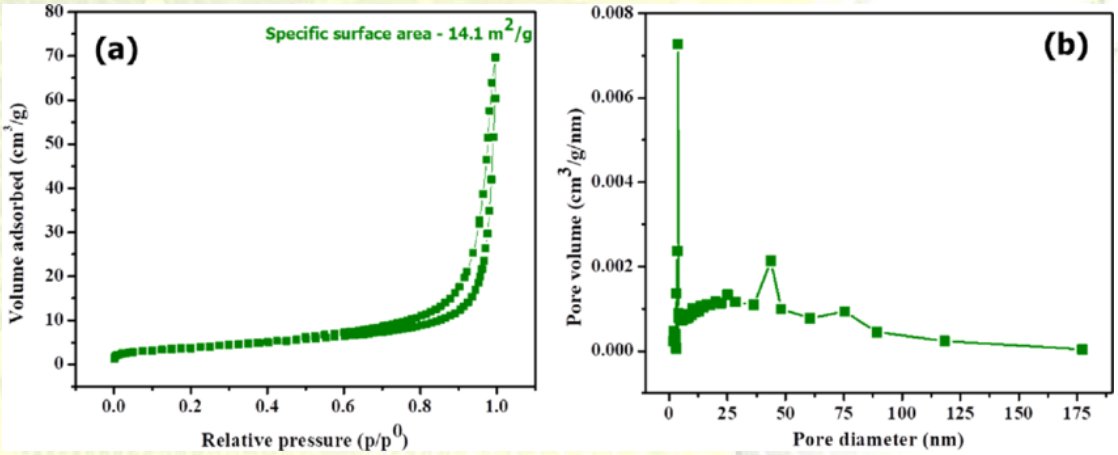


Figure 5. The pore structure and pore sizes of the catalysts were determined using the Barrett–Joyner–Halenda (BJH) method.

The BJH method, based on adsorption–desorption isotherms, allows the determination of the following parameters: pore diameter, pore volume, and pore size distribution. According to the study results, the catalysts possess a mesoporous structure (2–50 nm), which facilitates the diffusion of reactants and products into and out of the pores during the reaction.

CONCLUSION.

Aromatic hydrocarbons can be obtained through the catalytic dehydroaromatization of methane. Mo-containing zeolite catalysts exhibit high catalytic activity. Nanocatalysts prepared using the sol–gel method enhance the efficiency of the process. The reaction products were accurately analyzed using gas chromatography.

The conversion of methane into aromatic hydrocarbons represents a promising direction in the gas chemical industry. Gas chromatography is a highly precise and sensitive method for determining the products of the catalytic dehydroaromatization of methane. Analysis showed that the main products of the reaction are benzene, toluene, and xylenes, and the methane conversion and selectivity toward aromatic hydrocarbons were determined.

ISSN 3030-3907

Experimental results indicated that methane conversion increases with temperature, the molybdenum content affects the catalyst activity, and the zeolite structure enhances the selectivity toward aromatic products.

The best results were obtained using the $Mo/ZrO_2/ZnO/HSZ$ catalyst. Physicochemical analysis of the catalysts revealed the following: the BET method showed that the catalysts have a large specific surface area; NH_3-TPD confirmed the presence of acidic sites; and the BJH method identified a mesoporous structure in the catalysts. These properties ensure high catalytic activity in the methane catalytic dehydroaromatization reaction.

REFERENCES

1. Ateka, A., Ereña, J., Sánchez-Contador, M., Perez-Uriarte, P., Bilbao, J., & Aguayo, A. T. (2018). Capability of the direct dimethyl ether synthesis process for the conversion of carbon dioxide. *Applied Sciences*, *8*(5), 677. https://doi.org/10.3390/app8050677.

2. Shukurov, J., & Fayzullaev, N. (2024). Direct synthesis of dimethyl ether from synthesis gas. *AIP Conference Proceedings, 3045*(1), 060042. https://doi.org/10.1063/5.0197641

3. Murodov, R., et al. (2025). Study of the coloring properties of the plant *Scutellaria leptosiphon*. In *Advanced Materials for Optics and Photonics: Chemistry and Engineering Perspectives (AMOP 2025)* (Vol. 14014, pp. 190–197). SPIE. https://doi.org/10.1117/12.3093857

4. Ernazarova, S., et al. (2025). Optical and infrared characterization of recycled polyethyleneterephthalate for sustainable photonic applications. In *Advanced Materials for Optics and Photonics: Chemistry and Engineering Perspectives (AMOP 2025)* (Vol. 14014, pp. 148–154). SPIE. https://doi.org/10.1117/12.3093737

5. Shukurov, J. (2025). Modeling the production of dimethyl ether from natural gas. *AIP Conference Proceedings, 3304*(1), 040062. https://doi.org/10.1063/5.0269234

6. Cao, C., Liu, G., Xin, F., Lei, Q., Qin, X., Yin, Y., ... & Ullah, A. (2022). Analyses and rates of reactions influenced by water in synthesis of polyoxymethylene dimethyl ethers from trioxane and methylal. *Chemical Engineering Science*, *248*, 117136. https://doi.org/10.1016/j.ces.2021.117136.

7. Shukurov, J., et al. (2023). Technology of extraction of dimethyl ether from methanol. *Universum: Technical Sciences, 6-5*(111), 46–49. https://doi.org/10.32743/UniTech.2023.111.6.15670

8. Vatankhah, F., Shabanian, J., Mokhtari, M., Yari, B., & Chaouki, J. (2024). Reaction Fundamentals and Reactor Configuration for Methane

ISSN 3030-3907

Dehydroaromatization: Present State and Future Prospects. *Energy & Fuels*, *38*(21), 20112-20140. https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.4c03491.

9. Beuque, A., Hao, H., Berrier, E., Batalha, N., Sachse, A., Paul, J. F., & Pinard, L. (2022). How do the products in methane dehydroaromatization impact the distinct stages of the reaction?. *Applied Catalysis B: Environmental*, *309*, 121274. https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2022.121274.

10. Shukurov, J. X., & Fayzullaev, N. I. (2023). Effect of various factors on obtaining dimethyl ether based on local raw materials. *Issue 3 of 2023*, *3*(139/1), 5–13. https://doi.org/10.59251/2181-1296.2023.v3.139.1.2071

11. Xamroyev, J. X., et al. (2021). Analysis of texture characteristics of modified and activated Navbahor bentonite. *Asian Journal of Multidimensional Research*, *10*(9), 382–393. http://dx.doi.org/10.5958/2278-4853.2021.00685.6

12. Liu, Y., Coza, M., Drozhzhin, V., van den Bosch, Y., Meng, L., van de Poll, R., & Kosinov, N. (2022). Transition-metal catalysts for methane dehydroaromatization (Mo, Re, Fe): activity, stability, active sites, and carbon deposits. *ACS Catalysis*, *13*(1), 1-10. https://doi.org/10.1021/acscatal.2c04962.

13. Gu, Y., Chen, P., Wang, X., Lyu, Y., Liu, W., Liu, X., & Yan, Z. (2021). Active sites and induction period of Fe/ZSM-5 catalyst in methane dehydroaromatization. *ACS Catalysis*, *11*(12), 6771-6786.

14. Xamroyev, J. X., et al. (2021). Optimization of the acid activation process of bentonite. *ACADEMICIA: An International Multidisciplinary Research Journal*, *11*(9), 589–597. https://doi.org/10.5958/2249-7137.2021.01959.5

15. Ramasubramanian, V., Ramsurn, H., & Price, G. L. (2019). Methane dehydroaromatization–A study on hydrogen use for catalyst reduction, role of molybdenum, the nature of catalyst support and significance of Bronsted acid sites. *Journal of Energy Chemistry*, *34*, 20-32. https://doi.org/10.1016/j.jechem.2018.09.018.

16. Nigora, M., & Shukurov, J. (2025). Synthesis of ethyl tert-butyl ether over HSZ-cationites: Structure–acidity–adsorption–activity correlation. *Universum: Chemistry and Biology*, *3*(10), 34–38. https://doi.org/10.32743/UniChem.2025.136.10.20936

17. Muminova, N., et al. (2025). General characteristics of methods for obtaining nanomaterials in HSZ-cationites during ethyl tert-butyl synthesis. *American Journal of Applied Science and Technology*, *5*(10), 172–178. https://doi.org/10.37547/ajast/Volume05Issue10-29

18. Julian, I., Hueso, J. L., Lara, N., Solé-Daurá, A., Poblet, J. M., Mitchell, S. G., ... & Santamaria, J. (2019). Polyoxometalates as alternative Mo precursors for methane dehydroaromatization on Mo/ZSM-5 and Mo/MCM-22

ISSN 3030-3907

catalysts. *Catalysis Science & Technology*, *9*(21), 5927-5942. https://doi.org/10.1039/C9CY01490J.

19. Samida, E., et al. (2025). Study of microplastic formation and surface changes of PET under Central Asian climatic conditions. *Universum: Chemistry and Biology*, *4*(12), 37–43. https://doi.org/10.32743/UniChem.2025.138.12.18579

20. Muminova, N., Bakhtiyorov, D., & Shukurov, J. (2025). Structure, acidity, and adsorption properties of mesoporous zeolite-based cationites and their catalytic performance in ethyl tert-butyl ether synthesis. In *Collection of scientific papers "SCIENTIA"* (pp. 96–104). https://doi.org/10.36074/scientia-03.10.2025

ISSN 3030-3907

SITIZIN ALKALOIDI ASOSIDA BIOFAOL MODDALAR SINTEZI

Shoymardonov Raxmat Axmedovich
Buxoro davlat universiteti. k.f.n. proffesor
Nurilloyev Zafar Ismatilloyevich
Buxoro davlat texnika universiteti, t.f.f.d (PhD), dosent
Bozorova Firuza Amonovna
Buxoro davlat texnika universiteti, tyutor

Annotasiya. Maqolada sitizin alkaloidi va salisil aldegid bilan yangi hosila sintezi. Olingan mahsulotlarning yupqa qatlamli xromatografiya hamda PMR-spektrlarini tahlil qilish.

Kalit so‘zlar: alkaloid, sitizin, salisil aldegid, xromatografiya, PMR-spektr, xloroform, dragendorf eritmasi.

Аннотация. Синтез нового производного алкалоида цитизина и салицилового альдегида в статье. Тонкослойная хроматография и анализ ПМР-спектров полученных продуктов.

Ключевые слова: алкалоид, цитизин, салициловый альдегид, хроматография, ПМР-спектр, хлороформ, раствор драгендорфа.

Abstract. Synthesis of a new alkaloid derivative of cytisine and salicylaldehyde in the article. Thin-layer chromatography and analysis of the PMR spectra of the obtained products.

Keywords: alkaloid, cytisine, salicylaldehyde, chromatography, ^{1}H PMR spectrum, chloroform, dragendorffs solution.

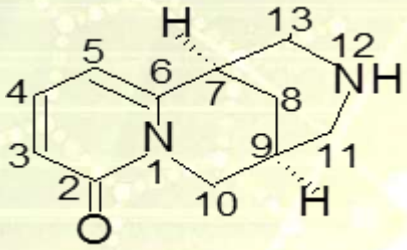
KIRISH.

Organik birikmalarning tuzilishi bilan ularning biologik faolligi orasida o‘zaro bog‘lanish mavjud. Biologiya, farmokologiya va kimyo fanlarida bu sohada katta yutuqlarga erishilmoqda. Lekin bu sohada hali echilmagan muammolar ham ko‘p. Chunki molekuladagi uncha katta bo‘lmagan o‘zgarish ham yangi terapevtik effektlarga olib keladi. Qimmatbaho farmokologik faol preparatlar yaratishning istiqbolli yo‘nalishlardan biri – sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan tabiiy alkaloidlarni modifikasiyalashdir. Shunday alkaloidlardan biri tibbiyotda nafas olishni qo‘zg‘atuvchi dori sifatida ishlatiladigan sitizindir. Hozirgacha sitizindan 1800 dan ziyod hosilalar sintez qilingan. Shunga qaramay bunday tadqiqotlarga qiziqish kundan – kunga ortib bormoqda.

Sitizin 155^0C da suyuqlanadigan, optik faol, yaxshi kristallanadigan tuzlar (pikrat, perxlorat, nitrat) hosil qiladigan alkaloid bo‘lib, birinchi marta 1862 yilda Skott – Grey tomonidan ajratib olingan. Oradan 28 yil o‘tgandan so‘ng Parteyl uning aniq molekulyar formulasi ($C_{11}H_{14}ON_2$) ni isbotladi. [1]

ISSN 3030-3907

Sitizin (I) Ammodendron argenteum, A. conollyi, A. eichwaldii, A. karelinii, A. longiracemosum; Ammothamnus lehmannii, Cladrastis amurensis, Cytisus laburnum, Genista abchasica, G. aethnensis, G.ispanica, G. tinctoria, Laburnum anagyroides, Maackia amurensis, Saphora alopecuroides, S. griffithii, S. japonica, S. pachycarpa, Spartium junceum, Thermopsis alpine, T. alterniflora, T. dolichocarpa, T. fabacea, T. lanceolata, T. turkestanica, Vexibia pachycarpa o‘simliklaridan ajratib olingan [3].



Sitizin sanoatda Thermopsis lanceolata urug‘idan va Thermopsis alternifloraning er ustki qismidan ajratib olinadi.

Sitizin nafas olishni qo‘zg‘atadi va qon bosimini oshiradi. Uning suvdagi 0,15% li eritmasi «Sititon» nomi bilan 1 ml li ampulalarda ishlab chiqariladi va jarrohlik operasiyalarida nafas olish to‘xtagan hollarda, nafas olish va yurak faoliyatini kuchaytiruvchi dori sifatida ishlatiladi[4].

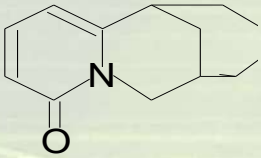
Sitizinning o‘simliklar dunyosida keng tarqalganligi, yuqori fiziologik faolligi, molekulasida reaksiyaga kirishish qobiliyati yuqori bo‘lgan ikkilamchi amin guruhining borligi turli mamlakat olimlarini bu alkaloidning N- almashingan hosilalarini sintez qilishga undadi.

Bu sintezlarni amalga oshirishdan asosiy maqsad kuchli fiziologik ta'sirga ega bo‘lgan dori preparatlarini olishdir.

Sitizin asosida turli biofaol moddalar sintezida O‘zbekiston olimlarning mehnati beqiyosdir.

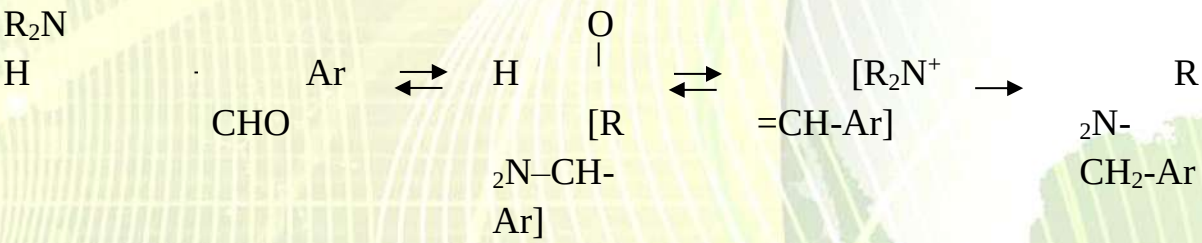
Shoymardonov R.A, Iskandarov S.I, Yunusov S.Yu [4] sitizinning fosforli hosilalari N - sitizilmetilfosfin kislota (I), N -(dietilfosfat) - sitizin (II), N - (dipropilfosfat) - sitizin (III), N - (dibutilfosfat) - sitizin (IV), N - (diizobutilfosfat)- sitizin (V), N - [β-gidroksi – γ - (O,O – dipropil - N1 - amidofosfat) propil] – sitizin (VI), N - [β – gidroksi – γ - (O,O – dibutil - N1 - amidofosfat) propil] - sitizin (VII), N - sitizilmetilfosfin kislotaning dietil efiri (VIII), N – propionilsitizil – α - aminobenzilfosfin kislotaning dietil efiri (IX), N - propionilsitizil – α – aminobenzilfosfin kislota (X), N – propionilglitsilsitizil – α –aminobenzilfosfin kislotaning dietil efiri (XI) va N – propionilalanil-sitizil – α – aminobenzilfosfin kislotaning dietil efiri (XII)ni sintez qildilar va ularning dori xususiyatlarini o‘rgandilar:

ISSN 3030-3907



I R = - $CH_2PO(OH)_2$
II R = - $PO(OC_2H_5)_2$
III R = - $PO(OC_3H_7)_2$
IV R = - $PO(OC_4H_9)_2$
V R = - $PO(OC_4H_{9\text{-изо}})_2$
VI R = - $CH_2CHOHCH_2NHPO(OC_3H_7)_2$
VI R = - $CH_2CHOHCH_2NHPO(OC_4H_9)_2$
VIII R = - $CH_2PO(OC_2H_5)_2$
IX R = - $(CH_2)_2CONHCH_2C_6H_4PO(OC_2H_5)_2$
X R = - $(CH_2)_2CONHCH_2C_6H_4PO(OH)_2$
XI R=- $(CH_2)_2CONHCH_2COCH_2C_6H_4PO(OC_2H_5)_2$
XII R = - $(CH_2)_2CONHCH(CH_3)COCH_2C_6H_4PO(OC_2H_5)_2$

Ikkilamchi azot atomi bor sitizin almashingan benzaldegidlar bilan qaytarmaish - aminlash reaksiyasiga kirishadi. Reaksiyaning birinchi bosqichida etarli darajada barqaror bo‘lmagan geminal α –gidroksiaminlar hosil bo‘ladi:



Aromatik halqa karbonil uglerod atomidagi elektronlar defisitini pasaytiradi. Elektronodonor o‘rinbosarlar bu defisitni yanada ko‘proq pasaytiradi.

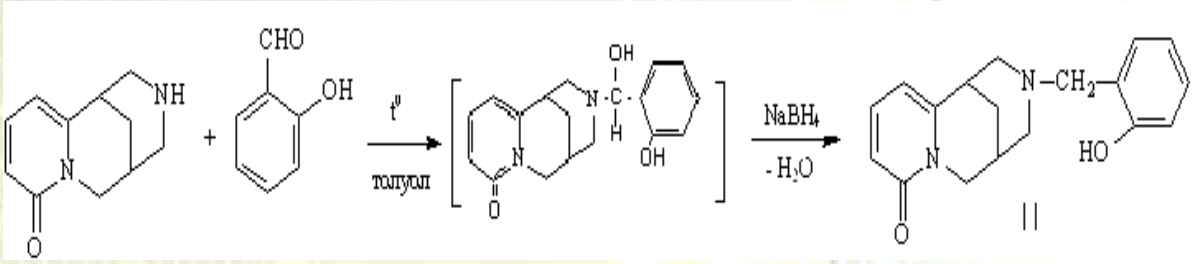
Shu bois biz sitizin va ba'zi aromatik aldegidlardan yangi hosilalarni sintez qilish bilan shug‘ullanishga qaror qildik.

Tajriba qismi. Sitizin bilan salisil aldegidi reaksiyasi quyidagi tartibda olib boriladi.

0,01 mol (1,9g) sitizinni 30 ml toluolda eritildi va unga 0,01 mol (1,21g) salisil aldegid qo‘shib yaxshilab aralashtirildi. Reaksion aralashma qaytarma sovutgich orqali, 4 soat davomida suv xammomida qaynatildi. Reaksiya borishini har yarim soatda, bir marta yupqa qatlamli xromotografiya (I- sistema) usuli yordamida nazorat qilindi. Yarim soat qaynatilgandan so‘ng, reaksiyaning qisman borganligi aniqlandi (yupqa qatlamli xromotografiya plastinkasida sitizin, salisil aldegid va oraliq mahsulotga xos dog‘lar hosil bo‘ldi). So‘ngra reaksion aralashmadan erituvchini haydab, qolgan qoldiqni 30 ml absolyut metanolda eritildi va 5 g $NaBH_4$ qo‘shib 30 daqiqa davomida qaytarildi. Reaksion aralashma 20 ml distillangan suvda eritildi va xloroform bilan ekstraksiya qilindi.

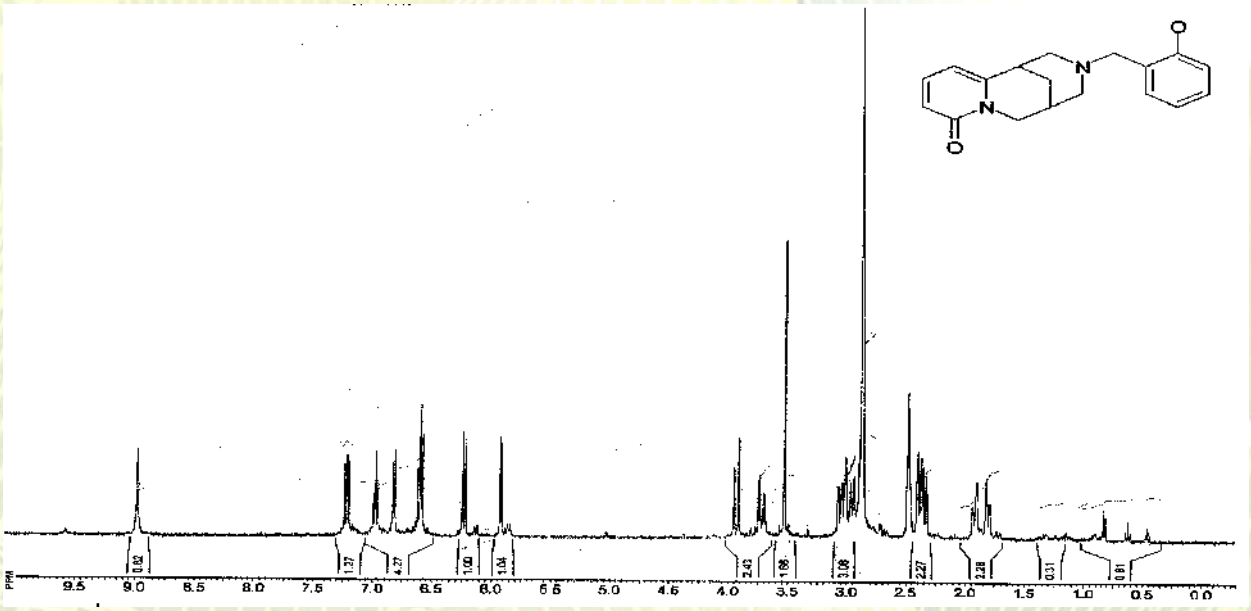
ISSN 3030-3907

Xloroformli ekstrakt ajratish kolonkasida (adsorbent 34-markali silikagel) 14ta fraksiyaga ajratildi. 1-4 fraksiyalarning hajmi 5 ml dan (II-sistema), 5-11 fraksiyalar hajmi 10 mldan (III-sistema), qolgan fraksiyalarda (IV-sistema) nisbatlarda olindi. Yupqa qatlamli xromotografiya usuli bilan tekshirilganda 7–10 fraksiyalarda (III-sistema) bir xil dog‘lar (R_f=0,8) borligi aniqlandi va fraksiyalarni aralashtirib, erituvchini haydaldi, hamda absolyut metanoldan qayta kristallantirildi. Olingan mahsulot (3-gidroksibenzilsitizin)ning massasi 1,96g bo‘lib, reaksiya unumi esa 90% ni tashkil etdi.



3-gidroksibenzilsitizin 225 - 226^{0}C da suyuqlanadigan kristall modda bo‘lib, PMR-spektri (1-rasm) ning tahlili jadvalda keltirilgan.

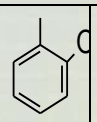
O‘zRFA S.Yu.Yunusov nomidagi O‘simlik moddalari kimyosi institutining farmokologik tadqiqot laboratoriyasida sitizil-o-gidroksifenil metan butirilxolinesterazali ingibitor faolligi xossasini namoyon qilishini isbotladi:



1-rasm. Sitizil-o-gidroksifenil metanning DMSO-d6 – erituvchida olingan PMR- spektri

R	Brutto formulasi	Rf	Тпл.,oC	Униум, %	H-3	H-4	H-5	H-7	H-8	H-9	H-10	H-11, H-13	N-CH2-	Ar-H	Aromatik o‘rinbosarlar

ISSN 3030-3907

	$C_{18}H_{20}O_2N_2$	0,8	225-226	70	6,1	7,3	5,9	2,9	1,7	2,1	3,75	2,18-2,28 ак. 2,71-2,83 ек.	3,39	6,866,567,10	-

Yupqa qatlamli xromotografiya

Silikagel va gipsdan 9:1 nisbatda aralashtirilib tayyorlangan mahkamlangan shisha plastinka.

I – sistema; xloroform – metanol 4:1

II – sistema; 1- 4 fraksiya (elyuat)lar xloroform – metanol 100:1

III – sistema; 5- 11 fraksiya (elyuat)lar xloroform – metanol 10:1

IV – sistema; 12-14 fraksiya (elyuat)lar xloroform – metanol 4:1

Ochiltirgich sifatida dragendorf eritmasi ishlatildi.

XULOSA.

Sitizinning salisil aldegid bilan reaksiyasi o‘rganildi va yangi hosila sintez qilindi. Olingan hosilaning tuzilishi PMR – spektroskopiya usuli bilan isbotlandi. Sintez qilingan sitizil–o–gidroksifenil metan butirilxolin-esterazali ingibitor faolligi xossasi borligi isbotlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Орехов О.П. Химия алкалоидов, Москва, 1955, С.167.

2. Nurilloyev Z.I., Shoymardonov R.A., Vinogradova V.I. Reaksiya sitizina s aromaticheskimi aldegidami, Akademik S.Yu.Yuunusov xotirasiga bag‘ishlangan yosh olimlar ilmiy anjumanining dasturi va ma'ruzalarining qisqa mazmuni, Toshkent, 2005 yil 18 mart, 81-b.

3. Raximov Sh.B., Mirzaeva X.M., Hamdamov J.R., Vinogradova V.I. Novie proizvodnie sitizina, Akademik S.Yu.Yunusov xotirasiga bag‘ishlangan yosh olimlar ilmiy anjumanining dasturi va ma'ruzalarning qisqa mazmuni, Toshkent, 2014 yil 18 mart, 117-b.

4. Шоймардонов Р.А., Искандаров С., Юнусов С.Ю. Синтез N – замещенных фосфорпроизводных цитизина //Химия природн. соед.,1971.№ 12. С. 383.

5. Nurilloev Z. I. Study of the mechanism for insuring the surface of St20 steel with synthesized corrosion inhibitors // Development of science and technology” scientific and technical journal. – 2022. – T. 2. – P. 45-50.

ISSN 3030-3907

6. Zafar Nurilloev, Beknazarov Khasan, and Nomozov Abror. "Production of corrosion inhibitors based on crotonaldehyde and their inhibitory properties." International Journal of Engineering Trends and Technology 70.8 (2022). (Scopus)

ISSN 3030-3907

UDK 378.16:004(045)

DASTURLASH TILLARI KURSIDA "TESKARI DARS" (FLIPPED CLASSROOM) METODINING O‘RNI

Temirova Sevinch Omonjon qizi
Namangan davlat universiteti magistranti
ORCID:0009-0006-8041-6605
E-mail: sevinchtemirova0306@gmail.com
Otaxanov Nurillo Abdumalikovich
Namangan davlat universiteti professori, DSc

Annotatsiya. Ushbu maqola dasturlash tillari kursida "Teskari dars" (Flipped Classroom – FC) metodini qo‘llashning bo‘lajak informatika o‘qituvchilarining bilim va ko‘nikmalarini shakllantirishdagi o‘rnini nazariy va qiyosiy tahlil asosida o‘rganadi. Tadqiqot 2012–2024 yillar oralig‘ida nashr etilgan 30 dan ortiq xalqaro va mahalliy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish metodologiyasiga asoslanadi. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, FC metodi dasturlash kurslarida algoritmik tafakkurni, mustaqil o‘rganish qobiliyatini va kasbiy pedagogik ko‘nikmalarni rivojlantirishda muhim ahamiyatga ega. Maqola O‘zbekiston oliy pedagogik ta'lim muassasalarida FC metodini joriy etishning nazariy asoslarini mustahkamlashga va amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: Teskari dars, Flipped Classroom, dasturlash tillari, informatika o‘qituvchisi, pedagogik mazmun bilimi, faol o‘qitish, B.Blum taksonomiyasi, qiyosiy tahlil.

Abstract. This article examines the role of the Flipped Classroom (FC) method in programming language courses in shaping the knowledge and skills of prospective informatics teachers through theoretical and comparative analysis. The study relies on a systematic review of over 30 international and local scholarly publications from 2012–2024. Works by Jumaniyozova (2023), Bergmann and Sams (2012), Lo and Hew (2017), Thai et al. (2017) are compared to discuss FC's comparative advantages, its distinctive features in programming education, and its role in developing Pedagogical Content Knowledge (PCK). The analysis demonstrates that FC holds significant value in fostering algorithmic thinking, self-directed learning, and professional pedagogical competencies. The article aims to consolidate theoretical foundations for integrating FC in higher pedagogical institutions in Uzbekistan.

Keywords: Flipped Classroom, programming languages, informatics teacher training, pedagogical content knowledge, active learning, blended learning, Bloom's taxonomy, comparative analysis.

ISSN 3030-3907

Аннотация. В данной статье на основе теоретического и сравнительного анализа исследуется роль метода «Перевернутый класс» (ПК) в курсе языков программирования в формировании знаний и навыков будущих преподавателей информатики. Исследование основано на методологии систематического анализа более 30 международных и отечественных работ, опубликованных в 2012–2024 годах. Анализ показывает, что методы ПК играют важную роль в развитии алгоритмического мышления, навыков самостоятельного обучения и профессионально-педагогических навыков в курсах программирования. Статья служит для укрепления теоретических основ внедрения метода ПК в высших педагогических учебных заведениях Узбекистана и разработки практических рекомендаций.

Ключевые слова: Перевернутый класс, языки программирования, преподаватель информатики, содержание педагогики, активное обучение, таксономия Блума, сравнительный анализ.

KIRISH.

Zamonaviy ta'lim tizimida raqamli texnologiyalarning tez rivojlanishi an'anaviy o‘qitish modellarini qayta ko‘rib chiqishni taqozo etmoqda. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 27 fevraldagi PQ-4623-son qarori pedagogik ta'lim sohasini yanada rivojlantirish, zamonaviy bilim va pedagogik texnologiyalarni qo‘llash ko‘nikmalariga ega bo‘lgan yuqori malakali mutaxassislar tayyorlashni ustuvor vazifa sifatida belgilagan. "Raqamli O‘zbekiston 2030" dasturi esa axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini ta'lim jarayoniga keng joriy etishni maqsad qilib qo‘yadi. Ushbu siyosiy kontekstda informatika o‘qituvchilarini tayyorlash dasturlari o‘ziga xos ikki tomonlama vazifani bajarishi zarur: bo‘lajak o‘qituvchilar nafaqat dasturlash bo‘yicha chuqur bilimga ega bo‘lishlari, balki ushbu bilimlarni ta'lim amaliyotida samarali etkazib bera olishlari ham lozim.

TADQIQOTNING ILMIY YANGILIGI: O‘zbekiston oliy ta'lim kontekstida, xususan bo‘lajak informatika o‘qituvchilarini tayyorlashga mo‘ljallangan dasturlash tillari kursida FC metodining qo‘llanilishi birinchi marta tizimli va qiyosiy tahlil asosida o‘rganilmoqda. Xalqaro meta-analitik tadqiqotlar (Laag va Saele, 2019; Lo va Hew, 2017) va mahalliy empirik izlanishlar (Jumaniyozova, 2023; Mamarajabov, 2022) sintezi asosida O‘zbekiston pedagogik ta'limi uchun amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Bu yo‘nalishda mahalliy ilmiy adabiyotda empirik tadqiqotlar hali yetarli bo‘lmaganligini hisobga olib, mazkur maqola kelajakdagi eksperimental izlanishlar uchun nazariy asos va metodologik yo‘nalish sifatida xizmat qiladi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR TAHLILI. L. W. Anderson va D. R. Krathwohl, A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives; J. Bergmann va A. Sams, Flip your classroom: Reach every student in every class every day; J. L. Bishop va M. A. Verleger, The flipped classroom: A survey of the research; E. L. Deci va R. M. Ryan, Intrinsic motivation and self-determination in human behavior; M. T. Jumaniyozova, Oliy ta'lim jarayonida Flipped Classroom texnikasidan foydalanishning o‘ziga xos xususiyatlari; M. J. Lage, G. J. Platt va M. Treglia, Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment.

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Ushbu tadqiqotda adabiyotlarni tizimli ko‘rib chiqish (systematic review) metodi asosiy yondashuv sifatida qo‘llanildi: 2012–2024 yillar oralig‘ida Scopus, Web of Science, Google Scholar va mahalliy ilmiy bazalardan tanlangan 30 dan ortiq manba o‘rganildi. Manbalar mazmunini chuqur o‘rganish maqsadida tahlil metodi, FC va an'anaviy o‘qitish o‘rtasidagi farqlarni aniqlashda esa qiyosiy tahlil metodi qo‘llanildi. Bundan tashqari, nazariy umumlashtirish va klassifikatsiya metodlari yordamida tadqiqot natijalari tizimli tartibga keltirildi.

TAHLIL VA NATIJALAR.

Tarixiy rivojlanish. FC metodining ilk ko‘rinishlari 2000 yilga borib taqaladi. Lage, Platt va Treglia (2000) iqtisodiyot kurslarida ma'ruzani auditoriyadan tashqariga ko‘chirish tajribasini nashr etdi. 2007 yilda Jonathan Bergmann va Aaron Sams Colorado shtatida videolashtirish orqali darsni o‘tkazib yuborgan talabalar uchun material tayyorlashni boshladilar — bu FC metodini dunyoga tanishtirdi (Bergmann va Sams, 2012). Salman Xanning Khan Academy platformasi "masofadan qisqa ma'ruzani ko‘rish, darsda esa amaliyot" prinsipini yanada kuchaytirdi. O‘zbekistonda ilmiy qiziqish 2020 yillardan kuchaydi: Jumaniyozova (2023) va Mamarajabov (2022) mahalliy kontekstdagi dastlabki ilmiy tahlillarni o‘tkazdilar.

FC VA AN'ANAVIY O‘QITISH: QIYOSIY TAHLIL

FC metodi va an'anaviy o‘qitishning asosiy farqlarini tushunish uchun quyidagi jadvalga murojaat qilish maqsadga muvofiq:

1-jadval.

FC metodi va an'anaviy o‘qitishning qiyosiy tahlili

Mezon	An'anaviy o‘qitish	FC metodi
Yangi material	Dars vaqtida o‘qituvchi tushuntiradi	Darsdan oldin video/matn orqali talaba mustaqil o‘rganadi

ISSN 3030-3907

Mezon	An'anaviy o‘qitish	FC metodi
Dars vaqti	Asosan ma'ruza va tushuntirishga sarflanadi	Amaliy mashq, hamkorlik, muammoli topshiriqlarga bag‘ishlanadi
O‘qituvchi roli	"Sahnadagi donishmand" — bilim uzatuvchi	"Yon tomondagi yo‘l-yo‘riq" — faoliyatni boshqaruvchi
Talaba roli	Passiv qabul qiluvchi	Faol ishtirokchi va o‘rganish jarayoni subyekti
Sur'at	Barcha uchun bir xil sur'at	Individual sur'atda o‘rganish imkoni
Qayta ko‘rish	Imkonsiz	Video yozuvni istalgan vaqt qayta ko‘rish mumkin
Kuchsiz talaba	Darsda qolib ketadi	Uyda ko‘proq vaqt sarflash, darsda yordam olish mumkin
Blum taksonomiyasi	Yuqori bosqichlar uyda, yordamsiz	Yuqori bosqichlar darsda, o‘qituvchi yordamida

Jadvaldan ko‘rinib turganidek, an'anaviy modelda kognitiv talabi yuqori bo‘lgan amaliy ishlar talabalar uyda — o‘qituvchi yordamisiz — bajaradi. Bu dasturlash kabi predmetlarda ayniqsa salbiy ta'sir ko‘rsatadi, chunki kod yozish jarayonida darhol fikr-mulohaza (feedback) olish zaruriyati juda yuqori (Lo va Hew, 2017). FC esa bu muammoni bartaraf etib, amaliy topshiriqlarni sinf muhitiga ko‘chiradi.

Dasturlash ta'limining o‘ziga xos talablari.

Dasturlash tillari kurslari bir qator jihatdan boshqa nazariy fanlardan farq qiladi: kodlash — protsedural ko‘nikma bo‘lib, takroriy mashq talab qiladi; har bir yangi kontsepsiya (sikllar, rekursiya, ob'ektga yo‘naltirilgan dasturlash) oldingi materialni puxta o‘zlashtirishga asoslanadi; xato topib tuzatish (debugging) mustaqil amaliyot paytida darhol yordam bo‘lmasa cheksiz vaqt olishi mumkin. FC esa amaliy topshiriqlarni sinf muhitiga ko‘chiradi — bu dasturlash kurslariga ayniqsa mos keladi.

ISSN 3030-3907

Dasturlash kurslarida samarali FC uch fazali tsikl asosida quriladi: (1) Darsdan oldingi faza — 10–15 daqiqalik video ma'ruza, izohli kod namunalari, qisqa tekshiruv testi. (2) Dars ichidagi faza — juft dasturlash (pair programming), debugging musobaqa, guruh algoritm dizayni, tengdoshlarni o‘qitish mashqlari. (3) Darsdan keyingi faza — aks ettiruvchi kundalik, onlayn judge platformasi orqali kodlash topshiriqlari.

Bo‘lajak informatika o‘qituvchilari uchun FC ning qo‘shimcha kasbiy afzalligi mavjud: FC darsining jamoaviy muhokama va tengdoshlarni o‘qitish elementlari ularga kasbiy ta'lim tajribasini beradi. Bu Shulman (1986) va Mishra va Koehler (2006) asoslashtirgan PCK kontseptsiyasiga mos keladi: pedagogik ko‘nikmalar passiv kuzatish emas, faol ishtirok orqali shakllanadi.

QIYOSIY TAHLIL: O‘ZBEKISTON KONTEKSTI

Jumaniyozova (2023)ning "Ta'lim va innovatsion tadqiqotlar" jurnalida nashr etilgan maqolasi O‘zbekiston kontekstida FC metodining dastlabki ilmiy tahlillaridan biri hisoblanadi. Muallif FC ni masofaviy ta'limdan farqli ekanligini alohida ta'kidlaydi: o‘qituvchi va talabaning "yuzma-yuz" dars vaqti o‘zgarishsiz qoladi, faqat uning mazmuni tubdan o‘zgaradi. Bu O‘zbekiston oliy ta'lim amaliyotida pedagogik nazorat va o‘qituvchi-talaba munosabatlarining saqlanishi zaruriyatini hisobga olganda ayniqsa muhim fikr. Jumaniyozova SMS (Content Management System) va LMS (Learning Management System), podcast va vodcast texnologiyalari hamda Google Classroom platformasidan foydalanishning muhimligini ham ko‘rsatib bergan.

Biroq mahalliy adabiyotda FC metodini dasturlash ta'limida bo‘lajak informatika o‘qituvchilari bilan sinovdan o‘tkazgan empirik tadqiqotlar hali yetarli emas. Bu bo‘shliq kelajakdagi tadqiqotlar uchun dolzarb yo‘nalishni belgilaydi. Xalqaro adabiyot bilan mahalliy tajribani solishtirganda quyidagi umumiy va o‘ziga xos jihatlar namoyon bo‘ladi:

2-jadval.

Xalqaro va mahalliy tadqiqotlar qiyosiy tahlili

Ko‘rsatkich	Xalqaro tadqiqotlar	O‘zbekiston tadqiqotlari
Tadqiqot turi	Eksperimental va meta-analitik	Asosan tavsifiy va nazariy
Maqsadli guruh	STEM talabalar, o‘qituvchilar	Oliy ta'lim talabalari, til o‘qituvchilari

ISSN 3030-3907

Ko‘rsatkich	Xalqaro tadqiqotlar	O‘zbekiston tadqiqotlari
Texnologik asos	LMS, YouTube, Moodle, Coursera	Moodle, Google Classroom, Telegram
Asosiy to‘siq	Texnik bilim, talaba tayyorligi	Raqamli infratuzilma, didaktik material
PCK rivojlanishi	Chuqur o‘rganilgan	Kam tadqiq etilgan
Dasturlash kurslari	Ko‘p tadqiqot bor	Deyarli tadqiq etilmagan

Jadvaldan ko‘rinib turganidek, O‘zbekiston kontekstida, xususan informatika o‘qituvchilarini tayyorlash bo‘yicha dasturlash kurslarida FC metodini qo‘llash bo‘yicha empirik tadqiqotlar jiddiy kamchilik sezilmoqda. Lo va Hew (2017) o‘tish davrida talabalarning mustaqil o‘rganishga tayyorligi va texnologik infratuzilma kritik omillar ekanligini ko‘rsatadi — bu O‘zbekiston uchun ham dolzarb muammo.

MUHOKAMA. Ko‘rib chiqilgan adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, FC metodining dasturlash kurslaridagi afzalliklari bir necha asosiy yo‘nalishda namoyon bo‘ladi. Birinchidan, amaliy ko‘nikmalar rivojlanishi: sinf vaqtini debug sessiyalari, juft dasturlash va muammoli topshiriqlarga bag‘ishlash novice dasturchilarning protsedural bilimni mustahkamlashida an'anaviy uy vazifalari tizimiga nisbatan samaraliroq. Bu Lo va Hew (2017), Thai va boshqalar (2017), shuningdek Jumaniyozova (2023) tomonidan ham tasdiqlangan xulosaga mos keladi.

Ikkinchidan, bo‘lajak o‘qituvchilar uchun qo‘shimcha kasbiy afzallik mavjud: FC darsining jamoaviy muhokama va tengdoshlarni o‘qitish elementlari ular uchun kasbiy ta'lim tajribasiga aylanadi. Bu Shulman (1986) va Mishra va Koehler (2006) ishlarida asoslangan PCK kontseptsiyasiga mos keladi: pedagogik ko‘nikmalar passiv kuzatish emas, faol ishtirok orqali shakllanadi.

Uchinchidan, moslashuvchanlik: Jumaniyozova (2023) ta'kidlaganidek, FC "o‘qituvchining kamroq gapirish vaqti" qoidasiga juda mos keladi va darslarni xilma-xil qilishni istagan o‘qituvchi uchun samarali vosita. O‘zbekiston kontekstida Moodle LMS allaqachon ko‘plab universitetlarda mavjud bo‘lganligi ushbu texnologik yondashuvni joriy etish uchun qulay asos yaratadi.

ISSN 3030-3907

XULOSA. Ko‘rib chiqilgan nazariy va empirik adabiyotlarning tizimli tahlili shuni ko‘rsatadiki, FC metodi dasturlash tillari kursida bo‘lajak informatika o‘qituvchilarining bilim va ko‘nikmalarini rivojlantirishga an'anaviy o‘qitish modeliga nisbatan qator sezilarli afzalliklarni taklif etadi. Algoritmik tafakkur va amaliy kodlash ko‘nikmalarini sinf muhitida hamkorlikda mashq qilish, pedagogik mazmun bilimini tengdoshlarni o‘qitish orqali shakllantirish va talabalarning individual sur'atini qo‘llab-quvvatlash ushbu metodning asosiy kuchli tomonlari hisoblanadi. FC metodi nafaqat talabaning shaxsiy rivojlanishi, balki bo‘lajak o‘qituvchining kasbiy shakllanishi uchun ham kuchli vosita ekanligini adabiyotlar tasdiqlaydi.

Ushbu tahlil asosida O‘zbekiston universitetlari uchun quyidagi amaliy tavsiyalar taklif etiladi: (1) dasturlash kurslaridan birida FC modelini bir semestr davomida sinab ko‘rish va natijalarni qayd etish; (2) har bir mavzu uchun Blum taksonomiyasiga asoslangan video ma'ruza va tekshiruv testlarini tayyorlash; (3) dars vaqtining asosiy qismini juft dasturlash va debugging mashqlariga bag‘ishlash; (4) birinchi haftalarda scaffold materiallar bilan talabalarni mustaqil o‘qitishga yo‘naltirish; (5) FC va an'anaviy o‘qitishni nazorat guruhi bilan solishtiruvchi kvazi-eksperimental tadqiqot o‘tkazish.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Anderson, L. W., & Krathwohl, D. R. (Eds.). (2001). A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives. Longman.
2. Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. ISTE and ASCD. 124 p.
3. Bishop, J. L., & Verleger, M. A. (2013). The flipped classroom: A survey of the research. Proceedings of the 120th ASEE Annual Conference & Exposition, Paper 6219.
4. Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behavior. Springer.
5. Jumaniyozova, M. T. (2023). Oliy ta'lim jarayonida Flipped Classroom texnikasidan foydalanishning o‘ziga xos xususiyatlari. Ta'lim va innovatsion tadqiqotlar, №5, 148–153. ISSN 2181-1709.
7. Lage, M. J., Platt, G. J., & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. Journal of Economic Education, 31(1), 30–43.
8. Laag, T., & Saele, R. G. (2019). Does the flipped classroom improve student learning and satisfaction? A systematic review and meta-analysis. AERA Open, 5(3), 1–17.

ISSN 3030-3907

9. Lo, C. K., & Hew, K. F. (2017). A critical review of flipped classroom challenges in K-12 education: Possible solutions and recommendations for future research. Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12(1), 4.
10. Mamarajabov, M. E. (2022). Raqamlashtirilgan ta'lim sharoitida bo‘lajak o‘qituvchilarning kasbiy pedagogik tayyorgarligini takomillashtirish. DSc dissertatsiyasi. Toshkent. 309 bet.
11. Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. Teachers College Record, 108(6), 1017–1054.
12. Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. Educational Researcher, 15(2), 4–14.
13. Thai, N. T. T., De Wever, B., & Valcke, M. (2017). The impact of a flipped classroom design on learning performance in higher education. Computers & Education, 107, 113–126.
14. Tucker, B. (2012). The flipped classroom. Education Next, 12(1), 82–83.
15. Vygotsky, L. S. (1978). Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press.
16. Zainuddin, Z., & Halili, S. H. (2016). Flipped classroom research and trends from different fields of study. International Review of Research in Open and Distributed Learning, 17(3), 313–340.
17. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 27 fevraldagi «Pedagogik ta'lim sohasini yanada rivojlantirish chora-tadbirlari to‘g‘risida»gi PQ-4623-son qarori. https://lex.uz/docs/4749364

ISSN 3030-3907

TALABALARNING HAYOT FAOLIYATI XAVFSIZLIGI VA O‘QUV AMALIYOTI JARAYONIDA XAVFSIZLIKNI TA’MINLASH

Nigmatjonov Sardor Abdumannobovich
QXMITI, tayanch doktoranti

Annotatsiya. Ushbu ilmiy maqolada talabalarning hayot faoliyati xavfsizligini ta’minlash masalalari, ayniqsa o‘quv amaliyoti jarayonida xavfsizlikni tashkil etishning nazariy va amaliy jihatlari keng tahlil qilinadi. Zamonaviy ishlab chiqarish muhitida texnologik jarayonlarning murakkablashuvi, yangi turdagi xavf-xatarlarning paydo bo‘lishi hamda inson omilining dolzarbligi talabalarni xavfsizlik madaniyatiga ega bo‘lgan mutaxassis sifatida tayyorlash zaruratini kuchaytirmoqda. Tadqiqotda tizimli yondashuv, qiyosiy tahlil, pedagogik kuzatuv va tajriba-sinov metodlari qo‘llanildi. Natijalar talabalar xavfsizlik kompetensiyalarini shakllantirishda integrativ yondashuv muhim ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: hayot faoliyati xavfsizligi, o‘quv amaliyoti, ishlab chiqarish xavfsizligi, xavf-xatar, xavfsizlik madaniyati, pedagogik texnologiyalar, kasbiy tayyorgarlik.

Аннотация. В данной научной статье всесторонне анализируются вопросы обеспечения безопасности жизнедеятельности студентов, в частности, теоретические и практические аспекты организации безопасности во время производственной практики. Сложность технологических процессов в современной производственной среде, появление новых видов рисков и актуальность человеческого фактора повышают потребность в подготовке студентов как специалистов с культурой безопасности. В исследовании использованы системный подход, сравнительный анализ, педагогическое наблюдение и методы экспериментального тестирования. Результаты показывают важность интегративного подхода в формировании компетенций студентов в области безопасности.

Ключевые слова: безопасность жизнедеятельности, производственная практика, безопасность производства, риски, культура безопасности, педагогические технологии, профессиональная подготовка.

Abstract. This scientific article comprehensively analyzes the issues of ensuring the safety of students' life activities, especially the theoretical and practical aspects of organizing safety during training practice. The complexity of technological processes in a modern production environment, the emergence of new types of risks, and the relevance of the human factor increase the need to train students as specialists with a safety culture. The study used a systematic approach, comparative analysis, pedagogical observation, and experimental testing methods. The results

ISSN 3030-3907

show the importance of an integrative approach in the formation of students' safety competencies.

Keywords: life activities safety, training practice, production safety, risks, safety culture, pedagogical technologies, professional training.

KIRISH.

Bugungi kunda global industrial rivojlanish va raqamli transformatsiya sharoitida ishlab chiqarish tizimlari sezilarli darajada murakkablashmoqda. Bu esa nafaqat texnik, balki inson omiliga bog‘liq xavflarning ham ortishiga olib kelmoqda. Ayniqsa, oliy ta’lim muassasalarida tahsil olayotgan talabalar uchun o‘quv amaliyoti jarayoni real ishlab chiqarish muhitiga moslashuvning muhim bosqichi hisoblanadi. Shu jarayonda talabalar ko‘plab yangi texnik vositalar, mexanizmlar va texnologik jarayonlar bilan to‘qnash keladi. Bu esa o‘z navbatida xavfsizlik qoidalariga qat’iy rioya qilishni talab etadi. Talabalar hayot faoliyati xavfsizligini ta’minlash nafaqat ularning sog‘ligi va hayotini himoya qilish, balki kelajak kasbiy faoliyatida xavfsiz ishlash ko‘nikmalarini shakllantirish uchun ham zarurdir. Mazkur muammo pedagogika, psixologiya va texnika fanlari kesishgan nuqtada joylashgan bo‘lib, kompleks yondashuvni talab etadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Talabalarning hayot faoliyati xavfsizligini ta’minlash masalasi ko‘plab ilmiy tadqiqotlarda kompleks va ko‘p qirrali muammo sifatida yoritilgan. Xalqaro ilmiy adabiyotlarda ushbu yo‘nalish ko‘proq “safety culture”, “occupational safety”, “risk management in education” tushunchalari orqali o‘rganiladi. Tadqiqotchilar xavfsizlikni ta’minlashni faqat texnik yoki me’yoriy talablar bilan cheklab bo‘lmasligini, balki inson omili, xulq-atvor va pedagogik yondashuvlar bilan chambarchas bog‘liqligini ta’kidlaydilar.

Zamonaviy tadqiqotlarda xavfsizlik madaniyati tushunchasi alohida e’tiborga olinadi. Xalqaro mehnat tashkiloti (XMT) va Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti (JSST) tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda xavfsizlikni ta’minlashda tizimli yondashuv, muntazam treninglar va profilaktik chora-tadbirlar muhim ekani qayd etilgan. Ayniqsa, yosh mutaxassislar va talabalar uchun xavfsizlik kompetensiyalarini shakllantirish uzoq muddatli ijobiy natijalar berishi ta’kidlanadi.

Mustaqil davlatlar hamdo‘stligi (MDH) davlatlarida va milliy tadqiqotlarda esa hayot faoliyati xavfsizligi ko‘proq pedagogik va kasbiy tayyorgarlik nuqtai nazaridan o‘rganilgan. Ushbu ishlarda o‘quv amaliyoti jarayonida xavfsizlikni ta’minlash uchun o‘qituvchi va ishlab chiqarish mutaxassislarining hamkorligi muhim omil sifatida ko‘rsatiladi. Shuningdek, interaktiv metodlar, amaliy

ISSN 3030-3907

mashg‘ulotlar va texnologik vositalardan foydalanish orqali talabalar xavfsizlik ko‘nikmalarini rivojlantirish mumkinligi asoslab berilgan.

Umuman olganda, adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, talabalar hayot faoliyati xavfsizligini ta’minlash masalasi ko‘p fanlar kesishgan nuqtada joylashgan bo‘lib, uni samarali hal etish uchun pedagogik, psixologik va texnik yondashuvlarning integratsiyasi zarur.

METODOLOGIYA.

Tadqiqot jarayonida ilmiy adabiyotlarni tizimli tahlil qilish, xalqaro va milliy me’yoriy hujjatlarni o‘rganish, kuzatuv, suhbat va so‘rovnoma usullaridan foydalanildi. Shuningdek, ayrim oliy ta’lim muassasalarida o‘quv amaliyoti jarayonida talabalar faoliyati monitoring qilindi. Ularning xavfsizlikka oid bilim darajasi, amaliy ko‘nikmalari va xulq-atvori o‘rganildi. Tajriba-sinov ishlari orqali interaktiv metodlar, simulyatsiya mashg‘ulotlari va treninglarning samaradorligi aniqlashtirildi. Olingan ma’lumotlar qiyosiy tahlil asosida umumlashtirildi.

TADQIQOT NATIJALARI.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, talabalar xavfsizlik bo‘yicha nazariy bilimlarga ega bo‘lsalar-da, amaliy vaziyatlarda ularni qo‘llashda qiyinchiliklarga duch kelishadi. Ayniqsa, ishlab chiqarish muhitida tezkor qaror qabul qilish, xavfni oldindan aniqlash va uni bartaraf etish ko‘nikmalari yetarli darajada shakllanmaganligi kuzatildi. Shu bilan birga, xavfsizlik instruktajlari ko‘pincha formal tarzda o‘tkazilishi, talabalar tomonidan yetarli darajada anglab yetilmasligi ham muammo sifatida aniqlangan. Interaktiv metodlar, jumladan, rolli o‘yinlar, keys-stadi, virtual simulyatsiyalar va amaliy treninglar talabalar xavfsizlik kompetensiyasini rivojlantirishda yuqori samaradorlikka ega ekanligi aniqlandi. Shuningdek, mentorlik tizimini joriy etish, ya’ni tajribali mutaxassislarni talabalar bilan bevosita ishlashga jalb qilish ijobiy natija berishi kuzatildi.

Tadqiqot natijalari yanada chuqur tahlil qilinganda, talabalar hayot faoliyati xavfsizligi bo‘yicha bilim, ko‘nikma va kompetensiyalar darajasi turli ko‘rsatkichlar asosida baholandi. Ayniqsa, nazariy bilim va amaliy qo‘llash o‘rtasida sezilarli tafovut mavjudligi aniqlandi. Quyidagi jadvalda tadqiqot natijalari umumlashtirilgan holda keltiriladi:

1-Jadval

Ko‘rsatkichlar	Yuqori daraja (%)	O‘rta daraja (%)	Past daraja (%)
Nazariy bilimlar (xavfsizlik qoidalari)	68	22	10
Amaliy ko‘nikmalar (real vaziyatda qo‘llash)	41	37	22

ISSN 3030-3907

Xavfni oldindan aniqlash qobiliyati	35	40	25
Tezkor qaror qabul qilish	38	34	28
Xavfsizlikka ongli munosabat	52	30	18

Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, talabalar orasida nazariy bilimlar nisbatan yuqori darajada shakllangan bo‘lsa-da, ularni amaliyotda qo‘llash darajasi ancha past ko‘rsatkichlarni tashkil etmoqda. Bu holat ta’lim jarayonida nazariy tayyorgarlik ustunlik qilayotgani, biroq amaliy mashg‘ulotlar yetarli darajada samarali tashkil etilmayotganini ko‘rsatadi. Xususan, xavfni oldindan aniqlash va tezkor qaror qabul qilish kabi muhim kompetensiyalar bo‘yicha past natijalar talabalarni real ishlab chiqarish sharoitlariga tayyorlashda muammolar mavjudligini anglatadi. Shu bilan birga, xavfsizlikka ongli munosabat nisbatan yuqori bo‘lsa-da, bu ko‘rsatkich ham yetarli darajada barqaror emas. Bu esa talabalar xavfsizlik qoidalarini bilishiga qaramay, har doim ham ularga amal qilmasligini ko‘rsatadi. Tadqiqot davomida aniqlanishicha, interaktiv metodlar asosida o‘qitilgan guruhlarda yuqoridagi ko‘rsatkichlar sezilarli darajada yaxshilangan. Masalan, simulyatsiya va keys-stadi asosida o‘tilgan mashg‘ulotlardan so‘ng talabalar orasida amaliy ko‘nikmalar darajasi 20–25% ga oshgani kuzatildi.

Umuman olganda, natijalar shuni ko‘rsatadiki, talabalar hayot faoliyati xavfsizligini samarali shakllantirish uchun ta’lim jarayonida amaliy yo‘naltirilgan yondashuvni kuchaytirish, real vaziyatlarga asoslangan mashg‘ulotlar sonini oshirish va xavfsizlikni faqat nazariy emas, balki kompetensiyaviy darajada o‘rgatish zarur.

MUHOKAMA.

Olingan natijalar asosida aytish mumkinki, talabalar hayot faoliyati xavfsizligini ta’minlash faqat texnik choralar bilan cheklanmasligi kerak. Bu jarayon pedagogik jihatdan ham to‘g‘ri tashkil etilishi zarur. Xavfsizlik madaniyatini shakllantirishda o‘qituvchi va ishlab chiqarish rahbarlarining roli muhimdir. Ular nafaqat bilim beruvchi, balki namunaviy xulq ko‘rsatuvchi shaxs sifatida ham faoliyat yuritishi kerak. Shuningdek, zamonaviy ta’lim texnologiyalarini qo‘llash, raqamli vositalardan foydalanish va real vaziyatlarga yaqinlashtirilgan mashg‘ulotlar tashkil etish orqali xavfsizlikni ta’minlash samaradorligini oshirish mumkin. Xalqaro tajriba shuni ko‘rsatadiki, xavfsizlik madaniyatini erta bosqichdan shakllantirish kelajakdagi ishlab chiqarish jarayonlarida baxtsiz hodisalar sonini sezilarli darajada kamaytiradi.

ISSN 3030-3907

XULOSA.

Xulosa qilib aytganda, talabalarning hayot faoliyati xavfsizligini ta’minlash zamonaviy ta’lim tizimining ustuvor yo‘nalishlaridan biridir. O‘quv amaliyoti jarayonida xavfsizlikni samarali tashkil etish uchun nazariy bilimlarni amaliy ko‘nikmalar bilan uyg‘unlashtirish, innovatsion pedagogik yondashuvlarni joriy etish va ishlab chiqarish bilan hamkorlikni kuchaytirish zarur. Bu esa kelajak mutaxassislarining kasbiy tayyorgarligini oshirish bilan birga, ularning xavfsiz faoliyat yuritish madaniyatini ham shakllantiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Abduqodirov, A. (2020). Pedagogik texnologiyalar va ularning amaliyoti. Toshkent.
2. Bakoeva, G. M. (2023). Peculiarities of the current situation of the banking IPO market. In International Scientific and Current Research Conferences (pp. 78-81).
3. International Labour Organization. (2019). Safety and Health at the Heart of the Future of Work. Geneva.
4. Karimov, I. (2017). Mehnat muhofazasi va texnika xavfsizligi. Toshkent.
5. World Health Organization. (2020). Occupational Health and Safety Practices. Geneva.
6. Zokirov, Q. (2018). Hayot faoliyati xavfsizligi asoslari. Toshkent.
7. Рахматов, Ф. О., & Нуриев, К. К. (2022). Исследование плодов дыни как объекта технической переработки. Илмий мақолалар тўплами, 330.
8. Нуриев, К. К., Рахматов, О., Кадирова, Р. С., & Рахматов, О. О. (2015). Биоконверсия органических отходов растительного происхождения в условиях Узбекистана. In Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства (pp. 468-470).
9. Sharipova, U. A. (2023). The Use of Competitor Analysis as A Factor of Increasing the Competitiveness of the Company. American Journal of Business Management, Economics, and Banking, 13, 90-92.
10. Рахматов, О. О., Рахматов, О., Нуриев, К. К., & Тўхтамишев, С. С. (2019). Мини технологическая линия по безотходной переработке плодов дыни. In вклад университетской аграрной науки в инновационное развитие агропромышленного комплекса (pp. 332-337).
11. Rakhimov, B. S., Sobirova, Q. Q., & Rahimova, F. B. (2018). Development of algorithms spectral analysis of medical signals on the polynomial walsh bases. г. г. Уфа, 38-39.
12. Хакимов, М. Р. (2020). Development of innovative technologies in the system of higher education of the republic of Uzbekistan. Re-health journal, (2-2), 163-164.

ISSN 3030-3907

13. Mekhrojovna, D. S., & Aragón, M. D. M. M. (2025). The green zone: lexical, phraseological, and cultural perspectives. EduVision: Journal of Innovations in Pedagogy and Educational Advancements, 1(5), 193-196.
14. Shavkatova, G. (2024). Stage expression of fairy tales in the school program in theaters of young audiences. European Journal of Arts, (3), 87-91.
15. Кенжебаева, Г. М., & Уразбаева, Д. (2017). Возможности технологий запоминания в обучении иностранному языку. In Педагогические знания в системе высшей школы (pp. 61-64).
16. Xakimov, M., & Maffei, S. (2022). Integrated learning technology. Academicia: An International Multidisciplinary Research Journal, 12(4), 704-708.
17. Sharipova, U. A. (2023). Features of the development of internet marketing at the present stage. World Economics and Finance Bulletin, 23, 90-91.

ISSN 3030-3907

MAKTAB O‘QUVCHILARINING TANQIDIY FIKRLASHINI KIMYOVIY EKSPERIMENT O‘TKAZISH ORQALI SHAKLLANTIRISH

Y.F. Toshtemirova
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Chirchiq, O‘zbekiston
L.Q. Ablakulov
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Chirchiq, O‘zbekiston
S.M. Ochilova
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Chirchiq, O‘zbekiston
N.B. Baxramov
EMU University, Toshkent, O‘zbekiston
D.B. Zuhriddinova
Chirchiq davlat pedagogika universiteti, Chirchiq, O‘zbekiston
E-mail: monokop91@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqola maktab o‘quvchilarida boshlang‘ich sinflardan yuqori sinflargacha tanqidiy fikrlash qobiliyatini kimyoviy eksperimentlar o‘tkazish jarayoni orqali rivojlantirishning nazariy asoslari amaliy mexanizmlari ilmiy dalillari va pedagogik tavsiyalarini chuqur yoritadi. Tanqidiy fikrlash ma’lumotlarni talqin qilish tahlil qilish baholash xulosa chiqarish izoh berish va o‘z-o‘zini nazorat qilish qobiliyati sifatida ko‘rib chiqiladi. Kimyoviy eksperimentlar inquiry-based learning va problem-based learning tamoyillariga asoslanib o‘quvchilarni ilmiy usul bosqichlari orqali faol ishtirok etishga undaydi. Maqolada tanqidiy fikrlashning psixologik-pedagogik modellari kimyoviy eksperimentlarning maktab ta’limidagi o‘rni va ilmiy tadqiqotlar natijalari batafsil tahlil qilinadi. Ilmiy dalillar shuni ko‘rsatadiki muntazam kimyoviy eksperimentlar tanqidiy fikrlash ko‘rsatkichlarini o‘rtacha 30-50% ga oshiradi ilmiy savodxonlik va muammo yechish ko‘nikmalarini kuchaytiradi. Amaliy qismda maktab laboratoriyasi sharoitida xavfsiz 50 dan ortiq eksperimentning batafsil tavsifi dars rejalari va baholash rubrikalari keltirilgan

Kalit so‘zlar: tanqidiy fikrlash kimyoviy eksperiment inquiry-based learning problem-based learning maktab kimyosi ilmiy usul O‘zbekiston ta’limi virtual laboratoriya STEM.

Аннотация. В данной статье представлен углубленный обзор теоретических основ, практических механизмов, научных данных и педагогических рекомендаций по развитию навыков критического мышления у школьников начальной и старших классов посредством проведения химических экспериментов. Критическое мышление рассматривается как способность интерпретировать, анализировать, оценивать, делать выводы, давать объяснения и осуществлять самоконтроль. Химические эксперименты,

ISSN 3030-3907

основанные на принципах исследовательского и проблемно-ориентированного обучения, побуждают учащихся к активному участию в этапах научного метода. В статье подробно анализируются психолого-педагогические модели критического мышления, роль химических экспериментов в школьном образовании и результаты научных исследований. Научные данные показывают, что регулярные химические эксперименты повышают показатели критического мышления в среднем на 30-50%, укрепляют научную грамотность и навыки решения проблем. Практическая часть включает подробное описание более 50 безопасных экспериментов в условиях школьной лаборатории, планы уроков и оценочные критерии.

Ключевые слова: критическое мышление, химический эксперимент, исследовательское обучение, проблемно-ориентированное обучение, школьная химия, научный метод, образование в Узбекистане, виртуальная лаборатория, STEM.

Abstract. This article provides an in-depth review of the theoretical foundations, practical mechanisms, scientific evidence and pedagogical recommendations for developing critical thinking skills in schoolchildren from primary to higher grades through the process of conducting chemical experiments. Critical thinking is considered as the ability to interpret, analyze, evaluate, draw conclusions, provide explanations and self-control. Chemical experiments, based on the principles of inquiry-based learning and problem-based learning, encourage students to actively participate in the stages of the scientific method. The article analyzes in detail the psychological and pedagogical models of critical thinking, the role of chemical experiments in school education and the results of scientific research. Scientific evidence shows that regular chemical experiments increase critical thinking indicators by an average of 30-50%, strengthen scientific literacy and problem-solving skills. The practical part includes detailed descriptions of more than 50 safe experiments in a school laboratory setting, lesson plans, and assessment rubrics.

Keywords: critical thinking, chemical experiment, inquiry-based learning, problem-based learning, school chemistry, scientific method, education in Uzbekistan, virtual laboratory, STEM.

KIRISH.

Zamonaviy jamiyatda tanqidiy fikrlash XXI asrning asosiy kompetensiyalaridan biri sifatida qaraladi. Jahon Iqtisodiy Forumi 2023 yil hisobotida 2030 yilga borib tanqidiy fikrlash va murakkab muammolarni hal qilish ko‘nikmalari birinchi o‘rinlarda turishi ta’kidlangan. O‘zbekiston Respublikasida O‘zbekiston 2030 strategiyasi va Prezident farmonlari ta’lim tizimida tanqidiy

ISSN 3030-3907

fikrlashni rivojlantirishni milliy ustuvor vazifa qilib belgilagan. PISA va TIMSS xalqaro baholash natijalari o‘zbekistonlik o‘quvchilarning tabiiy fanlar bo‘yicha dalillarga asoslangan xulosa chiqarish va muammolarni tahlil qilish qobiliyati hali yetarli emasligini ko‘rsatmoqda [1].

Kimyoviy eksperimentlar tanqidiy fikrlashni shakllantirishning eng samarali vositalaridan biri hisoblanadi. An’anaviy darslarda o‘quvchilar ko‘pincha tayyor ma’lumotlarni yodlab oladilar ammo eksperiment jarayoni ularni faol kuzatuvchi tadqiqotchi va tahlilchi sifatida ishtirok etishga majbur qiladi. Masalan ochiq muammo shaklidagi vazifa qanday qilib eritmaning konsentratsiyasini aniqlash mumkin degan savol o‘quvchini gipoteza qo‘yish tajriba rejalashtirish natijalarni o‘lchash xatolarni tahlil qilish va dalillarga asoslangan xulosa chiqarishga undaydi. Bu jarayon tanqidiy fikrlashning asosiy komponentlarini to‘liq faollashtiradi va o‘quvchilarning ilmiy dunyoqarashini shakllantiradi [2-3].

Kirish qismida tanqidiy fikrlashning psixologik modellari kimyoning maktab kursidagi o‘rni xavfsizlik qoidalari va virtual laboratoriyalarning afzalliklari keng yoritiladi. Statistik ma’lumotlar shuni tasdiqlaydiki inquiry-based kimyo eksperimentlari tanqidiy fikrlashni o‘rtacha 0.68 effekt o‘lchovi bilan oshiradi. O‘zbekiston kontekstida yangi darsliklar STEAM integratsiyasi va raqamli resurslar ushbu yondashuvni yanada dolzarb qilmoqda. Shuningdek kirish qismida maktab o‘quvchilarining yosh xususiyatlari hisobga olinib boshlang‘ich sinflarda oddiy kuzatish va sodda reaksiyalar o‘rta sinflarda gipoteza va tahlil yuqori sinflarda murakkab tajribalar va xulosalar bosqichlari tavsiya etiladi [4-7].

1. Tanqidiy fikrlash va kimyoviy eksperimentning nazariy asoslari

Tanqidiy fikrlash tushunchasi pedagogika va psixologiyada uzoq tarixga ega. Facione 1990 yilda o‘tkazgan Delphi tadqiqotida tanqidiy fikrlashning oltita asosiy komponenti aniqlangan talqin qilish tahlil qilish baholash xulosa chiqarish izoh berish va o‘z-o‘zini nazorat qilish. Bu komponentlar kimyoviy eksperiment jarayonida to‘liq namoyon bo‘ladi. Masalan eritma rangining o‘zgarishini kuzatganda o‘quvchi ma’lumotlarni talqin qiladi reaksiya tezligini o‘lchaganda tahlil qiladi natijalarni boshqa guruh natijalari bilan solishtirganda baholaydi va xulosani dalillar bilan asoslaydi.

Ennis 2011 yilda taklif qilgan modelda tanqidiy fikrlashni ochiq fikrlash va yopiq fikrlashga bo‘lish mumkin. Kimyoviy eksperimentlarda ochiq fikrlash gipoteza qo‘yish va yangi savollar berish orqali rivojlanadi yopiq fikrlash esa aniq protseduralarni bajarish va natijalarni tekshirish orqali shakllanadi. Halpern modeli esa tanqidiy fikrlashni o‘rgatish uchun to‘rt bosqichli yondashuvni tavsiya qiladi tanqidiy fikrlashni aniqlash baholash va qo‘llash. Bu bosqichlar kimyoviy laboratoriya darslarida to‘g‘ridan-to‘g‘ri qo‘llanilishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Ilmiy usulning klassik besh bosqichi kuzatish gipoteza tajriba ma’lumotlar tahlili va xulosa kimyoviy eksperimentlarning asosini tashkil etadi. Antonio 2024 yilda o‘tkazgan meta-tahlilda inquiry-based yondashuvlar fan darslarida higher-order thinking skills ni oshirishi isbotlangan effekt o‘lchovi 0.68 ga teng. Bu natija 32 ta tadqiqotni qamrab olgan bo‘lib maktab o‘quvchilarida tanqidiy fikrlashning sezilarli o‘sishini ko‘rsatadi.

Vygotskiyning yaqin rivojlanish zonasi nazariyasi bo‘yicha o‘qituvchi yoki tengdosh yordami bilan bajariladigan eksperimentlar o‘quvchining tanqidiy fikrlashini tezroq rivojlantiradi. Piagetning kognitiv rivojlanish bosqichlariga ko‘ra o‘rta sinf o‘quvchilari uchun konkret operatsiyalar bosqichida sodda reaksiyalar yuqori sinflarda esa abstrakt fikrlash talab qiladigan murakkab tajribalar mos keladi. Bloom taksonomiyasining yuqori darajalari tahlil baholash va yaratish kimyoviy eksperimentlarda to‘liq faollashadi.

O‘zbekiston pedagogikasida tanqidiy fikrlash masalalari milliy dasturlarda alohida o‘rin egallaydi. Yangi davlat ta’lim standartlarida tabiiy fanlar bo‘yicha o‘quvchilarning ilmiy usulni qo‘llash ko‘nikmasi majburiy talab sifatida belgilangan. Bolta M.G. va Murodova S.B. ning ishlarida virtual laboratoriyalardan foydalanish tanqidiy fikrlashni rivojlantirishda samarali ekanligi ko‘rsatilgan.

Reja 1 da yana quyidagilar chuqur yoritiladi tanqidiy fikrlashni bostiruvchi omillar an’anaviy o‘qitishdagi bitta to‘g‘ri javobga yo‘naltirish xato qilishdan qo‘rqish va vaqt cheklovi. Kimyoviy eksperimentlar bu to‘siqlarni bartaraf etadi chunki ular ochiq muammolarni taklif qiladi va xatoni o‘rganish imkoniyati sifatida ko‘rsatadi. Har bir nazariya uchun O‘zbekiston maktablari sharoitiga moslashtirilgan 10 dan ortiq amaliy misol keltirilgan.

2. Maktab ta’limida kimyoviy eksperimentlar orqali tanqidiy fikrlashni shakllantirish strategiyalari

Bo‘lim maktab laboratoriyasi sharoitida xavfsiz bajariladigan eksperimentlarning batafsil tavsifini o‘z ichiga oladi. Har bir eksperiment uchun quyidagi struktura qo‘llaniladi maqsad zarur materiallar xavfsizlik qoidalari bosqichma-bosqich bajarish tartibi tanqidiy fikrlash savollari kutilayotgan natijalar va baholash rubrikasi.

Birinchi eksperiment Qizil karamdan pH indikatori tayyorlash. Maqsad kislotali va ishqoriy muhitni aniqlash orqali tanqidiy fikrlashni rivojlantirish. Materiallar qizil karam suv idishlar turli moddalar sirka soda limonad. Xavfsizlik qoidalari issiq suv bilan ishlashda ehtiyot bo‘lish. Bosqichlar karamni maydalash qaynoq suv quyish filtrlash va sinov eritmalariga qo‘shish. Tanqidiy fikrlash savollari Nima uchun rang o‘zgardi Qanday modda kuchliroq kislota ekanligini qanday aniqlash mumkin Natijangizni boshqa guruh natijasi bilan solishtirsangiz

ISSN 3030-3907

nima xulosa chiqarish mumkin. Kutilayotgan natija turli ranglar paydo bo‘lishi. Baholash rubrikasi gipoteza 20 foiz kuzatish 30 foiz tahlil 30 foiz xulosa 20 foiz.

Ikkinchi eksperiment Pishirish sodasi va sirka reaksiyasi. Maqsad gaz ajralishi reaksiyasini kuzatish orqali tezlik va omillarni tahlil qilish. Materiallar soda sirka shisha ballon. Bosqichlar aralashtirish gaz hajmini o‘lchash harorat va konsentratsiyani o‘zgartirib tajriba takrorlash. Tanqidiy fikrlash savollari Qanday omil reaksiya tezligini oshirdi Xatolik qayerdan kelib chiqishi mumkin Natijani grafik shaklida ifodalasangiz nima ko‘rinadi.

Uchinchi eksperiment Kristallanish jarayoni. Maqsad eritmaning to‘yinganligini va kristall shakllanishini tahlil qilish. Materiallar osh tuzi yoki mis sulfati issiq suv. Bosqichlar to‘yingan eritma tayyorlash sovutish va kristallarni kuzatish. Tanqidiy fikrlash savollari Nima uchun kristallar hosil bo‘ldi Harorat o‘zgarishi qanday ta’sir qildi.

3. Ilmiy tadqiqotlar baholash usullari va amaliy tavsiyalar

Bo‘limda 15 dan ortiq xalqaro va milliy tadqiqot natijalari chuqur tahlil qilinadi. Antonio 2024 meta-tahlili inquiry-based yondashuvlarning higher-order thinking ga ta’sirini tasdiqlaydi. Qing 2010 yilgi ishda task-based kimyo eksperimentlari tanqidiy fikrlashni sezilarli oshirgan. Orosz 2023 yilgi tadqiqotida guided inquiry 9-sinf o‘quvchilarida tanqidiy fikrlashni kuchaytirgani ko‘rsatilgan. O‘zbekistonlik mualliflar Murodova va Bolta ishlarida virtual laboratoriyalarning samaradorligi isbotlangan.

Baholash vositalari Cornell Critical Thinking Test moslashtirilgan varianti portfel usuli rubrikalar va pre-post testlar batafsil tavsiflanadi. O‘zbekiston tajribasida mavjud to‘siqlar resurs yetishmasligi xavfsizlik muammolari va ularni bartaraf etish yo‘llari muhokama qilinadi. O‘qituvchilar uchun trening dasturlari ota-onalar ishtiroki va kelajak istiqbollari AI yordamida virtual eksperimentlar yoritiladi.

XULOSA.

Maktab o‘quvchilarining tanqidiy fikrlashini kimyoviy eksperiment o‘tkazish orqali shakllantirish zamonaviy ta’limning eng samarali yo‘llaridan biridir. Nazariy asoslar amaliy misollar va ilmiy dalillar shuni tasdiqlaydiki muntazam eksperimentlar orqali tanqidiy fikrlash ko‘rsatkichlari sezilarli darajada oshadi. O‘quvchilar ilmiy dunyoqarashga ega bo‘lib hayotiy muammolarni hal qila oladigan shaxsga aylanadi. Har bir kimyo o‘qituvchisi bugundan boshlab oddiy ochiq eksperiment bilan ishni boshlashi mumkin. Natijada O‘zbekistonning kelajak avlodi tanqidiy fikrlaydigan innovatsion va raqobatbardosh bo‘ladi. Ushbu maqola amaliy qo‘llanma sifatida xizmat qiladi va yangi tadqiqotlar uchun asos yaratadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti 2023. PF-158-son Farmon O‘zbekiston - 2030 strategiyasi to‘g‘risida. Lex.uz.
2. Antonio R. P. 2024. Effects of Inquiry-Based Approaches on Students’ Higher-Order Thinking Skills in Science A Meta-Analysis. ERIC EJ1408841.
3. Qing Z. 2010. Developing critical thinking disposition by task-based learning in chemistry experiment teaching. Procedia Social and Behavioral Sciences.
4. Murodova S. B. 2025. Kimyoni o‘qitish jarayonida virtual laboratoriyadan foydalanish. Maktabgacha va maktab ta’limi jurnali.
5. Bolta M. G. 2023. O‘quvchilarning tanqidiy fikrlashi fan o‘quv materialini ilmiy yondashuv asosida o‘rganish. Ta’lim fidoyilari.
6. Facione P. A. 1990. Critical Thinking A Statement of Expert Consensus. The Delphi Report.
7. Orosz G. 2023. Guided inquiry-based learning in secondary-school chemistry classes. RSC Publishing.

ISSN 3030-3907

UCH FAZALI ASINXRON DVIGATELDAGI NOSOZLIKLARNI DIAGNOSTIKA QILISH METODLARINING TAHLILI.

Ramazonov Bahodir G‘olib o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, assistent;
E-mail: bahodirmagistr2021@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada sanoat korxonalaridagi elektr jihozlarining ishonchliligini ularda vujudga kelgan nosozliklarni diagnostika qilish tizimlarini joriy etish orqali oshirish bilan bog‘liq masalalar ko‘rib chiqiladi. Uch fazali asinxron elektr motorlarining nosozliklarini diagnostika qilish uchun apparat va dasturiy ta'minot tizimi taklif qilingan.

Kalit so‘zlar: diagnostika, apparat va dasturiy ta'minot tizimi, elektr motorining nosozliklari, tebranish diagnostikasi, garmonikalar, analog-raqamli o`zgartirgich.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы повышения надежности электрооборудования на промышленных предприятиях путем внедрения систем диагностики возникающих в нем неисправностей. Предложена аппаратно-программная система диагностики неисправностей трехфазных асинхронных электродвигателей.

Ключевые слова: диагностика, аппаратно-программная система, неисправности электродвигателей, вибрационная диагностика, гармоники, аналого-цифровой преобразователь.

Abstract. This article considers issues related to increasing the reliability of electrical equipment in industrial enterprises by introducing systems for diagnosing malfunctions that occur in them. A hardware and software system for diagnosing malfunctions of three-phase asynchronous electric motors is proposed.

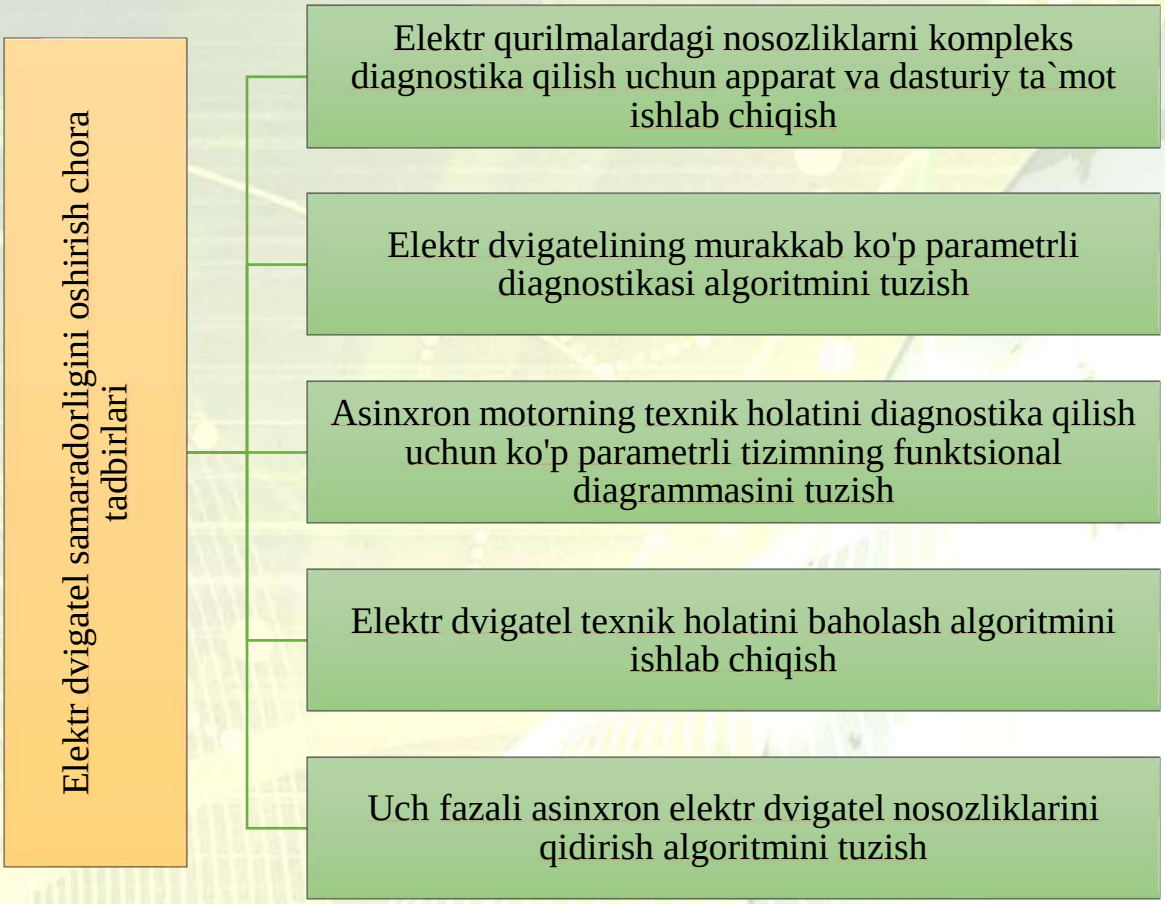
Keywords: diagnostics, hardware and software system, electric motor malfunctions, vibration diagnostics, harmonics, analog-to-digital converter.

KIRISH.

Sanoat elektr uskunalarining ishonchli va xavfsiz ishlashini ta'minlash uchun elektr uskunaning barcha komponentlarini muvofiqlashtirilgan va ishonchli ishlashi talab qilinadi. Bunga erishish uchun zamonaviy texnik diagnostika usullari va vositalaridan foydalangan holda intellektual diagnostika tizimini ishlab chiqish zarur. Taklif qilinayotgan tizimni ishlab chiqishning asosiy maqsadi elektr uskunalarining ishlash samaradorligini oshirish va uni diagnostika qilish imkoniyatini yaratishdir.[1]

Elektr motorlarining samaradorligini oshirish bo‘yicha chora-tadbirlarning tasnifi 1-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



1-rasm.Elektr dvigatellarni samaradorligini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlar

Vazifalarni funktsional diagramma tuzish, elektr motorining texnik holatini diagnostika qilish uchun apparat va dasturiy ta'minot tizimini ishlab chiqish, elektr motorining murakkab ko‘p parametrli diagnostikasi algoritmlari, elektr motorlarining texnik holatini baholash va uch fazali asinxron elektr motorlarining nosozliklarini bartaraf etish orqali hal qilish mumkin.[2,3]

Diagnostika vositalari, usullari va algoritmlarini ishlab chiqishda identifikatsiya, kompyuter modellashtirish, dasturlash va noaniq mantiq nazariyasi, ishonchlilik, texnik diagnostika va prognozlash usullaridan foydalanish tavsiya etiladi.[4]

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI: Elektr jihozlarining ishchi ishonchliligi sanoat ishlab chiqarishida asosiy iqtisodiy va texnik muammo hisoblanadi. Asinxron elektr motorlari boshqa turdagi elektr motorlariga nisbatan tuzilishi soda va ishonchlilik darajasi yuqoriroq bo‘lsa-da, ish paytidagi kutilmagan nosozliklar kuzatiladi, bu esa o‘z navbatida kutilmagan to`xtalishlar va salbiy oqibatlarga olib kelishi mumkin.[5]

ISSN 3030-3907

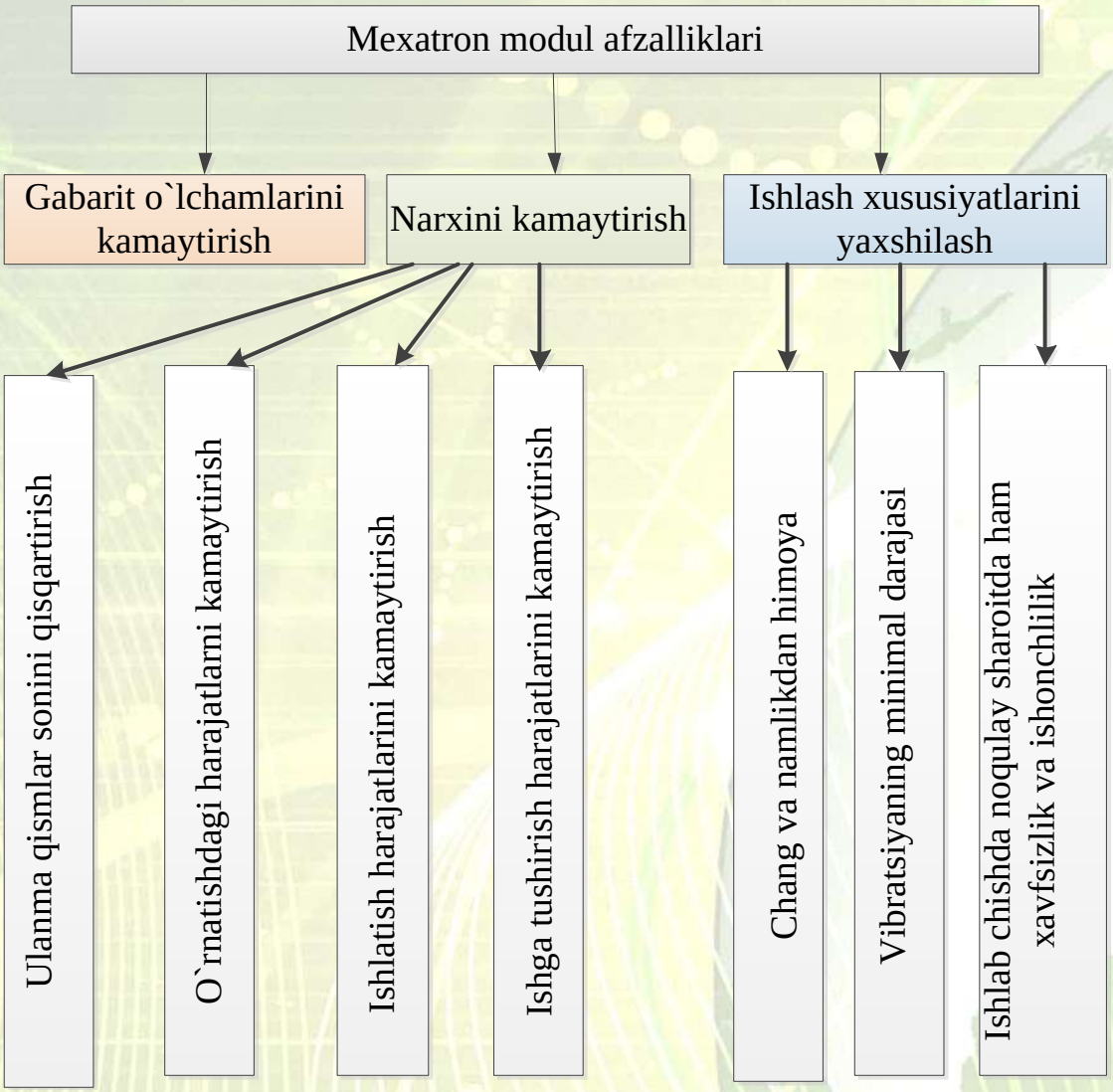
Bundan tashqari, elektr jihozlarining texnik holati yomon yoki eskirgan holda ishlashi dvigatelning kutilmagan nosozliklari va jarayonni boshqarish qoidalarining buzilishi bilan bog‘liq to‘g‘ridan-to‘g‘ri iqtisodiy yo‘qotishlarga, shuningdek, sanoat korxonasida ishlab chiqarishning yetarli emasligi bilan bog‘liq sezilarli bilvosita, rejalashtirilmagan yo‘qotishlarga olib kelishi mumkin. Bu elektr jihozlarining operatsion ishonchliligi va samaradorligini oshirishni talab qiladi. Bu muammoni elektr jihozlarini loyihalash, ishlab chiqarish va ishlatish darajalarida hal qilish mumkin.[6]

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Muammoni yechish uchun elektr yuritmaga boshqaruv tizimini joriy etish va elektr dvigatelda ko`p parametrli diagnostikani qo`llash orqali amalga oshiriladi. Integratsiyalashgan tizimlar diagnostika parametrlarini o‘qiydigan birlamchi sensorlarni va sensorlardan signallarni o‘zgartiradigan ikkilamchi modullarni o‘z ichiga oladi. Ushbu mexatronik tizim texnik holatni baholaydi, elektr drayverning boshqarilishini yaxshilaydi va elektr uskunalari uchun optimal ish rejimini tanlaydi.

Elektr uskunalarini ishlab chiqarishda elektr motorining ishlash ishonchliligi va samaradorligini oshirish vazifasi boshqaruv elementlari hamda birlamchi mexanik va elektr o`zgartirgichlarini mashina korpusiga kiritish orqali amalga oshirish mumkin.

Ushbu mexatronik elektr uskunasining modernizatsiya qilinmagan qurilmalarga nisbatan afzalliklari 2-rasmda ko‘rsatilgan [7].

ISSN 3030-3907



2-rasm.Mexatron modul avfzalliklari.

Obyektni ekspluatatsiya qilish darajasida elektr dvigatellarning ekspluatatsion ishonchliligi va ishlash samaradorligini oshirish texnik holatni baholash vositalari hamda usullari yordamida amalga oshirilishi mumkin. Ushbu vosita va metodikalar quyidagi imkoniyatlarni beradi:

1. Elektr jihozlarining joriy texnik holati, montaj qilinishi, sozlash sifati hamda ta’mirlash ishlari ustidan nazoratni amalga oshirish;

2. Rejalashtirilgan-profilaktik ta’mirlash ishlarini o‘tkazishni oldindan rejalashtirish;

3. Uskunalarning ekspluatatsion resursini va ishlash samaradorligini oshirish;

4. Ta’mirlar oralig‘idagi muddatni uzaytirish yoki sezilarli darajada kengaytirish hamda ta’mirlash xarajatlarini kamaytirish;

5. Sanoat ishlab chiqarishida rejalashtirilmagan nosozliklar va majburiy to‘xtab qolishlar ehtimolini kamaytirish. [8]

ISSN 3030-3907

Yuqorida bayon etilganlardan kelib chiqib, elektr jihozlarning ishlash siklining asosiy bosqichlarida ularning ekspluatatsion ishonchliligi va ishlash samaradorligiga elektr jihozlarining texnik holatini baholash usullari hamda vositalaridan foydalanish orqali erishish mumkin. Shu sababli, elektr dvigatellarning texnik holatini diagnostika qilishga mo‘ljallangan, asosiy kirish parametrlari qiymatlari asosida tadqiq qilinayotgan obyektning real texnik holatini aniqlash imkonini beruvchi zamonaviy intellektual diagnostika tizimini ishlab chiqish masalasi dolzarbligicha qolmoqda [9].

Elektr dvigatellaridagi nosozliklarni diagnostika qilish tizimi tarkibiga nosozliklar mavjudligini aniqlash va qoldiq resursni bashoratlash uchun qo‘llaniladigan maxsus texnik vositalar, shuningdek, diagnostik axborotni olish, qayta ishlash, tasvirlash va qayd etishga mo‘ljallangan universal uskunalar kirishi mumkin. Bundan tashqari, diagnostika tizimi tarkibida ushbu tizimning o‘zini-o‘zi tekshirishini ta’minlovchi qurilmalar, boshqaruv organlari ham bo‘lib, ular yordamida operator uskunaning ish rejimiga bog‘liq holda diagnostika tizimini boshqarishi mumkin. Elektr dvigatellaridagi nosozliklarni diagnostika qilish tizimining ishlashi maxsus dasturiy ta’minot orqali ta’minlanadi.

Elektr dvigatellaridagi nosozliklarni diagnostika qilish jarayonida operator muhim rol o‘ynaydi. Operatorning asosiy vazifalariga quyidagilar kiradi:

1. Diagnostika jarayoni to‘g‘risidagi axborotni nazorat qilish;
2. Diagnostik axborotni tahlil qilish;
3. Diagnostika qilinayotgan obyektlarni boshqarish bo‘yicha qarorlar qabul qilish;
4. Texnik diagnostika tizimida boshqaruv buyruqlarini shakllantirish.

Elektrojihozlar nosozliklarini diagnostika qilish sifati bevosita operatorning shaxsiy va kasbiy xususiyatlariga bog‘liqdir. Diagnostika jarayonining samaradorligiga quyidagi omillar ta’sir ko‘rsatadi:

1. Operatorning ko‘rish qobiliyati;
2. Operatorning eshitish qobiliyati;
3. Diagnostik axborotni tushunish qobiliyati;
4. Belgilangan mehnat sharoitlarida ish samaradorligini maqbul darajada saqlab turish qobiliyati;
5. Operatorning reaksiya tezligi.

Elektr jihozlarning texnik holatini baholash sifatiga ishlab chiqilayotgan usullar va vositalarning ishonchliligi bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Elektr jihozlarning ishonchliligi va ishlash samaradorligini oshirish uchun konstruktiv tarkibiy uzellar sonini imkon qadar kamaytirish zarur. Buning uchun funksiyalarning asosiy qismini apparat vositalarida emas, balki elektron va dasturiy ta’minot asosida amalga oshirish, shu orqali operatorning rolini minimal darajaga tushirish

ISSN 3030-3907

maqsadga muvofiqdir. Bu esa inson omili bilan bog‘liq xatoliklar ehtimolini kamaytirish imkonini beradi.

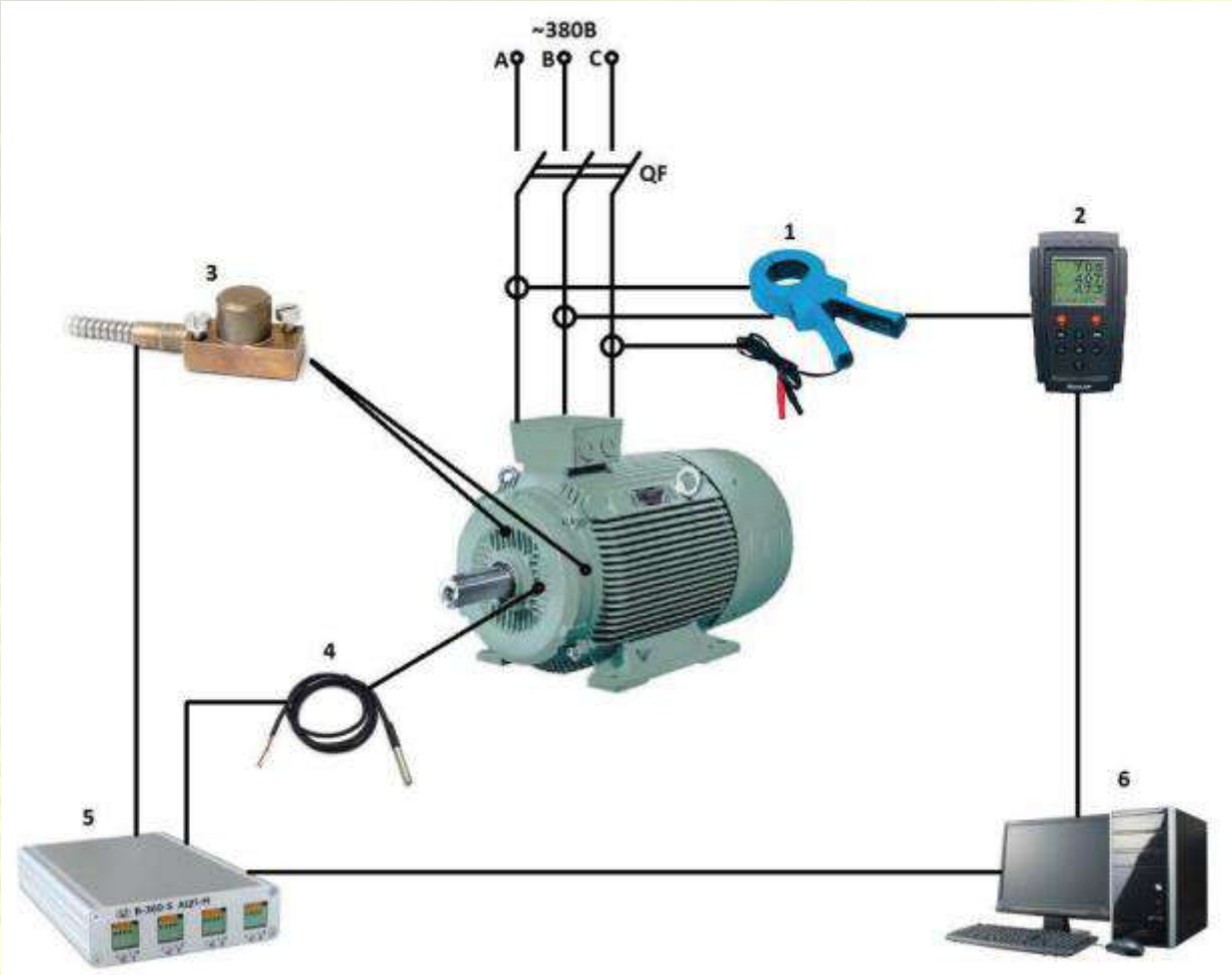
Elektr jihozlarning texnik holatini funksional diagnostika qilish test diagnostikasiga nisbatan soddaroq bo‘lib, yuqori ekspluatatsion ishonchlilikka va nisbatan past tannarxga ega. Shu sababli, zamonaviy sanoat ishlab chiqarishida elektr jihozlarni funksional diagnostika qilish usullari va vositalari keng qo‘llanilmoqda.

Elektr jihozlardagi nosozliklarni aniqlashda yuqori samaradorlikka ega bo‘lgani uchun ko‘p parametrli diagnostika usullari eng keng tarqalganlaridir. Ko‘p parametrli diagnostika yordamida ishlayotgan mashinada yuzaga keladigan issiqlik, elektr va mexanik shikastlanishlarni aniqlash mumkin [9, 10].

Elektr dvigatellaridagi nosozliklarni diagnostika qilishning asosiy turlarini tahlil qilish natijasida, mashinaning texnik holatini kompleks tarzda samarali baholash imkonini beruvchi bir qator diagnostik parametrlarni ajratib ko‘rsatish mumkin. Eng istiqbolli diagnostik parametrlar qatoriga elektr parametrlarini tahlil qilish, vibratsion hamda issiqlik nazoratini kiritish mumkin. Amaliyot shuni ko‘rsatadiki, ushbu usul va vositalar yuqori aniqlikka ega bo‘lib, elektr jihozlarning texnik holatini ko‘p parametrli diagnostika tizimlarida qo‘llash uchun qulaydir [11, 12].

Elektr dvigatellarini ko‘p parametrli diagnostika qilishga mo‘ljallangan apparat majmuasi 3-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Ishchi kuchlanish ostida ko‘p parametrli diagnostika o‘tkazish uchun apparat majmuasi

Elektr dvigatellarini ko‘p parametrli diagnostika qilish tizimi quyidagi tarkibiy qismlardan iborat:

1 — tok o‘lchash qisqichlari;

2 — elektr energiyasi sifati analizatori;

3 — vibratsiya datchigi;

4 — harorat datchigi;

5 — analog-raqamli o‘zgartirgich;

6 — shaxsiy kompyuter.

Taqdim etilgan diagnostika majmuasi tarkibiga kontaktli va kontaktsiz birlamchi datchiklar hamda ikkilamchi o‘zgartirgich kiradi. Nosozliklarning mavjudligi diagnostik parametrlar orqali aniqlanadi, bu parametrlar ma’lum bir sonli qiymat, analog yoki raqamli signal ko‘rinishida, shuningdek signal spektrida ayrim chastotalarning mavjudligi bilan ifodalanadi. Shu sababli elektr jihozlarni diagnostika qilish jarayoni ancha murakkablashadi va yuqori malakali xodimlarni jalb etishni talab qiladi. Ushbu muammoni hal etish uchun elektr dvigatellardagi

ISSN 3030-3907

nosozliklarni real vaqt rejimida aniqlash imkonini beruvchi zamonaviy, intellektual va ko‘p parametrli diagnostika tizimini ishlab chiqish zarur.

Mashinaning texnik holatini nazorat qilish hamda yuzaga kelgan va endigina shakllanayotgan nuqsonlarni aniqlash elektr jihozlarning texnik holatini baholash tizimi orqali amalga oshiriladi.

Yuqorida keltirilgan usul va vositalar ko‘p parametrli diagnostika vazifalarini to‘liq bajaradi. Xususan, ta’minlovchi tok spektri va vibratsiya parametrlarini o‘lchash elektr va mexanik qismlarning joriy texnik holatini nazorat qilish hamda tahlil etish imkonini beradi, issiqlik nazorati esa tok va vibratsiyaning spektral tahlili bilan birgalikda yuzaga kelgan nosozliklarni aniqlashga xizmat qiladi.

Elektr dvigatellarini ko‘p parametrli diagnostika qilish jarayoni texnik holatni baholash va nosozliklarni aniqlash bosqichlarini o‘z ichiga oladi.

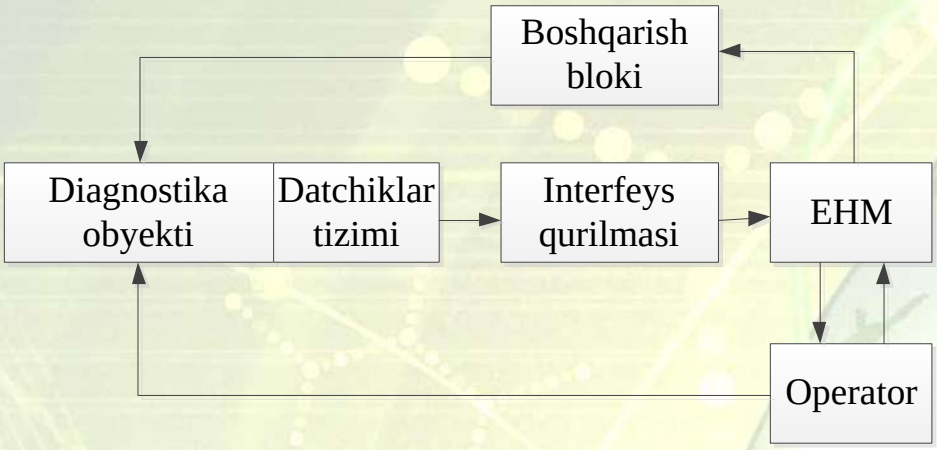
Ushbu algoritm asosida texnik qurilmalar ishlab chiqiladi, ularning tarkibiga diagnostika qilinayotgan parametrlarni o‘lchashni amalga oshiruvchi birlamchi datchiklar hamda diagnostika algoritmlarining ishlashini ta’minlaydigan va obyekt diagnostikasi natijalarini qayta ishlovchi axborotni qayta ishlash uskunalari kirishi lozim.

Elektr jihozlarning texnik holatini baholashni amalga oshirish uchun tekshirilayotgan obyektning ekspluatatsiya sharoitlari, konstruktiv va iqlimiy bajarilishiga moslashtirilgan o‘lchov qurilmalaridan foydalanish zarur. Diagnostika qilinayotgan parametrlar datchiklar tizimi orqali moslashtiruvchi qurilmaga uzatiladi. Moslashtiruvchi qurilma o‘lchov datchiklaridan kelayotgan diagnostik axborotni raqamli signalga aylantiradi va ushbu signal elektron hisoblash mashinasining (EHM) xotirasida qayd etiladi. Raqamli signal dasturiy qayta ishlovdan o‘tkaziladi, natijada elektr jihozlarning joriy texnik holati nazorat qilinadi hamda yuzaga kelgan nuqsonlar aniqlanadi.

Elektrojihozlardagi nosozliklarni diagnostika qilish natijalarini tahlil qilish EHM yordamida amalga oshiriladi. Oldindan avariyaviy holat aniqlanganda, diagnostika tizimi boshqaruv bloki orqali shikastlangan mashinani avtomatik ravishda o‘chiradi.

Texnik holatni ko‘p parametrli diagnostika qilish tizimining funksional sxemasi 4-rasmda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



4-rasm. Elektrojihozlarning texnik holatini ko‘p parametrli diagnostika qilish tizimining funksional sxemasi

Taklif etilgan elektr jihozlarning texnik holatini ko‘p parametrli diagnostika qilish tizimi konstruktiv jihatdan soddaligi va yuqori ekspluatatsion ishonchliligi bilan ajralib turadi. Ushbu ishonchlilik tarkibiy uzellar va komponentlar sonini qisqartirish, shuningdek diagnostik parametrlarni qayta ishlashda elektron va dasturiy vositalardan foydalanish hisobiga ta’minlanadi.

XULOSA.

Shunday qilib, uch fazali asinxron elektr dvigatelining ishlash samaradorligini oshirishga qaratilgan taklif etilgan usul shundan iboratki, elektr parametrlar, vibratsiya darajasi hamda mashinaning alohida uzellaridagi harorat qiymatlarini o‘lchash natijalariga asoslanib, noaniq mantiq apparati yordamida obyektning texnik holatini baholash va uni besh sinfdan biriga kiritish mumkin. Mazkur usul elektrojihozlardagi nosozliklarni diagnostika qilishning bir nechta metodlarini kompleks qo‘llashga asoslangan bo‘lib, natijada bu diagnostika tizimi samaradorligini sezilarli darajada oshirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ramazonov B. G. (2026). ELEKTR MOTORLARIDA VUJUDGA KELADIGAN VIBRATSIYA HOLATINI TAHLIL QILISH. Development Of Science, 2(1), pp. 153-160. https://devos.uz/article.php?id=3780

2. Хацевский К. В., Умурзакова А. Д., Воронина Н. А., Ичева Ю. Б. Анализ методов диагностирования неисправностей трехфазного асинхронного электродвигателя // Омский научный вестник. 2020. № 2 (170). С. 42–46. DOI: 10.25206/1813- 8225-2020-170-42-46.

3. Федоров М. М., Ткаченко А. А. К вопросу построения систем диагностики неисправностей асинхронных электродвигателей // Електротехніка і електромеханіка. 2006. № 2. С. 59–61.

4. Бахарев А. В., Умурзакова А. Д. Анализ методик оценки технического состояния электродвигателя // Энергетика и энергосбережение: теория и

ISSN 3030-3907

практика: материалы III Всерос. науч.-практ. конф. Кемерово: Изд-во Кузбасского гос. техн. ун-та, 2017. С. 402-1–402-7. ISBN 978-5-906969-56-9.
5. Богданов Е. А. Основы технической диагностики нефтегазового оборудования. М.: Высшая школа, 2006. 279 с.
6. Петухов В. С. Диагностика электродвигателей. Спектральный анализ модулей векторов Парка тока и напряжения // Новости электротехники. 2008. № 1 (49). URL: http://news. elteh.ru/arh/2008/49/10.php (дата обращения: 30.01.2020).
7. Петухов В. С., Соколов В. А. Диагностика состояния электродвигателей. Метод спектрального анализа потребляемого тока // Новости электротехники. 2005. № 1 (31). С. 50–52.
8. Баширов М. Г., Бахтизин Р. Н., Баширова Э. М., Миронова И. С. Система автоматизации управления техническим состоянием технологического оборудования нефтегазовых производств // Нефтегазовое дело. 2011. № 3. С. 26–40.
9. Баширов М. Г., Шикунов В. Н. Диагностика электрических сетей и электрооборудования промышленных предприятий. Уфа: Изд-во УГНТУ, 2004. 220 с.
10. Хацевский К. В., Андреева О. А. Влияние параметров напряжения сети на погрешности спектральных методов диагностики // Омский научный вестник. 2013. № 2 (120). С. 261–263.
11. Подураев Ю. В. Проектирование систем компьютерного управления для манипуляционного робота PUMA-560 на основе критерия функционально-структурной интеграции // Мехатроника, автоматизация, управление. 2003. № 2. С. 22–28.
12. Бахарев А. В., Умурзакова А. Д. Проблемы, связанные с отказом электрооборудования, на примере трехфазного асинхронного электродвигателя // Россия молодая: материалы X Всерос. науч.-практ. конф. молодых ученых. Кемерово: Издво Кузбасского гос. техн. ун-та, 2018. 5 с.
13. Подураев Ю. В. Структурный анализ мехатронных систем на основе показателя распределения функциональной нагрузки // Мехатроника, автоматизация, управление. 2004. № 6. С. 21–26.
14. Лукьянов М. М., Харисов Э. А. Новые принципы виброакустической диагностики изношенного силового электрооборудования // Электрика. 2001. № 2. С. 30–32.

ISSN 3030-3907

INTEGRATION OF MULTI-SOURCE REMOTE SENSING DATA FOR NUMERICAL MINE MODELLING AT THE UCHQULOCH POLYMETALLIC DEPOSIT: FROM POINT CLOUD TO PRODUCTION-READY BLOCK MODEL

Tursunov Sh.A.
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan
Kutumova G.S
Tashkent State Technical University named after Islam Karimov, Tashkent, Uzbekistan

Abstract. This paper presents a multi-source data integration framework (M1–M4) for the Uchquloch polymetallic deposit, Uzbekistan. Surface-based TLS serves as the geometric backbone; UAV multispectral imagery, drill-hole databases, and geochemical data are co-processed within an automated pipeline. A total of 147.3 million georeferenced points were acquired from three TLS stations and 480-image UAV block, registered at overall RMSE 5.1 mm. Random Forest semantic segmentation (12 geometric/radiometric features) achieved 94.3% overall accuracy. Implicit modelling generated closed ore-zone surfaces with mean boundary validation error ±2.1 m. Monte Carlo SGS (1,000 realisations) quantified grade uncertainty with CV 0.28 (Pb+Zn) and 0.41 (Au) for Inferred blocks. Total resource: 7.14 Mt at 3.3% Pb+Zn, 46 g/t Ag, 0.78 g/t Au. The framework reduces modelling time by 55–65% versus conventional campaigns.

Keywords: multi-source integration; TLS; UAV photogrammetry; semantic segmentation; implicit modelling; geostatistics; Monte Carlo; Uchquloch; polymetallic; Central Asia.

Annotatsiya. Ushbu maqolada O‘zbekistondagi Uchquloch ko‘p metallli koniga ko‘p manbali ma'lumotlar integratsiyasi doirasi (M1–M4) taqdim etiladi. Yer sirtiga asoslangan TLS geometrik asos sifatida xizmat qiladi; UAV ko‘p spektrli tasvirlar, burg‘ulash-teshik ma'lumotlar bazasi va geokimyoviy ma'lumotlar avtomatlashtirilgan quvurda birgalikda qayta ishlanadi. Jami 147,3 million georeferenslangan nuqta uchta TLS stantsiyasi va 480 tasvirli UAV blokidan to‘plandi, umumiy RMSE 5,1 mm da ro‘yxatdan o‘tkazildi. Tasodifiy o‘rmon semantik segmentatsiyasi (12 geometrik/radiometrik xususiyat) 94,3% umumiy aniqlikka erishdi. Implisit modellash o‘rtacha chegara tekshiruv xatosi ±2,1 m bo‘lgan yopiq ruda-zonasi sirtlarini yaratdi. Monte-Karlo SGS (1000 ta amalga oshirish) Inferred bloklari uchun CV 0,28 (Pb+Zn) va 0,41 (Au) bilan daraja noaniqligini miqdoriy jihatdan aniqladi. Umumiy resurs: 7,14 Mt, Pb+Zn 3,3%, Ag

ISSN 3030-3907

46 g/t, Au 0,78 g/t. Doira modellash vaqtini an'anaviy kampaniyalarga nisbatan 55–65% ga qisqartiradi.

Kalit so‘zlar: ko‘p manbali integratsiya; TLS; UAV fotogrammetriya; semantik segmentatsiya; implisit modellash; geostatistika; Monte-Karlo; Uchquloch; ko‘p metalllar; Markaziy Osiyo.

Аннотация. В данной статье представлена интегрированная многоисточниковая система обработки данных (M1–M4) для полиметаллического месторождения Учкулоч, Узбекистан. Наземное TLS-сканирование служит геометрической основой; мультиспектральные снимки БПЛА, база данных буровых скважин и геохимические данные обрабатываются совместно в автоматизированном конвейере. Всего получено 147,3 миллиона геопривязанных точек с трёх TLS-станций и блока из 480 снимков БПЛА, зарегистрированных с общей среднеквадратической ошибкой 5,1 мм. Семантическая сегментация методом случайного леса (12 геометрических/радиометрических признаков) достигла общей точности 94,3%. Имплицитное моделирование сформировало замкнутые поверхности рудных зон со средней ошибкой верификации границ ±2,1 м. Метод Монте-Карло SGS (1000 реализаций) количественно оценил неопределённость содержаний: CV 0,28 (Pb+Zn) и 0,41 (Au) для блоков категории Inferred. Общие ресурсы: 7,14 Мт при содержании Pb+Zn 3,3%, Ag 46 г/т, Au 0,78 г/т. Фреймворк сокращает время моделирования на 55–65% по сравнению с традиционными методами.

Ключевые слова: многоисточниковая интеграция; TLS; фотограмметрия БПЛА; семантическая сегментация; имплицитное моделирование; геостатистика; Монте-Карло; Учкулоч; полиметаллы; Центральная Азия.

INTRODUCTION.

Digital numerical modelling of mineral deposits has evolved from simple cross-sectional interpolation to fully integrated three-dimensional systems combining geospatial, geological, and geochemical data streams [1,2]. This paper presents a four-module multi-source data integration framework (M1–M4) for the Uchquloch polymetallic deposit in Uzbekistan, where surface-based TLS provides the geometric backbone for subsequent geological modelling and numerical block-model construction.

The imperative to accelerate mineral resource evaluation while reducing environmental disturbance has driven mining toward increasingly data-rich, model-centric workflows [3]. TLS occupies a central role as it captures dense, precise surface geometry rapidly; however, TLS alone cannot characterise subsurface extent, mineralogy, or grade. The critical contribution of this paper lies in

ISSN 3030-3907

demonstrating how TLS geometry can be systematically combined with UAV multispectral imagery, drill-hole databases, and geochemical data within an automated pipeline to produce a complete numerical mine model.

The Uchquloch deposit provides an ideal test case owing to its complex skarn mineralisation and the availability of historical drill data for model validation. The four-module framework (M1–M4) is designed as modular and software-agnostic: outputs from each module serve as inputs to the next. Key design principles are reproducibility (version-controlled parameter files), scalability (10 M to >1 B points), and interoperability (LAS 1.4, GSLIB, GeoJSON exchange formats).

The Uchquloch polymetallic deposit is situated within the western Tian Shan orogenic belt, one of the most mineralogically prolific metallogenic provinces of Central Asia. The geological framework of western Uzbekistan is defined by the amalgamation of the Karakum-Tajik and Kazakhstan microcontinents during the Late Paleozoic Hercynian (Variscan) orogeny, driven by the successive subduction and closure of the Turkestan and Zeravshan Paleo-Asian Ocean branches [A1, A2]. This tectonic collage produced an extensive system of fold-thrust belts, suture zones, and syn- to post-collisional magmatic arcs that serve as the principal structural hosts for polymetallic mineralisation across the region.

Skarn-type Pb-Zn-Ag-Au mineralisation in the Tian Shan belt is temporally constrained to two Late Paleozoic episodes: 380-320 Ma (related to active subduction of the Paleo-Asian Ocean slab) and 350-300 Ma (associated with post-collisional, calc-alkaline to high-K calc-alkaline intrusions) [A3]. At Uchquloch, the ore-hosting stratigraphy consists of Lower-to-Middle Paleozoic carbonate-dominated sequences — limestones, marbles, and calcareous schists — that were intruded by Late Carboniferous to Early Permian granodiorite plutons. Magmatic-hydrothermal fluids, enriched in Pb, Zn, Ag, and Au, migrated along interlayer fracture systems and reacted with the carbonate wallrocks to produce the characteristic garnet-pyroxene prograde skarn assemblages and retrograde sulfide-bearing ore zones observed at the deposit today [A4].

Soviet-era geological surveys (1960s-1980s) first identified the Uchquloch area as a target for Pb-Zn exploration, and 142 diamond drill holes totalling 18,640 m were completed by the State Geological Survey of Uzbekistan (GSU) between 1985 and 2022. These campaigns delineated three principal ore zones — the Upper Skarn Zone (USZ), Lower Skarn Zone (LSZ), and a subordinate Vein System (VS) — within a NW-trending structural corridor approximately 1.2 km along strike. However, the complexity of skarn geometry, coupled with the steep, partially vegetated terrain, limited the spatial resolution and reliability of conventional surface mapping. The integration of modern multi-source remote sensing methods

ISSN 3030-3907

into the historical dataset constitutes the primary scientific and practical motivation for the present study.

The deposit lies within the broader Tian Shan-Kyzylkum metallogenic belt, which hosts world-class mineral systems including the Muruntau orogenic gold deposit and the Kurgashigan skarn Pb-Zn deposit (1.6 Mt Pb+Zn) [A5]. This regional mineralogical endowment underscores the strategic importance of advancing resource evaluation methodologies in western Uzbekistan, where numerous analogous polymetallic skarn systems remain incompletely characterised. The M1-M4 framework presented here is therefore designed not only to serve the Uchquloch deposit, but to provide a transferable workflow applicable across this prospective metallogenic corridor.

The Uchquloch polymetallic deposit (40°04'N, 68°21'E) is located in the Jizzax province of central Uzbekistan, within the adyr (foothill) zone of the western Tian Shan mountain system. The deposit area spans elevations of 780–1,045 m a.s.l. and is characterised by moderate to dissected relief, with NW–SE-trending ridges and shallow gullies incised by seasonal ephemeral streams. The terrain is morphologically favourable for ground-based remote sensing surveys: slope gradients of 5–28° across the ore-zone perimeter allow line-of-sight coverage from ridge-top TLS stations, while the absence of tall vegetation minimises point-cloud occlusion.

The regional climate is classified as cold semi-arid (Köppen BSk), characteristic of the adyr belt at 500–1,500 m a.s.l. across the western Tian Shan foothills [B1]. Mean annual precipitation at the deposit is estimated at 280–340 mm, concentrated predominantly in the winter–spring period (November–April); summer months (June–August) are effectively rainless, with less than 10 mm recorded per month [B2]. Mean annual temperature is approximately 13–14°C, with July maxima regularly exceeding 35°C on exposed south-facing slopes and January minima reaching −10 to −15°C. Diurnal temperature range in summer commonly exceeds 20°C, contributing to active mechanical weathering of exposed skarn outcrops and gossan surfaces. These climatic conditions are operationally significant: the dry summers (June–September) provide the optimal field window for both TLS acquisition and UAV photogrammetric surveys, with minimal atmospheric moisture interference and stable ground conditions.

Vegetation cover across the survey area is sparse to moderate and structurally simple, dominated by xerophytic steppe grasses (Stipa spp., Festuca spp.), wormwood (Artemisia spp.), and scattered ephemeral forbs typical of the adyr eco-zone [B3]. This sparse cover—with canopy heights generally below 0.4 m and ground cover of 15–35%—is highly favourable for point-cloud acquisition,

ISSN 3030-3907

as TLS and UAV lidar returns penetrate to the mineral surface with minimal multi-return complexity. In contrast, the narrow, seasonally active stream corridors host riparian shrub thickets (Tamarix spp., Rosa spp.) up to 2.5 m high, which were systematically identified and masked during the semantic segmentation workflow (Module M2) to prevent confusion with gossan or fresh-sulphide spectral signatures.

Access to the study site is provided by a paved highway (A373) approximately 18 km to the north and a graded gravel road of 6.2 km traversing the survey area from north to south. Infrastructure availability—including all-season road access and proximity to the regional centre of Jizzax (72 km)—facilitates repeated survey campaigns, logistics for TLS instrument deployment, and rapid sample transport to accredited assay laboratories. Hydrologically, the deposit lies within the catchment of a minor right-bank tributary of the Syr Darya River; no perennial surface water bodies intersect the ore-zone perimeter, which simplifies baseline environmental monitoring for future mine development planning.

The Uchquloch deposit (40°04'N, 68°21'E) lies in the foothills of the western Tian Shan at 780–1,045 m a.s.l. with moderate relief and sparse steppe vegetation—favourable for TLS and UAV surveys. Pre-existing data include 142 diamond drill holes (18,640 m total), 1:5,000 geological maps (GSU, 2018), 386 rock chip geochemical samples, and a 10 m SRTM DEM.

Optimal scan-station placement was determined via visibility analysis on the SRTM DEM (MATLAB R2023a), requiring ≥70% ore-zone surface coverage within 400 m. Three primary (SS-01 to SS-03) and two supplementary (SS-04, SS-05) stations were selected. The geodetic network (28 GCPs, Trimble R10 RTK; closed traverse with Leica TS16) achieved horizontal closure 4 mm, vertical 6 mm.

Table-1

Data inventory and integration module assignments.

Data Type	Source	Quantity / Resolution	Vintage	Module
TLS point cloud	Leica ScanStation P50	147.3 M pts (5 cm vox.)	2022–2023	M2, M3
UAV imagery	DJI M300 RTK / Zenmuse P1	480 images, 2.1 cm/px	2023	M2, M3
Diamond drill holes	GSU / AMMC	142 holes, 18,640 m	1985–2022	M3, M4

ISSN 3030-3907

Rock chip geochemistry	GSU field teams	386 samples	2018–2022	M4
Geological mapping	GSU 1:5,000	Vector polygons	2018	M3
SRTM DEM	NASA / USGS	10 m resolution	2000	M1

Leica ScanStation P50 was used at primary stations (full hemisphere, 3.1 mrad, 55–68 M pts/station) and supplementary stations (targeted window scans). Multi-station registration in Cyclone REGISTER 360 (constrained ICP, HDS targets) achieved mean RMSE 3.8 mm. Random Forest semantic segmentation (500 trees, scikit-learn 1.3) was trained on 8,400 manually labelled samples (5 classes: gossan, fresh sulphide, carbonate wallrock, granodiorite, alluvial/colluvial). Test set (20%): OA 94.3%, macro F1 0.91.

Classified point cloud and drill-hole data were imported into Leapfrog Geo 6.0. Contact surfaces were generated using FastRBF implicit interpolation (anisotropic ellipsoids: strike 315°, dip 62° SW, plunge 18° NW). Ore zone boundaries defined at 0.8% Pb+Zn lower threshold. Wireframe volumes: USZ 8.42 Mm^3, LSZ 3.71 Mm^3, VS 0.94 Mm^3. Validation against 61 withheld drill intercepts: mean boundary error ±2.1 m, 95th-percentile ±5.4 m.

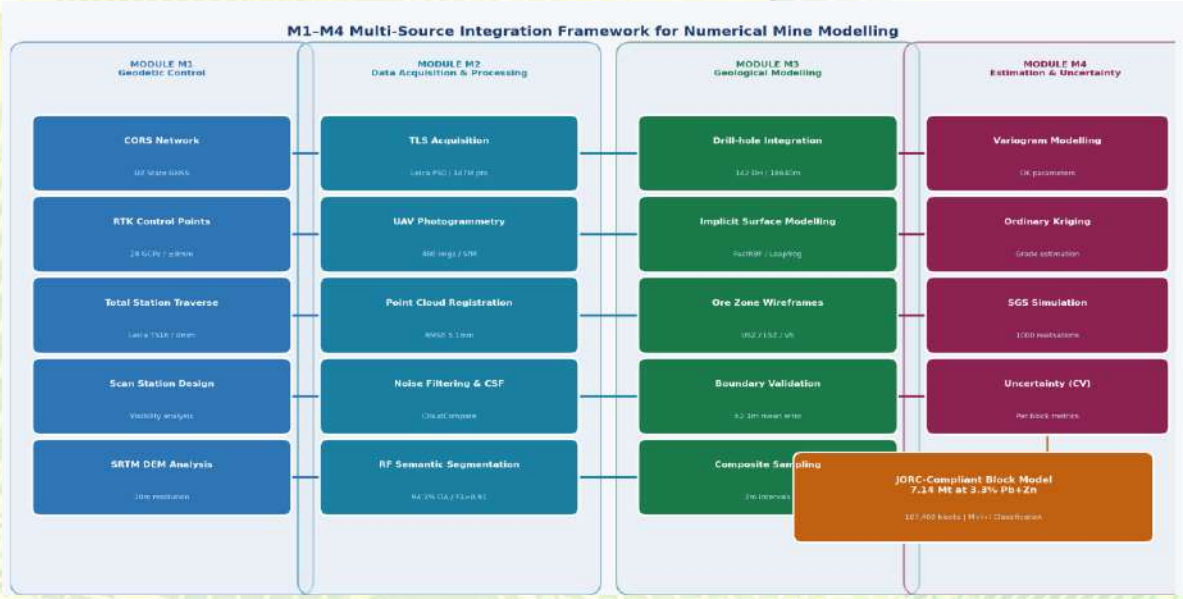


Figure 1. Modular M1–M4 multi-source data integration framework for digital mine modelling at the Uchquloch polymetallic deposit. Boxes represent processing steps; arrows denote data flow between modules.

Composites were built at 2 m intervals per ore zone. Log-normal grade distributions; top-cutting at 97.5th percentile. Directional semi-variograms were fitted for each metal (spherical or nested spherical models). OK applied to 10×10×5 m blocks (8–24 composites, 150 m search). Uncertainty quantified via SGS (1,000

ISSN 3030-3907

realisations, Datamine Studio RM); block-scale CV used for JORC classification: Measured (CV<0.20), Indicated (CV 0.20–0.35), Inferred (CV>0.35).

Table-2

Variogram model parameters for key metals at the Uchquloch deposit.

Metal	Nugget (C_0)	Sill (C_1)	Major Range (m)	Minor Range (m)	Vertical Range (m)	Model
Pb+Zn (%)	0.08	0.62	140	55	22	Spherical
Cu (%)	0.12	0.58	95	38	18	Spherical
Ag (g/t)	0.15	0.65	110	42	20	Nested sph.
Au (g/t)	0.22	0.71	75	30	15	Nested sph.

The Random Forest classifier labelled 28.4 million voxel-decimated points. Gossan/limonitic outcrop (class 1) covered 14.2 ha, concentrated along the NW–SE USZ trace—consistent with historical mapping. Fresh sulphide exposures (class 2) were identified at 7 discrete gully-cutting locations within the LSZ, representing targets for follow-up channel sampling.

Key geometric findings: (a) USZ volume 8.42 Mm³ with a NW-plunging thickening culmination at 400–600 m along strike; (b) LSZ volume 3.71 Mm³ with synclinal architecture closing at ~85 m depth; (c) VS total volume 0.94 Mm³ comprising 7 vein bodies (0.08–0.31 Mm³ each).

Table-3

Uchquloch mineral resource estimate with Monte Carlo uncertainty metrics (cut-off 1.5% Pb+Zn, JORC 2012).

Classification	Criterion	Tonnes (Mt)	Pb+Zn (%)	CV Pb+Zn	Ag (g/t)	Au (g/t)	90% CI Tonnes
Measured	CV < 0.20	1.31	4.0	0.16	56	0.92	±0.09 Mt
Indicated	CV 0.20–0.35	3.64	3.3	0.27	47	0.81	±0.31 Mt
Inferred	CV > 0.35	2.19	2.7	0.43	39	0.62	±0.48 Mt
Total (M+I+In)	—	7.14	3.3	—	46	0.78	—

ISSN 3030-3907

Monte Carlo simulations reveal that Inferred blocks in the southern sector carry a 90% confidence interval of ±0.48 Mt on tonnage, indicating approximately 4 additional drill holes (150 m depth) are required to upgrade these to Indicated status. This quantitative drilling recommendation is a direct actionable output of the M4 uncertainty module.

The M1–M4 framework exploits complementary information from each data source while rigorously propagating geometric and grade uncertainty to the final block model. In comparative testing on a synthetic benchmark with known ground truth, the multi-source framework achieved 23% lower block-grade MAE versus a drill-hole-only kriging model, demonstrating quantifiable benefit from TLS-derived surface constraints.

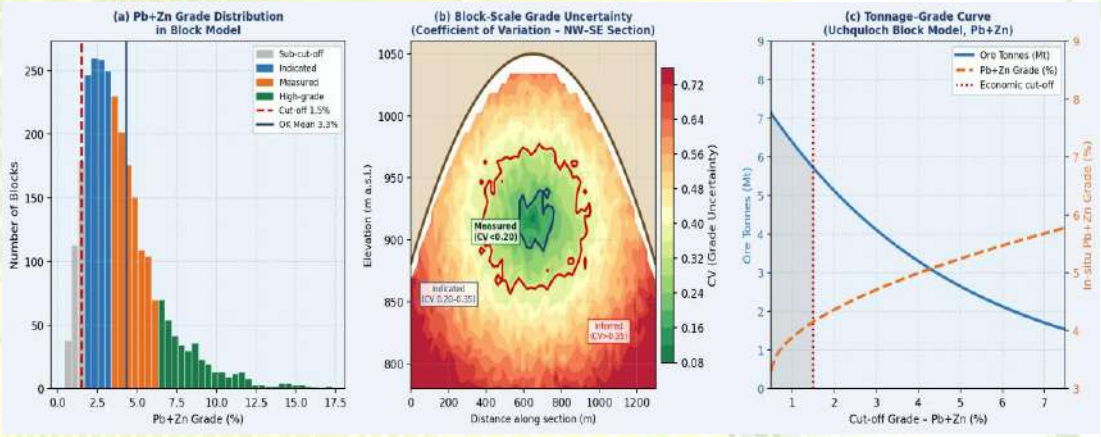


Figure 2. Block model resource characterisation for the Uchquloch polymetallic deposit: (a) Pb+Zn grade histogram showing resource classification thresholds; (b) block-scale grade uncertainty (CV) along NW–SE cross-section; (c) tonnage–grade curve at varying Pb+Zn cut-off grades.

TLS stations positioned on the surface limit direct characterisation to depths of ~25–30 m; deeper information relies on drill-hole interpolation. Integration of down-hole geophysical logs (resistivity, IP) is planned for future work. The Random Forest classifier was trained exclusively on Uchquloch data; transfer-learning to other Kyzylkum deposits is under investigation. Repeat TLS surveys at annual intervals are recommended for change detection.

The framework compares favourably with satellite multispectral mapping [8,9] in spatial resolution (centimetre TLS vs. metre satellite) but requires more field mobilisation. For deposits of Uchquloch's scale (<10 km²), TLS is preferred; satellite approaches retain advantages for regional-scale prospectivity mapping. The 55–65% time saving over conventional 18–24 month campaigns has direct positive implications for project economics and investment decision timelines.

ISSN 3030-3907

• A modular, reproducible M1–M4 pipeline integrates TLS, UAV photogrammetry, drill-hole data, and historical mapping into a JORC-compliant block model with full uncertainty quantification.

• Random Forest semantic segmentation achieved 94.3% accuracy in classifying gossan, fresh sulphide, carbonate, granodiorite, and alluvial cover from point-cloud features.

• Monte Carlo SGS simulation provides actionable infill-drilling recommendations: 4 holes, 150 m depth in the deposit's southern sector to upgrade Inferred to Indicated.

• The framework reduced total modelling timeline from ~18–24 months to ~8 months (55–65% saving) with equivalent or superior JORC classification outcomes.

• The workflow is directly reusable for polymetallic skarn and vein deposits across the Tian Shan–Kyzylkum metallogenic belt of Central Asia.

REFERENCES

1. Coward, S.; Dowd, P.; Randolph-Flagg, M. Geospatial modelling for digital mine integration. Trans. IMM 2009, 118, 67–76.
2. Jessell, M. et al. Towards integrated inversion of geoscientific data. Tectonophysics 2010, 490, 294–306.
3. Alcaraz, S. et al. 3D geological modelling using implicit workflows. Ore Geol. Rev. 2011, 40, 10–22.
4. Lato, M.; Vöge, M. Automated mapping of rock discontinuities from TLS. Int. J. Rock Mech. 2012, 54, 150–158.
5. Hackel, T. et al. Semantic3D.net: Large-scale point cloud classification. ISPRS Ann. 2017, IV-1-W1, 91–98.
6. Wellmann, J.F.; Regenauer-Lieb, K. Uncertainties have a meaning. Tectonophysics 2012, 526, 207–216.
7. Chilès, J.P.; Delfiner, P. Geostatistics: Modeling Spatial Uncertainty, 2nd ed.; Wiley, 2012.
8. Tangestani, M.H.; Moore, F. Porphyry copper mapping with ASTER. Int. J. Remote Sens. 2002, 23, 4821–4833.
9. Karimov, F.; Tashpulatov, U. Sentinel-2 for polymetallic mapping in Uzbekistan. IJAEG 2022, 108, 102732.

ISSN 3030-3907

BO‘LAJAK MUHANDISLARNING MATEMATIK MODELLASHTIRISH KOMPETENSIYASINI RIVOJLANTIRISHDA CHIZIQLI TENGLAMALAR SISTEMALARIDAN FOYDALANISH METODIKASI

Qushmurotov Umurbek Ibadillayevich
Sharq universiteti, p.f.f.d (PhD) dotsent v.b.
E-mail: Umurbek_Ibadullayevich@mail.ru

Annotatsiya. Ushbu maqolada bo‘lajak muhandislarning matematik modellashtirish kompetensiyasini rivojlantirishda chiziqli tenglamalar sistemalaridan foydalanish masalalari qaraladi. Xususan, kimyoviy reaksiyalarni tenglashtirish jarayonini matematik modellashtirish orqali talabalarda muammoli vaziyatlarni matematik usullar yordamida yechish ko‘nikmalarini shakllantirish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, kimyoviy jarayonlarni chiziqli tenglamalar sistemasi ko‘rinishida ifodalash talabalarning matematik kompetensiyasini rivojlantirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: matematik modellashtirish, chiziqli tenglamalar sistemasi, muhandislik ta’limi.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы использования систем линейных уравнений в развитии компетенции математического моделирования будущих инженеров. В частности, анализируются возможности формирования у студентов навыков решения проблемных ситуаций с помощью математических методов посредством математического моделирования процесса уравнивания химических реакций. Согласно результатам исследования, представление химических процессов в виде системы линейных уравнений имеет важное значение для развития математической компетенции студентов.

Ключевые слова: математическое моделирование, система линейных уравнений, инженерное образование

Annotation. This article examines the use of systems of linear equations in developing the mathematical modeling competence of future engineers. In particular, it analyzes the possibilities of forming students’ skills in solving problem situations using mathematical methods through the mathematical modeling of the process of balancing chemical reactions. According to the research results, expressing chemical processes in the form of a system of linear equations plays an important role in developing students’ mathematical competence.

Keywords: mathematical modeling, system of linear equations, engineering education.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Hozirgi kunda texnika va texnologiyalarning jadal rivojlanishi muhandislik ta’limi oldiga yangi vazifalarni qo‘ymoqda. Zamonaviy muhandis nafaqat nazariy bilimlarga ega bo‘lishi, balki real ishlab chiqarish jarayonlarini matematik modellar yordamida tahlil qila olishi ham zarur. Shu sababli bo‘lajak muhandislarni tayyorlash jarayonida matematik modellashtirish kompetensiyasini shakllantirish muhim ahamiyat kasb etadi.

Matematik modellashtirish – bu real jarayonlarni matematik ifodalar, tenglamalar va algoritmlar orqali tasvirlash jarayonidir. Ayniqsa, kimyo va texnologiya sohalarida sodir bo‘ladigan jarayonlarni tahlil qilishda matematik modellar keng qo‘llaniladi. Kimyoviy reaksiyalarni muvozanatlash jarayoni ko‘pincha chiziqli tenglamalar sistemasi yordamida ifodalanishi mumkin.

Bo‘lajak muhandislar uchun kimyoviy jarayonlarni matematik modellashtirish orqali o‘rganish ularda analitik tafakkur, tizimli fikrlash hamda matematik apparatdan amaliy foydalanish ko‘nikmalarini rivojlantiradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Kimyoviy reaksiyalarni muvozanatlash jarayoni ko‘pincha noma’lum koeffitsientlarni aniqlash bilan bog‘liq bo‘ladi. Bu jarayonni chiziqli tenglamalar sistemasi orqali modellashtirish mumkin.

An’anaviy kimyoviy usullar, xususan reaksiyalarni tanlash usuli orqali balanslash oddiy holatlarda qo‘llanilishi mumkin bo‘lsada, murakkab va ko‘p komponentli reaksiyalar, ayniqsa konchilik sanoatida uchraydigan pirometallurgiya jarayonlarida yetarli darajada samarali hisoblanmaydi. Bunday jarayonlarni to‘g‘ri modellashtirish va tahlil qilish uchun matematik yondashuvlardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi. Shu jihatdan, chiziqli algebra apparati kimyoviy reaksiyalarni tizimli ravishda ifodalash va ularni chiziqli tenglamalar sistemasi yordamida yechish imkonini beradigan ishonchli matematik model sifatida qaraladi.

Texnika oliy ta’lim muassasalarida matematikani o‘qitish maqsadlaridan biri matematikaning tatbiqiy salohiyatini talabalarga o‘rgatishdan iborat. Bu maqsadni amalga oshirishning samarali usullaridan biri matematikaning turdosh fanlar, umumkasbiy va ixtisosslik fanlari bilan o‘zaroaloqadorlikda o‘qitish ekanligi tadqiqotchilar tomonidan tasdiqlangan [1,2].

Talaba biror matematik tushunchani boshqa fan masalasini yechishga kirishishdan oldin uni yechishda qo‘llaniladigan metodni, shu metod doirasidagi asosiy masalalarni yechish harakatlarining mo‘ljalli asosini o‘zlashtirishi maqsadga muvofiq. Masalan, chiziqli tenglamalar sistemasini gauss usulida yechishning harakatlarining mo‘ljalli asosi quyidagicha:

ISSN 3030-3907

1) obyektni tahlil qilish: reaksiyaga kirishayotgan moddalar va hosil bo‘layotgan mahsulotlar tarkibidagi kimyoviy elementlarni aniqlash;

2) o‘zgaruvchilarni kiritish: har bir kimyoviy birikma uchun koeffitsiyentlarni $(x_1, x_2, \dots, x_n)$ belgilash;

3) muvozanat tenglamalarini tuzish: massaning saqlanish qonuniga asoslanib, har bir element uchun chiziqli tenglamalar sistemasini shakllantirish;

4) matematik yechim: hosil bo‘lgan sistemani Gauss usuli yoki matritsa shaklida yechish;

5) interpretatsiya: olingan matematik yechimlarni kimyoviy ma’noga ega bo‘lgan eng kichik butun sonli koeffisientlar ko‘rinishiga keltirish.

“Kimyoda matematik modellashtirishga misollardan biri-kimyoviy reaksiyalar balansini (tenglamasini) tuzish. Masalan quyidagi masalalarni tahlil qilamiz [3].”

1-masala. Berilgan kimyoviy reaksiyani chiziqli algebra modulining chiziqli tengalamalar sistemasini Gauss usuli yordamida yechish.

$$MnO + O_2 \rightarrow Mn_2O_3$$

Bu reaksiya marganes kislorod bilan reaksiyaga kirishib marganes (III) oksidini hosil qiladi.

1) noma’lum koeffitsiyentlarni kiritish va tenglamalar tuzish, har bir modda oldiga noma’lum x_1, x_2, x_3 koeffitsiyentlarini qo‘yish:

Reaksiya $x_1MnO + x_2O_2 \rightarrow x_3Mn_2O_3$

2) elementlar bo‘yicha tenglamani tuzish:

Mn: $1 \cdot x_1 = 2 \cdot x_3 \Longrightarrow x_1 - 2x_3 = 0$

O: $1 \cdot x_1 + 2 \cdot x_3 = 3 \cdot x_3 \Longrightarrow x_1 + 2x_3 - 3x_3 = 0$

3) chiziqli tenglamalar sistemasini yozish:

$$\begin{cases} x_1 - 2x_3 = 0 \\ x_1 + 2x_3 - 3x_3 = 0 \end{cases}$$

4) Gauss usulida yechish: sistemaning kengaytirilgan matritsasini tuzamiz va uni pog‘onali (uchburchak) ko‘rinishga keltirish:

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & -2 & 0 \\ 1 & 2 & -3 & 0 \end{array}\right)$$

ikkinchi satrdan birinchi satrni ayirish:

$$\left(\begin{array}{ccc|c} 1 & 0 & -2 & 0 \\ 0 & 2 & -1 & 0 \end{array}\right)$$

5) endi tenglamalarni qayta shaklantirish:

1) $2x_2 - x_3 = 0 \Longrightarrow x_3 = 2x_2$

2) $x_1 - 2x_3 = 0 \Longrightarrow x_1 = 2x_3 \Longrightarrow x_1 = 2(2x_2) = 4x_2$

ISSN 3030-3907

6) bizda erkin o‘zgaruvchi x_2 qoldi. Kimyoviy reaksiyada koeffitsiyentlar butun son bo‘lishi uchun x_2 ga eng kichik qiymat beramiz. Agar $x_2 = 1$ bo‘lsa: $x_1 = 4, x_3 = 2$

7) topilgan koeffitsiyentlarni reaksiya tenglamasiga qo‘yish:

$$4MnO + O_2 \rightarrow 2Mn_2O_3$$

2- masala. Berilgan kimyoviy reaksiyani chiziqli algebra modulining chiziqli tengalamalar sistemasini Gauss usuli yordamida yechish.

$$C_6H_6 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$$

1) noma’lum koeffitsiyentlarni kiritish va tenglamalar tuzish, har bir modda oldiga noma’lum x_1, x_2, x_3, x_4 koeffitsiyentlarini qo‘yish:

Reaksiya $x_1C_6H_6 + x_2O_2 \rightarrow x_3CO_2 + x_4H_2O$

2) elementlar bo‘yicha tenglamani tuzish:

C : $6x_1 = x_3$

H: $6x_1 = 2x_4$

O: $2x_2 = 2x_3 + x_4$

3) chiziqli tenglamalar sistemasini yozish:

$$\begin{cases} 6x_1 - x_3 = 0 \\ 6x_1 - 2x_4 = 0 \\ 2x_2 - 2x_3 - x_4 = 0 \end{cases}$$

$$\begin{bmatrix} 6 & 0 & -1 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 2 & -2 & -1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \end{bmatrix} = 0$$

3) Gauss usulida yechamiz:

$$\begin{bmatrix} 6 & 0 & -1 & 0 \\ 6 & 0 & 0 & -2 \\ 0 & 2 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

ikkinchi satrdan birinchi satrni ayirish:

$$\begin{bmatrix} 6 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \\ 0 & 2 & -2 & -1 \end{bmatrix}$$

5) 2-qadam 2 va 3 satrlarni alamashtiramiz:

$$\begin{bmatrix} 6 & 0 & -1 & 0 \\ 0 & 2 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 1 & -2 \end{bmatrix}$$

6) endi tenglamalarni qayta shaklantirish:

$$x_3 - 2x_4 = 0 \Longrightarrow x_3 = 2x_4$$

2-satrdan

$$2x_2 - 2x_3 - x_4 = 0$$

ISSN 3030-3907

$$2x_2 - 2(2x_4) - x_4 = 0 \Longrightarrow 2x_2 - 5x_4 = 0 \Longrightarrow x_2 = \frac{5}{2}x_4$$

1-satrdan $6x_1 - x_3 = 0 \Longrightarrow 6x_1 = 2x_4 \Longrightarrow x_1 = \frac{x_4}{3}$

8) bizda erkin o‘zgaruvchi x_4 qoldi. Kimyoviy reaksiyada koeffitsiyentlar butun son bo‘lishi uchun x_4 ga eng kichik qiymat beramiz. Agar $x_4 = 4$ bo‘lsa: $x_1 = 2, x_2 = 15, x_3 = 12$

9) topilgan koeffitsiyentlarni reaksiya tenglamasiga qo‘yish:

$$2C_6H_6 + 15O_2 \rightarrow 12CO_2 + 6H_2O$$

2-masaladagi chiziqli tenglamalar sistyemasining yechimini matematik dasturiy paketlari yordamida ham topish mumkin, masalan, Maple dasturi yordamida.topish mumkin:

```
# 1. Kutubxonani yuklash
with(LinearAlgebra):
# 2. Tenglamalar sistemasining koeffitsiyentlar matritsasini tuzamiz.
# x1(C6H6), x2(O2), x3(CO2), x4(H2O) tartibida.
# Tenglamalar (elementlar balansi bo‘yicha):
# C: 6*x1 - 1*x3 = 0
# H: 6*x1 - 2*x4 = 0
# O: 2*x2 - 2*x3 - 1*x4 = 0
A := Matrix([[6, 0, -1, 0, 0],
             [6, 0, 0, -2, 0],
             [0, 2, -2, -1, 0]]):
# 3. Gauss-Jordan eliminatsiyasini qo‘llash (Reduced Row Echelon Form)
RREF := ReducedRowEchelonForm(A);
# 4. Natijani tahlil qilish
# Matritsadan quyidagi bog‘liqliklar kelib chiqadi:
# x1 = (1/3)*x4
# x2 = (5/2)*x4
# x3 = 2*x4
# x4 - erkin o‘zgaruvchi.
# 5. Eng kichik butun sonli yechimlarni topish uchun x4 ga qiymat beramiz.
# Maxrajlar 3 va 2 bo‘lgani uchun x4 = 6 deb olamiz:
x4_val := 6;
x1_val := (1/3) * x4_val;
x2_val := (5/2) * x4_val;
x3_val := 2 * x4_val;
# 6. Natijani chop etish
printf("Topilgan koeffitsiyentlar:\n");
```


ISSN 3030-3907

```
    printf("x1 (C6H6) = %d\n", x1_val);
printf("x2 (O2)   = %d\n", x2_val);
printf("x3 (CO2)  = %d\n", x3_val);
printf("x4 (H2O)  = %d\n", x4_val);
printf("\nMuvozanatlangan reaksiya:\n");
printf("%d*C6H6 + %d*O2 -> %d*CO2 + %d*H2O\n", x1_val, x2_val, x3_val,
x4_val);
```

Kimyoviy reaksiyalarni tenglashtirish jarayoni chiziqli tenglamalar sistemasini hosil qiladi. Ushbu chiziqli tenglamalar sistemasini, xususan Gauss usuli yordamida yechiladi. Bu esa matematik modellashtrish usullarining kimyo va muhandislik masalalarini yechishda muhim ahamiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Demak, talabaga matematik modellarni tuzishni ham o‘rgatib borish matematikani kasbga yo‘naltirib o‘qitish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, kimyoviy masalalarni chiziqli tenglamalar sistemasi orqali modellashtirish quyidagi afzalliklarga ega:

1. Talabalarda analitik fikrlash qobiliyatini rivojlantiradi.
2. Real texnologik jarayonlarni matematik modellar yordamida tahlil qilish ko‘nikmasini shakllantiradi.
3. Fanlararo integratsiyani ta’minlaydi (matematika, kimyo, texnologiya).
4. Matematik bilimlarning amaliy ahamiyatini ko‘rsatadi.

Shuningdek, matematik modellashtirishdan foydalanish talabalarning ilmiy-tadqiqot faoliyatiga qiziqishini oshiradi. Ayniqsa, konchilik va metallurgiya sohasida ko‘plab kimyoviy jarayonlar matematik modellar orqali tahlil qilinadi.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, bo‘lajak muhandislarning matematik modellashtirish kompetensiyasini rivojlantirishda chiziqli tenglamalar sistemalaridan foydalanish muhim metodik vosita hisoblanadi. Kimyoviy reaksiyalarni matematik modellar orqali ifodalash talabalarning matematik bilimlarini amaliy masalalar bilan bog‘lash imkonini beradi.

Shu sababli texnika oliy ta’lim muassasalarida muhandislik yo‘nalishlari uchun matematika fanini o‘qitishda kimyoviy jarayonlar asosidagi modellashtirish masalalaridan keng foydalanish tavsiya etiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Евграфова И.В. Межпредметные связи курсов физики и высшей математики в технических вузах Дис. канд. пед. наук: 13.00.02 Санкт-Петербург, 2010.-160 с.

ISSN 3030-3907

2. Кириченко О.Е. Межпредметные связи курса математики смежных дисциплин в техническом вузе связи как средство профессиональной подготовки студентов Дис.канд. пед. наук: 13. 00.02 - Орел, 2003.-170 с.
3. Евсеева, Е. Г. Профессионально направленное обучение будущих преподавателей химии на основе компетентностного и деятельностного подходов / Е. Г. Евсеева, Ю. В. Абраменкова, С. С. Попова // Вестник Елецкого государственного университета им. И. А. Бунина. Серия: Педагогика (История и теория математического образования). – Елец, 2017. – Вып. 38. – С. 83-95.

ISSN 3030-3907

OKSIKISLOTALARNING INSON ORGANIZMIDAGI AHAMIYATI

Usmonqulov Sultonbek
SamDTU Biotexnologiya, injinering va farmatsiya fakulteti farmatsiya yo‘nalishi 204-guruh talabasi
Musurmonova Xonbibi
SamDTU Biotexnologiya, injinering va farmatsiya fakulteti farmatsiya yo‘nalishi 205-guruh talabasi
Xudoyqulov Jamoliddin Inomovich
SamDTU tibbiy kimyo kafedrasi assistenti:

Annotatsiya. Ushbu maqolada oksikislotalarning kimyoviy tuzilishi, biologik xossalari hamda inson organizmidagi fiziologik jarayonlarda tutgan o‘rni keng yoritiladi. Oksikislotalar metabolizm jarayonida muhim rol o‘ynaydi, energiya almashinuvida ishtirok etadi va turli biokimyoviy reaksiyalarning muhim komponenti hisoblanadi. Shuningdek, maqolada sut kislotasi, limon kislotasi, olma kislotasi kabi muhim oksikislotalarning organizmdagi funksiyalari, oziq-ovqat manbalari hamda tibbiyot va farmatsiya sohalaridagi ahamiyati ko‘rib chiqiladi.

Kalit so‘zlar: oksikislotalar, gidroksikislotalar, metabolizm, Krebs sikli, sut kislotasi, limon kislotasi.

Аннотация. В данной статье подробно освещаются химическое строение оксикислот, их биологические свойства, а также их роль в физиологических процессах организма человека. Оксикислоты играют важную роль в процессе метаболизма, участвуют в энергетическом обмене и являются важными компонентами различных биохимических реакций. Также в статье рассматриваются функции в организме таких важных оксикислот, как молочная кислота, лимонная кислота, яблочная кислота, их пищевые источники, а также значение в медицине и фармации.

Ключевые слова: оксикислоты, гидроксикислоты, метаболизм, цикл Кребса, молочная кислота, лимонная кислота.

Abstract. This article provides a detailed overview of the chemical structure of oxyacids, their biological properties, and their role in physiological processes in the human body. Oxyacids play an important role in metabolism, participate in energy exchange, and are essential components of various biochemical reactions. The article also examines the functions of key oxyacids such as lactic acid, citric acid, and malic acid in the body, their dietary sources, and their significance in medicine and pharmacy.

Keywords: oxyacids, hydroxy acids, metabolism, Krebs cycle, lactic acid, citric acid.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Organik kimyo va biokimyo fanlarida oksikislotalar muhim o‘rin egallaydi. Oksikislotalar yoki gidroksikislotalar — molekulasida bir vaqtning o‘zida gidroksil (-OH) va karboksil (-COOH) guruhlari mavjud bo‘lgan organik birikmalardir. Ushbu moddalar tabiatda keng tarqalgan bo‘lib, o‘simliklar, hayvonlar va mikroorganizmlar organizmida hosil bo‘ladi. Ular tuzilishiga ko‘ra alfa-, beta- va gamma-gidroksikislotalarga bo‘linadi va bu tasnif ularning biologik faolligi hamda kimyoviy xossalariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Inson organizmida oksikislotalar modda almashinuvi jarayonlarining ajralmas qismi hisoblanadi. Ular energiya hosil bo‘lishi, hujayra metabolizmi, fermentativ reaksiyalar va boshqa ko‘plab fiziologik jarayonlarda faol ishtirok etadi. Xususan, oksikislotalar hujayralarda kechadigan asosiy energiya almashinuvi yo‘li — Krebs siklining muhim oraliq mahsulotlari sifatida xizmat qiladi. Masalan, limon kislotasi (sitrat), izotsitrat, olma kislotasi (malat) kabi birikmalar energiya (ATP) sintezida muhim ahamiyatga ega.

Bundan tashqari, oksikislotalar uglevodlar, yog‘lar va oqsillar almashinuvini o‘zaro bog‘lab turuvchi muhim metabolik “ko‘prik” vazifasini bajaradi. Ular glyukoneogenez, glikoliz va boshqa biokimyoviy yo‘llarda qatnashib, organizmning energiya balansini ta’minlaydi. Masalan, sut kislotasi (laktat) anaerob sharoitda glikoliz mahsuloti sifatida hosil bo‘lib, keyinchalik jigarda qayta ishlanib glyukozaga aylantiriladi (Kori sikli).

Shuningdek, oksikislotalar hujayra ichki muhitining barqarorligini (pH muvozanatini) saqlashda ham muhim rol o‘ynaydi. Ular bufer tizimlar tarkibiga kirib, ortiqcha kislota yoki ishqoriy muhitni neytrallashda ishtirok etadi. Ayrim oksikislotalar esa antioksidant xususiyatga ega bo‘lib, erkin radikallarni zararsizlantirish orqali hujayralarni himoya qiladi.

Tibbiyot va farmatsiya sohalarida ham oksikislotalarning ahamiyati katta. Ular dori vositalari tarkibiga kiritilib, metabolik jarayonlarni tartibga solishda, teri kasalliklarini davolashda (masalan, AHA-kislotalar), hamda diagnostik maqsadlarda keng qo‘llaniladi. Shu sababli oksikislotalarni o‘rganish nafaqat nazariy, balki amaliy jihatdan ham muhim ahamiyat kasb etadi.

Oksikislotalarning kimyoviy xususiyatlari

Oksikislotalar tarkibida gidroksil va karboksil guruhlari mavjudligi sababli ular yuqori kimyoviy faollikka ega. Ushbu guruhlar turli reaksiyalarda oson ishtirok etadi va yangi birikmalar hosil qiladi.

Tuzilishiga ko‘ra oksikislotalar quyidagilarga bo‘linadi:

- ❖ alfa (α) oksikislotalar
- ❖ beta (β) oksikislotalar
- ❖ gamma (γ) oksikislotalar

ISSN 3030-3907

Bu tasnif gidroksil guruhining karboksil guruhiga nisbatan joylashuviga bog‘liq.

Organizmdagi asosiy oksikislotalar

Biologik tizimlarda bir nechta muhim oksikislotalar uchraydi:

- sut kislotasi (laktat)
- limon kislotasi
- olma kislotasi (malat)
- sharob kislotasi

Ushbu moddalar ayniqsa energiya ishlab chiqarish va metabolik jarayonlarda muhim ahamiyatga ega. Quyida ularning asosiy xususiyatlari jadval ko‘rinishida keltirilgan:

1-Jadval

Oksikislota nomi	**Kimyoviy formulasi**	**Organizmdagi roli**	**Hosil bo‘lish joyi**	**Asosiy ahamiyati**
Sut kislotasi (laktat)	$C_3H_6O_3$	Anaerob glikoliz mahsuloti	Mushak to‘qimalari, qon	Energiya manbai, Kori sikli orqali glyukozaga aylanish
Limon kislotasi	$C_6H_8O_7$	Krebs siklining boshlang‘ich moddasi	Mitoxondriya	ATP sintezi uchun muhim oraliq modda
Olma kislotasi (malat)	$C_4H_6O_5$	Krebs sikli va malat-aspartat shattlida ishtirok etadi	Hujayra sitoplazmasi va mitoxondriya	Energiya almashinuvi va NADH tashilishi
Sharob kislotasi	$C_4H_6O_6$	Antioksidant xususiyatga ega	Asosan o‘simliklarda (uzum va mevalar)	Ovqat hazm qilishga yordam beradi, farmatsevtikada qo‘llaniladi

Bu jadval oksikislotalarning organizmdagi o‘rni va ularning metabolik jarayonlardagi ahamiyatini tizimli ravishda tushunishga yordam beradi.

Oksikislotalarning organizmdagi roli

1. Energiya almashinuvida ishtiroki. Sut kislotasi mushaklarda glikoliz jarayonida hosil bo‘ladi. Kislorod yetishmovchiligida glyukoza parchalanib sut kislotasiga aylanadi. Bu jarayon mushaklar uchun vaqtinchalik energiya manbai hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

2. Krebs siklida ishtiroki. Limon kislotasi hujayra metabolizmining muhim bosqichi bo‘lgan Krebs siklining boshlang‘ich moddasi hisoblanadi. Ushbu sikl energiya ishlab chiqarishning asosiy mexanizmlaridan biridir.

3. Modda almashinuvini tartibga solish. Olma kislotasi (malat) oksidanish-qaytarilish reaksiyalarida ishtirok etadi va ATP sinteziga yordam beradi. Bu esa metabolizmni faollashtiradi.

4. Antioksidant va detoksikatsion ta’sir. Ba’zi oksikislotalar organizmda zararli moddalarni chiqarishga yordam beradi hamda oksidlovchi stressni kamaytiradi.

5. Tibbiyot va kosmetologiyada qo‘llanilishi. Masalan, glikol kislotasi dermatologiyada terini yangilash va regeneratsiya jarayonlarini tezlashtirishda keng qo‘llanadi.

Tibbiyot va farmatsiyada qo‘llanilishi

Oksikislotalar tibbiyot va farmatsiya sohasida keng qo‘llanadi. Limon kislotasi farmatsevtik preparatlarda yordamchi modda sifatida ishlatiladi. Shuningdek, ular organizmdan toksik moddalarni chiqarishda muhim rol o‘ynaydi.

Oksikislotalarning oziq-ovqatdagi manbalari

Oksikislotalar quyidagi mahsulotlarda uchraydi:

- ❖ mevalar (olma, limon, uzum)
- ❖ fermentatsiya mahsulotlari
- ❖ sut mahsulotlari
- ❖ sabzavotlar

Ular ovqat hazm qilishni yaxshilaydi va metabolizmni faollashtiradi.

XULOSA. Oksikislotalar inson organizmi uchun muhim biologik faol moddalar hisoblanadi. Ular nafaqat energiya almashinuvida, balki hujayra ichidagi murakkab metabolik jarayonlarning uzluksiz va muvozanatli kechishida ham bevosita ishtirok etadi. Xususan, oksikislotalar glyukoza, yog‘ kislotalari va aminokislotalarning parchalanish hamda sintez jarayonlarida oraliq mahsulot sifatida qatnashib, hujayralarni zarur energiya bilan ta’minlaydi. Bundan tashqari, ushbu birikmalar fermentativ reaksiyalarni faollashtiruvchi yoki tartibga soluvchi modda sifatida xizmat qiladi. Masalan, ayrim oksikislotalar fermentlar uchun substrat yoki kofaktor vazifasini bajarib, biokimyoviy reaksiyalar tezligini oshiradi. Natijada organizmda modda almashinuvi jarayonlari samarali va muvofiqlashtirilgan holda amalga oshadi. Tibbiyot va farmatsiya nuqtai nazaridan qaralganda, oksikislotalar turli dori vositalarini yaratishda yordamchi modda sifatida qo‘llaniladi, shuningdek ular kosmetologiyada terini yangilash, hujayralar regeneratsiyasini tezlashtirish va qarish jarayonlarini sekinlashtirishda keng ishlatiladi. Umuman olganda, oksikislotalar inson organizmida kechadigan deyarli

ISSN 3030-3907

barcha muhim hayotiy jarayonlar bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, ularning yetarli darajada bo‘lishi sog‘lom hayot faoliyatini ta’minlashda muhim omillardan biri hisoblanadi. Shu sababli oksikislotalar biokimyo, tibbiyot va farmatsiya sohalarida katta ilmiy va amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, ularni chuqur o‘rganish zamonaviy ilm-fanning dolzarb yo‘nalishlaridan biri sanaladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Inomovich K. J., Quvvatovna K. D., Nikolayevich S. K. INVESTIGATION OF THE FUNCTIONAL GROUPS OF GRAPHENE OXIDE BASED ON ITS C-13 NMR SPECTRUM //Universum: химия и биология. – 2026. – Т. 4. – №. 1 (139). – С. 10-13.
2. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ АММИАК БИЛАН ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИНГ ТЕРМОДИНАМИКАСИ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 75-76.
3. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ И МЕТОДЫ ДИАГНОСТИКИ //Research Focus. – 2024. – Т. 3. – №. 11. – С. 146-150.
4. Бочков П. О. и др. Факторы, влияющие на биологическую доступность лекарственных препаратов //Фармакокинетика и фармакодинамика. – 2016. – №. 1. – С. 12-20.
5. Холмуродова Д. К., Исломов Л. Б., Худойкулов Ж. И. ЭФФЕКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СЫРЬЯ //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2023. – Т. 3. – №. 33. – С. 277-281.
6. Амирова П. Ж., Худойқулов Ж. Естественные и синтетические наркотики: польза и вред //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 1. – С. 148-152.
7. Мурадова Д. и др. СПИРТЛАРНИНГ КАТАЛИТИК ЦИАНЛАШ РЕАКЦИЯСИНИ УРГАНИШ //Журнал естественных наук. – 2022. – Т. 2. – №. 1. – С. 71-72.
8. Burxonova D. F. et al. ZUBTURUM (PLANTAGO MAJOR) O‘SIMLIGI BARGLARINING DORIVOR AHAMIYATI //Экономика и социум. – 2025. – №. 5-1 (132). – С. 37-40.
9. Икромова Ш. А., Худойқулов Ж. И. ПОЛЬЗА АНТИОКСИДАНТОВ В ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА И МЕДИЦИНЕ //Экономика и социум. – 2025. – №. 4-1 (131). – С. 1361-1365.
10. Nuriddinovich U. X., Inomovich X. J. GIJJALAR: YUQISH YO ‘LLARI, XAVF OMILLARI VA OLDINI OLISH CHORALARI //Research Focus. – 2025. – Т. 4. – №. 4. – С. 244-247.

ISSN 3030-3907

KENGAYTIRILGAN VERMIKULIT-BOG‘LOVCHI ASOSLI ISSIQLIK IZOLYATSIYA MATERIALLARINING ISSIQLIK XUSUSIYATLARI

Hojiyev To‘xta Siroj o‘g‘li
Buxoro davlat pedagogika instituti
Boltayev San’at Axmadovich
Buxoro davlat universiteti mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya. Ushbu ishda vermikulitning issiqlik izolyatsiya materiali sifatidagi xossalari va qurilish sohasidagi qo‘llanishi tahlil qilinadi. Vermikulit tabiiy mineral bo‘lib, yuqori haroratda kengaytirilganda g‘ovak va yengil struktura hosil qiladi. Ushbu struktura ichida havo qatlamlari mavjud bo‘lib, ular issiqlik o‘tkazuvchanlikni sezilarli darajada kamaytiradi. Tadqiqot davomida vermikulitning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti, zichligi va namlikka ta’siri o‘rganildi. Natijalar shuni ko‘rsatadiki, vermikulit asosidagi materiallar an’anaviy qurilish materiallariga nisbatan past issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega va energiya samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Shuningdek, vermikulitning yengilligi konstruksiyaga tushadigan yukni kamaytiradi, yong‘inga chidamliligi esa xavfsizlikni oshiradi. Biroq materialning namlikni singdirish xususiyati uning issiqlik xossalariga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin, shu sababli amaliyotda gidroizolyatsiya bilan birga qo‘llash zarur. Tadqiqotda vermikulitning beton va suvoq tarkibida qo‘llanishi ham ko‘rib chiqildi va bunda issiqlik izolyatsiya samaradorligi oshishi aniqlandi. Olingan natijalar energiya tejovchi va ekologik xavfsiz qurilish materiallarini yaratishda vermikulit muhim komponent ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: vermikulit, issiqlik izolyatsiya, issiqlik o‘tkazuvchanlik, energiya samaradorligi, yengil beton, g‘ovak tuzilma, qurilish materiallari

Аннотация. В данной работе анализируются свойства вермикулита как теплоизоляционного материала и его применение в строительстве. Вермикулит — это природный минерал, который при расширении при высоких температурах образует пористую и легкую структуру. Эта структура содержит воздушные слои, которые значительно снижают теплопроводность. В ходе исследования изучались коэффициент теплопроводности, плотность и влияние вермикулита на влажность. Результаты показывают, что материалы на основе вермикулита обладают более низкой теплопроводностью, чем традиционные строительные материалы, и способствуют повышению энергоэффективности. Кроме того, легкость вермикулита снижает нагрузку на конструкцию, а его огнестойкость повышает безопасность. Однако влагопоглощающие свойства материала

ISSN 3030-3907

могут негативно влиять на его тепловые характеристики, поэтому на практике его необходимо использовать в сочетании с гидроизоляцией. В исследовании также рассматривалось использование вермикулита в бетоне и штукатурке, и было установлено, что это повышает эффективность теплоизоляции. Полученные результаты показывают, что вермикулит является важным компонентом при создании энергоэффективных и экологически чистых строительных материалов.

Ключевые слова: вермикулит, теплоизоляция, теплопроводность, энергоэффективность, легкий бетон, пористая структура, строительные материалы

Abstract. This work analyses the properties of vermiculite as a thermal insulation material and its application in the construction industry. Vermiculite is a natural mineral that, when expanded at high temperatures, forms a porous and lightweight structure. This structure contains air layers, which significantly reduce thermal conductivity. During the study, the thermal conductivity coefficient, density, and the effect of vermiculite on humidity were studied. The results show that vermiculite-based materials have lower thermal conductivity than traditional building materials, thereby increasing energy efficiency. Also, the lightness of vermiculite reduces the load on the structure, and its fire resistance increases safety. However, the material's moisture-absorption properties can negatively affect its thermal performance; therefore, in practice, it is necessary to use it in combination with waterproofing. The study also considered the use of vermiculite in concrete and plaster, and found that it increases thermal insulation efficiency. The results show that vermiculite is an important component in creating energy-efficient, environmentally friendly building materials.

Keywords: vermiculite, thermal insulation, thermal conductivity, energy efficiency, lightweight concrete, porous structure, building materials

KIRISH.

Binolar global energiya talabining 36 % dan ortig‘ini va umumiy issiqxona gazlari chiqindilarining 19 % ini tashkil etadi[1],[2], [3]. Shu bois binolardagi energiya iste’molini qisqartirish dolzarb masalaga aylanib, bugungi dunyoda siyosati uchun jiddiy sinov bo‘lib turibdi[4], [5]. Ushbu muammoni hal qilish maqsadida, binolarning tashqi qoplamasining issiqlik qarshiligini oshirishga qaratilgan turli farmonlar va qurilish me’yorlari e’lon qilingan. Shu nuqtai nazardan, issiqlik izolyatsiyasi darajasi binolarni isitish va sovitish ehtiyojini kamaytirishda, shuningdek ularning ekologik ta’sirini qisqartirishda muhim ahamiyatga ega [1]. Amalda qo‘llanilayotgan izolyatsiya materiallari to‘rt guruhga bo‘linadi: noorganik metall bo‘lmaganlar, ko‘pik plastmassalar, biomassa tolalari

ISSN 3030-3907

va aerojellar. Ko‘pik plastmassalar issiqlikni yaxshi ushlab turadi va ishlov berish oson, biroq yong‘inga chidamli emas hamda ekologik xavotir tug‘diradi. Biomassa tolalari barqaror rivojlanish va yashil bino talablari bilan mos, lekin mexanik mustahkamligi sust, yong‘in va suvga chidamliligi esa hali takomillashtirilishi kerak. Aerogellar eng past issiqlik o‘tkazuvchanlikka ega, biroq yuqori narxi sabab faqat yuqori talabli va ekstremal sharoitlarda qo‘llanadi[6]. Aksincha, noorganik, metall bo‘lmagan izolyatsiya materiallari ekologik xavfsizligi va arzonligi sababli keng qo‘llaniladi. Ularning keng tarqalgan turlari - kengaytirilgan vermikulit, kengaytirilgan perlit, mineral paxta, silikat va keramika materiallari. Kengaytirilgan vermikulit (EV) past issiqlik o‘tkazuvchanligi, yengilligi, katta sirt maydoni va a’lo darajadagi izolyatsiya xususiyatlari bilan ajralib turadi va qurilish materiallarida keng qo‘llanadi[6],[7].

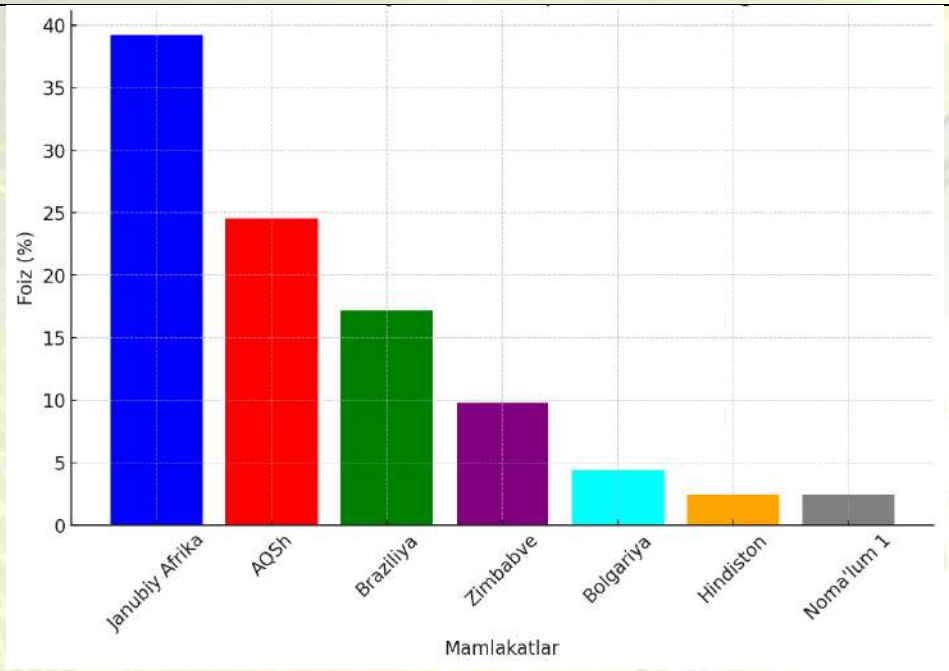
Ushbu tadqiqot ishida vermikulitning issiqlik izolyatsiya materiali sifatidagi xossalari o‘rganiladi. Uning past issiqlik o‘tkazuvchanligi, yengil tuzilmasi va qurilishdagi qo‘llanish imkoniyatlari tahlil qilinadi.

MATERIALLAR VA METODLAR.

“Vermikulit” nomi lotincha *vermicularis* (“chuvalchanga o‘xshash”) so‘zidan kelib chiqqan bo‘lib, bu kristallarning yuqori haroratga to‘satdan duch kelganda qurtdek egilgan va cho‘zilgan ustunlarga bo‘linishi bilan bog‘liq. Vermikulit yaltiroq pardaga o‘xshash plastinkalari bo‘lgan, fillosilikatlar guruhiga mansub slýuda-simon mineral (1-rasm). U tabiiy sharoitda biotitning gidrotermal o‘zgarishi yoki flogopitning nurashi natijasida hosil bo‘ladi. Vermikulit rudasi asosan SiO_2 (37–42 wt %), MgO (12–14 wt %), Al_2O_3 (10–13 wt %), Fe_2O_3 (5–17 wt %), H_2O (8–18 wt %) hamda kam miqdorda FeO (1–3 wt %) dan tarkib topgan[8], [9]. Vermikulitning kimyoviy tarkibi o‘zgargan sari fizik xususiyatlari ham farqlanadi. U kimyoviy jihatdan neytral, inert va pH∼7 ga ega. Uning umumiy kimyoviy formulasi $(Mg^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+})_3[(SiAl)_4O_{10}]\ OH_2 \cdot 4H_2O$[8] [10].

Vermikulit 650–950 °C gacha qizdirilganda kengayadi; bu jarayon eksofoliatsiya deb ataladi. Yuksak harorat ta’sirida u “popkorn”dek 8–30 baravar kattalashib, havoga to‘yinib ketgan yengil, bo‘lak–bo‘lak shaklga aylanadi. Eksofoliyatsiyadan keyin vermikulitning ommaviy zichligi dastlabkidan 10–11 baravar kamayib, 80–120 kg/m³ atrofida bo‘ladi; issiqlik o‘tkazuvchanligi 0,04–0,12 W/m·K gacha pasayadi, eritilish harorati esa nisbatan yuqori 1240–1430 °C[8] [9]. Vermikulit konlari dunyoning ko‘plab mamlakatlarida joylashgan (2-rasm). Jahon vermikulit ishlab chiqarishining taxminan 97,5 % ini olti asosiy mamlakat - Janubiy Afrika, Qo‘shma Shtatlar, Braziliya, Zimbabve, Bolgariya va Hindiston ta’minlaydi[8-12].

ISSN 3030-3907



2-rasm. Dunyo bo‘yicha vermikulit ishlab chiqarish ulushi (2015-yil)[8]

NATIJALAR VA ULARNING TAHLILI.

Vermikulit issiqlik izolyatsiya materiali sifatida zamonaviy qurilishda keng qo‘llanilayotgan samarali va istiqbolli yechimlardan biridir. U tabiiy mineral bo‘lib, yuqori harorat ta’sirida kengayish xususiyatiga ega. Qizdirilganda vermikulitning hajmi 20–30 barobar ortadi va natijada g‘ovak, yengil hamda ko‘p havo tutuvchi struktura hosil bo‘ladi. Aynan shu tuzilma uning issiqlik izolyatsiya xossalarini belgilaydi, chunki havo issiqlikni yomon o‘tkazuvchi muhit hisoblanadi. Shu sababli kengaytirilgan vermikulit past issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentiga ega bo‘lib, odatda 0.04–0.07 W/m·K oralig‘ida bo‘ladi. Bu qiymat ko‘plab an’anaviy qurilish materiallariga nisbatan ancha past. Masalan, oddiy g‘ishtning issiqlik o‘tkazuvchanligi taxminan 0.6–1.0 W/m·K, beton esa 1.5 W/m·K atrofida bo‘ladi. Bu esa vermikulit asosidagi materiallar energiya samaradorligini oshirishda muhim rol o‘ynashini ko‘rsatadi.

Vermikulitning asosiy afzalliklaridan biri uning yengilligidir. Zichligi odatda 60 dan 150 kg/m³ gacha bo‘ladi, bu esa uni konstruksiyalarga ortiqcha yuk bermasdan qo‘llash imkonini beradi. Bundan tashqari, u yuqori darajada yong‘inga chidamli bo‘lib, 1000°C gacha bo‘lgan haroratlarda ham o‘z xossalarini saqlaydi va yonmaydi. Bu xususiyat uni sanoat pechlari, issiqlik qurilmalari va xavfsizlik talab qilinadigan obyektlarda qo‘llash uchun juda qulay qiladi. Vermikulit ekologik jihatdan xavfsiz material hisoblanadi, chunki u tabiiy kelib chiqishga ega va zararli moddalar chiqarmaydi.

ISSN 3030-3907

Shu bilan birga, vermikulitning ayrim kamchiliklari ham mavjud. Uning mexanik mustahkamligi past bo‘lgani sababli, ko‘pincha mustaqil konstruktiv material sifatida emas, balki aralashmalar tarkibida ishlatiladi. Masalan, vermikulit beton yoki suvoq tarkibiga qo‘shilib, ularning issiqlik izolyatsiya xossalarini yaxshilaydi. Yana bir muhim jihat — uning namlikka sezgirligi. Vermikulit suvni oson singdiradi va agar u himoyasiz qolsa, namlik ta’sirida issiqlik o‘tkazuvchanligi oshishi mumkin. Shu sababli amaliyotda uni gidroizolyatsiya qatlamlari bilan birga qo‘llash tavsiya etiladi.

Ilmiy tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, vermikulit asosidagi kompozit materiallar issiqlik yo‘qotilishini sezilarli darajada kamaytiradi. Xususan, yengil beton tarkibida vermikulit qo‘llanilganda issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti 30–50% gacha kamayishi mumkin. Bu esa energiya tejovchi binolar qurishda muhim ahamiyatga ega. Qurilishda vermikulit devorlar, tomlar, pollar va shiftlarni izolyatsiya qilishda keng qo‘llaniladi. Bundan tashqari, u sanoat sohasida ham issiqlikni saqlash va energiya yo‘qotilishini kamaytirish maqsadida ishlatiladi.

XULOSA.

Vermikulit issiqlik izolyatsiya materiali sifatida yuqori samaradorlikka ega bo‘lgan tabiiy yechimdir. U kengaytirilgan holatda g‘ovak tuzilma hosil qiladi va bu tuzilma ichida havo saqlaydi. Natijada issiqlik o‘tkazuvchanligi past bo‘ladi va binolarda issiqlik yo‘qotilishi kamayadi. Shu sababli vermikulit energiya tejovchi qurilish materiallari qatoriga kiradi. Uning yengil vazni konstruksiyalarga ortiqcha yuk bermaydi, bu esa ayniqsa ko‘p qavatli va zamonaviy binolar uchun muhim hisoblanadi. Bundan tashqari, vermikulit yuqori haroratga chidamli va yonmaydigan material bo‘lib, yong‘in xavfsizligini oshiradi. Ekologik jihatdan ham u xavfsiz, chunki tabiiy mineral asosida hosil qilingan.

Biroq, vermikulitni qo‘llashda ayrim omillarni hisobga olish zarur. U namlikni oson singdiradi, shuning uchun gidroizolyatsiya bilan birga ishlatish talab etiladi. Shuningdek, uning mexanik mustahkamligi past bo‘lgani sababli ko‘pincha beton yoki suvoq tarkibida qo‘llanadi. Umuman olganda, vermikulit to‘g‘ri texnologiya asosida ishlatilganda issiqlik izolyatsiyasi samaradorligini oshiradi va energiya sarfini sezilarli darajada kamaytiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. *2021 GLOBAL STATUS REPORT FOR BUILDINGS AND CONSTRUCTION Towards a zero-emissions, efficient and resilient buildings and construction sector*. (n.d.). www.globalabc.org.

2. Berardi, U. (2017). A cross-country comparison of the building energy consumptions and their trends. *Resources, Conservation and Recycling*, *123*, 230–241. https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.03.014 *GOST_7076-99*. (n.d.).

ISSN 3030-3907

3. Guo, L., Wang, S., Leng, Y., & Yin, C. (2025). Water resistance and thermal insulation properties of modified expanded vermiculite composites. *Materials Today Communications*, *42*. https://doi.org/10.1016/j.mtcomm.2024.111424
4. Islam, S., & Bhat, G. (2019). Environmentally-friendly thermal and acoustic insulation materials from recycled textiles. In *Journal of Environmental Management* (Vol. 251). Academic Press. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.109536
5. Iwaro, J., & Mwasha, A. (2010). A review of building energy regulation and policy for energy conservation in developing countries. *Energy Policy*, *38*(12), 7744–7755. https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.08.027
6. Liu, J., Zhuge, Y., Ma, X., Liu, M., Liu, Y., Wu, X., & Xu, H. (2022). Physical and mechanical properties of expanded vermiculite (EV) embedded foam concrete subjected to elevated temperatures. *Case Studies in Construction Materials*, *16*, e01038. https://doi.org/10.1016/J.CSCM.2022.E01038
7. Parracha, J. L., Santos, A. R., Lazera, R., Flores-Colen, I., Gomes, M. G., & Rodrigues, A. M. (2023). Performance of lightweight thermal insulating mortars applied on brick substrate specimens and prototype wall. *Construction and Building Materials*, *364*. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2022.129954
8. Rashad, A. M. (2016). Vermiculite as a construction material – A short guide for Civil Engineer. In *Construction and Building Materials* (Vol. 125, pp. 53–62). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.08.019
9. Shmuradko, V. T., Panteleenko, F. I., Reut, O. P., Panteleenko, E. F., & Kirshina, N. V. (2012). COMPOSITION, STRUCTURE, AND PROPERTY FORMATION OF HEAT INSULATION FIRE-AND HEAT-REFLECTING MATERIALS BASED ON VERMICULITE FOR INDUSTRIAL POWER GENERATION. In *Refractories and Industrial Ceramics* (Vol. 53, Issue 8).
10. Suvorov, S. A., & Skurikhin, V. V. (2003). *VERMICULITE-A PROMISING MATERIAL FOR HIGH-TEMPERATURE HEAT INSULATORS* (Issue 2).
11. wwwinterpriborru. (n.d.). *Научно-производственное предприятие ИТС-1 Измеритель теплопроводности РУКОВОДСТВО ПО ЭСКПЛУАТАЦИИ*.

ISSN 3030-3907

LAK-BO‘YOQ QOPLAMALARDA ICHKI KUCHLANISHLARNING HOSIL BO‘LISH SABABLARI

Xayitboyev Qudratbek Anvarbek o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti,“Umumtexnika fanlari” kafedrasi assistenti
E-mail: qudratbek94xayitboyev@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada lak-bo‘yoq qoplamalarda ichki kuchlanishlarning hosil bo‘lish sabablari va mexanizmlari ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Ichki kuchlanishlarning paydo bo‘lishiga olib keluvchi fizik-kimyoviy va texnologik omillar aniqlanib, ularning qoplama sifati va ekspluatatsion xususiyatlariga ta’siri ko‘rib chiqilgan. Tadqiqot natijalari asosida ichki kuchlanishlarni kamaytirish zarurati asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: lak-bo‘yoq qoplama, ichki kuchlanish, polimerlash, termik deformatsiya, adgeziya, qoplama nuqsonlari.

Аннотация. В статье проведён анализ причин и механизмов образования внутренних напряжений в лакокрасочных покрытиях. Рассмотрены физико-химические и технологические факторы, способствующие возникновению внутренних напряжений, а также их влияние на качество и эксплуатационные свойства покрытий. Обоснована необходимость снижения внутренних напряжений для повышения долговечности покрытий.

Ключевые слова: лакокрасочное покрытие, внутренние напряжения, полимеризация, термическая деформация, адгезия, дефекты покрытия.

Annotation. This article analyzes the causes and mechanisms of internal stress formation in paint and varnish coatings. The physical, chemical, and technological factors leading to internal stresses and their impact on coating quality and durability are considered. The necessity of reducing internal stresses to improve coating performance is substantiated.

Keywords: paint coating, internal stresses, polymerization, thermal deformation, adhesion, coating defects.

KIRISH.

O‘zbekiston Respublikasi Sanoatda, konchilikda va kommunal-maishiy sektorda ishlarning bexatar olib borilishini nazorat qilish davlat inspeksiyasi “Sanoatkontexnazorat” boshlig‘i I.Xolmatovning 2008-yil 9-dekabrdagi “Lak-bo‘yoq ishlab chiqarishlarning xavfsizlik qoidalarini tasdiqlash to‘g‘risida”gi 282-sonli buyrug‘i tasdiqlangan. Ushbu qonunda Lak-bo‘yoq ishlab chiqarishida qo‘llaniladigan hamma organik erituvchilar, transportirovka qilinishida, aralashtirilishida, oqim zarbasida va boshqa razryadi alangalanishga va portlashga olib kelishi mumkin bo‘lgan statik elektrning xavfli potensialini to‘plash qobiliyatini hisobga olib, “Kimyo sanoati ishlab chiqarishlarida statik elektrdan

ISSN 3030-3907

himoyalash qoidalari” talablariga qat’iy rioya qilinishi kerakligi belgilab qo‘yilgan. Ushbu buyruqning 8-bobida texnologik jarayonlarni, avtomatik, avtomatlashtirilgan va masofadan boshqarishni, shu jumladan uskunalar bilan jamlangan holda yetkazib berilganlarini, nazorat qilish tizimi ushbu Qoidalar, amaldagi me’yoriy-texnik hujjatlar, loyihalar, reglamentlar talablariga javob berishlari va texnologik parametrlarni berilgan aniqlikda ushlab turilishini, texnologik jarayonlar o‘tkazilishining ishonchliligini va xavfsizligini ta’minlashi kerakligi umumiy talablar sifatida yozilgan [1].

Lak-bo‘yoq qoplamalar mashinasozlik, avtomobilsozlik, qurilish va boshqa ko‘plab sanoat tarmoqlarida material sirtini himoyalash va dekorativ ko‘rinish berish maqsadida keng qo‘llaniladi. Qoplamaning sifat ko‘rsatkichlari, mustahkamligi va xizmat muddati ko‘p jihatdan ichki kuchlanishlarning miqdori va taqsimlanishiga bog‘liq. Ichki kuchlanishlarning ortishi qoplamada turli nuqsonlar – yoriqlar, qavariqlanish, qatlamning asosdan ajralib chiqishiga sabab bo‘ladi. Shu bois ichki kuchlanishlarning hosil bo‘lish sabablarini o‘rganish dolzarb ilmiy masala hisoblanadi.

Ichki kuchlanishlar tashqi mexanik yuklanishsiz holda qoplama qatlamida mavjud bo‘ladigan elastik yoki plastik deformatsiyalar natijasida yuzaga keladi. Lak-bo‘yoq qoplamalarda bu kuchlanishlar, asosan, qotish, quritish va sovish jarayonlari bilan bog‘liq bo‘ladi.

Lak-bo‘yoq qoplamalar ichki kuchlanishlar polimerlash jarayonidagi hajmiy qisqarishi, termik kengayish koeffitsientlarining farqi, qoplama qalinligining notekisligi, erituvchining bug‘lanish tezligi, adgeziya va kogeziya kuchlarining nomutanosibligi, texnologik rejimlarning buzilishi kabi sabablar orqali hosil bo‘ladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Polimer kompozit materiallari va lak-bo‘yoq qoplamalarini shakllantirish jarayonida ichki kuchlanishlarni kamaytirish masalasi bo‘yicha ilmiy tadqiqotlar olib borgan bir qator xorijiy olimlaridan “Garvard” universiteti professori John Hutchinson, Kanadaning “Vaterlu” universiteti professori Michael R. Piggott, Sidney universiteti professori Yiu-Ving Mai, “Sheffild” universiteti professori Frank Jones, “Illinoys” universiteti professori Stefen Vayt, Belorrussiya Respublikasi Milliy Fanlar Akademiyasi Materialshunoslik instituti professori Sergey Tikxonov, Turkiyalik olimlar Nuri Ersoy va Oktem Vardar, A.T.Sanjarovskiy, P.I.Zubov, A.V. Suxodol, G.L.Slonimskiy, V.A.Kargin, S.A.Shreyner, Y.M.Malinskiy, S.V.Yakubovich, A. T. Lomakin va boshqalarning ishlarida ko‘rib chiqilgan.

ISSN 3030-3907

Mamlakatimizning taniqli olimlaridan A.A.Tillayev, M.I.Temirova, X.U.Usmanov, M.A.Askarov, S.S.Negmatov, S.Sh.Rashidova, G.Raxmonberdiyev, A.T.Jalilov, A.X.Yusupbekov, B.M.Tojiboyev va boshqa ko‘plab olimlar ishlab chiqarish jarayonida polimer kompozit va lak-bo‘yoq qoplamalarning shakllantirishda ichki kuchlanishlarni kamaytirish bo‘yicha uslubiy, nazariy-fundamental, hamda amaliy asoslarini yaratishda salmoqli ilmiy-tadqiqot ishlarini olib borishgan.

Mavjud ishlarni tahlil qilish asosida shuni ta’kidlash kerakki, kompozitsion polimer va lak-bo‘yoq materiallari va ular asosidagi qoplamalarni tadqiq qilish va ishlab chiqishda qo‘llaniladigan usullar va qurilmalar ulardagi ichki kuchlanish qiymatlarini yetarlicha aniqlamaydi, bu esa mashina va mexanizmlarning ishchi qismlari uchun qoplamalarning chidamliligini noto‘g‘ri tahlil qilishga olib keladi.

METODOLOGIYA.

Lak-bo‘yoq materiallarining qotishi polimerlash yoki polikondensatsiya reaksiyalari orqali kechadi. Ushbu jarayonda material hajman qisqaradi. Qoplama asosga mahkam yopishgan bo‘lsa, erkin deformatsiya cheklanadi va natijada ichki tortilish kuchlanishlari hosil bo‘ladi. Polimerlash jarayonida monomerlar orasidagi V**an-der-Vaals masofalari** qisqaradi, Kovalent bog‘lar hosil bo‘lib, molekulalar zichroq joylashadi, qattiqlashish jarayonida erkin hajm kamayadi. Shu sababli qoplama dastlabki suyuq holatga nisbatan zichroq holatga o‘tadi. Ayniqsa, **radikal polimerlash** va **to‘r-tuzilma hosil qiluvchi tizimlar**da bu hodisa yaqqol namoyon bo‘ladi.

Termik kengayish koeffitsientlarining farqi. Qoplama materiali va asos materialining termik kengayish koeffitsientlari bir-biridan farq qiladi. Quritish yoki ekspluatatsiya davomida haroratning o‘zgarishi bu farq sababli termik ichki kuchlanishlarning paydo bo‘lishiga olib keladi. Ayniqsa, yuqori haroratda quritiladigan lak-bo‘yoq qoplamalarda bu omil muhim ahamiyatga ega.

Termik kengayish koeffitsienti (α) – material harorat o‘zgarishiga javoban o‘lchamining nisbiy o‘zgarishini ifodalaydi [2]:

$$\alpha = \frac{1}{L} \cdot \frac{dL}{dT}$$

Bu yerda:

L – boshlang‘ich uzunlik,

dL – uzunlik o‘zgarishi,

dT – harorat o‘zgarishi.

Lak-bo‘yoq qoplamalarda bu ko‘rsatkich **qoplama** va **asos (metall, plastmassa, kompozit)** uchun turlicha bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Asos va qoplama materiallarining α qiymatlari quyidagi 1-jadvalda keltirilgan [3]

1-jadval

Material turi	**Termik kengayish koeffitsienti, α (10^{-6} 1/°C)**
Po‘lat	11–13
Alyuminiy	22-24
ABS plastmassa	70-100
Epoksi lak-bo‘yoq	45-65
Akril lak-bo‘yoq	60-90
Poliuretan qoplama	80-120

Ko‘rinib turibdiki, **polimer asosli lak-bo‘yoqlar metall asosga nisbatan bir necha baravar yuqori termik kengayishga ega**.

Qoplama qalinligining notekisligi. Qoplama qalinligining notekisligi qotish jarayonining bir xil kechmasligiga sabab bo‘ladi. Qalin qatlamlarda ichki kuchlanishlar ko‘proq to‘planib, mikroyoriqlar va deformatsiyalarni yuzaga keltiradi. Lak-bo‘yoq qoplamasi qalinligining notekisligi – qoplama qatlamining sirt bo‘ylab yoki chuqurlik yo‘nalishida bir xil bo‘lmagan holda taqsimlanishi bilan tavsiflanadi. Ushbu hodisa natijasida qoplamaning fizik-mexanik, dekorativ va himoya xususiyatlari mahalliy ravishda farqlanadi. Amaliyotda avtomobil kuzovi, polimer kompozit buyumlar va sanoat metall konstruksiyalarida qalinlikning notekisligi **ichki kuchlanishlar, yopishishning pasayishi** va **qoplama nuqsonlari** (yoriqlar, qabariqlar, po‘stloqlanish) bilan bevosita bog‘liq.

Qalinlik notekisligining qoplash texnologiyasi bilan bog‘liq omillari, lak-bo‘yoq materialining reologik xossalari, substrat (asos) yuzasining holati, quritish va polimerlash sharoitlari kabi asosiy sabablari mavjud.

Qoplama qalinligining notekisligi ichki kuchlanishlarning notekis taqsimlanishiga olib keladi. Qalin qatlamlarda:

1) polimerlash jarayoni sekinroq kechadi;
2) hajmiy qisqarish yuqori bo‘ladi;
3) termik kengayish cheklangan bo‘ladi.

Yupqa qatlamlarda esa tez qurish va asos bilan kuchli yopishish sababli **cho‘zuvchi kuchlanishlar** ustunlik qiladi. Natijada qoplama ichida kuchlanish gradiyenti paydo bo‘ladi.

Erituvchining bug‘lanish tezligi. Erituvchining haddan tashqari tez bug‘lanishi qoplama yuzasida tez qotgan qatlam hosil qiladi. Pastki qatlamlarda esa qotish jarayoni davom etadi. Natijada qatlamlararo deformatsiya kuchayib, ichki kuchlanishlar ortadi.

ISSN 3030-3907

Bug‘lanish tezligining umumiy ifodasi erituvchining birlik yuzadan vaqt birligida bug‘lanish miqdori quyidagi ifoda bilan aniqlanadi [4]:

$$W = \frac{dm}{dt}$$

bu yerda:
W – bug‘lanish tezligi, kg/(m²·s);
m – bug‘langan erituvchi massasi, kg;
t – vaqt, s.

Lak-bo‘yoq qatlamida erituvchining bug‘lanishi ko‘pincha **diffuziya jarayoni** sifatida qaraladi. Fikning birinchi qonuniga ko‘ra:

$$W = -D\frac{dc}{dx}$$

bu yerda:
D – erituvchining diffuziya koeffitsienti, m²/s;
dc/dx – konsentratsiya gradiyenti;
minus ishora – diffuziya yuqori konsentratsiyadan past konsentratsiyaga yo‘nalishini bildiradi.
Gaz fazasiga o‘tish sharti (Dalton qonuni asosida)

Erituvchining bug‘lanish tezligi uning **to‘yingan bug‘ bosimi** bilan bog‘liq [5]:

$$W = k(P_s - P_a)$$

bu yerda:
k – massa almashinish koeffitsienti;
P_s – erituvchining to‘yingan bug‘ bosimi, Pa;
P_a – havodagi erituvchi bug‘ining qisman bosimi, Pa.
Agar $P_a \approx 0$ bo‘lsa, bug‘lanish maksimal tezlikda kechadi.

NATIJALAR VA MUHOKAMA.

Adgeziya va kogeziya kuchlarining nomutanosibligi. Qoplama va asos orasidagi adgeziya kuchlari yetarli bo‘lmaganda ichki kuchlanishlar ta’sirida qoplama ajralib chiqishi mumkin. Bu holat, ayniqsa, sirt yetarlicha tayyorlanmagan hollarda kuzatiladi. Agar **adgeziya kuchi kogeziya kuchidan kuchli bo‘lsa**, bo‘yoq qoplamasi asosga juda katta tortadi va lak-bo‘yoq qoplamasi ichida **tortuvchi kuchlanishlar** kuchayadi. K**ogeziya kuchi adgeziya kuchidan kuchli bo‘lsa**, lak-bo‘yoq qoplamasi o‘z molekulalarini bir-biriga mahkam tortib turadi hamda asos bilan yaxshi bog‘lanmaydi, natijada yuzada **siqilish, kipriklanish**, hatto qoplamaning yorilishi bo‘lishi mumkin. Bo‘yoq molekulalari bir-birini tark

ISSN 3030-3907

etib, biror yo‘nalishda qattiq tortilishi qoplamaning ichida mikro tensil kuchlar hosil qiladi.



1-rasm. Lak-bo‘yoq qoplamalarining ichki kuchlanishlarini hosil bo‘lishida adgeziya va kogeziya nomutanosibligi.

Texnologik rejimlarning buzilishi. Quritish harorati va vaqtiga rioya qilinmasligi, qoplamani haddan tashqari qalin surtish ham ichki kuchlanishlarning ortishiga sabab bo‘ladi. Ushbu rejimlarga rioya qilinmasligi qoplama sifatining pasayishiga, ichki kuchlanishlarning ortishiga va ekspluatatsion xususiyatlarning yomonlashishiga olib keladi. Lak-bo‘yoq qoplamasining texnologik rejim buzilishining harorat rejimining buzilishi, quritish vaqti rejimining buzilishi, qatlam qalinligi rejimining buzilishi, namlik va muhit sharoitining buzilishi, surtish tezligi va bosimining noto‘g‘ri tanlanishi kabi turlari mavjud. Texnologik rejimlar buzilganda erituvchining notekis bug‘lanishi, polimerlash tezligining farqlanishi, termik kengayish va qisqarish nomutanosibligi natijasida lak-bo‘yoq qoplamada **qoldiq (ichki) kuchlanishlar** hosil bo‘ladi.

Texnologik rejim buzilishi natijasida uchraydigan asosiy nuqsonlar quyidagi jadvalda keltirilgan.

ISSN 3030-3907

2-jadval

№	Nuqson nomi	Sababi
1	Pufakchalanish	Erituvchi tez bug‘lanishi
2	Yorilish	Ichki kuchlanishlarning ortishi
3	Ajralish	Past adgeziya
4	Oqartish	Yuqori namlik
5	Oqish	Qatlam qalinligi va bosim xatosi

Ichki kuchlanishlarning qoplama sifatiga ta’siri. Ichki kuchlanishlarning yuqori bo‘lishi qoplamaning mexanik mustahkamligini pasaytiradi, uning ekspluatatsion va dekorativ xususiyatlarini yomonlashtiradi hamda xizmat muddatini qisqartiradi.

Lak-bo‘yoq qoplamasidagi ichki kuchlanish darajasini boshqarish uchun quyidagi grafik (diagramma)ni taklif etamiz.



Qoplama sifatini yaxshilash uchun bo‘yoq tarkibiga elastiklik, plastifikatorlar, to‘ldiruvchilar qo‘shish orqali ichki kuchlanishlarni kamaytirish mumkin. Noto‘g‘ri yoki juda qalin qatlam stresslar yig‘ilishiga olib keladi. Qoplama qotish va sovutish jarayonini nazorat qilish ichki kuchlanish darajasini kamaytirishga yordam beradi. Toza va yaxshi tayyorlangan asos bo‘yoqning yaxshi yopishishiga yordam beradi va ichki kuchlanish konsentratsiyasini kamaytiradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, lak-bo‘yoq qoplamalarda ichki kuchlanishlar ko‘p omilli tabiatga ega bo‘lib, ularning yuzaga kelishi material xossalari va texnologik jarayonlar bilan chambarchas bog‘liqdir. Ichki kuchlanishlarning ortishi qoplamaning ekspluatatsion xususiyatlarini keskin pasaytiradi va xizmat muddatini qisqartiradi. Lak-bo‘yoq qoplamalarda ichki kuchlanishlar alohida sabab natijasi emas, balki fizik-kimyoviy va texnologik omillarning o‘zaro ta’siri mahsuli ekanligi aniqlandi. Ushbu kuchlanishlarni kamaytirish uchun qoplama tarkibini optimallashtirish, mos asos tanlash va quritish rejimlarini ilmiy asosda belgilash zarur.

ISSN 3030-3907

XULOSA.

Lak-bo‘yoq qoplamalarda ichki kuchlanishlarning hosil bo‘lishi murakkab fizik-kimyoviy va mexanik jarayonlar majmui bilan bog‘liq bo‘lib, ularning shakllanishi qoplama sifatiga, mustahkamligiga va uzoq muddat xizmat qilishiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi. Ichki kuchlanishlarning paydo bo‘lishida asosiy omillar sifatida erituvchining bug‘lanish tezligi, polimerlanish va qotish jarayonlaridagi hajmiy o‘zgarishlar, qoplama va asos materiali (substrat) o‘rtasidagi termik kengayish koeffitsiyentlari farqi, shuningdek, tashqi muhit sharoitlari muhim rol o‘ynaydi. Ichki kuchlanishlar qoplama qatlamida mikro va makro darajadagi deformatsiyalarni keltirib chiqarib, yoriqlar hosil bo‘lishi, qoplamaning ajralib chiqishi (adgeziyaning pasayishi) va mexanik xususiyatlarning yomonlashuviga olib keladi. Ayniqsa, tez quriydigan yoki noto‘g‘ri texnologik rejimlarda qo‘llanilgan lak-bo‘yoq tizimlarida bunday salbiy holatlar ko‘proq kuzatiladi. Shu bois, ichki kuchlanishlarni boshqarish va minimallashtirish qoplama texnologiyasining muhim vazifalaridan biri hisoblanadi. Lak-bo‘yoq qoplamalarda ichki kuchlanishlarning hosil bo‘lishi ko‘p omilli jarayon bo‘lib, u material xossalari va texnologik rejimlar bilan chambarchas bog‘liqdir. Ichki kuchlanishlarni kamaytirish qoplama sifatini oshirish va uzoq muddatli ekspluatatsiyani ta’minlashning muhim sharti hisoblanadi. Tadqiqot natijalari lak-bo‘yoq qoplamalar texnologiyasini takomillashtirishda ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. https://lex.uz/ru/docs/-1855410**;** Лакокрасочные покрытия / Под ред. В.В. Бондаренко. – М.: Химия, 2018;
2. ISO 4628: Paints and varnishes — Evaluation of degradation of coatings;
3. Фролов А.А. Физико-химия полимерных покрытий. – СПб.: Политехника, 2020;
4. Гуревич Я.Л. Внутренние напряжения в полимерных пленках. – М.: Наука, 2017.

ISSN 3030-3907

КЎЧМАС МУЛК ОБЪЕКТЛАРИ АУДИТИНИНГ АМАЛИЁТДАГИ ҲОЛАТИ ТАҲЛИЛИ (ЎЗБЕКИСТОН ШАРОИТИДА)

Нарзуллаев Шерзод Фозилович

Тошкент давлат иқтисодиёт университети мустақил изланувчиси

Аннотация. Ушбу мақолада Ўзбекистонда кўчмас мулк объектлари аудитининг амалиётдаги ҳолати таҳлил қилинган. Кўчмас мулк объектларини бухгалтерия ҳисобида акс эттириш, уларнинг қийматини баҳолаш ва аудиторлик текширувини ўтказиш жараёнлари ўрганилди. Тадқиқот давомида амалиётда учрайдиган асосий муаммолар, жумладан, бошланғич қийматни нотўғри шакллантириш, амортизация ҳисоблашдаги хатолар ва мол-мулк солиғини ҳисоблашдаги камчиликлар аниқланди. Шунингдек, кўчмас мулк аудитини такомиллаштириш бўйича илмий-амалий таклифлар ишлаб чиқилди.

Калит сўзлар: кўчмас мулк, аудит, асосий воситалар, амортизация, мол-мулк солиғи, бухгалтерия ҳисоби, кадастр.

Annotation. This article analyzes the state of the audit of real estate objects in Uzbekistan in practice. The processes of reflecting real estate objects in accounting, assessing their value and conducting an audit were studied. During the study, the main problems encountered in practice were identified, including incorrect formation of the initial value, errors in the calculation of depreciation and defects in the calculation of property taxes. Scientific and practical proposals for improving real estate auditing have also been developed.

Keywords: real estate, audit, fixed assets, depreciation, property tax, accounting, cadastre.

Аннотация. В данной статье анализируется состояние аудита объектов недвижимости в Узбекистане на практике. Были изучены процессы отражения объектов недвижимости в бухгалтерском учете, оценки их стоимости и проведения аудита. В ходе исследования были выявлены основные проблемы, с которыми приходится сталкиваться на практике, в том числе неправильное формирование первоначальной стоимости, ошибки в расчете амортизации и дефекты в расчете налогов на имущество. Также были разработаны научно-практические предложения по совершенствованию аудита недвижимости.

Ключевые слова: недвижимость, аудит, основные средства, амортизация, налог на имущество, бухгалтерский учет, кадастр.

КИРИШ.

ISSN 3030-3907

Кўчмас мулк объектлари корхоналар активларининг муҳим қисмини ташкил этади ва уларни тўғри ҳисобга олиш ҳамда аудит қилиш молиявий ҳисоботлар ишончлилигини таъминлайди.

Ўзбекистонда иқтисодий ислоҳотлар шароитида бухгалтерия ҳисоби ва аудит тизими такомиллаштирилмоқда. Бироқ амалиётда кўчмас мулк объектлари аудитида бир қатор муаммолар сақланиб қолмоқда. Жумладан, активларнинг ҳақиқий қиймати ва балансда акс эттирилган қиймати ўртасидаги фарқлар, ҳужжатлаштиришдаги камчиликлар ҳамда солиқ ҳисоб-китобларидаги хатолар кузатилмоқда.

Мазкур мақоланинг мақсади — кўчмас мулк объектлари аудитининг амалиётдаги ҳолатини таҳлил қилиш ва уни такомиллаштириш бўйича таклифлар ишлаб чиқишдан иборат.

АДАБИЁТЛАР ШАРҲИ.

Кўчмас мулк аудити асосий воситалар аудитининг таркибий қисми ҳисобланади. Илмий адабиётларда унинг мақсади активлар ҳақида ишончли маълумот шакллантириш ва молиявий ҳисоботларнинг тўғрилигини таъминлашдан иборатлиги таъкидланади.

К.Б. Урозов ва Ш. Азимова фикрича, асосий воситалар аудитининг асосий мақсади активларни харид қилиш, таъмирлаш ва модернизация қилиш харажатларининг тўғри ҳисобланганлигини текширишдир.

Г.М. Рахимова аудитни иқтисодий воқеалар ҳақидаги маълумотларни йиғиш ва баҳолаш орқали манфаатдор томонларга ишончли ахборот тақдим этиш жараёни сифатида таърифлайди.

Халқаро амалиётда, хусусан AICPA томонидан қабул қилинган SAS стандартлари аудиторлардан ҳисоб-китоблар ва баҳолаш жараёнларини чуқур таҳлил қилишни талаб этади. Бу эса кўчмас мулк аудитида профессионал ёндашув аҳамияти юқори эканлигини кўрсатади.

МЕТОДОЛОГИЯ.

Тадқиқотда қуйидаги усуллар қўлланилди:

- меъёрий-ҳуқуқий ҳужжатларни таҳлил қилиш
- амалий аудит жараёнларини ўрганиш
- бухгалтерия маълумотларини таҳлил қилиш
- реал корхоналар мисолида ҳисоб-китоблар

Кўчмас мулк аудитининг мазмуни

Кўчмас мулк аудити молиявий ҳисоботлар, ҳужжатлар ва операцияларни тизимли текширишни ўз ичига олади. Аудит жараёнида активларнинг мавжудлиги, қиймати ва ҳисобда акс эттирилиши текширилади.

ISSN 3030-3907

Бошланғич қийматни текшириш

Кўчмас мулк объектларининг бошланғич қиймати қуйидаги харажатларни ўз ичига олади:

- харид қиймати
- давлат божлари ва йиғимлар
- транспорт ва ўрнатиш харажатлари
- маслаҳат хизматлари

Аудитор ушбу харажатларнинг тўғри ҳисобланганлигини текшириши лозим.

Амортизация ҳисобини текшириш

Амортизация активнинг қийматини фойдали хизмат муддати давомида тақсимлашдир.

Амортизация ҳисоблашда қуйидагилар текширилади:

- амортизация усули
- фойдали хизмат муддати
- солиқ кодексига мувофиқлиги

Амалиётда аниқланган муаммолар

Таҳлил натижасида қуйидаги асосий муаммолар аниқланди:

- бошланғич қийматни нотўғри шакллантириш
- амортизация ҳисоблашда хатолар
- кадастр ва бухгалтерия маълумотлари ўртасида фарқ
- мол-мулк солиғини нотўғри ҳисоблаш

Муҳокама ва таклифлар

Кўчмас мулк аудитини такомиллаштириш учун қуйидаги таклифлар берилди:

1. Норматив такомиллаштириш

- аудит стандартларини такомиллаштириш
- халқаро стандартларни жорий этиш

2. Рақамлаштириш

- кадастр ва бухгалтерия маълумотларини интеграциялаш
- электрон аудит тизимини жорий этиш

3. Назоратни кучайтириш

- ички аудитни ривожлантириш
- солиқ назоратини кучайтириш

ХУЛОСА.

Ўзбекистонда кўчмас мулк аудити амалиёти ривожланиш босқичида бўлиб, унинг самарадорлиги бир қатор омилларга боғлиқ.

Тадқиқот натижаси шуни кўрсатдики:

ISSN 3030-3907

- кўчмас мулк ҳисобида хатолар мавжуд
- аудит жараёнини такомиллаштириш зарур
- рақамлаштириш муҳим аҳамиятга эга

Кўчмас мулк аудитини такомиллаштириш молиявий ҳисоботларнинг ишончлилигини оширишга ва иқтисодиёт барқарорлигини таъминлашга хизмат қилади.

АДАБИЁТЛАР

1. Ўзбекистон Республикаси Солиқ кодекси Ўзбекистон Республикаси бухгалтерия ҳисобининг миллий стандарти (5-сонли БҲМС) “Асосий воситалар”. 2024.
2. Бухгалтерия ҳисобининг халқаро стандарти (16-сон IAS) “Асосий воситалар”. 2018
3. БҲМС №21 “Ҳисобварақлар режаси” Уразов К.Б., Азимова Ш. Асосий воситаларга инвестициялар аудитини такомиллаштириш Журнал, Экономика и социум. 6 (85).2021. 375-379 б.
4. Рахимова Г.М. Асосий воситалар ҳисоби ва аудити билан боғлиқ муаммолар, уларнинг халқаро стандартларга мувофиқ ечимлари. Иқтисодиёт ва таълим / 2020 № 3. 117-121 б.
5. Илмий мақолалар ва тадқиқотлар chromeextension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://api.mf.uz/media/filestore/Avgust_2_2025.pdf.
6. Искусственный_интеллект (мировой_рынок). URL: http://www.tadviser.ru/index.php/ (дата обращения: 30.04.2025).
7. Годовой отчет Deloitte. URL: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/nl/Documents/ about-deloitte/deloitte-nl-integrated-annual-report-2017-2018.pdf (3.04. 2025).

ISSN 3030-3907

ЗАДАЧА О ДЕЙСТВИИ ПЛОСКОЙ УДАРНОЙ ВОЛНЫ НА ПОДАТЛИВОЕ ЦИЛИНДРИЧЕСКОЕ ТЕЛО НАХОДЯЩЕЙСЯ В НЕЛИНЕЙНОЙ СРЕДЕ

К.Атабаев

Андижанский государственный технический институт ф-м.ф.н., доцент

E-mail: atabayev.kamil@gmail.com

Annotatsiya. Gruntli muhitda joylashgan egiluvchan deformatsiyalanmaydigan silindrga yassi bir o‘lchovli to‘lqin ta’siri haqidagi masala o‘rganilgan. Muhit modeli grunt tuzilishiga ko‘ra tavsiflanadi. Bunda yuklanish jarayonlari uchun kuchlanishlarni deformatsiyalardan bog‘lash uchun eksperimental ma’lumotlardan foydalaniladi va ular yuklanishlar uchun ham, yuksizlanishlar uchun ham o‘rinli bo‘lib qoladi, ya’ni muhit nochiziqli deb faraz qilinadi.

Kalit so‘zlar: grunt muhiti, bir o‘lchamli to‘lqin, yuksizlanish to‘lqini, zarrachalar usuli, zarba to‘lqini.

Аннотация. Рассматривается задача о действии плоской одномерной волны на податливый не деформируемый цилиндр находящийся в грунтовой среде. Модель среды описывается согласно модели грунтовой среды. При этом используется экспериментальные данные для связи напряжений от деформаций для процессов нагружено и предполагается, что они остаются справедливыми как для нагружённый, так и разгружённый, то есть среда предполагается нелинейной.

Ключевые слова: грунтовая среда, одномерная волна, волна разгрузки, метод частиц, ударная волна.

Annatation. The problem of a plane one-dimensional wave on a flexible non-deformable cylinder located in a ground medium is considered. The medium model is described according to the ground medium model. In this case, experimental data are used to relate stresses to deformations for loading processes, and it is assumed that they remain valid for both loading and unloading, i.e., the medium is assumed to be nonlinear.

Keywords: ground environment, one-dimensional wave, unloading wave, particle method, shock wave.

ВВЕДЕНИЕ.

В данной работе рассматривается задача о плоской одномерной волны на податливый недеформируемый цилиндр находящийся в грунтовой среде. Модель среды описывается согласно модели грунтовой среды [1]. При этом используется экспериментальные данные для связи напряжений от деформаций для процессов нагружения и предполагается, что они остаются

ISSN 3030-3907

справедливыми как для нагружений, так и разгружений, то есть среда предполагается нелинейной. Применяется метод крупных частиц Х.А. Рахматулина с его модификацией. Задача сводится к задаче Коши с соответствующими начальными данными. Результаты числовых расчётов и их анализ составляет отдельную статью.

Пусть в начальный момент времени $t=0$ фронт ударной волны достигает образующую цилиндра и движется по направлению оси OX. в рассматриваемой плоской задаче примем условия прилипания на поверхности жёсткого цилиндра, выражающиеся в том, что перемещения в каждой точке соприкасания конструкции и среды одни и те же.

Для модели среды {1}, используя экспериментальные данные, примем следующие зависимости:

$$\lambda(\varepsilon,\varepsilon_i)=\alpha_1-\alpha_2\varepsilon-\frac{2}{9}(\beta_1+\beta_2\varepsilon_i),\quad G=\frac{1}{3}(\beta_1+\beta_2\varepsilon_i) \qquad (1)$$

где для мелкозернистого песка: $\alpha_1=18\cdot10^2\ kg/cm^2$, $\alpha_2=82\cdot10^3\ kg/cm^2$,

$$\beta_1=42\cdot10^2\ kg/cm^2,\ \beta_2=18\cdot10^4\ kg/cm^2.$$

Пусть за фронтом падающей ударной волны напряжения $X_x=-P_0$ ($P_0\succ 0-const$) и её скорость $D=const$).

Имеем следующие соотношения на ударной волне:

$$\begin{cases}\rho_1(D-V_x)=\rho_0 D\\ \rho_0 DV_x=-X_x\\ \rho_0=\rho_1(1+u_x)\end{cases} \qquad (2)$$

Если принять $X_x=-100\dfrac{kg}{cm^2}$, $\rho_0=200\dfrac{kg\cdot cek^2}{m^4}$, то можно определить

$D=545\dfrac{m}{c}$, $V_x=9{,}17\dfrac{m}{c}$, $\rho_0=203{,}42\dfrac{kg\cdot cek^2}{m^4}$.

Задачу от отражения волн от податливого цилиндра целесообразно рассмотреть в цилиндрической системе координат. За фронтом ударной волны перемещения в радиальном направлении $u(r,\theta,t)$ и в касательном направлении $\upsilon(r,\theta,t)$ для падающей волны имеет вид:

$$\begin{aligned}u(r,\theta,t)&=-10^{-2}\cdot1{,}682[(r_0+r)\cos\theta-Dt+r_0]\cos\theta;\\ \upsilon(r,\theta,t)&=-10^{-2}\cdot1{,}682[(r_0+r)\cos\theta-Dt+r_0]\cos\theta;\end{aligned} \qquad (3)$$

Значения скоростей частиц определяются формулами:

$$\dot u=V_x\cos\theta,\quad \dot\upsilon=V_x\sin\theta.$$

ISSN 3030-3907

Для написания уравнения движения среды фиксируем исходное состояние среды и мысленно проведём радиальные прямые исходящие из начала координат и ортогональные к ним окружности так, чтобы плоскость покрывалась сетью криволинейных четырехугольников. Определим радиусы концентрических окружностей через $r_0 + r_k$, где $r_k = \frac{2k-1}{2} \cdot \Delta r$ ($k = 1,2,... \Delta r = \frac{b - r_0}{n_1}$, b - некоторый фиктивный внешний радиус). Полярные углы обозначим $\theta_s = \frac{2s-1}{2} \cdot \Delta\theta$ ($\Delta\theta$ - углы, соответствующие к рассматриваемым криволинейным элементам).

Напишем уравнение движение произвольного выделенного элемента, положения которых в искомых состояниях определяются координатами $(r_0 + r_k, \theta_s)$.

Значение напряжений в серединных точках четырёх сторон криволинейного элемента определяются разностными соотношениями. Из-за громоздкости эти выражения $\sigma_{rr}[r_0 + k \cdot \Delta r, \theta_s]$, $\sigma_{r\theta}[r_0 + r_k, s \cdot \Delta\theta]$, $\sigma_{\theta\theta}[r_0 + r_k, s \cdot \Delta\theta]$, $\sigma_{r\theta}[r_0 + k \cdot \Delta r, \theta_s]$ не приводятся. Задача симметрична относительно оси и поэтому можно ограничиться изучением движения среды в области $r_0 \le r \le b$ и $0 \le \theta \le \pi$.

Определив $m_{k,s}$ - массы выделенных элементов единичной толщины, имеем следующую систему дифференциальных уравнений для их описания в радиальных и тангенциальных направлениях:

$$m_{k,s}\ddot{u}_{k,s} = -\theta_{rr}[r_0 + \Delta r(k-1), \theta_s][r_0 + \Delta r(k-1)]' \Delta\theta + \sigma_{rr}[r_0 + \Delta r, k/\theta_s] \cdot$$

$$\cdot [r_0 + \Delta rk]\Delta\theta - \sigma_{r\theta}[r_0 + r_k, (s-1)\Delta\theta]\Delta r \cos\frac{\Delta\theta}{2} + \sigma_{r\theta}[r_0 + r_k, s\Delta\theta]\Delta r \cos\frac{\Delta\theta}{2} - \quad (4)$$

$$-\theta_{\theta\theta}[r_0 + r_k, (s-1)\Delta\theta] \cdot \sin\frac{\Delta\theta}{2} - \sigma_{\theta\theta}[r_0 + r_k, s\Delta\theta]\Delta r \sin\frac{\Delta\theta}{2}$$

$$m_{k,s}\ddot{\upsilon}_{k,s} = -\sigma_{\theta\theta}[r_0 + \Delta r(s-1), \Delta\theta]\Delta r \cos\frac{\Delta\theta}{2} + \sigma_{\theta\theta}[r_0 + r_k, s\Delta\theta_s] \cdot$$

$$\Delta r \cos\frac{\Delta\theta}{2} - \sigma_{r\theta}[r_0 + (k-1)\Delta r, \theta_s][r_0 + (k-1)\Delta r]\Delta\theta + \sigma_{r\theta}[r_0 + k\Delta r, \theta_s] \cdot$$

$$\Delta r \cos\frac{\Delta\theta}{2} - \sigma_{r\theta}[r_0 + (k-1)\Delta r, \theta_s][r_0 + (k-1)\Delta r]\Delta\theta + \sigma_{r\theta}[r_0 + k\Delta r, \theta_s] \cdot$$

$$\cdot (r_0 + k\Delta r)\Delta\theta + \sigma_{e\theta}[r_0 r_k, (s-1)\Delta\theta]\Delta r \sin\frac{\Delta\theta}{2} + \sigma_{r\theta}[r_0 + r_k, s\Delta\theta]\Delta r \sin\frac{\Delta\theta}{2}$$

ISSN 3030-3907

Имеем следующее уравнение для движения цилиндра единичной толщины массы M:

$$M\ddot{u}_0 = \frac{2\pi r_0}{n_1}\sum\{\sigma_{rr}[r_0,\theta_i]\cos\theta_i - \sigma_{r\theta}[r_0,\theta_i]\sin\theta_i\}, \qquad (5)$$

где $u_0(t)$ - перемещение центра масс цилиндра по оси OX, n_1-число делений окружности радиуса r_0.

На границе цилиндра при $r = r_0$ выполняются условия:

$$u_{k,s} = u_0\cos\theta_s, \quad v_{k,s} = -u_0\sin\theta_s. \qquad (6)$$

Движение системы частиц и цилиндра описываются уравнениями (4) и (5) в области $r_0 \le r \le b$. Вдоль дуги при $r = b$ и $0 \le \theta \le \arccos((Dt - r_0)/b)$: $u_{k,s} = v_{k,s} = 0$, если $\arccos((Dt - r_0)/b) \le \theta \le \pi$, то σ_{rr}, $\sigma_{r\theta}$, $\sigma_{\theta\theta}$ определяются из формул падающей волны. Система уравнений является замкнутой. Начальные условия из условий (3) за фронтом волны, а впереди него они равно нулю.

Пусть на жесткий бесконечно длинный цилиндр радиуса r_0 и плотностью $\rho_ц$, расположенный в упруго-пластической среде, набегает плоская волна сжатия с временем нарастания t_1, длительностью t_3, которая включает в себя участок максимального значения нагрузки $(t_2 - t_1)$ (рис.1). Исследуется не стационарный процесс обтекания цилиндра волной сжатия **Σ** с учетом его подвижности. Для решения задачи в полярной системе координат (r, φ)) выписываются уравнения движения цилиндра:

$$\rho_ц\,\pi\,r_0^2\ddot{w} = r_0\int_0^{2\pi}(\sigma_{rr}cos\varphi - \sigma_{r\varphi}sin\varphi)d\varphi \qquad (7)$$

И упруго-пластической среды:

ISSN 3030-3907

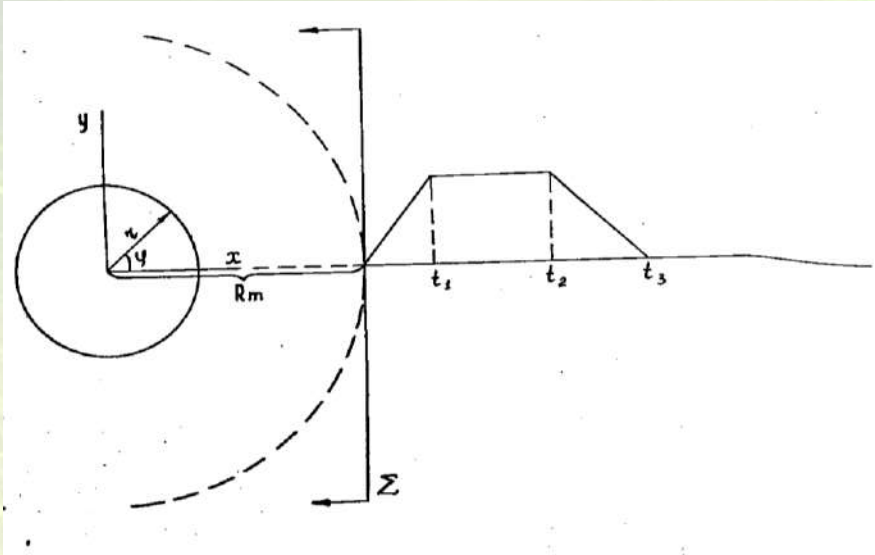


Рис.1. Схематическая картина набегания волны на цилиндр.

$$\rho_{\text{ср}}\frac{\partial^2 U}{\partial t^2}=\frac{\partial б_{rr}}{\partial r}-\frac{1}{r}\frac{\partial б_{\varphi\varphi}}{\partial \varphi}+\frac{(б_{rr}-б_{\varphi\varphi})}{r}, \quad (8)$$

$$\rho_{\text{ср}}\frac{\partial^2 v}{\partial t^2}=\frac{\partial б_{r\varphi}}{\partial r}+\frac{1}{r}\frac{\partial б_{\varphi\varphi}}{\partial \varphi}+\frac{б_{r\varphi}}{r},$$

Где: $\rho_{\text{ср}}$ –плотность среды; U, v – перемещения соответственно по r и φ ; $б_{rr}, б_{\varphi\varphi}, б_{r\varphi}$ –компоненты напряжения среды; $\ddot{W}$ –ускорение цилиндра как твердого тела.

Начальные условия задаются параметрами среды в падающей волне, вне падающей волны – покой. Как было сказано выше, для решения задачи использована деформационная теория:

$$(9)\quad б_{rr}=\lambda\varepsilon+2\mu\varepsilon_{rr},\ \ldots,\ б_{r\varphi}=\mu\varepsilon_{r\varphi},$$

$$(10)\quad \lambda=\frac{б(\varepsilon)}{\varepsilon}-\frac{2}{9}\frac{б_i(\varepsilon_i)}{\varepsilon_i}, \qquad \mu=\frac{1}{3}\frac{б_i(\varepsilon_i)}{\varepsilon_i},$$

В случае, когда $б=K_0\varepsilon$ и функция формоизменения $б_i=б_i(\varepsilon_i)$ Подчиняется схеме Прандтля, т.е.:

$$(11)\ б_i=\begin{cases}K_i\cdot\varepsilon_i & \text{при упругих деформациях,}\\ б_{is}+K_2(\varepsilon_i-\varepsilon_{is}) & \text{при } \varepsilon_i>\varepsilon_{is},\\ б_i^0+K_1\left(\varepsilon_i-\varepsilon_i^0\right) & \text{при разгрузке,}\end{cases}$$

$$\text{Где: } б_i=\frac{1}{\sqrt{2}}\sqrt{(б_{rr}-б_{\varphi\varphi})^2+(б_{\varphi\varphi}-б_{\theta\theta})^2+(б_{\theta\theta}-б_{rr})^2+6б_{r\varphi}^2},$$

$$\varepsilon_i=\frac{\sqrt{2}}{3}\sqrt{(\varepsilon_{rr}-\varepsilon_{\varphi\varphi})^2+(\varepsilon_{\varphi\varphi}-\varepsilon_{\theta\theta})^2+(\varepsilon_{\theta\theta}-\varepsilon\varepsilon_{rr})^2+\frac{3}{2}\varepsilon_{r\varphi}^2},$$

ISSN 3030-3907

- интенсивности напряжений и деформации;

$б = \frac{(б_{rr}+б_{\varphi\varphi}+б_{\theta\theta})}{3}$, $\mathcal{E} = \mathcal{E}_{rr} + \mathcal{E}_{\varphi\varphi} + \mathcal{E}_{\theta\theta}$ - гидростатическое давление и объемная деформация ; K_0 – коэффициент объемного сжатия; K_1, K_2 – заданные постоянные положительные величины; $б_{is}$, $\mathcal{E}_i^0$ - интенсивности напряжений и деформации в точке начала разгрузки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Х.А. Рахматулин, А.Я. Сагомонян, Н.А. Алексеев, «Вопросы динамики грунтов», 1964г., Изв. МГУ.
2. Рахматулин Х.А., Сагомонян А.Я., Алексеев А.А. Вопросы динамики грунтов. М., изд. МГУ, 1964.
3. Рихтмайер Р., Мортон К. Разностные методы решения краевых задач. М., изд. "Мир", 1972.
4. Малинин Н.И. Прикладная теория пластичности и ползучести. М., 1975.
5. "Механический эффект подземного взрыва" под редакцией академика Садовского М.А., М., 1972.

ISSN 3030-3907

ORTO-TOLUIDIN ASOSIDA AMINONITRIL HOSILALARINING SOLVENTSIZ SHAROITDA SINTEZI VA FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARINING TADQIQI.

Xamrayeva K.B.
Qarshi davlat universiteti tayanch doktoranti
E-mail: komilaxamrayeva97@gmail.com
Nematova F.O.
Qarshi davlat universiteti magistranti
Po‘latov E.T.
Qarshi davlat universiteti talabasi
Kodirov A.A.
Qarshi davlat universiteti DSc., dotsent

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida orto-toluidin va benzaldegid asosida α-aminonitril hosilalarini sintez qilish jarayoni o‘rganildi. Reaksiya solventsiz sharoitda, bosqichma bosqich kondensatsiya va nukleofil qo‘shilish mexanizmi orqali amalga oshirildi. Dastlab aromatik amin va aldegid o‘zaro tasirlashib Shiff asosini hosil qilishi, keyinchalik esa sianid ioni qo‘shilishi natijasida maqsadli aminonitril birikmalar hosil bo‘lishi aniqlanadi. Reaksiya sharoitlari (harorat, pH muhit va vaqt) optimallashtirilib, mahsulot 63% unim bilan olindi. Shuningdek, moddaning suyuqlanish temperaturasi aniqlanib, uning individual xossaga ega ekanligini ko‘rsatdi. Infraqizil spektraskopik tahlil natijalari asosida birikma tarkibida xarakterli funksional guruhlarning mavjudligi tasdiqlandi. Olingan natijalar ushbu usul aminonitril hosilalarini olishda samarali va qulay metod ekanligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar. α-aminonitril, orto-toluidin, benzaldegid, organik sintez, solventsiz sharoit, infraqizil spektraskopiya, xromatagrafiya.

Аннотация. В данной работе исследован процесс синтеза α-аминонитрильных соединений на основе орто-толуидина и бензальдегида. Реакция проводилась в безрасстворительных условиях по стадийному механизму, включающему конденсацию и нуклеофильное присоединение. На первом этапе ароматический амин и альдегид взаимодействуют с образованием шиффова основания, после чего происходит присоединение цианид-иона с образованием целевого аминонитрила. Параметры реакции (температура, pH среды и время) были оптимизированы, в результате чего продукт получен с выходом 63%. Температура плавления соединения была определена, что подтвердили его индивидуальность. Результаты инфракрасной спектроскопии подтвердили наличие характерных функциональных групп в структуре соединения. Полученные результаты

ISSN 3030-3907

показывают, что данный метод является эффективным способом получения аминонитрильных соединений.

Ключевые слова. α-аминонитрил, орто-толуидин, бензальдегид, органический синтез, без растворительная условия, инфракрасная спектроскопия, хроматография.

Abstract. This study investigates the synthesis of α-aminonitrile derivatives based on o-toluidine and benzaldehyde. The reaction was carried out under solvent-free conditions via a stepwise mechanism involving condensation and nucleophilic addition. Initially, the aromatic amine and aldehyde interact to form a Siff base, followed by the addition of a cyanide ion leading to the formation of the target aminonitrile compound. The reaction conditions (temperature, pH, and time) were optimized, resulting in a product yield of 63%. The melting point of the obtained compound was determined, confirming its individuality. Infrared spectroscopic analysis confirmed the presence of characteristic functional groups in the structure. The obtained results demonstrate that this method is an efficient and convenient approach for synthesizing aminonitrile derivatives.

Keyword. α-aminonitrile, o-toluidine, benzaldehyde, organic synthesis, solvent-free conditions, infrared spectroscopy, chromatography.

KIRISH.

Hozirgi kunda organik sintez kimyo fanining eng dolzarb va jadal rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. Ayniqsa, biologik faol birikmalar va farmatsevtik preparatlar sintezida qo‘llaniladigan oraliq mahsulotlarni olish usullarini takomillashtirish muhim ilmiy va amaliy ahamiyat kasb etadi. Shu nuqtai nazardan, Aminonitrillar sinfi organik kimyoda alohida o‘rin tutib, ular turli aminokislotalar, geterosiklik birikmalar va dorivor moddalar sintezida muhim oraliq mahsulot sifatida keng qo‘llaniladi.

Aminonitrillarni olishning samarali usullaridan biri aromatik aminlar, aldegidlar va sianid ionlari ishtirokida boradigan ko‘p bosqichli reaksiyalarga asoslandi. Ushbu jarayon odatda kondensatsiya va nukleofil qo‘shilish reaksiyalarining ketma-ketligi orqali amalga oshadi. Dastlab amin va aldegid o‘zaro ta’sirlashib Shiff asosini hosil qiladi, keyinchalik esa sianid ionining qo‘shilishi natijasida maqsadli aminonitril birikma shakllanadi.

So‘nggi yillarda organik sintezda ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali usullarni ishlab chiqishga alohida e’tibor qaratilmoqda. Xususan, erituvchisiz (solvent-free) sharoitda olib boriladigan reaksiyalar yashil kimyo tamoyillariga mos kelib, chiqindilar miqdorini kamaytirish va jarayon samaradorligini oshirish imkonini beradi. Shu sababli, aminonitrillarni solventsiz muhitda olish usullarini tadqiq etish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Mazkur ishda orto-toluidin va benzaldegid asosida aminonitrile hosilalarini sintez qilish jarayoni o‘rganiladi. Reaksiya sharoitlari, jumladan harorat, muhit kislotaligi va davomiyligi optimallashtirildi hamda olingan mahsulotning fizik-kimyoviy xossalari zamonaviy tahlil usullari yordamida baholandi. Ushbu tadqiqot natijalari aminonitrillarni olishning samarali va qulay metodlarini ishlab chiqishga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Aminonitrillar sintezi organik kimyo sohasida keng o‘rganilgan yo‘nalishlardan biri bo‘lib, ular biologik faol birikmalar va farmatsevtik preparatlar sintezida muhim oraliq mahsulot sifatida alohida ahamiyat kasb etadi. Adabiyotlarda aminonitrillarni olishning eng samarali usullaridan biri sifatida Strecker reaksiyasi qayd etilgan bo‘lib, ushbu jarayin aromatik yoki alifatik aminlar, karbonil birikmalar va sianid manbalari ishtirokida amalga oshadi.

Ko‘plab tadqiqotlarda ko‘rsatilishicha, aminonitrillar hosil bo‘lishi ikki asosiy bosqich orqali sodir bo‘ladi. Birinchi bosqichda amin va aldegid o‘zaro kondensatsiyalanib Shiff asosini hosil qiladi. Ikkinchi bosqichda esa sianid ionining nukleofil qo‘shilishi natijasida α-aminonitril hosilalari shakllanadi. Ushbu mexanizmning samaradorligi reaksiya sharoitlariga, xususan, muhitning kislotaligi, harorat va reagentlar nisbatiga bog‘liq ekanligi aniqlangan.

So‘nggi yillarda aminonitrillar sintezida ekologik xavfsiz va iqtisodiy jihatdan samarali usullarni qo‘llashga katta e’tibor qaratilmoqda. Xususan, solventsiz sharoitda olib boriladigan reakiyalar yashil kimyo tamoyillariga mos kelib, organik erituvchilarni kamaytirish, chqindilar miqdorini pasaytirish va jarayon samaradorligini oshirish imkonini beradi. Shu bilan birga, bunday usullar reaksiya tezligini oshirishi va energiya sarfini kamaytirishi bilan ham ajralib turadi.

Adabiyotlarda aromatik aminlar, jumladan toluidin hosilalari asosida aminonitrillar olish bo‘yicha qator tadqiqotlar olib borilgan bo‘lsa-da, orto-izomerlar ishtirokidagi reaksiyalr kamroq o‘rganilgan. Ayniqsa, orto-toluidin asosida aminonitrillarni solventsiz sharoitda olish, ularning fizik-kimyoviy xossalarini kompleks o‘rganish dolzarb ilmiy masalalardan biri bo‘lib qolmoqda.

Shu nuqtai nazardan, mazkur tadqiqot orto-toluidin va benzaldegid asosida aminonitrillar sintezini chuqurroq o‘rgansih, reaksiyaning optimal sharoitlarini aniqlash va hosil bo‘lgan mahsulotning xossalarini tahlil qilishga qaratilgan. Olingan natijalar mavjud ilmiy ma’lumotlarni to‘ldiradi hamda ushba sohada yangi yondalashuvlarni ishlab chiqishga xizmat qiladi.

TADQIQOT METADOLOGIYASI. Aminonitril hosilasini sintez qilish uchun boshlang‘ich modda sifatida orto-toluidin va benzaldegid tanlab olindi. Reaksiya 100 ml hajmli yassi tubli kolbada ekvimolyar (1:1) nisbatda olib borildi.

ISSN 3030-3907

Dastab orto-toluidin va benzaldegid aralashmasi 70-80°C haroratda 2 soat davomida qizdirilib, ular o‘rtasida kondensatsiya reaksiyasi natijasida Shiff asosining hosil bo‘lishi ta’minlandi.

Keyingi bosqichda reaksion muhitning kislotaligini nazorat qilish maqsadida 1ml sirka kislotasi qo‘shilib, pH qiymati 5-6 oralig‘ida ushlab turiladi. Eritma kuchsiz kislotali muhitda bo‘ladi. Hosil bo‘lgan aralashma magnitli aralashtirgich yordamida 30-40°C haroratda 30 daqiqa davomida aralashtirilib, reaksiya muhitining bir jinsliligi ta’minlandi.

Shundan so‘ng ekvimolyar miqdorida natriy sianid qo‘shilib, reaksiya yana bir soat davomida olib borildi. Ushbu bosqichda sianid ioning nukleofil qo‘shilishi natijasida aminonitrile hosil bo‘lishi kuzatiladi.

Reaksiya jarayoni solventsiz sharoitda amalga oshirildi, bu esa ekologik jihatdan xavfsiz va iqtisodiy samarali usul sifatida ahamiyati kasb etadi. Reaksiya yakunlangach, hosil bo‘lgan aralashma xloroform yordamida ekstraksiya qilindi. Organik faza ajratilib, quritish orqali mahsulot kristall holatda ajratib olindi.

TAHLIL VA NATIJALAR. Olib borilgan tajribalar natijasida orto-toluidin va benzaldegid asosida aminonitril hosilasi muvaffaqiyatli sintez qilindi. Reaksiya kondensatsiya va nukleofil qo‘shilish bosqichlari orqali amalga oshib, dastlab Shiff asosi hosil bo‘lishi, keyinchalik esa sianid ionining qo‘shilishi orqali yakuniy mahsulot shakllanganligi kuzatildi.

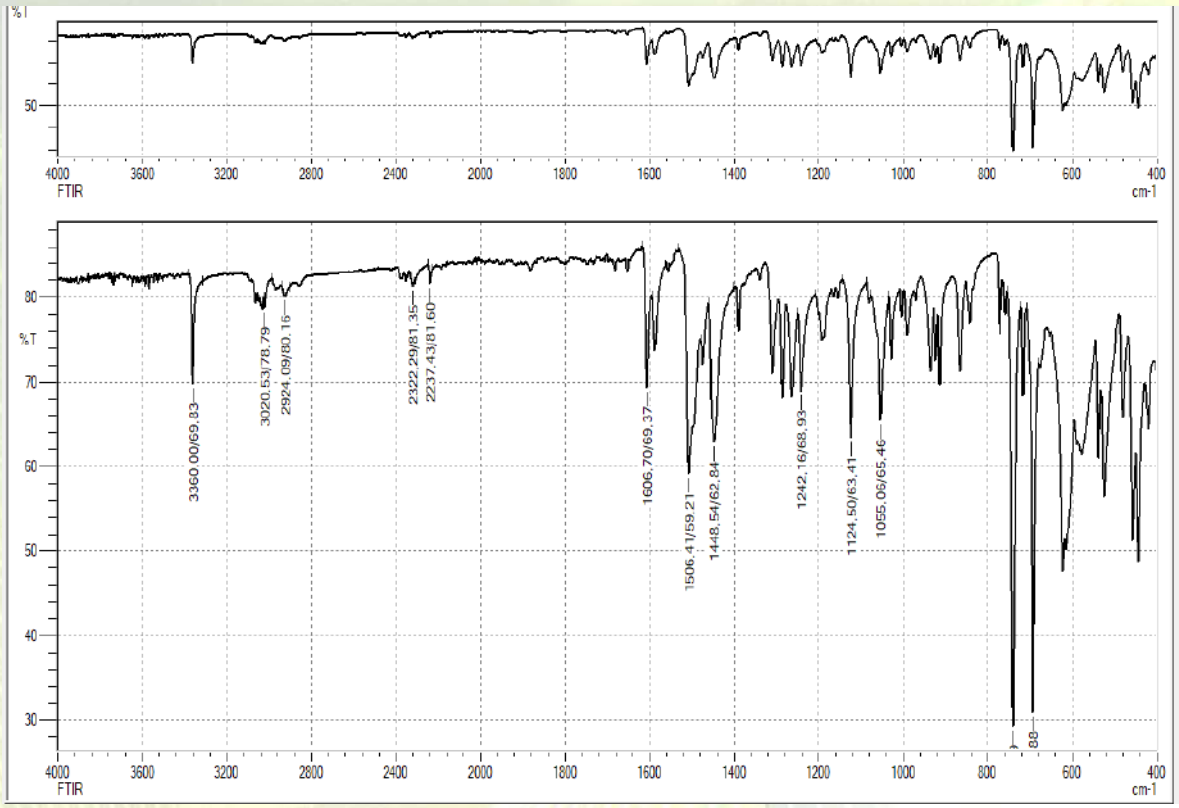
Hosil bo‘lgan mahsulot och sariq rangli dentritik kristallar ko‘rinishida ajratib olindi. Moddaning suyuqlanish temperaturasi 67,5-68,5°C oralig‘ida aniqlanib, uning individual va nisbatan yuqori tozalik darajasiga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Sintez natijasida mahsulot 62% unum bilan olindi. Ushbu unum qiymati solventsiz sharoitda olib borilgan reaksiyalar uchun qoniqarli natija bo‘lib, tanlangan sharoitlarning samaradorligini tasdiqlaydi.

Mahsulotning tozaligi yupqa qatlamli xromatagrafiya (TLC) yordamida nazorat qilindi. Xromatagrafik tahlili geksan va etil asetat (7:3) sistemasida olib borilib, natijada yagona dog‘ kuzatildi, bu esa moddaning bir komponentli ekanligini ko‘rsatadi.

Hosil bo‘lgan birikmaning tuzilishini tasdqilash maqsadida infraqizil spektraskopiya (IR) usuli qo‘llanildi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Olingan aminonitril hosilasining infraqizil (IR) spektri. (Shimadzu FTIR spektrometri, 4000 – 400 sm^{-1})

Hosil qilingan aminonitril birikmaning tuzilishini tasdiqlash maqsadida infraqizil (IR) spektroskopiya usuli qo‘llanildi. Olingan spektrda birikmaning funksional guruhlariga mos keluvchi xarakterli yutilish sohalari kuzatildi.

Spektrda **3360 sm^{-1}** atrofida kuzatilgan keng va intensiv yutilish chizig‘i amin (–NH) guruhining valent tebranishlariga mos keladi. Bu esa reaksiyada amin funksional guruhining saqlanib qolganligini ko‘rsatadi. **3020–2924 sm^{-1}** oralig‘ida kuzatilgan yutilishlar aromatik va alifatik C–H bog‘larining tebranishlariga tegishli bo‘lib, birikmada aromatik halqa mavjudligini tasdiqlaydi. **2237–2232 sm^{-1}** sohada kuzatilgan aniq yutilish chizig‘i nitril (C≡N) guruhining mavjudligini ko‘rsatadi. Ushbu pik aminonitril hosil bo‘lganligini isbotlovchi eng muhim dalillardan biridir. **1606 sm^{-1}** da kuzatilgan kuchli yutilish aromatik halqadagi C=C bog‘ tebranishlariga mos keladi. Bundan tashqari, **1506 va 1448 sm^{-1}** sohalarda aromatik sistemaga xos deformatsion tebranishlar kuzatilgan. **1242 sm^{-1}** va **1124–1055 sm^{-1}** oralig‘idagi yutilishlar C–N bog‘ tebranishlariga mos kelib, amin guruhining mavjudligini qo‘shimcha ravishda tasdiqlaydi. Past chastota sohasida, ya’ni **806–700 sm^{-1}** oralig‘ida kuzatilgan intensiv piklar aromatik halqaning tashqi (out-of-plane) tebranishlariga xos bo‘lib, orto-substitutsiyalangan benzol halqasiga xos belgilarni ko‘rsatadi.

Shunday qilib, IR-spektr natijalari sintez natijasida aminonitril hosilasi muvaffaqiyatli olinganligini to‘liq tasdiqlaydi. Ayniqsa, nitril guruhiga xos 2230

ISSN 3030-3907

sm^{-1} atrofidagi yutilish va amin guruhiga xos 3300 sm^{-1} sohadagi piklar birikmaning tuzilishini ishonchli asoslaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. March J. Advanced Organic Chemistry: Reactions, Mechanisms, and Structure. – New York: Wiley, 2013.
2. Smith M. B. Organic Chemistry. – New York: McGraw-Hill Education, 2016.
3. Clayden J., Greeves N., Warren S. Organic Chemistry. – Oxford: Oxford University Press, 2012.
4. Strecker A. Ueber die künstliche Bildung der Milchsäure und einen neuen, dem Glycocoll homologen Körper. – Annalen der Chemie, 1850.
5. Coates J. Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach. – Wiley, 2000.
6. Pavia D. L., Lampman G. M., Kriz G. S. Introduction to Spectroscopy. – Cengage Learning, 2015.
7. Silverstein R. M., Webster F. X., Kiemle D. J. Spectrometric Identification of Organic Compounds. – Wiley, 2014.
8. Smith J. G. Organic Chemistry. – McGraw-Hill, 2017.
9. Carey F. A., Sundberg R. J. Advanced Organic Chemistry. – Springer, 2007.
10. Li C. J. Green Chemistry: Solvent-Free Organic Synthesis. – Chemical Reviews, 2005.
11. Tanaka K. Solvent-Free Organic Synthesis. – Wiley-VCH, 2003.
12. Kumar A., Sharma S. Recent Advances in Strecker Reaction and Aminonitrile Synthesis. – Journal of Chemical Sciences, 2018.

ISSN 3030-3907

YASHIRIN IQTISODIYOTNING IQTISODIY RIVOJLANISHGA TA'SIRI: XALQARO TAJRIBA TAHLILI

Toshev F.Z.
Buxoro davlat texnika universiteti dotsenti
Abdumalikova H.
Buxoro davlat texnika universiteti talabasi

Annatatsiya. Yashirin iqtisodiyot rasmiy statistikaga kiritilmagan iqtisodiy faoliyat turlarini anglatadi va davlat byudjeti, mehnat bozori hamda investitsiya muhitiga sezilarli tasir ko'rsatadi. Ushbu maqola turli mamlakatlar iqtisodiyotiga yashirin iqtisodiyotning tasirini xalqaro tajriba asosida tahlil qiladi va O'zbekiston uchun muhim xulosalarni ishlab chiqadi. Tadqiqotda tahliliy, taqqoslash va statistik usullardan foydalanilgan. Tadqiqot bir nechta mamlakatlar malumotlarini taqqoslaydi.

Kalit so'zlar: yashirin iqtisodiyot, norasmiy bandlik, soliqdan bo'yin tovlash, soliq tushumlari, qat'iy soliq siyosati, raqamlashtirish, ortiqcha soliq yuki, yashirin iqtisodiyot ko'lami, yashirin iqtisodiyot ulushini qisqartirish.

Аннотация. Скрытая экономика — это виды экономической деятельности, не включенные в официальную статистику и оказывающие существенное влияние на государственный бюджет, рынок труда и инвестиционный климат. В данной статье анализируется влияние скрытой экономики на экономику разных стран на основе международного опыта и формулируются важные выводы для Узбекистана. В исследовании использованы аналитические, сравнительные и статистические методы. В работе сравниваются данные нескольких стран.

Ключевые слова: скрытая экономика, неформальная занятость, уклонение от уплаты налогов, налоговые поступления, жесткая налоговая политика, цифровизация, чрезмерное налоговое бремя, масштабы скрытой экономики, сокращение доли скрытой экономики.

Abstract. The hidden economy comprises economic activities not included in official statistics and having a significant impact on the state budget, labor market, and investment climate. This article analyzes the impact of the hidden economy on the economies of various countries based on international experience and draws important conclusions for Uzbekistan. The study utilizes analytical, comparative, and statistical methods, comparing data from several countries.

Keywords: hidden economy, informal employment, tax evasion, tax revenues, strict tax policy, digitalization, excessive tax burden, scale of the hidden economy, reduction in the share of the hidden economy.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

Ma’lumki, yashirin iqtisodiyot iqtisodiyotning kuzatilmaydigan yoki yashiriladigan, noqonuniy asosga ega tarkibiy qismidir. Yashirin iqtisodiyot faoliyat – qonunlar, tartiblarni chetlab o‘tgan holda soliqlar va majburiy to‘lovlarni to‘lamasdan, noqonuniy foyda olishga yoki foydani oshirishga yo‘naltirilgan harakatlar majmuasidir. Yashirin iqtisodiyot jamiyatda davlat boshqaruvi shakllanishining dastlabki davrlaridan boshlab mavjud bo‘lib, hozirgi vaqtga kelib dunyoning barcha mamlakatlari uchun dolzarb muammoga aylangan. Yashirin iqtisodiyotning rivojlanishi miqyoslari har bir mamlakatning rivojlanish darajasi, undagi ijtimoiy-iqtisodiy holatiga va iqtisodiyotni davlat tomonidan tartibga solish va boshqarish xususiyatlariga bog‘liqdir. Shuning uchun har bir mamlakat iqtisodiyotida yashirin iqtisodiyotning o‘rni va roli ham turlichadir.

Yashirin iqtisodiyot davlat nazoratidan tashqarida qoladigan iqtisodiy faoliyatlarini o‘z ichiga oladi, jumladan soliqdan bo‘yin tovlash, norasmiy bandlik va noqonuniy savdo. Jahon banki (WB) va Xalqaro valyuta jamg‘armasi (IMF) 2023 yil malumotlariga ko‘ra ayrim mamlakatlarda yashirin iqtisodiyot YAIM ning 30-40% ni tashkil etadi. Rivojlangan mamlakatlarda u asosan noqonuniy moliyaviy operatsiyalar shaklida namoyon bo‘lsa, rivojlanayotgan mamlakatlarda norasmiy bandlik va soliqdan bo‘yin tovlash ko‘proq uchraydi. O‘zbekiston ham yashirin iqtisodiyot bilan bog‘liq muammolarga duch kelayotgan mamlakatlardan biridir. Hukumat elektron soliq tizimlarini joriy etgan va biznes muhitini yaxshilash bo‘yicha chorlar ko‘rgan, biroq muammo hanuzgacha dolzarb bo‘lib qolmoqda.

Natijalar shuni ko‘rsatadiki, yashirin iqtisodiyot davlat budjeti daromadlariga sezilarli tasr ko‘rsatadi. Shubhasiz u soliq tushumlarining kamayishiga olib keladi, fiskal barqarorlikka xavf tug‘diradi va ayrim hollarda iqtisodiy inqirozlarga ham sabab boladi. Rasmiy statistika bir qator mamlakatlarda yashirin iqtisodiyotning iqtisodiy ko‘rsatkichlariga tasirini tasdiqlaydi. Amalga oshirilgan islohotlarni tahlil qilish samarali qarshi choralar bo‘yicha muhim xulosalar beradi.

Yevropa ittifoqi (OECD)ning 2022 malumotlariga ko‘ra Yevropa mamlakatlarida yashirin iqtisodiyot YAIM ning taxminan 10-15 foizini tashkil etadi va iqtisodiy jihatdan barqaror davlatlarda bu korsatkich pastroq.

Germaniya va Fransiya qat’iy soliq siyosati hamda raqamlashtirish orqali bu ulushni 10 foizidan past darajaga tushirishga muvaffaq bo‘lgan. Germaniyada soliq organlariga tranzaksiyalarni real vaqt rejimida kuzatish imkonini beruvchi avtomatlashtirilgan tizimlar joriy etilgan bu esa noqonuniy moliyaviy operatsiyalar ulushini kamaytirgan. Fransiyada naqd pul operatsiyalariga qat’iy cheklovlar joriy etilib yashirin iqtisodiyotga qarshi kurashish uchun raqamli to‘lov tizimlari keng targ‘ib qilingan. Bunday yondashuvlar Yevropa ittifoqi bo‘ylab davlat

ISSN 3030-3907

daromadlarining oshishiga va investitsiya muhitining yaxshilanishga xizmat qilgan.

Xalqaro valyuta jamg‘armasi (IMF)ning 2023 yil malumotlariga ko‘ra Rossiyada yashirin iqtisodiyot YAIM ning qariyb 30 foizini tashkil etadi, natijada har yili taxminan 50 milliard dollar miqdorida byudjet yo‘qotishlari yuzaga keladi.

- 2022 yil holatiga ko‘ra Rossiyaning mehnatga layoqatli aholisining 35 foizdan ortig‘i norasmiy sektorda band.
- Rossiya markaziy banki va hukumatning noqonuniy kriptovalyuta operatsiyalari, soliqda bo‘yin tovlash sxemalari hamda ro‘yxatdan o‘tmagan tadbirkorlik faoliyatini cheklashga qaratilgan turli islohotlarni amalga oshirgan.

Biroq yuqori darajadagi korrupsiya va ortiqcha soliq yukining mavjudligi yashirin iqtisodiyotni sezilarli darajada qisqartirishga to‘sqinlik qilmoqda. Shuningdek Hindiston iqtisodiyotning taxminan 40 foizi norasmiy sektor doirasida faoliyat yuritadi.

Tadqiqotlar va kuzatishlar shuni ko‘rsatmoqdaki, yashirin iqtisodiyotning ko‘lami rivojlangan mamlakatlarda birmuncha kamroq, rivojlanayotgan, shuningdek, bozor iqtisodiyotiga o‘tish maqsadida chuqur islohotlarni amalga oshirayotgan sobiq ittifoq mamlakatlarda kengdir. Shu boisdan yashirin iqtisodiyotning mohiyati, vujudga kelish va rivojlanish sabablarini, ijtimoiy-iqtisodiy taraqqiyotga ta’sirini, uning ko‘lamlarini keskin kamaytirish, unga qarshi kurash masalalarini o‘rganish, tadqiq qilish barcha davlatlar uchun dolzarb ahamiyatga ega.

Yashirin iqtisodiy faoliyat odatda rasmiy hisob-kitob va davlat nazorati tizimidan tashqarida amalga oshiriladigan jarayonlar majmuasini anglatadi. U doimiy ravishda shaklan va mazmunan o‘zgarib, yangi ko‘rinishlarga ega bo‘lib boradi, nazorat mexanizmlarini aylanib o‘tish usullari takomillashadi hamda turli iqtisodiy kanallar orqali amalga oshiriladi. Bunday sharoitda korrupsion munosabatlar yashirin iqtisodiy operatsiyalarni qo‘llab-quvvatlovchi omil sifatida namoyon bo‘lishi mumkin. Shu jihatdan, korrupsiya va xo‘fyona iqtisodiyot o‘zaro bog‘liq tizimiy hodisalar bo‘lib, ularning ildizi ko‘p hollarda ortiqcha ma’muriy to‘siqlar va institutsional kamchiliklarga borib taqaladi. Natijada ushbu jarayonlar milliy iqtisodiy xavfsizlikka jiddiy tahdid soladi.

Jahon xo‘jalik tizimining ajralmas qismi bo‘lgan Uzbekistanda ham iqtisodiyotni liberallashtirish, tadbirkorlikni qonuniy maydonga olib chiqish va ishbilarmonlik muhitini yaxshilashga qaratilgan islohotlar izchil amalga oshirilmoqda. Biroq ko‘rilgan chora-tadbirlarga qaramasdan, yashirin sektor ulushi ma’lum darajada saqlanib qolmoqda. Makroiqtisodiy barqarorlikni ta’minlash va iqtisodiy o‘sishni rag‘batlantirishga bag‘ishlangan muhokamalarda ham yashirin

ISSN 3030-3907

iqtisodiyot halol faoliyat yuritayotgan tadbirkorlar uchun adolatsiz raqobat muhitini shakllantirayotgani ta’kidlanadi. Bu holat rasmiy iqtisodiy munosabatlarning rivojlanishiga to‘sqinlik qilib, davlat moliyaviy resurslarining to‘liq shakllanishiga salbiy ta’sir ko‘rsatadi. O‘zbekistonda yashirin iqtisodiyotdan 2025 yilda davlat byudjetiga 30 trln. so‘m, yalpi ichki mahsulotga 135 trln. so‘m zarar yetkazilgan. Deyarli 11 mingta korxona (41 foiz) hisobotlarida faqat 1 kishini ishchi sifatida ko‘rsatgan.

Yashirin iqtisodiyotga qarshi kurashish ishlari samarasi pastligiga sabablardan biri, yashirin iqtisodiyot va iqtisodiy jinoyatchilikka qarshi kurashish faoliyatining muvofiqlashtirish tizimining yo‘qligi hisoblanadi. Hozirda iqtisodiyot va iqtisodiy jinoyatchilikka qarshi kurashish uchun mas’ul idoralar soni respublikada 14 ta bo‘lib, ular faoliyatini muvofiqlashtirish tizimi mavjud emas.

Yashirin iqtisodiyotning shakllanishi va kengayishiga turli xil iqtisodiy, ijtimoiy hamda huquqiy-siyosiy omillar ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu omillarni tizimli ravishda tahlil qilish va bosqichma-bosqich bartaraf etish orqali har qanday mamlakatda norasmiy sektor ulushini kamaytirish, korrupsion xavflarni pasaytirish hamda milliy iqtisodiy xavfsizlikni mustahkamlash imkoni yuzaga keladi.

Xalqaro tadqiqotlarda ta’kidlanishicha, zamonaviy iqtisodiy taraqqiyot sharoitida raqamli transformatsiya jarayonlari alohida ahamiyat kasb etmoqda. Raqamli texnologiyalarni keng joriy etish iqtisodiy munosabatlarni shaffoflashtirish, davlat xizmatlarini avtomatlashtirish va inson omili ta’sirini qisqartirish orqali samaradorlikni oshiradi. Korrupsiyaga qarshi kurashda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarining ijobiy natija bergani amaliyotda isbotlangan. Shuningdek, elektron hisob-kitob, onlayn nazorat va ma’lumotlar integratsiyasi kabi zamonaviy mexanizmlar yashirin iqtisodiy operatsiyalarni cheklash va ularning tarqalishini oldini olishda muhim vosita bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

Mamlakatimizda ham yashirin iqtisodiyot ko‘lamini aniqlash va qisqartirish bo‘yicha ko‘plab islohotlar amalga oshirilib, ushbu dolzarb muammo kun tartibida bo‘lib turibdi. So‘nggi yillarda O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020 yil 30 oktyabrdagi “Yashirin iqtisodiyotni qisqartirish va soliq organlari faoliyati samaradorligini oshirish bo‘yicha tashkiliy chora-tadbirlar to‘g‘risida”gi va 2021 yil 10 sentyabrdagi “Bojxona tartib-taomillarini soddalashtirish va davlat bojxona xizmati organlari tashkiliy tuzilmasini yanada takomillashtirish to‘g‘risida”gi farmonlari, 2022 yil 24 martdagi “Jahon banki ishtirokidagi “Soliq ma’muriyatchiligini isloh qilish” loyihasini amalga oshirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi, Vazirlar Mahkamasining 2020 yil 20 iyundagi “O‘zbekiston Respublikasida “Yashirin iqtisodiyot” ulushini qisqartirish chora-tadbirlari to‘g‘risida”gi qarorlari, Vazirlar Mahkamasining 2025 yil 8 apreldagi «2025-2030

ISSN 3030-3907

yillarda davlat moliyasini boshqarish tizimini takomillashtirish strategiyasini tasdiqlash to‘g‘risida»gi qarorlari va boshqa normativ-huquqiy hujjatlarda yashirin iqtisodiyotni qisqartirishga oid vazifalar aniq belgilab berilgan.

O‘tgan davr mobaynida biznesni legallashtirish va soliq yukini pasaytirish evaziga yashirin iqtisodiyot hajmini pasaytirish maqsadida qo‘shilgan qiymat soliq stavkasi 3 foizga, ijtimoiy soliq stavkasi 50 foizga pasaytirildi. Litsenziyalash va ruxsat berish tartib-tamoyillarini keskin qisqartirish va soddalashtirish biznesni soyadan chiqarish omillaridan hisoblanadi. Shu maqsadda 2024 yil 1 martdan 7 turdagi litsenziyalar bekor qilinmoqda, 12 turdagi ruxsat berish tartiblari birlashtirilmoqda va 3 xil faoliyat turi bo‘yicha litsenziyalash xabardor qilish tartibiga o‘tqazilmoqda.

Tahlillarimizga ko‘ra, 2019 yilda yashirin iqtisodiyotning yalpi ichki mahsulotdagi ulushi 52,11 foizni tashkil etgan bo‘lsa, olib borilgan islohotlar natijasida 2025 yilda uning ulushi 35 foizgacha qisqarganligini ko‘rishimiz mumkin. Bunda asosan 2019-2022 yillarda olib borilgan soliq-bojxona islohotlari, korrupsiyaga qarshi kurashishdagi chora-tadbirlar, biznesni qo‘llab-quvvatlash va aholi turmush darajasini oshirishga qaratilgan maqsadli tashabbuslarning amalga oshirilganligi va raqamli transformatsiyalarning keng ko‘lamda joriy etilayotgani sabab bo‘lmoqda.

Bizning fikrimizcha, yashirin iqtisodiyot ko‘lamini qisqartirish uchun quyidagi kompleks chora-tadbirlarni amalga oshirish maqsadga muvofiqdir:

– soliq va bojxona sohasida amalga oshirilayotgan islohotlar doirasida o‘z majburiyatlarini vijdonan bajarayotgan soliq to‘lovchilarni rag‘batlantirishning aniq va shaffof mexanizmlarini shakllantirish;

– soliq hamda bojxona ma’muriyatchiligini to‘liq raqamli formatga o‘tkazish orqali ortiqcha byurokratik jarayonlarni qisqartirish va inson omilini minimallashtirish;

– mehnat munosabatlari sohasidagi normativ-huquqiy bazani takomillashtirish, qonun hujjatlari ijrosini ta’minlash maqsadida doimiy komplaens-nazorat tizimini joriy etish;

– ijtimoiy ta’minot tizimini modernizatsiya qilish, norasmiy sektorda faoliyat yuritishga iqtisodiy manfaatdorlikni pasaytiruvchi rag‘batlantiruvchi va cheklovchi mexanizmlarni ishlab chiqish;

– mehnat qonunchiligi talablariga rioya etmagan sub’ektlarga nisbatan samarali javobgarlik choralarini qo‘llash bilan birga, halol ish beruvchilar uchun tartib-taomillarni soddalashtirish, xodimlar hisobini yuritish va nazorat qilish tizimini raqamlashtirish, korxonalarda samaradorlik ko‘rsatkichlari (KPI)ni joriy etishni rag‘batlantirish;

ISSN 3030-3907

– naqd pul aylanmasini cheklash maqsadida savdo operatsiyalari uchun belgilangan maksimal limitlarni joriy etish;

– moliyaviy operatsiyalarning shaffofligi va kuzatuvchanligini ta’minlash uchun zamonaviy texnologiyalar, jumladan blokcheyn yechimlaridan foydalanish;

– aholining moliyaviy, huquqiy va raqamli savodxonligini oshirish bo‘yicha keng qamrovli axborot-ta’lim dasturlarini amalga oshirish, ommaviy axborot vositalari va raqamli platformalar orqali yashirin iqtisodiyotning salbiy oqibatlari haqida tushuntirish ishlarini kuchaytirish;

– yashirin iqtisodiy faoliyat to‘g‘risida xabar beruvchi shaxslarni huquqiy jihatdan himoya qilish mexanizmlarini shakllantirish;

– xo‘jalik yurituvchi sub’ektlarda buxgalteriya hisobi yuritilishini takomillashtirish, ichki nazorat tizimini qayta ko‘rib chiqish va uning samaradorligini oshirish.

Ushbu chora-tadbirlarni izchil va tizimli ravishda amalga oshirish norasmiy sektor ulushini kamaytirish, iqtisodiy munosabatlar shaffofligini oshirish hamda barqaror iqtisodiy rivojlanishni ta’minlashga xizmat qiladi.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. ТОШЕВ, Ф. СУЩНОСТЬ НАЛОГОВОГО БРЕМЕНИ И ЗНАЧЕНИЕ ЕГО ОПТИМИЗАЦИИ. ЦПП ИД" БелГУ" НИУ" БелГУ", Белгород Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород КОНФЕРЕНЦИЯ: СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛИЗАЦИИ Белгород, 25 октября 2024 года Организаторы: Министерство науки и высшего образования РФ, Москва Белгородский государственный национальный исследовательский университет, Белгород.

2. Toshev, F. Z., & Qurbonova, X. B. (2024). IQLIM O‘ZGARISHINING ATROF MUHITGA TA’SIRI. TANQIDIY NAZAR, TAHLILIY TAFAKKUR VA INNOVATSION G ‘OYALAR, 1(1), 260-264.

3. ТОШЕВ, Ф. З., & ПУЛАТОВ, Ш. Ш. Оптимизация налогового бремени в условиях модернизации экономики Узбекистана. ВОПРОСЫ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА Учредители: ООО" Институт развития образования и консалтинга, 10, 58-62.

ISSN 3030-3907

YERGA ISHLOV BERUVCHI PLUG LEMEXINING ISHCHI YUZASIGA YEYILISHGA BARDOSHLI QOPLAMA QOPLASH BILAN ISH UNUMDORLIKNI OSHIRISH

Abdullayev Abdumannon Xoldorovich

Olmaliq davlat texnika instituti "Energetika va mashinasozlik" fakulteti dekan o'rinbosari, texnika fanlari bo'yicha falsafa doktori (PhD)

E-mail: ravshan_iqtisod@mail.ru

Annotatsiya. Maqolada qishloq ho'jaligida yerga ishlov beruvchi plug lemexining ishchi yuzasiga gaz alangasida metall kukuni yordamida qoplama hosil qilib, yeyilishbardoshlilikni 2,5-2,8 marotabaga oshirish taklif qilingan. Qoplamada hosil bo'lgan g'ovaklikni kamayishi bo'yicha tahlil natijalari keltirilgan.

Kalit so'zlar: Ishchi organ, lemex, tuproq, qoplama, qattiqlik, g'ovaklik, kukun, gorelka, yeyilishbardoshlilik.

Аннотация. В статье предлагается повысить износостойкость в 2,5-2,8 раза путем нанесения покрытия на рабочую поверхность плужного лемеха для обработки почвы в сельском хозяйстве с помощью металлического порошка в газовом пламени. Приведены результаты анализа по уменьшению пористости, образовавшейся в покрытии.

Ключевые слова: рабочий орган, лемех, почва, покрытие, твердость, пористость, порошок, горелка, износостойкость.

Abstract. This article proposes increasing wear resistance by 2,5-2,8 times by applying a coating to the working surface of a plowshare used for agricultural soil cultivation using metal powder in a gas flame. The results of an analysis to reduce the porosity formed in the coating are presented.

Keywords: working element, plowshare, soil, coating, hardness, porosity, powder, burner, wear resistance.

KIRISH.

Bugungi kunda qishloq ho'jaligida yerga ishlov berish eng ko'p energiya talab qiluvchi jarayonlardan biri hisoblanib, ushbu jarayon uchun umumiy sarf bo'ladigan energiyaning 35-45 % sarflanadi [1]. Qishloq ho'jaligida tuproqqa ishlov beruvchi bir necha ishchi qismlar (plug lemexlari, kultivator lapalari va boshqalar) ko'p hollarda muddatidan oldin ishga yaroqsiz holatga keladi, natijada bunday ishchi organlar uchun juda ko'p sonda ehtiyot qismlarni tayyorlashga ehtiyoj tug'iladi. Lemexlarni tayyorlash uchun asosan L53, L65, ba'zan 65G uglerodli po'latlardan foydalaniladi va ularga qizdirish yo'li bilan termik ishlov beriladi. Termik ishlov natijasida bunday po'latlarning qattiqligi HB 321 - 541 (HRC 33 - 52) oraliqdagi qattiqlikda va cho'zilish nisbati δ = 6,5–7,2 % , mustahkamlik chegarasi σ_V = 880–1080 MPa tashkil qiladi [1].

ISSN 3030-3907

ASOSIY QISM. Yerga ishlov beruvchi ishchi organlarning yeyilishbardoshliligi qirquvchi qismining yuqori darajada puxtalanishi hisobiga hosil bo‘ladi. Hozirgi kunda yerga ishlov beruvchi ishchi organlarning qirquvchi qismini yuqori darajada puxtalash uchun ma’lum bo‘lgan bir qancha usullar mavjud. Ammo mavjud bo‘lgan usullarning barchasi ham yerga ishlov beruvchi ishchi organlarning qirquvchi qismini yuqori abraziv yeyilish va kuchlanishda ishlaganda yeyilishbardoshliligini ta’minlay olmaydi. Plug lemexlarini termik ishlov berish, yeyilishbardosh qoplama qoplash va kombinatsiyalashgan usullar yordamida puxtalash mumkin. Ushbu ishda plug lemexining ishchi yuzasiga temir asosli yuqori xromli metall kukunidan gaz alangasi yordamida yeyilishbardosh qoplama qoplash bilan ishchi organning xizmat muddatini oshirish vazifa qilib belgilangan. Tadqiqot ob’ekti sifatida 40X markali po‘latdan tayyorlangan plug lemexi olinib, tadqiqot o‘tkazilayotgan yuqori xromli metall kukuni tarkibida uglerod - 0,05%, kremniy - 0,08%, marganets - 0,20%, oltingugurt - 0,02%, fosfor - 0,02%, xrom - 26% va qolgani temir elementidan shakllantirildi. Sinov tadqiqotlarini o‘tkazish uchun 40X markali po‘latdan namunalar tayyorlandi. Namuna o‘zida 35 mm uzunlik va 20 mm kenglikka ega bo‘lgan parallelepipedni tashkil qilib, namunaning qalinligi 8-10 mm, yuzasi qoplama hosil qilishgacha shliflashdan o‘tkazildi [2].

Plug lemexi ishchi yuzasida kerakli g‘adir-budurlikni olish uchun changlatiladigan sirtga abraziv shillali ishlov beriladi. Ishlov berilgandan keyin sirt g‘adir-budurligi Rz=120...60 mkm bo‘lishi kerak. Changlatilgan sirtning g‘adir-budurligini aniqlash uchun 130 modelli profilometr ishlatilgan. 130 rusumli profilometri GOST 2789-73 bo‘yicha “to‘lqinlilik” va “g‘adir-buduirlik” ni ajratish bilan o‘rta chiziq tizimi (GOST 25142-82) bo‘yicha profil parametrlari va sirt g‘adir-budurligi parametrlarini o‘lchash uchun mo‘ljallangan [3].

Kukun zarrachalarini donadorligi GOST 6613-86 bo‘yicha aniqlandi, og‘irligi 200 g. Kukun zarrachalari maxsus elakdan o‘tkazilib, 60 mkr. gacha bo‘lgan o‘lchamdagi donador zarrachalar ajratib olindi. Kukunning namlik darajasini aniqlash 0,0001 g. aniqlikda ishlovchi analitik elektron tarozi 220 V-50 Hz, kukunni quritish uchun SNOL 67/350 quritish shkafidan foydalanildi (30 minut davomida qizdirish harorati 110-115^{o}C), kukun zarrachalari shakli 40-60 mkr. o‘lchamda donasimon bo‘lishi, yaxshi oquvchanlik hususiyatini ta’minladi [2].

Plug lemexi ishchi yuzasida kerakli g‘adir-budurlikni olish uchun changlatiladigan sirtga abraziv shillali ishlov beriladi. Ishlov berilgandan keyin sirt g‘adir-budurligi Rz=120...60 mkm bo‘lishi kerak. Changlatilgan sirtning g‘adir-budurligini aniqlash uchun 130 modelli profilometr ishlatilgan. 130 rusumli profilometri GOST 2789-73 bo‘yicha “to‘lqinlilik” va “g‘adir-buduirlik” ni ajratish

ISSN 3030-3907

bilan o‘rta chiziq tizimi (GOST 25142-82) bo‘yicha profil parametrlari va sirt g‘adir-budurligi parametrlarini o‘lchash uchun mo‘ljallangan [3].

Kukunning solishtirma sirt maydoni 2100 D modeli (Mikrometriks, AQSh) ma’lum bir sirt maydoni analizatori yordamida azotning past haroratli adsorbtsiyasi va kripton usuli yordamida aniqlandi, piknometrik zichlik-bandda ko‘rsatilgan usul bo‘yicha avtomatik gel piknometrida, mikroqattiqlik - yuk ostida mikroqattiqlik tekshirgichda va zarrachalarning sayqallangan yuzasida 98 MN [3].

Qoplama hosil qilishda alanga hosil qilish uchun GAL tipidagi alanga purkagich (gorelka)dan, bosim hosil qilish uchun siqilgan gaz va kisloroddan, hamda atsetilendan foydalanildi. Gaz alangasida qoplamalarni hosil qilish qoplanayotgan material qatlamini detalning sirt qismida shakllanib, gaz alangasi oqimi ta’siridan yuqori darajada issiqlik va kinetik energiyani qabul qiladi. Gaz alangasini oqimi, gorelka uchi qismini teshigidan katta tezlikda chiquvchi yonuvchi aralashmani alangalanish natijasida hosil bo‘ladi. Bizning tadqiqotimizda alanga purkagich alangani hosil qilishda gaz-kislorodda atsetilendan (C_2H_2) foydalanildi, bu yonilg‘i gaz alangasi oqimini harorati 3200^oC gacha bo‘lishini ta’minladi, ushbu holatda kukun zarrachalarni alanga purkagich uchidan chiqish tezligi 150-160 m/s atrofida bo‘lishi kuzatildi. Yuqori haroratdagi gaz alangasi oqimiga tushgan kukun zarrachalari erish yoki yuqori plastiklik holatiga keladi. Qoplamalar hosil qilishda kukun zarrachalarining shakldorligi, alanga purkagich alangalanish maydoniga kukun zarrachalarining yuqori oquvchanlikda kelishini ta’minladi, 2-3 kg/s kukunni qoplash uchun 0,6-0,8 m^3/s atsetilen sarflandi [4].

Asosi temir bo‘lgan yuqori xromli kukun plazmali qoplama hosil qilish uslubi bilan qoplanadi, bu jarayonda plazma hosil qiluvchi gazning molekulyar yemirilish energiyasidan foydalaniladi. Yuqori chastotali tokda qoplama hosil qilingan yuzada suyuq eritmani hosil qilish uchun maxsus induktor ishlab chiqildi. Induktor orqali qizdirib ishlov berish uchun qizdirishda L3107 markali yuqori chastotali tokda qizdiruvchi qurilmadan foydalanildi.

Tadqiqotlarda gaz alangasi yordamida hosil qiluvchi alanga purkagichni uchi va ishchi yuzasidagi oraliq masofani uzayishi bilan qoplama qatlamini yopishdagi mustahkamlik qiymati dastlab ortib borgan, keyinchalik pasayish keltirilgan [4]. Tadqiqotlarni o‘tkazish uchun alanga purkagichni uchi va ishchi yuzasidagi oraliq masofani bir qancha o‘lchamlarda: 100, 120, 140, 160, 180 mm da o‘tkazildi. O‘rganilgan kukun qorishmasida maksimal qattiqlik kukun qorishmalarida gaz alangasi hosil qiluvchi alanga purkagichning uchi bilan ishchi yuzasidagi oraliq masofa 140 sm bo‘lganda kuzatilib, qoplamaning qalinligi o‘rtacha 2 mm ni tashkil qildi.

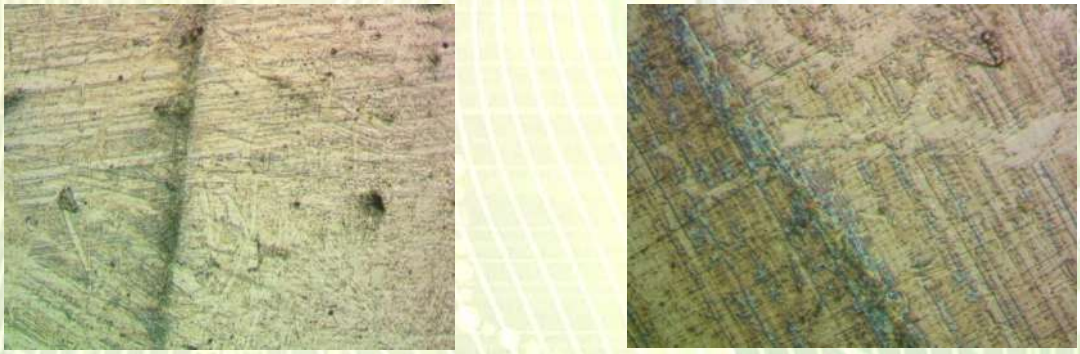
ISSN 3030-3907

O‘tkazilgan sinov tadqiqotlari natijasida hosil qilingan qoplama qatlami qalinligining yuqori bo‘lishi qoplama qattiqligining sekin asta kamayishiga olib keldi. Bunga sabab biz tomondandan hosil qilingan qoplamaning qalinligi 2 mm ni tashkil etib, undan keyingi qiymatda metalning asosiga yetganda qattiqlik keskin ravishda tushib ketadi.

Gaz alangasi yordamida kukun zarrachalarini qizdirib qoplama qatlamlarini hosil qilishda qoplamaning mexanik xossalaridan tashqari tarkibidagi g‘ovaklik darajasi ham katta ahamiyat kasb etadi [5].

Tahlillarda qoplama tarkibida g‘ovaklikning hosil bo‘lishi, qoplamani issiqlik va fizik xususiyatiga katta ta’sir ko‘rsatishi keltirilgan, qoplamaning zichligi qoplama qoplanayotgan materialning zichligi bilan birga g‘ovaklik hosil qiluvchi gaz zichligiga ham bog‘liq bo‘lishi aniqlangan [6].

O‘tkazilgan tadqiqotda, yerga ishlov beruvchi lemexni ishchi yuzasiga temir asosli yuqori xrom kukunidan qoplama olishda, gaz alangasini hosil qiluvchi alanga purkagichning uchi bilan ishchi yuzasidagi oraliq masofasi 140 mm bo‘lganda qoplama qatlamlaridagi maksimal g‘ovaklik darajasi 7 % gacha, qattiqligi 52…54 HRC, 180 mm li oraliq masofa bo‘lganda g‘ovaklik darajasi 12 % gacha (1-rasm), qattiqligi 46…47 HRC, metallning asosi bilan kukun donachalari orasidagi yopishqoqlik darajasi talab darajasida bo‘lishi kuzatildi [6].



***a)* × 100** ***b)*× 500**

1-rasm. G‘ovakligi yuqori bo‘lgan qoplamaning makrostrukturasi:
a – metalning asosini yuqori darajada sifatli birikkanligini ko‘rinishi;
b – qoplamaning ko‘rinishi

O‘zbekiston sharoitida tuproqning tarkibi turli xususiyatli bo‘lib, tadqiqotda sinovdan o‘tkazilayotgan lemexning kesuvchi qismini ishlash vaqtida o‘zgaruvchan ko‘rsatkichlarining o‘lchamlarini aniqlash maqsadida, qumli, tuproqli, qum va tuproqli, turli nam sharoitdagi tuproqlarga ishlov berish uchun dala sharoitida tajriba sinovlar o‘tkazildi. Sinovlarni o‘tkazish uchun “Baxtselmash” QK da seriyali ishlab chiqarilayotgan L53 po‘latdan tayyorlanib, termik ishlov berilgan plug lemexi, biz tarafdan 40X po‘latdan tayyorlanib, qirquvchi yuzada temir asosli yuqori xromli kukundan gaz alangasi yordamida

ISSN 3030-3907

qoplama hosil qilingan lemexlar dala sinovidan o‘tkazildi [7]. Tuproq qattiqligi uning mexanik tarkibi, strukturali holati va namligiga bog‘liq bo‘lib, tuproq qattiqligi odatda tuproqni siqilishga ko‘rsatayotgan qarshiligi bilan izohlanadi. Tuproqning qattiqligini o‘lchash birligi sifatida MPa qabul qilingan bo‘lib, tuproq qanchalik qattiq bo‘lsa, u shuncha mustahkam deb qaraladi, ya’ni uni uvalash (parchalash) uchun katta energiya yoki kuch talab etiladi. Bu holat ayniqsa yozda bug‘doydan bo‘shagan dalalarni shudgorlash jarayonida kuzatildi. Bunga alohida e’tibor berish kerakki, shudgordan keyin katta-katta kesaklarni (35-50 sm) hosil bo‘lishi kuzatildi. Sababi tuproqning namligi 9-16 % atrofida bo‘lganda, ushbu holatda tuproqning juda qattiqligi aniqlandi [8].

Yerni shudgorlash jarayonida katta miqdorda yonilg‘ining sarflanishi, plug lemexining ishchi yuzasini tezda yeyilishiga olib kelishi aniqlandi. Natijada yerni shudgorlash ishlari sifatsiz va katta energiya hisobiga bajarilishi kuzatildi. Tuproq qattiqligi uni yumshatish va uvalash uchun mo‘ljallangan ishchi qismlar konstruksiyalarining mustahkamligini ta’minlash uchun juda zarur bo‘lganligi sababli aniqlanadi [8]. Dala sinovi Toshkent viloyatining Ohangaron tumanida joylashgan yerlarga ishlov berish orqali amalga oshirildi (1-jadval).

1-jadval

Yerga ishlov beruvchi plug lemexlarining dala sinovlaridan o‘tkazilgan tajriba natijalari

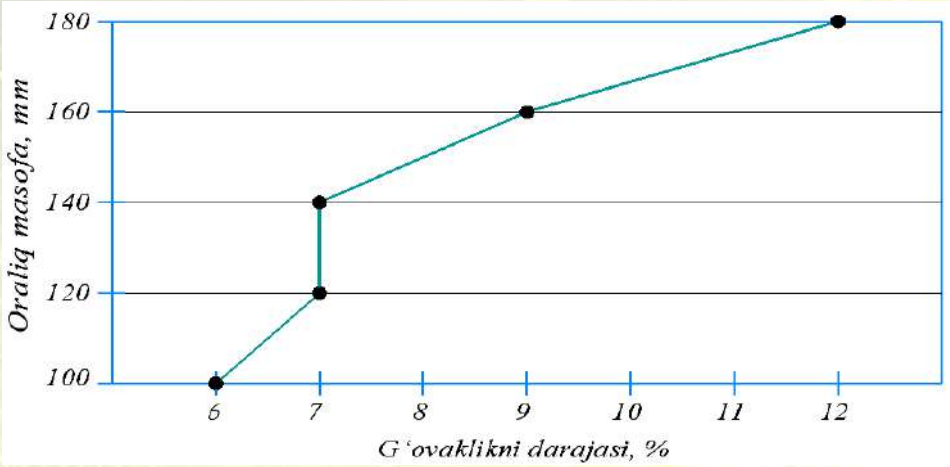
Tuproqning tarkibi	Sinov o‘tkazilgan lemexlar soni, dona	Plug lemexlarining ishga yaroqliligi		S2/ S1
		L53 markali po‘lat, S1, ga	40X markali po‘lat, S2, ga	
Tuproqli, namligi 13,3 - 16,4 %, qattiqligi 1,65 - 4,7 MPa	8	9,5-11	29-30	2,8
Qum va tuproqli, namligi 11,5 - 14,6 %, qattiqligi 1,34 - 2,8 MPa	8	12-14	31-32	2,5

Jadvalda keltirilgan ma’lumotlar tahlilidan, tajriba sinovidan o‘tkazilgan L53 markali po‘lat yeyilishbardoshliligidan 40X markali po‘latdan tayyorlanib temir asosli yuqori xromli metall kukunidan qoplamalar hosil qilingandagi yeyilishbardoshlilik 2,5...2,8 martagacha yuqori bo‘lishi aniqlangan.

Qo‘llanilgan lemexni yeyilishbardoshliligini tashqi ko‘rinishidan, asosan detalning qirquvchi uchi qismidagi yeyilishi tahlilidan dastlabki xulosalarni olish

ISSN 3030-3907

mumkin. Lemexga qoplangan qoplamaning g‘ovaklik darajasini kamayishi ham eyilishbardoshlilik darajasini baholash imkonini beradi (2-rasm).



2-rasm. Qoplamada hosil bo‘lgan g‘ovaklik darajasini oraliq masofaga qarab o‘zgarishi

XULOSA. Yuqori xromli metall kukunidan gaz alangasi yordamida yeyilishbardosh qoplamalar hosil qilinganda qoplamaning g‘ovaklik darajasi 7 % gacha kamaytirish mumkin, qoplamaning qattiqligi 52…54 HRC dan yuqori bo‘lishi kuzatildi. L53 markali po‘latga termik ishlov berib tayyorlangan plug lemexining yeyilishiga nisbatan, taklif qilinayotgan 40X markali po‘latga temir asosli yuqori xromli metall kukunidan gaz alangasi yordamida tayyorlanib, qirquvchi yuzasida qoplama hosil qilingan plug lemexining ish unumdorligini o‘rtacha 2,5-2,8 martagacha oshirish imkonini berdi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Гаркунов Д. Н. Триботехника. М.: МСХА, 2005. 356 с. Панов В.С., Нарва В.К., Дубынина Л.В. Технология получения и свойства спечённых материалов и изделий из них. Лабораторный практикум. - М.: МИСиС “Учёба”, 2007.- С.89-93.

2. Нарва В.К. Технология и свойства порошковых материалов и изделий из них. Конструкционные материалы. Курс лекций.- М.: Изд-во МИСиС, 2010.- С.98-104.

5. Пантеленко Ф. И. Восстановление деталей машин. –М.: Машиностроение, 2003. – 672 с.

6. Бернштейн Д.Б. Лемехе плугов. Анализ конструкций, условий изнашивания и применения материалов // Сельскохозяйственные машины и орудий. – Серия 2. – 1994. – с. 37-39.

7. Бердиев Д.М, Абдуллаев А.Х. Кузиев Г.Ш. Влияние высокохромических порошковых покрытий на износостойкость рабочих поверхностей почвообрабатывающих органов// «Universum: технические науки» научный журнал. Выпуск: 3(120). Март 2024. Часть 2. с. 13-17.

ISSN 3030-3907

8. Бердиев Д.М, Абдуллаев А.Х, Умарова М.А, Ибодуллаев Т.Н. Повышение работоспособности рабочих органов лемеха плуга с помощью высокохромических порошковых покрытий // Journal of Interdisciplinary Science. 2024. pp. 33-37
9. Hamidov A. Qishloq ho‘jaligi mashinalarini loyihalash. Toshkent 1991. -245 b.
10. Berdiyev D.M., Abdullayev B.K., Abdullayev A.X., Kuziyev G.Sh. Yeyilishbardosh qoplama qoplash jarayonining termodinamik ko‘rsatkichlarini hisoblash // “Fan va texnologiyalar taraqqiyoti” Ilmiy–texnikaviy jurnal №1/2025. 125-131 b.

ISSN 3030-3907

UZUMBOG‘ VA TA’MIRLASH ISHLARI UCHUN KO‘CHMA MEXANIK NARVONINI ISHLAB CHIQISH VA UNING TAXLILI

Sobirov Xolxuja Abbozovich
Andijon davlat texnika instituti professori, t.f.n.
E-mail: xasobirov@mail.ru
Tel: +99(891) 614 9591

Annotatsiya. Mazkur maqolada uzunchilikni rivojlantirish soxasi va ta’mirlash ishlarida keng qo‘llanishi mumkin bo‘lgan yangi ko‘chma mexanik narvonning kinematik sxemasi ishlab chiqilgan va uning qiyalikdagi xarakati taxlili keltirilgan.
Kalit so‘zlar: uzumbog‘, pantograf, kinematik sxema, ko‘tarish mexanizmi, kabina, boshqaruv ruli, qiyalik.
Аннотация. В данной статье представлена кинематическая схема новой переносной механической лестницы, которая может широко использоваться в области виноградства и ремонтных работ, а также проанализировано ее движение по склону.
Ключевые слова: виноградный шпалер, пантограф, кинематическая схема, подъемный механизм, кабина, рулевое колесо, уклон.
Abstract. This article presents the kinematic diagram of a new portable mechanical ladder, which can be widely used in viticulture and maintenance work, and analyzes its slope movement.
Keywords: grape trellis, pantograph, kinematic diagram, lifting mechanism, cabin, steering wheel, slope.

KIRISH.

Ko‘chma mexanik narvon uzumzorlarni parvarish qilish hamda uylarning baland joylarini (shiftlarini) ta’mirlashda foydalanidigan jixoz hisoblanadi[1,2]. Uzumchilikni rivojlantirish sohasida bir qator tashkiliy va ilmiy-amaliy ishlar amalga oshirilmoqda. Xususan, O‘zbekiston Respublikasi prezidentining 2021-yil 28-yildagi "Uzumchilikni rivojlantirishda klaster tizimini joriy qilish, sanoatda ilg‘or texnologoyalarga investitsiyalarni qo‘llab-quvvatlash va intensifikatsiya qilish bo‘yicha qo‘shimcha chora- tadbirlar to‘g‘risida”gi PK-5200-sonli qarorining ijrosi uzumchilikni yanada rivojlantirish, uzum yetishtirish, tayyor mahsulotlarni qayta ishlash va ishlab chiqarish hamda klaster tizimini yaratish bo‘yicha samarali ishlar amaliyotga oshirilmoqda. Bog‘dorchilik va uzumchilik selektsiyasi, meva va uzum ekinlarining yangi navlari, ularning texnologiyalarini takomillashtirish, bog‘larni intensiv parvarish qilish, meva va uzum mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash, qishloq xo‘jaligi texnikasini himoya qilish bo‘yicha taqdim etilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari bog‘dorchilikda yangi yechimlardan foydalanish va ularni joriy etishni tavsiflaydi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. Xozirgi kunda foydanilayotgan so‘ritoklar

ADABIYOTLAR TAHLILI.

Xozirgi kunda uzumtokzorlarni parvarish qilishda baland so‘ritoklardan foydalanib kelinmoqda3 (2-rasm). Mazkur so‘ritoklardagi uzumlarni parvarish qilish uchun turli xildagi ko‘chma narvonlardan foydalanish odat bo‘lib qolgan. Ma’lum og‘irlikka ega bo‘lgan narvonlarni bir joydan ikkinchi joyga siljitib, ko‘chirib yurish bog‘bonga bir oz jismonan og‘ir keladi. Ayniqsa baland so‘ritoklardagi uzumlarni parvarish qilishda o‘lchamlari katta va og‘ir narvonlardan foydalaniladi. Shuningdek, nafaqaga chiqqan bog‘bonlarga mazkur muammo yanada ko‘proq salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

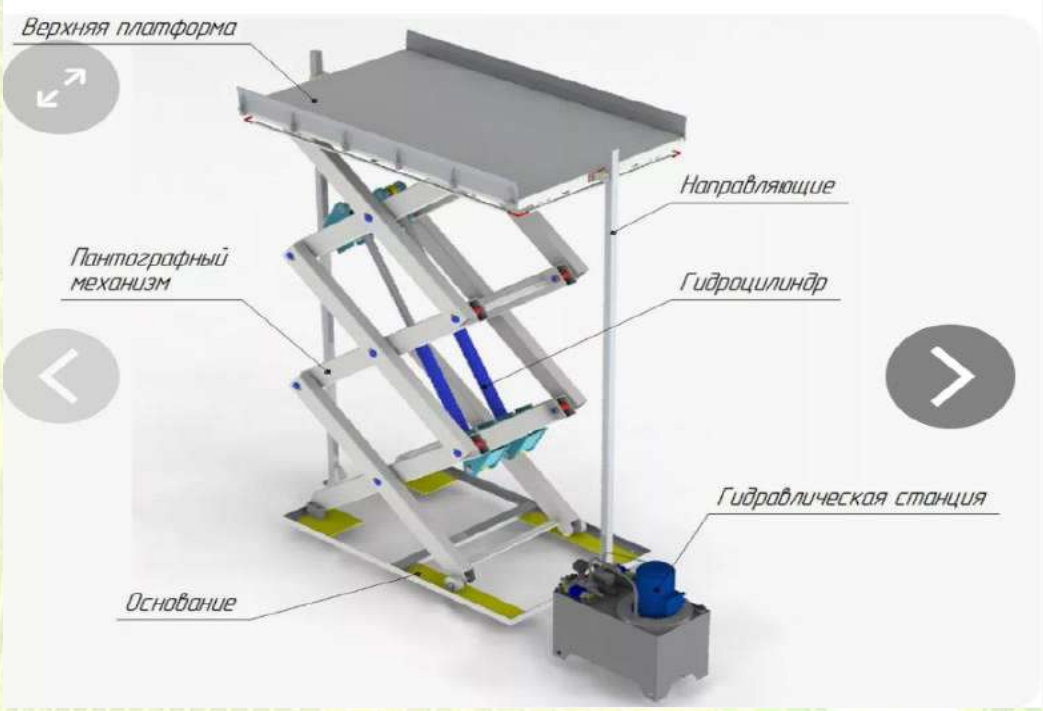
Rasmlarda ko‘rsatilgan g‘ildirakli metall ramali narvonlar uzumzorlarga texnik xizmat ko‘rsatish uchun ishlatilishi ma'lum. Ular tekislikda joylashgan qolib, qo‘lda itarish (surish) orqali harakatlantiriladi. Narvonni siljitish uchun bog‘bon tez-tez narvondan tushishi (taxminan har 1,5 metrda) va keyin yana uzum toklariga ko‘tarilishi kerak.



2-rasm. G‘ildirakli metall ramali narvonlar

ISSN 3030-3907

Shuningdek, hazirgi zamonda balandda turib bajariladigan ishlarni amalga oshirish uchun pantografli gidravlik moslamalardan ham keng ko‘lamda foydalanib kelinmoqda4 (3-rasm). Pantografli gidravlik moslamalar universal ko‘tarma jixozlar bo‘lib sanoat korxonalarida ish unumdorligini va xizmat ko‘rsatish tizimining sifatini oshirishda qo‘llanilmoqda. Gidravlik moslamalar ish unumdorligini va xizmat ko‘rsatish sifatini oshirsada, lekin ularning narxlari ancha qimmat, ta’mirtalab vaqti-vaqti bilan va ekologiyaga ham oz bo‘lsada ta’sir qiladi. Mazkur gidravlik ko‘tarma moslamalardan bo‘darchilikda yoki uy ta’mirlash ishlarida foydalanish ancha mablag‘ni talab qiladi.



3-rasm. Pantografli gidravlik moslama

METODOLOGIYA.

Mazkur texnik muammoni yechish uchun hozirgi kunda dolzarb hisoblanayotgan arzon va ekologiyaga salbiy ta’sir qilmaydigan mexanik uzatmalardan foydalangan. Uzumzorlarni parvarish qilish jarayonini yengillashtirish, bog‘bonlardagi jismoniy kuchni tejash maqsadida bog‘bonlar va uy ta’mirchilari uchun “Ko‘chma mexanik narvon” taklif qilingan5,6 (4-rasm).

Taklif etilgan “Ko‘chma mexanik narvon” ramadan (1), uni xarakatga keltiruvchi yetaklovchi (2) va boshqariluvchi (17) g‘ildiraklardan, xamda unga o‘rnatilgan pantograf (3) yordamida ko‘tariluvchi kabinadan (4) iboratdir. Kabina ichiga qo‘zg‘almas o‘q atrofida aylanuchi kreslo (5) joylashgan.

“Ko‘chma mexanik narvon” ni xarakatga keltirish mexanizmi zanjir (6), yetaklovchi (7) va boshqariluvchi (8) yulduzchalardan tashkil topgan bo‘lib, pedalg‘ (9) yordamida xarakatga keladi. Zanjirni taranglatib turish uchun yulduzcha (10) va prujina (11), to‘rtta yulduzchalardan iborat taranglatish

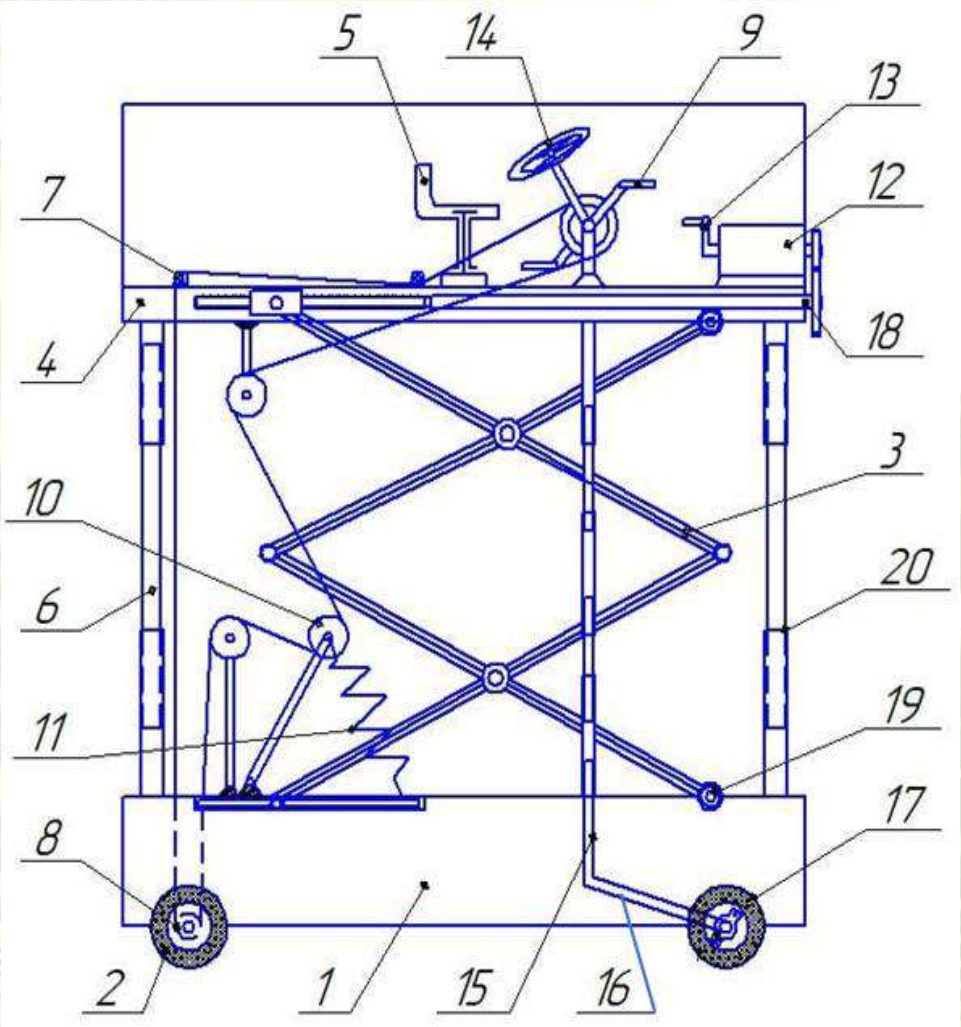
ISSN 3030-3907

mexanizmi o‘rnatilgan. Yulduzchalarning bir jufti ramaga (1) va boshqa bir jufti kabinaga (4) maxkamlangan.

Kabinani ko‘tarish mexanizmi pantograf (3), uning tayanchlarini siljituvchi reduktor (12) va vintdan (rukoyatkadan 13) tashkil topgan. Qo‘l yordamida berilgan aylanma xarakat natijasida vintsimon rezg‘bali val (18) aylanib pantograf tayanchlarini (19) siljitadi va o‘z o‘rnida kabinaning balandligini o‘zgartirishga imkon beradi [1,2].

“Ko‘chma mexanik narvon” ning xarakat yo‘nalishi rulg‘ (14), teleskopik val (15) va richag (16) vositasida boshqariladi. Buning uchun oldi g‘ildiraklarning (17) aylanish o‘qlari richaklarga (16) bog‘langan.

Kabinani (4) tik xolda mustaxkam ushlab turish va vertikal xarakatni amalga oshirish uchun ramaga (1) to‘rtta teleskopik ustunlar o‘rnatilgan.



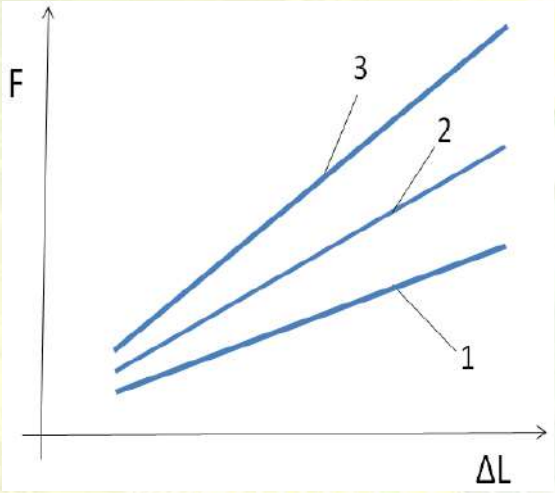
4-rasm. Ko‘chma mexanik narvonning kinematik sxemasi

Taklif qilinayotgan qurilmaning eng muhim elementi chosilishga ishlaydigan prujinadir (11). Moslamada kabinaning (4) harakatini nazarda tutsak, undan kelib chiqib prujina keng diapazonda (hatto 1-2 metrgacha) deformatsiyaga

ISSN 3030-3907

uchrashi e’tiborga olingan. Prujinaning konstruktiv uzunligaini qabul qilish uchun materiallar qarshiligi faniga murojat qilamiz.

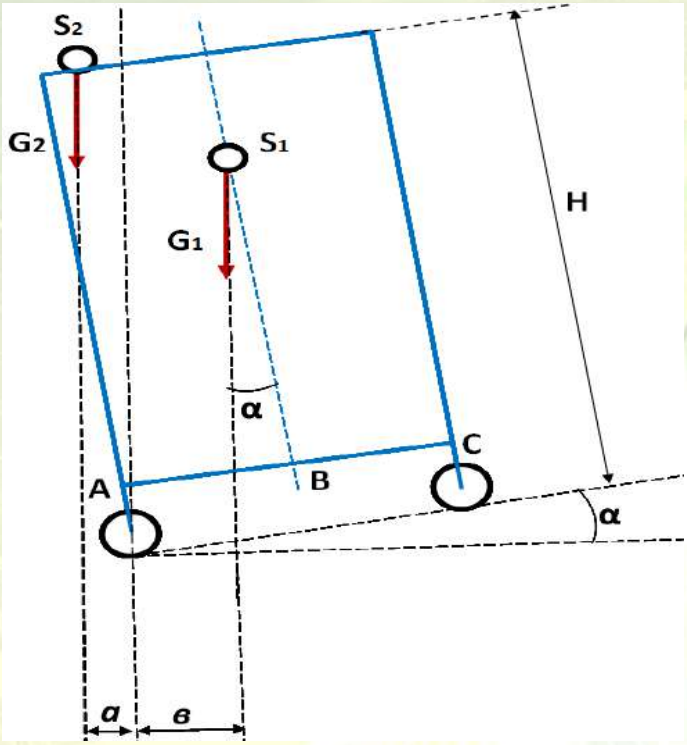
Guk qonunidan foydalanib, qattiqlik jihatidan farq qiluvchi prujina (11) uzunliklari ΔL ga bog‘liq holda F deformatsiya kuchining o‘zgarishini ko‘rsatuvchi diagrammalar tuzildgan[7,8] (5-rasm). Qurilma uchun haqiqiy dizaynda erishish qiyin bo‘lgan doimiy taranglik kuchi F ni ta'minlash maqsadga muvofiqdir. Biz tomondan 1-diagramma gorizontalga yaqin bo‘lgan texnik yechimni ishlab chiqilgan.



5-rasm. Prujina deformatsiyasining taranglik kuchiga bo‘gliqlik diagrammalari

Bilamizki, uzum bog‘lar xududlari doimo tekisliklardan iborat bo‘lavermaydi. Shuningdek, mazkur narvonni bir joydan boshqa joyga ko‘chirishdagi yo‘llar xam turli baland pastliklardan iborat bo‘lishi mumkin. Shular sababli narvonning ruxsat etilgan qiyalik darajasini aniqlab qo‘yish undan foydalanishdagi turli noxushliklarni oldini olish demakdir. Boshqacha aytganda qanday qiyaliklardan o‘tishda yoki qiyaliklarda ishlashda mazkur narvon ag‘darilmay xizmat ko‘rsatadi. 6-rasmda narvonning qiya tekislikda joylashgan sxemasi keltirilgan[6,9].

ISSN 3030-3907



6-rasm. Qiya tekislikda joylashgan ko‘chma mexanik narvon sxemasi

Sxemada: G_1 , G_2 – mos ravishda, narvon va bog‘bonning og‘irlik kuchlari; S_1 va S_2 – og‘irlik markazlari (bog‘bon o‘z o‘rnidan chetga o‘tgan bo‘lishi mumkin); α – qiyalik burchagi, rad.; N – narvonning balandligi, m.; AS – narvonning eni, m.; a , v – A nuqtaga nisbatan kuch yelkalari, m.

MUHOKAMA VA NATIJALAR.

Mazkur narvon ag‘darilmay turishi uchun barcha kuchlarning A nuqtaga nisbatan momentlari quyidagi munosabatda bo‘lishi kerak:

$$G_1 * v > G_2 * a \qquad (1)$$

bu yerda

$$v = 0{,}5AC - S_1V * tg(\alpha),$$
$$a = N * tg(\alpha)$$

yoki

$$G_1 * (0{,}5AC - S_1V * tg(\alpha)) > G_2 * N * tg(\alpha). \qquad (2)$$

(2) tengsizlikdan topamiz $tg(\alpha) < 0{,}5G_1 * AC / (G_1 * S_1V + G_2 * N)$

yoki

$$\alpha < arctg\,[0{,}5G_1 * AC / (G_1 * S_1V + G_2 * N)] \qquad (3)$$

Maskur texnik yechimni amalda tayyorlab ko‘rish uchun parametrlarga aniq o‘lchamlar berib ko‘rilgan. Shundan kelib chiqib, mazkur narvonni loyixalash va tayyorlash uchun parametrlarga quyidagi qiymatlar berilgan. U holda ruxsat etilgan qiyalik burchagi teng bo‘lar ekan:

$$G_1 = 150\ kG,\ G_2 = 90\ kG,\ N = 3{,}5m.,\ AS = 1{,}5m.,\ S_1V = 2{,}0\ m.$$

Demak,

ISSN 3030-3907

$\alpha < arctg\ [0,5*150*1,5 / (150*2 + 90*3,5)] = arctg\ (0,183)$

yoki $\alpha < 10^0 24^I$.

Tajribalarni hisobga olgan holda qabul qilamiz, ruxsat etilgan qiyalik mazkur narvon uchun berilgan qiymatlarda: $[\alpha] \leq 8^0$.

XULOSA VA TAKLIFLAR.

Uzumbog‘larni parvarish qilish va ta’mirlash ishlarini bajarishda bog‘bon va ishchilarning mehnat samaradorligini oshirishga imkon beruvchi va ishlarda qulay bo‘lgan ko‘chma mexanik narvonning kinematik sxemasi ishlab chiqildi. Mazkur narvonni loyixalash va tayyorlash uchun real parametrlarga asoslanib ruxsat etilgan qiyalik burchagi aniqlandi va belgilandi. Mazkur taklif qilinayotgan ko‘chma mexanik shotidan nafaqat uzumbog‘larni parvarish etishda, balki binolarni ta’mirlashda ham keng ko‘lamda foydalanish mumkin deb hisoblaymiz.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Ипатов П.П., Финкель А.Ф. Монтажные подъемно-транспортные механизмы. Учебное пособие. – М. Стройиздат, 2010. - 235с.

2. Лагерев А. В. Оптимальное проектирование подъемно-транспортных машин: учебное пособие для вузов / А. В. Лагерев, И. А. Лагерев. — Москва: Издательство Юрайт, 2022. https://pk-se.ru/products/category/lestnica-s-ploshchadkoy https://gtstandart.ru/gidravlicheskiy-podemnyy-stol-500-kg-v-g/

3. https://nauchniyimpuls.ru/index.php/noiv/article/view/15357.

4. МОБИЛЬНОЕ МЕХАНИЧЕСКОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ УХОДА ЗА ВИНОГРАДНИКАМИ (Международный научный журнал No 20 (100), часть 1, «Новости образования: исследование в XXI веке», 1 Апреля, 2024).

5. Собиров Х., Фозилжонова Х. Переносное механическое устройство для обработки виноградников. YANGI MATERIALLAR TEXNOLO-GIYASI: MASHINASOZLIKDA QO‘LLANILADIGAN POLIMER KOMPOZIT MATERIALLARNING RIVOJLANISH ISTIQBOLLARI. Халқаро илмий-амалий конф. Андижон, 2022. 2-шўба, 323-325 бет.

6. Собиров Х., Саидова Д. Uzum bog‘lar uchun ko‘chma mexanik narvonning ekologik va iqtisodiy samaradorligi haqida. BARQAROR RIVOJLANTIRISH DOIRASIDA YENGIL SANOAT, OZIQ-OVQAT VA QISHLOQ XO‘JALIGI SOHALARINING INNOVATSION TEXNOLOGIYALARIDAGI O‘RNI. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman.Termiz, 2025. 1-шўба, 102-103 бет.

а. Собиров Х., Саидова Д. О конструкции переносной механической лестницы для виноградников. SURXONDARYO VILOYATIDA MUHANDISLIK VA AGROTEXNOLOGIYALAR SOHALARINI RIVOJLANTIRISH ISTIQBOLLARI. Xalqaro ilmiy-amaliy anjuman.Termiz, 2025. 1-qism, 287-288 бет.

ISSN 3030-3907

7. Собиров Х.А., Атабаев К. Предварительный синтез основных параметров переносного механического устройства для обработки виноградников. Всероссийская научно-практическая конференция «МАШИНОСТРОЕНИЕ: НОВЫЕ КОНЦЕПЦИИ И ТЕХНОЛОГИИ». 28 октября 2022 г. Стр.123-127.

ISSN 3030-3907

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АНТИФРИЗОВ НА ОСНОВЕ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЗАВИСИМОСТЕЙ

Айрапетов Дмитрий Алексеевич
Ассистент кафедры «Транспортные энергетические установки» Ташкентского государственного транспортного университета, Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: ayrapetov92@mail.ru
Хакимов Равшан Муминович
Кандидат технических наук, профессор кафедры «Автомобилестроение и производственный инжиниринг» Ташкентского государственного транспортного университета
Республика Узбекистан, г. Ташкент
E-mail: hakimov-ravshan@mail.ru

Аннотация. В статье представлена экспериментальная оценка теплофизических свойств антифризов на основе анализа температурных зависимостей при нагреве и последующем охлаждении. В качестве объектов исследования рассмотрены отработанный, регенерированный и новый (заводской) этиленгликолевый антифриз. Экспериментальные исследования проводились в лабораторных условиях с регистрацией температурных изменений во времени при одинаковых режимах нагрева и охлаждения. На основе полученных данных построены температурные кривые, позволяющие оценить тепловую инерционность и косвенно определить теплоёмкость исследуемых жидкостей. Установлено, что регенерированный антифриз по характеру температурных зависимостей приближается к новому образцу, что свидетельствует о восстановлении его эксплуатационных свойств. Полученные результаты могут быть использованы при оценке качества охлаждающих жидкостей и разработке методов их регенерации.

Ключевые слова: антифриз, охлаждающая жидкость, теплофизические свойства, температурные зависимости, нагрев и охлаждение, регенерация антифриза, экспериментальное исследование, теплоёмкость

Annotatsiya. Ushbu maqolada antifrizlarning issiqlik-fizik xususiyatlari ularning qizdirilish va keyingi sovitilish jarayonlaridagi temperatura bog‘liqliklarini tahlil qilish asosida eksperimental baholangan. Tadqiqot obyekti sifatida ishlatilgan, regeneratsiya qilingan hamda yangi (zavod) etilenglikol asosidagi antifrizlar ko‘rib chiqilgan. Eksperimental tadqiqotlar laboratoriya sharoitida, bir xil qizdirish va sovitish rejimlarida vaqt bo‘yicha temperatura o‘zgarishlarini qayd etish orqali amalga oshirilgan. Olingan ma’lumotlar asosida temperatura egri chiziqlari qurilib,

ISSN 3030-3907

ular orqali issiqlik inertligi baholandi hamda issiqlik sig‘imi bilvosita aniqlandi. Aniqlanishicha, regeneratsiya qilingan antifriz temperatura xatti-harakati bo‘yicha yangi namunaga yaqin natijalarni ko‘rsatadi, bu esa uning ekspluatatsion xususiyatlari tiklanganligini bildiradi. Olingan natijalar sovituvchi suyuqliklar sifatini baholashda va ularni regeneratsiya qilish texnologiyalarini takomillashtirishda qo‘llanilishi mumkin.

Kalit so‘zlar: antifriz, sovituvchi suyuqlik, issiqlik-fizik xususiyatlar, temperatura bog‘liqliklari, qizdirish va sovitish, antifriz regeneratsiyasi, eksperimental tadqiqot, issiqlik sig‘imi

Abstract. This paper presents an experimental evaluation of the thermophysical properties of antifreezes based on the analysis of temperature dependences during heating and subsequent cooling. The study considers three types of coolants: used, regenerated, and new (commercial) ethylene glycol-based antifreeze. The experiments were carried out under laboratory conditions with temperature measurements over time under identical heating and cooling regimes. Based on the obtained data, temperature curves were constructed, allowing the assessment of thermal inertia and indirect evaluation of heat capacity. It was found that the regenerated antifreeze demonstrates temperature behavior close to that of the new sample, indicating the restoration of its operational properties. The results obtained can be used for assessing the quality of coolants and improving regeneration technologies.

Keywords: antifreeze, coolant, thermophysical properties, temperature dependences, heating and cooling, antifreeze regeneration, experimental study, heat capacity

ВВЕДЕНИЕ.

Теплофизические свойства антифризов на основе этиленгликоля существенно отличаются от свойств воды и определяют эффективность их применения в системах охлаждения. К основным характеристикам относятся плотность, теплоёмкость, теплопроводность и вязкость [1].

Установлено, что плотность водных растворов этиленгликоля выше плотности воды на 8–9% и увеличивается с ростом концентрации. В то же время теплоёмкость и теплопроводность уменьшаются, что может снижать эффективность теплообмена [2,3].

Таблица 1

Физические свойства водного раствора этиленгликоля

Объемная доля	Минимальная рабоча	Температура	Плотность	Теплоемкость C_p,	Теплопроводность	Динамическая	Кинематическая

ISSN 3030-3907

в смеси %	я температура t, C	раствора t, C	ρ, кг/м³	кДж/(кг·К)	λ, Вт/(м·К)	вязкость μ, мПа·с	вязкость ν, мм²/с
20	-10	-10	1038	3,85	0,498	5,19	5,0
		0	1036	3,87	0,500	3,11	3,0
		20	1030	3,90	0,512	1,65	1,6
		40	1022	3,93	0,521	1,02	1,0
		60	1014	3,96	0,531	0,71	0,7
		80	1006	3,99	0,540	0,523	0,52
		100	997	4,02	0,550	0,409	0,41
34	-20	-20	1069	3,51	0,462	11,76	11,0
		0	1063	3,56	0,466	4,89	4,6
		20	1055	3,62	0,470	2,32	2,2
		40	1044	3,68	0,473	1,57	1,5
		60	1033	3,73	0,475	1,01	0,98
		80	1022	3,78	0,478	0,695	0,68
		100	1010	3,84	0,480	0,515	0,51
52	-40	-40	1108	3,04	0,416	110,8	100
		-20	1100	3,11	0,409	27,50	25
		0	1092	3,19	0,405	10,37	9,5
		20	1082	3,26	0,402	4,87	4,5
		40	1069	3,34	0,398	2,57	2,4
		60	1057	3,41	0,394	1,59	1,5
		80	1045	3,49	0,390	1,05	1,0
		100	1032	3,56	0,385	0,722	0,7

Кроме того, антифризы обладают значительно большей вязкостью по сравнению с водой, особенно при низких температурах, что приводит к увеличению гидравлических потерь в системе охлаждения [4].

Анализ табличных данных показывает, что при увеличении концентрации этиленгликоля наблюдается снижение теплопроводности до 30% и уменьшение теплоёмкости до 18% по сравнению с водой, что необходимо учитывать при проектировании и эксплуатации систем охлаждения [5,6].

Анализ современных научных работ показывает, что при исследовании теплофизических свойств жидкостей широко применяются экспериментальные методы, основанные на регистрации температурных

ISSN 3030-3907

изменений во времени при нагреве и охлаждении исследуемой среды [7–11]. Такие методы позволяют оценить тепловую инерционность, теплоёмкость и характер теплообмена жидкости.

Таким образом, в настоящей работе теплофизические свойства антифризов определялись на основе экспериментального исследования процессов нагрева и последующего охлаждения.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ.

С целью определения теплофизических характеристик исследуемых охлаждающих жидкостей — отработанного, регенерированного и нового (заводского) антифриза — была проведена серия лабораторных испытаний по оценке их теплофизических характеристик.

Оборудование и материалы

Эксперимент проводился с использованием следующего лабораторного оборудования:

- **Магнитная мешалка Biobase MS7-H550-Pro** с функцией нагрева и перемешивания;
- **Электронный многофункциональный термометр СКТ 4000+** с термопарой для непрерывного измерения температуры;
- **Стеклянные химические стаканы объёмом 1000 мл**;
- **Антифризы трёх типов**:
- – отработанный,
- – регенерированный (после фильтрации) [12-14],
- – новый заводской этиленгликолевый антифриз.

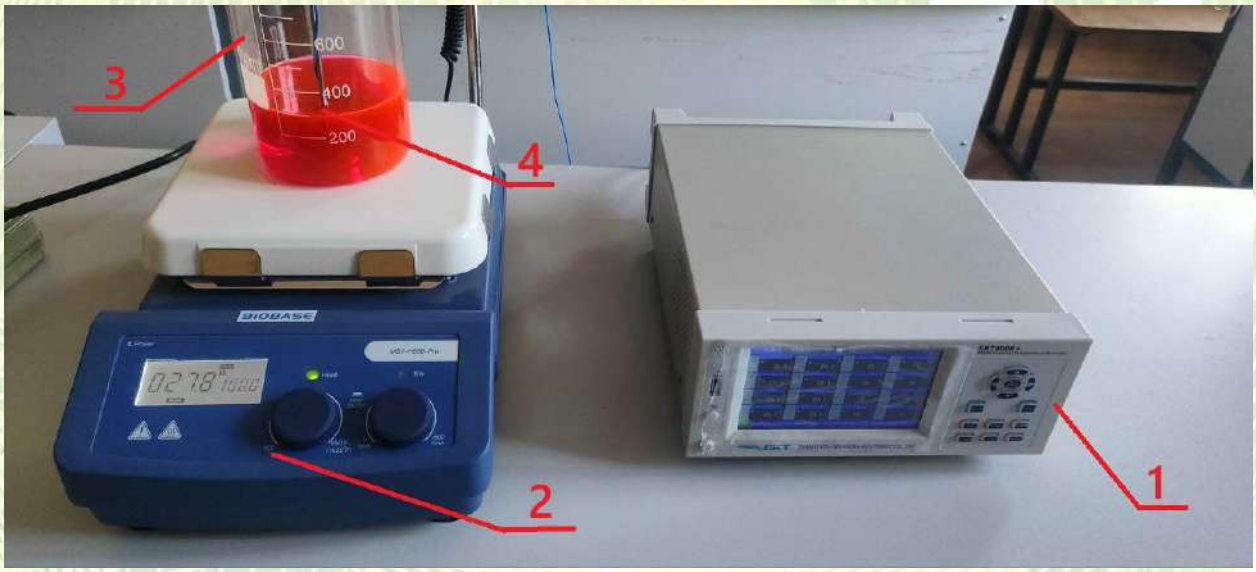


Рисунок 1. Лабораторная установка для определения теплоёмкости антифризов

ISSN 3030-3907

1 — многоканальный термометр СКТ 4000+; 2 — магнитная мешалка Biobase MS7-H550-Pro; 3 — стеклянный химический стакан; 4 — термопара от прибора СКТ 4000+.

Методика проведения эксперимента

1. В стеклянный химический стакан (3) наливается по 300 мл каждого образца антифриза.

2. В каждый образец помещается термопара (4) от прибора СКТ 4000+, а сам стакан размещается на рабочей поверхности магнитной мешалки (2).

3. Все образцы нагреваются до 100 °C при одинаковой температурной установке на мешалке. Перемешивание при нагреве отключено, так как во время предварительных тестов было установлено, что активация мешалки приводит к значительным температурным флуктуациям (до ±5 °C), затрудняющим точную фиксацию динамики нагрева и охлаждения. Для обеспечения достоверности измерений и исключения паразитных колебаний термопары, во всех опытах перемешивание не использовалось. Все образцы исследовались в одинаковых условиях.

4. После достижения температуры 100 °C нагрев отключается. Фиксируется время нагрева от начальной температуры около 30 °C до 100 °C.

5. Также фиксируется время, за которое каждый образец охлаждается **от ≈100 °C до 40 °C**.

6. Все замеры проводятся в **одинаковых условиях**, в том числе:

- объём жидкости;
- расположение термопары;
- мощность и равномерность нагрева;
- температура окружающей среды (≈30 °C);
- отсутствие сквозняков и притока дополнительного тепла.

Обработка данных

Для каждого образца были построены температурные кривые нагрева и остывания. На основании полученных графиков сделан расчёт времени теплопередачи и проанализированы различия в теплоёмкости. Более высокая теплоёмкость проявляется в длительном времени нагрева и медленном охлаждении.

ISSN 3030-3907

Таблица 2.

Температурные значения нагрева антифризов (корректированная версия)

№	Время опыта	Отработанный антифриз, °C	Регенерированный антифриз, °C	Новый заводской антифриз, °C
1	00:00:00	31.0	31.0	30.1
2	00:03:45	40.6	40.7	44.8
3	00:07:30	57.5	57.2	60.4
4	00:11:15	71.8	70.6	73.5
5	00:15:00	83.5	81.9	83.2
6	00:18:45	92.0	88.4	88.6
7	00:22:30	99.7	92.8	94.6
8	00:26:15	101.7	97.0	99.4
9	00:30:00	99.8	98.7	98.2
10	00:33:45	96.3	94.9	92.5
11	00:37:30	92.4	88.9	87.8
12	00:41:15	87.8	85.3	83.1
13	00:45:00	84.4	80.3	77.7
14	00:48:45	81.1	75.0	74.5
15	00:52:30	77.5	71.9	70.4
16	00:56:15	74.3	68.6	66.4
17	01:00:00	71.6	65.4	64.1
18	01:03:45	69.4	62.3	62.2
19	01:07:30	66.8	60.0	59.1
20	01:11:15	64.5	57.7	57.9
21	01:15:00	62.4	55.9	55.8
22	01:18:45	60.7	54.5	54.0
23	01:22:30	58.8	52.5	52.5
24	01:26:15	57.2	51.2	50.8
25	01:30:00	55.7	49.4	49.1
26	01:33:45	54.2	48.2	47.8
27	01:37:30	52.4	47.1	46.9
28	01:41:15	51.3	46.1	45.7
29	01:45:00	49.8	45.0	44.5
30	01:48:45	49.1	43.9	43.9
31	01:54:50	47.4	42.6	42.5

ISSN 3030-3907

Для исследования тепловых свойств охлаждающих жидкостей (отработанного, регенерированного и нового антифриза) была проведена серия высокочастотных измерений температуры. Всего по каждому образцу зафиксировано около 1400 температурных точек с интервалом примерно 5 секунд в условиях одинакового нагрева без перемешивания.

С целью улучшения наглядности и удобства восприятия, в таблице 2 приведены сокращённые значения температуры — отобраны 31 репрезентативных точек, равномерно распределённых по всей продолжительности эксперимента.

На основании полного массива данных построены температурные графики, отражающие динамику нагрева и охлаждения всех трёх образцов.

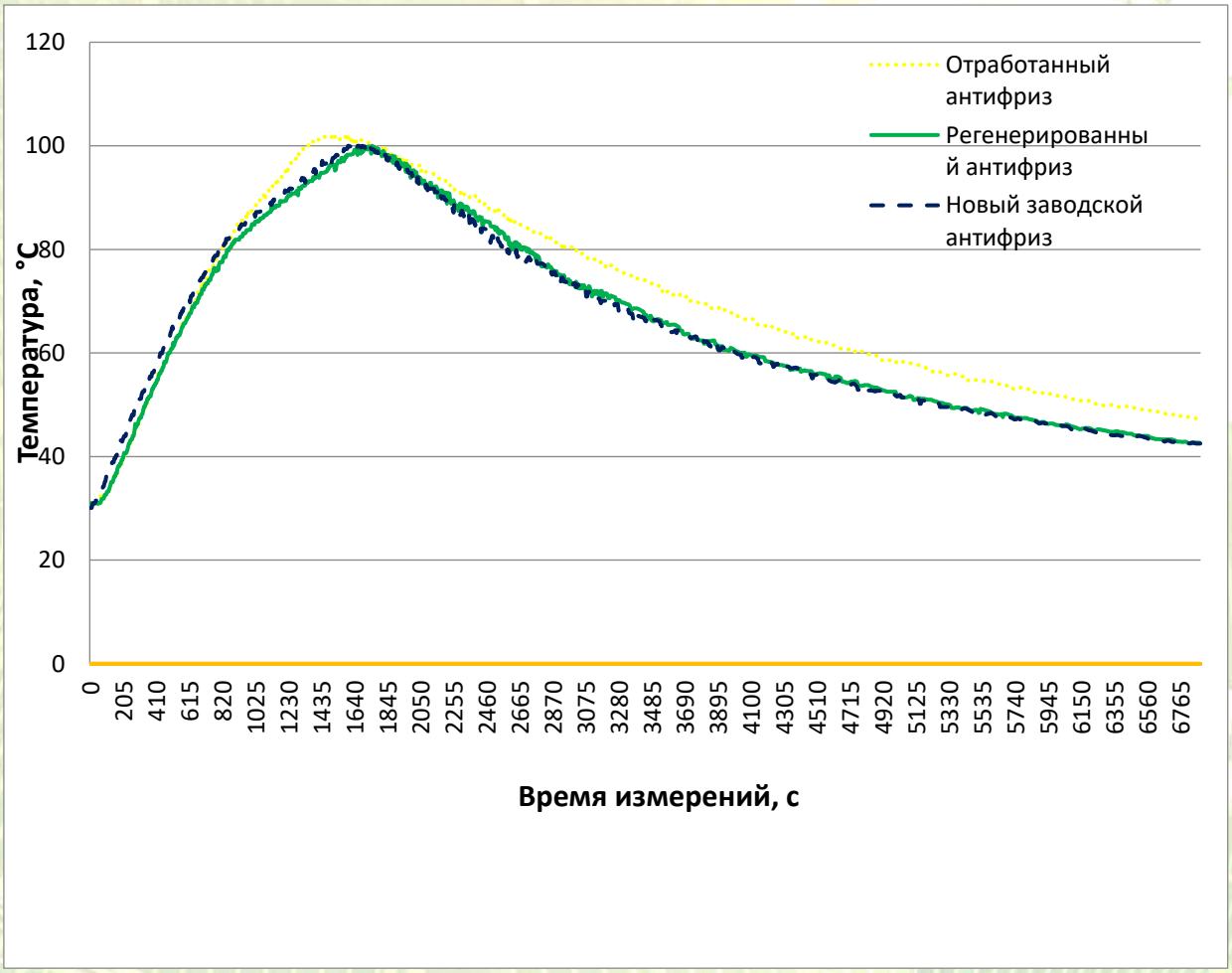


Рисунок 2. Сравнение термодинамических характеристик антифризов при нагреве до 100 °C и последующем охлаждении

На основании полного массива экспериментальных данных (более 1400 точек на каждый образец с шагом 5 секунд) был построен температурный график, отражающий процесс нагрева и охлаждения трёх типов антифриза. Как видно на графике, отработанный антифриз достигает пика температуры быстрее, но также медленнее остывает, что свидетельствует об изменении

ISSN 3030-3907

теплофизических свойств и снижении интенсивности, но и потенциально на более медленную теплопередачу. Регенерированный антифриз демонстрирует поведение, близкое к новому заводскому образцу, что подтверждает эффективность проведённой регенерации и сохранение необходимых термодинамических свойств.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

В результате проведённого исследования выполнена экспериментальная оценка теплофизических свойств антифризов на основе анализа температурных зависимостей при нагреве и последующем охлаждении. Разработана и апробирована методика лабораторного определения температурных характеристик охлаждающих жидкостей, обеспечивающая получение достоверных и воспроизводимых результатов при одинаковых условиях эксперимента.

Анализ полученных температурных кривых показал, что отработанный антифриз характеризуется изменёнными теплофизическими свойствами, что проявляется в особенностях его нагрева и охлаждения. В то же время регенерированный антифриз демонстрирует температурное поведение, близкое к новому (заводскому) образцу, что свидетельствует о восстановлении его эксплуатационных характеристик после проведения регенерации.

Установлено, что использование температурных зависимостей позволяет косвенно оценивать теплоёмкость и тепловую инерционность охлаждающих жидкостей без применения сложного измерительного оборудования. Предложенный подход может быть использован для оперативной оценки состояния антифризов в лабораторных и эксплуатационных условиях, а также при разработке и совершенствовании технологий их регенерации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. А.Тешебаев (2024). О Теплоносителях (хладоносителях) используемых в процессах теплообмена энергосистем. Research focus international scientific journal, 3(2). https://doi.org/10.5281/zenodo.10646100

2. Теплофизические свойства водных растворов этиленгликоля [Электронный ресурс]. – URL: https://himtermo.ru/teplonositeli/teplofiz_svoystva_vod_rastv_etilen/

3. Физические свойства водного раствора этиленгликоля [Электронный ресурс]. – URL: https://chillers.ru/bibl/allowances/mat/glicolproperties2.php

ISSN 3030-3907

4. Свойства этиленгликоля и его водных растворов (антифризов) [Электронный ресурс]. – URL: https://thermalinfo.ru/svojstva-zhidkostej/voda-i-rastvory/svojstva-etilenglikolya-c2h4-oh-2-vodnyj-rastvor-antifriz
5. Ethylene glycol and water solutions: physical properties [Электронный ресурс]. – URL: https://dpva.ru/Guide/GuideMedias/Antifreeze/EthyleneGlikolClizerinWater/
6. Физические свойства водного раствора этиленгликоля [Электронный ресурс]. – URL: https://www.highexpert.ru/content/liquids/egw_solutions.html
7. Kakaç S., Pramuanjaroenkij A. Review of convective heat transfer enhancement with nanofluids // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2009. – Vol. 52. – P. 3187–3196.
8. Vajjha R.S., Das D.K. Experimental determination of thermal conductivity of three nanofluids and development of new correlations // International Journal of Heat and Mass Transfer. – 2009. – Vol. 52. – P. 4675–4682.
9. Yu W., Xie H. A review on nanofluids: preparation, stability mechanisms, and applications // Journal of Nanomaterials. – 2012. – Article ID 435873.
10. Saidur R., Leong K.Y., Mohammad H.A. A review on applications and challenges of nanofluids // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2011. – Vol. 15. – P. 1646–1668.
11. Sharma A., Tyagi V.V., Chen C.R., Buddhi D. Review on thermal energy storage with phase change materials // Renewable and Sustainable Energy Reviews. – 2009. – Vol. 13. – P. 318–345.
12. Hakimov, R., & Ayrapetov, D. (2024). Regeneration of spent low-freezing liquids. AIP Conference Proceedings, 3045, 030064. https://doi.org/10.1063/5.0197857
13. Khakimov, R., & Ayrapetov, D. (2023). Development of a method for the regeneration of used low-freezing liquids. ISJ Theoretical & Applied Science, 04 (120), 239-243.
14. Айрапетов Д.А., Хакимов Р.М., Алимухамедов Ш.П. Усовершенствованный метод очистки и повторного использования отработанных охлаждающих жидкостей // Universum: технические науки : электрон. научн. журн. 2025. 9(138).

ISSN 3030-3907

ПРЕПОДАВАНИЕ ИНЖЕНЕРНОЙ И КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ ТРАНСФОРМАЦИИ ОБРАЗОВАНИЯ

Умарова Дилфуза Сатволдиевна

АГТИ, старший преподаватель кафедры «Общетехнических дисциплин»

E-mail: tex.umarova@gmail.com

Аннотация. В статье рассматриваются теоретические и методические основы преподавания инженерной и компьютерной графики в условиях цифровой трансформации технического образования. Анализируются возможности CAD-систем, средств трехмерного моделирования и цифровых визуальных ресурсов в развитии пространственного мышления, графической грамотности и профессиональных компетенций студентов. Обосновывается необходимость сочетания классической графической подготовки и современных цифровых инструментов. Предлагается структурная модель обучения, включающая этапы теоретической подготовки, графического анализа, работы в CAD-среде, трехмерного моделирования и рефлексивной коррекции результатов. В работе представлены сравнительные таблицы и диаграммы, отражающие дидактический потенциал цифрового подхода, изменение трудоемкости выполнения заданий и педагогические эффекты визуализации. Делается вывод о том, что цифровые технологии в курсе инженерной и компьютерной графики выступают не только техническим средством выполнения построений, но и полноценным педагогическим ресурсом профессиональной подготовки будущих инженеров.

Ключевые слова: инженерная графика, компьютерная графика, цифровые технологии, CAD-системы, 3D-моделирование, пространственное мышление, графическая грамотность, профессиональные компетенции, визуализация, инженерное образование.

Annotatsiya. Mazkur maqolada texnik ta’limning raqamli transformatsiyasi sharoitida muhandislik va kompyuter grafikasi fanini o‘qitishning nazariy hamda metodik asoslari yoritilgan. CAD tizimlari, uch o‘lchamli modellashtirish vositalari va raqamli vizual resurslarning talabalarda fazoviy tafakkur, grafik savodxonlik va kasbiy kompetensiyalarni rivojlantirishdagi o‘rni tahlil qilingan. An’anaviy grafik tayyorgarlikni zamonaviy dasturiy vositalar bilan uyg‘unlashtirish zarurligi asoslab berilgan. Maqolada nazariy tayyorgarlik, grafik tahlil, CAD muhitida ishlash, 3D modellashtirish va refleksiv tahlil bosqichlarini o‘z ichiga olgan o‘qitish modeli taklif etilgan. Jadval va diagrammalar orqali raqamli yondashuvning didaktik

ISSN 3030-3907

salohiyati, topshiriqlarni bajarishdagi mehnat sig‘imi hamda vizualizatsiyaning pedagogik samaralari ko‘rsatib berilgan.

Kalit so‘zlar: muhandislik grafikasi, kompyuter grafikasi, raqamli texnologiyalar, CAD tizimlari, 3D modellashtirish, fazoviy tafakkur, grafik savodxonlik, kasbiy kompetensiyalar, vizualizatsiya, muhandislik ta’limi.

Abstract. The article discusses the theoretical and methodological foundations of teaching engineering and computer graphics under the conditions of digital transformation in technical education. It examines the role of CAD systems, 3D modeling tools, and digital visual resources in the development of spatial thinking, graphic literacy, and professional competencies of students. The need to combine classical graphic training with contemporary digital instruments is substantiated. A staged instructional model is proposed, including theoretical preparation, graphic analysis, CAD-based activity, three-dimensional modeling, and reflective correction of results. Comparative tables and diagrams are included to demonstrate the didactic potential of digital technologies, changes in task completion time, and pedagogical effects of visualization. The paper concludes that digital technologies in engineering graphics serve not only as technical tools, but also as a full-fledged pedagogical resource for future engineers.

Keywords: engineering graphics, computer graphics, digital technologies, CAD systems, 3D modeling, spatial thinking, graphic literacy, professional competencies, visualization, engineering education.

ВВЕДЕНИЕ.

Современная инженерная деятельность развивается в условиях глубокой цифровой трансформации, затрагивающей проектирование, производство, контроль качества, техническую диагностику и сопровождение жизненного цикла изделия. Это меняет требования к выпускнику технического вуза: он должен уметь интерпретировать графическую информацию, преобразовывать её в цифровую модель, работать с параметрическими объектами и использовать программные средства инженерного анализа. В такой ситуации инженерная и компьютерная графика перестает быть только дисциплиной о правилах выполнения чертежа. Она становится важной частью профессиональной подготовки, формирующей у студентов способность мыслить конструктивно, пространственно и технологически.

Традиционная модель обучения инженерной графике исторически опиралась на объяснение теоретических основ, ручное черчение и поэтапное выполнение графических заданий на бумаге. Этот подход сохраняет ценность, поскольку именно он формирует понимание геометрической

ISSN 3030-3907

сущности изображения, принципов проецирования, логики выбора видов, разрезов и сечений. Однако в условиях цифрового производства одной только ручной подготовки уже недостаточно. Студент должен уметь переносить графическую идею в цифровую среду, выполнять моделирование, корректировку, масштабирование и электронное документирование [1].

Внедрение CAD-систем и трехмерного моделирования радикально изменило способы представления технической информации в учебном процессе. Преимущество цифровой среды заключается не только в ускорении отдельных операций, но и в расширении дидактических возможностей преподавателя. Появляется возможность демонстрировать динамику построения, мгновенно исправлять ошибки, визуализировать скрытые элементы конструкции, сопоставлять 2D-изображение с 3D-моделью, а также включать в учебный процесс проектные задания, близкие к реальной инженерной практике [2].

В то же время цифровизация обучения не должна приводить к подмене инженерного мышления набором программных команд. Если обучающийся усваивает только последовательность инструментов интерфейса, не понимая геометрической природы объекта, образовательный результат оказывается поверхностным. Поэтому актуальной задачей становится разработка такой методики, которая объединяет классические основы инженерной графики и современные цифровые средства, сохраняя фундаментальность дисциплины и усиливая её практическую направленность. Цель настоящей статьи состоит в обосновании методической модели преподавания инженерной и компьютерной графики в цифровой образовательной среде, а также в раскрытии её дидактических преимуществ посредством таблиц, схем и аналитических визуализаций.

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ.

В научно-методической литературе инженерная графика рассматривается как основа графической коммуникации в техническом образовании. Работы, посвящённые графическим коммуникациям для инженеров, подчеркивают, что эта дисциплина формирует язык взаимодействия между проектной идеей и производственной реализацией, поскольку именно через графические образы студент учится структурировать конструктивную информацию, определять взаимосвязь элементов и описывать будущий объект средствами стандартизированного изображения [3].

ISSN 3030-3907

Современные исследования по инженерному черчению и графике также показывают, что в международной практике существенное значение придается сочетанию стандартов, проектной культуры и цифровых инструментов. Руководства по инженерному черчению, ориентированные на международные стандарты, демонстрируют, что обучение графике эффективно тогда, когда оно соединяет геометрические построения, правила оформления документации и использование актуальных программных средств проектирования [4].

Отдельное направление исследований связано с применением AutoCAD и аналогичных программ в учебном процессе. Публикации и учебные издания по работе в AutoCAD подчеркивают, что программная среда может выступать не только средством подготовки чертежа, но и площадкой для формирования инженерной логики, если преподаватель связывает каждое цифровое действие с теоретическим содержанием дисциплины: понятием проекции, принципами размерного оформления, выбором масштаба, анализом формы и последовательностью моделирования [5].

Важный пласт научных работ касается развития пространственного мышления обучающихся. Исследования, посвященные визуализации и применению трехмерных моделей в инженерном образовании, показывают, что электронные модели и дополненная реальность способствуют ускоренному формированию пространственных представлений, особенно у студентов начальных курсов, испытывающих трудности при переходе от двумерного изображения к объемному объекту [6]. Это подтверждает, что цифровые ресурсы должны рассматриваться как педагогический инструмент развития мышления, а не исключительно как средство технической автоматизации.

Педагогическая теория, в том числе классические труды по методам обучения, подчеркивает необходимость органичного сочетания объяснения, самостоятельной деятельности, наглядности и контроля. Именно эта логика особенно важна для инженерной графики, где результат обучения определяется не только объемом информации, но и способностью студента применять знания в процессе графического анализа и проектирования [7]. Следовательно, методическая модель цифрового обучения должна быть выстроена не вокруг программного продукта как такового, а вокруг педагогически осмысленной последовательности действий.

МЕТОДОЛОГИЯ.

ISSN 3030-3907

Предлагаемая в статье модель исходит из того, что обучение инженерной и компьютерной графике должно разворачиваться поэтапно и последовательно.

Первый этап связан с теоретической подготовкой. На этом этапе студент осваивает систему графических понятий, правила построения изображений, требования к оформлению, логику выбора необходимого набора видов и нормативные основы инженерной документации. Теоретический этап сохраняет своё значение даже в полностью цифровой образовательной среде, поскольку он формирует основу для дальнейшего осмысленного действия.

Второй этап представляет собой графический анализ. Здесь обучающийся учится распознавать форму объекта, выделять его конструктивные элементы, определять видимость линий, понимать взаимосвязь между проекциями и подбирать адекватные способы изображения. Именно этот этап становится мостом между теорией и цифровой практикой. Он особенно важен, поскольку предотвращает механическое использование программных инструментов без понимания содержания построения.

Третий этап — работа в CAD-среде. Студент выполняет построения уже с использованием цифровых инструментов, но каждое действие соотносится с ранее усвоенными правилами. Цифровая среда помогает быстрее выполнить повторяющиеся операции, удобно корректировать ошибки, создавать слои, параметры и аннотации. Однако педагогическая ценность этого этапа проявляется только тогда, когда программные действия сопровождаются смысловым анализом.

Четвертый этап связан с трехмерным моделированием и визуализацией. Здесь обучающийся переходит от плоского изображения к объемному объекту, рассматривает деталь под разными углами, анализирует её внутреннюю структуру, выполняет сечения и сравнивает пространственный образ с комплектом чертежных изображений. Пятый этап — контроль, коррекция и рефлексия — завершает цикл. На этом этапе преподаватель и студент анализируют качество решения, выявляют типичные ошибки и обсуждают оптимальные способы построения. Такая модель объединяет фундаментальную подготовку, цифровые компетенции и реальную проектную логику.

Логика предложенной модели может быть представлена через взаимосвязь этапов обучения, типовых инструментов и ожидаемых дидактических результатов.

ISSN 3030-3907

Таблица 1

Структура цифровой модели обучения инженерной графике

Этап	Содержание работы	Инструменты	Ожидаемый результат
I.	Освоение теоретических основ графики, проецирования и стандартов	Лекция, разбор примеров, схемы, доска, презентация	Понимание базовых графических понятий
II.	Графический анализ формы и структуры объекта	Эскиз, анализ видов, разрезов, выбор изображений	Формирование логики графического решения
III.	Выполнение построений в CAD-среде	AutoCAD, Inventor, Fusion, Kompas-3D	Закрепление алгоритмов и цифровых навыков
IV.	Создание 3D-модели и визуализация	Моделирование, вращение, сечения, параметры	Развитие пространственного мышления
V.	Контроль, коррекция и самооценка результата	Анализ ошибок, обсуждение, повторная правка	Рост самостоятельности и качества решений

Дидактический потенциал цифровых технологий

Применение цифровых средств в инженерной графике усиливает ряд базовых дидактических характеристик учебного процесса. Во-первых, возрастает наглядность. Объект перестает быть только статическим изображением и превращается в динамическую модель, доступную для анализа с разных точек наблюдения. Во-вторых, возрастает скорость обратной связи: преподаватель и сам студент быстрее обнаруживают ошибки, поскольку цифровая среда делает неточности заметными уже в процессе построения. В-третьих, расширяется пространство для самостоятельной работы, так как студент может редактировать файл, возвращаться к предыдущему этапу, хранить промежуточные версии и сравнивать решения.

Не менее важен и профессионально-ориентированный эффект. Цифровая графическая подготовка приближает учебные задачи к реальным

ISSN 3030-3907

инженерным сценариям: студент работает с файлами, параметрами, слоями, размерами и моделями так, как это происходит в проектной практике. Благодаря этому дисциплина перестает восприниматься как абстрактный набор учебных упражнений. Она приобретает прикладной смысл и начинает выполнять функцию ранней профессиональной адаптации [8].

Сопоставление традиционного и цифрового подходов удобно представить в виде сравнительной таблицы и диаграммы. Такие аналитические материалы позволяют увидеть, что преимущества цифровой среды проявляются не только в скорости или удобстве, но и в глубине понимания формы, в качестве пространственного анализа и в уровне самостоятельности обучающихся.

Таблица 2

Сопоставление традиционного и цифрового подходов в обучении

Параметр	Традиционный подход	Цифровой подход
Степень наглядности	Ограничена плоским изображением	Высокая за счет 3D-визуализации и динамики
Исправление ошибок	Трудоемкое, часто требует повторного выполнения	Оперативное, с возможностью корректировки в процессе
Формирование цифровых навыков	Практически отсутствует	Системное развитие навыков работы с CAD
Связь с практикой проектирования	Косвенная	Непосредственная, через моделирование и документирование
Уровень самостоятельности	Средний	Повышенный за счет файловой и параметрической работы

ISSN 3030-3907

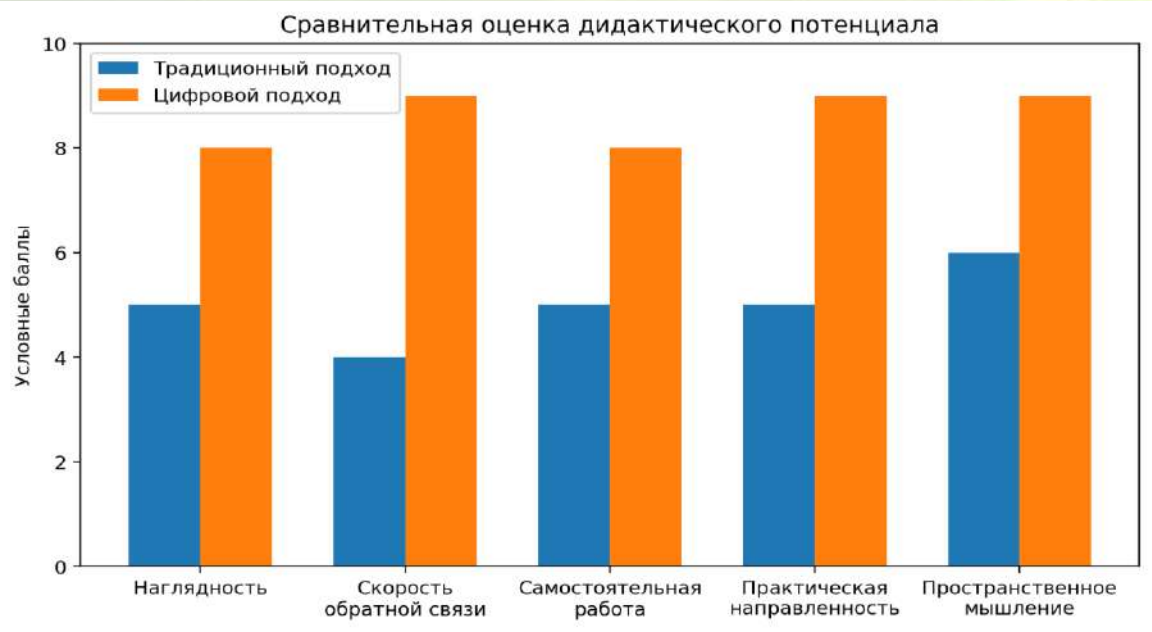


Рисунок 1 — Сравнительная оценка дидактического потенциала традиционного и цифрового подходов

Пространственное мышление и визуализация

Одной из наиболее сложных задач курса инженерной графики является развитие пространственного мышления. Студент должен не только понимать, как выглядит готовый чертёж, но и уметь мысленно восстановить по нему форму реального объекта. Для многих обучающихся на начальных этапах именно это становится основным затруднением. Двухмерное изображение не всегда позволяет быстро увидеть объем, внутренние полости, взаимное расположение элементов и особенности конструкции.

Трехмерное моделирование значительно снижает эту трудность. Когда обучающийся может вращать модель, скрывать и отображать элементы, выполнять виртуальные разрезы и сопоставлять 3D-объект с набором видов, процесс формирования пространственного представления становится более осмысленным. Визуализация работает как интеллектуальная опора, помогающая перейти от формального запоминания к конструктивному пониманию формы [6].

Одновременно с этим возрастает и точность графического анализа. Студент лучше понимает, почему определенный вид является главным, зачем нужен тот или иной разрез, какие линии должны быть видимыми, а какие — скрытыми. Таким образом, цифровая среда не только облегчает работу, но и усиливает содержательную сторону обучения, делая её более логичной и глубокой.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

ISSN 3030-3907

Проведённый анализ показал, что цифровизация преподавания инженерной графики оказывает заметное влияние как на качественные, так и на организационные показатели учебного процесса. Одним из наиболее значимых параметров выступает трудоёмкость выполнения графических заданий в зависимости от уровня их сложности. При традиционном подходе усложнение задания, как правило, сопровождается непропорциональным ростом времени выполнения, поскольку студенту приходится многократно повторять однотипные операции вручную, заново перестраивать отдельные элементы и тратить дополнительные усилия на исправление неточностей.

В цифровой среде зависимость времени выполнения от сложности задания сохраняется, однако её характер становится более управляемым. На начальных этапах преимущества могут быть не столь выраженными, поскольку часть времени расходуется на освоение интерфейса и логики программной среды. Тем не менее по мере усложнения заданий преимущества цифрового подхода становятся очевидными: ускоряется редактирование, упрощается масштабирование, быстрее создаются повторяющиеся элементы, удобнее работать с размерами, слоями и параметрами модели. Особенно заметен этот эффект при выполнении комплексных заданий, включающих построение нескольких взаимосвязанных изображений и создание трёхмерной модели.

Аналитическая диаграмма, сопровождающая данный раздел, показывает, что при росте сложности учебного задания преимущество цифрового подхода в затратах времени становится всё более выраженным.

Ещё одним важным результатом является формирование профессионально значимых компетенций. Цифровое обучение инженерной графике должно приводить не просто к освоению конкретной программы, а к развитию комплекса умений, необходимых в будущей инженерной деятельности.

Особую роль играет связь инженерной графики с последующими дисциплинами профессионального цикла. Если студент уже на этапе графической подготовки привыкает воспринимать цифровую модель как рабочий инструмент, ему легче осваивать машиноведение, детали машин, технологическое проектирование, архитектурное моделирование и конструкторскую подготовку. В этом случае инженерная графика выполняет не только учебную, но и интегративную функцию, обеспечивая преемственность между фундаментальными и специальными дисциплинами.

Обсуждение результатов позволяет отметить и мотивационный эффект цифровой среды. Работа с современными программными средствами

ISSN 3030-3907

воспринимается студентами как более близкая к реальной практике, что повышает интерес к дисциплине и способствует более активному включению в учебный процесс. На рисунке 3 приведена аналитическая диаграмма, показывающая, что по мере роста сложности задания преимущество цифрового подхода в затратах времени становится всё более очевидным. Для учебного процесса это означает возможность либо сократить время на рутинные операции, либо перераспределить его в пользу анализа конструкции, обсуждения ошибок и развития проектного мышления.

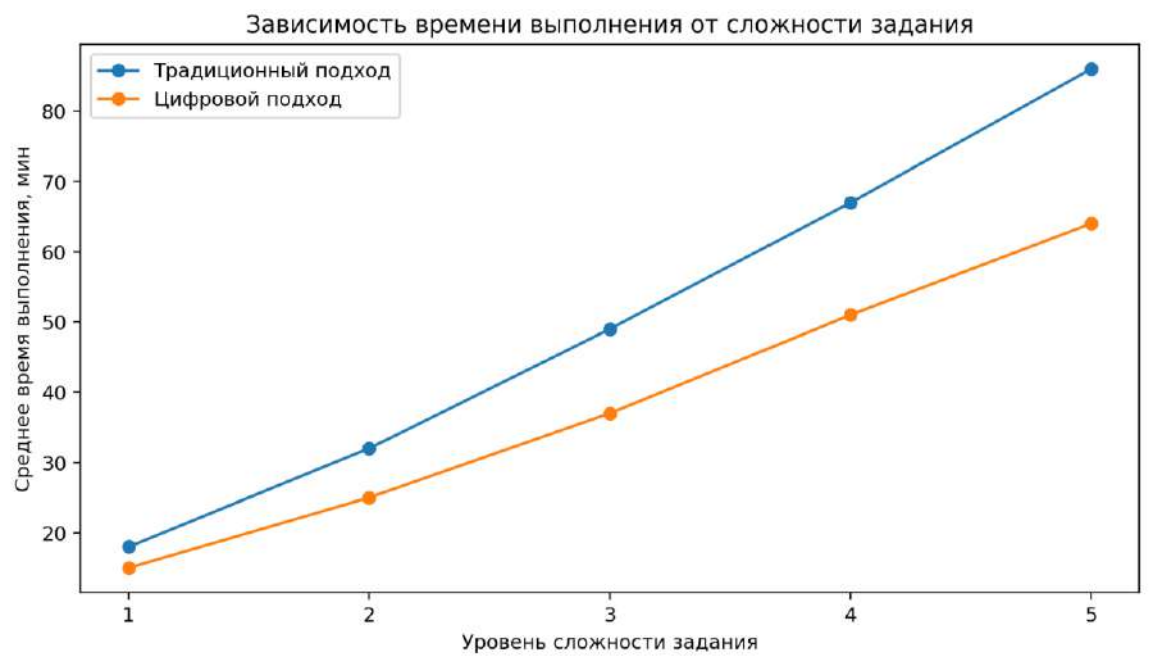


Рисунок 2 — Зависимость времени выполнения графических заданий от уровня сложности

Формирование профессиональных компетенций

Результатом цифрового обучения инженерной графике должно быть не просто владение отдельной программой, а формирование комплекса профессионально значимых компетенций. К ним относятся умение читать и создавать техническую документацию, анализировать форму детали, моделировать объект, использовать стандартные средства цифрового проектирования, контролировать точность и структуру файла, а также представлять результаты работы в форме, пригодной для дальнейшей проектной коммуникации.

Если студент уже на этапе инженерной графики привыкает к цифровой модели как к рабочему инструменту, ему легче осваивать машиноведение, детали машин, проектирование технологических процессов, архитектурное моделирование, конструкторскую подготовку и другие дисциплины

ISSN 3030-3907

профессионального цикла. В этом смысле инженерная графика выполняет интегративную функцию в структуре подготовки специалиста [9].

Таблица 3

Связь цифровых инструментов с формируемыми компетенциями

Цифровой инструмент	Вид деятельности	Формируемая компетенция
2D CAD	Построение видов, разрезов, сечений, размерное оформление	Точность графического изображения и документации
3D моделирование	Создание объемной геометрии, параметризация, визуализация	Пространственное мышление и конструктивный анализ
Электронные библиотеки элементов	Использование стандартных объектов и шаблонов	Навыки стандартизации и инженерной культуры
Файловая организация проекта	Работа со слоями, именованием, версиями и форматами	Цифровая грамотность и проектная дисциплина

Ограничения и методические риски

Несмотря на очевидные преимущества цифровизации, абсолютизация программных средств может привести к ряду методических проблем. Во-первых, существует риск подмены инженерного анализа операционной активностью: студент быстро осваивает кнопки и команды, но слабо понимает, почему изображение строится именно так. Во-вторых, при избыточной опоре на готовые шаблоны и автоматические функции может снижаться внимание к стандартам и внутренней логике построения. В-третьих, часть студентов на начальном этапе испытывает дополнительные затруднения, связанные не с графическим содержанием, а с интерфейсом программы.

Иными словами, эффективная цифровизация инженерной графики требует педагогического баланса. Технология становится образовательным ресурсом только тогда, когда она встроена в логичную и содержательно обоснованную систему обучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

Проведённый анализ показывает, что преподавание инженерной и компьютерной графики в условиях цифровой трансформации должно строиться как целостная методическая система, объединяющая

ISSN 3030-3907

фундаментальные основы графической подготовки и современные программные средства. Цифровые технологии повышают наглядность обучения, облегчают формирование пространственных представлений, расширяют возможности самостоятельной работы и усиливают профессиональную направленность дисциплины.

Предложенная в статье модель может быть использована при разработке учебных программ, методических указаний, лабораторных и практических занятий по инженерной и компьютерной графике. Дальнейшее развитие данного направления связано с расширением интерактивных учебных ресурсов, внедрением элементов дополненной и виртуальной реальности, а также с интеграцией цифровой графической подготовки в междисциплинарные проектные курсы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Autodesk. Student and educator access to software and services for educational purposes // Autodesk Education. Official resources.
2. Autodesk. Learning, curricula and professional development resources for students and educators // Autodesk Education. Official resources.
3. Bertoline G.R. Introduction to Graphics Communications for Engineers. 5th ed. New York: McGraw Hill, 2022.
4. Simmons C.H., Maguire D.E., Phelps N. Manual of Engineering Drawing: British and International Standards. 5th ed. Butterworth-Heinemann, 2020.
5. Gindis E.J. Up and Running with AutoCAD 2024: 2D and 3D Drawing, Design and Modeling. 1st ed. Elsevier, 2023.
6. Martín-Gutiérrez J., Saorín J.L., Contero M., Alcañiz M., Pérez-López D.C., Ortega M. Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students // Computers & Graphics. 2010. Vol. 34. No. 1. P. 77–91.
7. Бабанский Ю.К. Методы обучения в современной общеобразовательной школе. М.: Просвещение, 1985. 208 с.
8. Zeid I. Mastering CAD/CAM. New York: McGraw-Hill, 2005.
9. Dilling F., Vogler A. Fostering Spatial Ability Through Computer-Aided Design // Digital Experiences in Mathematics Education. 2021. Vol. 7. P. 264–297.

ISSN 3030-3907

ТОҒЛИ ҲУДУДЛАРДАГИ РУДА КОНЛАРНИ ОЧИҚ – ЕР ОСТИ УСУЛИДА ҚАЗИБ ОЛИШДА КАРЬЕР КОНТУРИДАН ТАШҚАРИДАГИ ЗАҲИРАЛАРНИ ОЧИШНИ ИЛМИЙ БАҲОЛАШ

Мислибаев И.Т.

Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети "Кончилик иши" кафедраси профессори, т.ф.д.

Мутавалиев А.Т.

Тожикистон тоғ-металлургия институти "Фойдали қазилма конларни қазиш" кафедраси мудири, т.ф.н.

Таджиев Ш.Т.

Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети "Кончилик иши" кафедраси доценти, PhD

Саидрахматов Р.М.

Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети "Кончилик иши" кафедраси талабаси.

Толипов С.О.

Навоий давлат кончилик ва технологиялар университети "Кончилик иши" кафедраси талабаси.

Аннотация. Мақолада Қарақутан конини очиқ-ер ости усулида ўзлаштиришда контурорти заҳираларининг иккита очиш тизими кўриб чиқилган ҳамда илмий жиҳатдан асосланган. Тоғли ҳудудлардаги руда конларининг контурдан ташқари заҳираларини ўзлаштириш карьеранинг қазиб бўлинган бўшлиқларидан фойдаланган ҳолда, рудали зоналарни горизонтал, вертикал ёки қия кон лаҳимлари орқали очишни назарда тутади. Бунда очиқ ва ер ости усулларида қазиб олиш жараёнларидан ҳосил бўладиган юк оқимлари ягона транспорт оқимига бирлаштирилади. Ер ости усулига ўтиш карьерни очиқ усулда қазишнинг сўнгги босқичида амалга оширилиши режалаштирилади. Шу билан бирга, карьера контуридан ташқарида катта ҳажмдаги заҳиралар мавжуд бўлиб, уларни очиқ-ер ости усулида ўзлаштириш мақсадга мувофиқ ҳисобланади.

Калит сўзлар: ҳуқуқий захиралар, карер, юк оқими, очилиш, tunnel, кон, уфқ, релеф, хандақ, қиялик, автомагистрал, ортиқча юк, магистрал, мойил рампа.

Аннотация. В статье рассмотрены и научно обоснованы два варианта вскрытия законтурных запасов при освоении месторождения Каракутан открыто-подземным способом. Отработка законтурных запасов нагорных рудных месторождений предусматривает использование выработанного пространства карьера для вскрытия рудных зон горизонтальными, вертикальными или наклонными выработками с объединением грузопотоков

ISSN 3030-3907

открытой и подземной добычи в единый грузопоток. Переход на подземную добычу предполагается на последней стадии доработки карьера открытым способом. В связи с тем, что за контурами карьера остается значительнее запасы, месторождения, которые целесообразно отработать открыто-подземным способом.

Ключевые слова: законтурные запасы, карьер, грузопоток, вскрытие, штольня, горная выработка, горизонт, рельеф, траншея, уклон, трасса, вскрышные породы, ствол, наклонный съезд.

Annotation. The article considers a combined method of mining the Karakutan deposit and substantiates two systems of opening the contiguous reserves by the open-underground method. The development of short-circuit reserves provides for the use of the worked-out space of the quarry for the opening of ore zones by horizontal, vertical or inclined workings with the combination of open and underground mining cargo flows into a single cargo flow. The transition to underground mining is expected at the last stage of completion of the open pit. Due to the fact that there are more reserves behind the contours of the quarry, deposits that it is advisable to work out in an open-underground way.

Keywords: outside-pit reserves, quarry, haulage flow, mine opening, adit, mine working, horizon, relief, trench, slope, route, overburden, shaft, inclined ramp.

КИРИШ.

Очиш, конни саноат миқёсида ўзлаштиришнинг муҳим босқичи ҳисобланади ва ишчи горизонтлар билан кон массасини қабул қилиш пунктлари ўртасидаги кон лаҳимлари мажмуаси ва транспорт коммуникациялари билан характерланади [1, 2, 3]. Танланган очиш схемаси, транспорт тури ва кон массасини ташиш нархини белгилайди. Катта тарқалиш чуқурлигига эга бўлган қия ёки тик-қия жойлашган катта қалинликдаги руда таналарининг кўпчилиги очиқ-ер ости усулида қазиб олинади. Бунда транспорт харажатлари умумий қазиб олиш харажатларининг асосий қисмини ташкил этади [4, 5, 6].

Карьер контури ортидаги заҳираларни очиш учун карьер майдонидан фойдаланиш, рудникни анъанавий усуллар ёрдамида қуриш билан солиштирганда рудникнинг қурилиш муддатини 1-3 йилга қисқартиради ва 7-9% қўшимча фойда олиш имконини бериши [7, 8, 9] исботланган.

Конни қазиб олишнинг ўзига хослиги шундаки, карьернинг контурорти заҳираларини очишнинг асосий лаҳими карьер майдони ҳисобланади. Ёрдамчи (қўшимча) очувчи лаҳим сифатида, бортorти заҳираларини очишда штольнялардан, карьер ости ва бортorти заҳираларини очиш учун карьер

ISSN 3030-3907

тубидан ўтилган қия транспорт съездлари, вертикал ва қия стволлардан фойдаланилади.

Очиқ-ер ости қазиб олиш технологиясини қўллаган ҳолда тоғли ҳудудлардаги конларни очиш бир қатор афзалликларга эга: ўзида мустақил очувчи лаҳимни акс эттирган карьер майдонининг мавжудлиги; кон ишлари таъсири остида массивнинг деформацияланиш жараёнида иштирок этувчи зоналарнинг катталашган ўлчамлари; заҳираларни қазиб олиш бўйича тақсимлашнинг конни қазиб олишни қабул қилинган тартибига боғлиқлиги.

Карьер қазиб олишнинг яқинлиги, очиқ усулда очишнинг асосий схемаси бўйича съезд ўтишдан воз кечиш имконини, блокларни тайёрлаш ва қирқишни сезиларли тарзда соддалаштиради, харажтларни пасайтиради, тоғ жинслари ва рудаларни карьердан чиқариб беришни ташкил этади, ишни якунлашга қадар одамлар ва материалларни етказиш имконини беради.

Вақт етишмовчилиги шароитларида қурилиш муддатини 1-2 йил ва ундан ортиқ муддатга қисқартиришга эришиш, кон-капитал ишларини карьер майдонидан фойдаланган ҳолда ташкил этилганда бошқа қазиб олиш усулига ўтиш туфайли конни қазиб олишда узилиш бўлиш эҳтимолини бартараф этиш мумкин. Ўтиш ишларини карьерда жорий этиш, одатда кетма-кетликда амалга ошириладиган стволларни қуриш ва горизонтал лаҳимларни ўтишни вақт бўйича бирлаштириш имконини беради. Карьер майдонининг мавжудлиги шунингдек, контурорти зоналари блокларида тайёрлаш ва қирқиш ишларини, баъзи ҳолларда эса очиш ишларини ташкил этишни таъминлайди.

Майдончалар (бермалар, съездлар, уларнинг жуфтликлари), дренаж лаҳимларининг (штольнялар, уклонлар, стволлар) мавжудлиги, кон лаҳимларини ўтишдаги қопловчи тоғ жинслари ва тозалаш блокларидан чиқган рудаларни карьерга жойлаштириш имконияти, очишнинг асосий схемаси бўйича ишлар ва олис участкалардаги қазиш ишларига боғлиқ бўлмаганлиги ер ости рудниги горизонтларини қуриш ва контурорти заҳираларини ўзлаштиришнинг қулай шартлари ҳисобланади.

АДАБИЁТЛАР ТАҲЛИЛИ.

Очиқ усулда эксплуатация қилинадиган конни қазиб олиш тажрибаси билан танишиш шуни кўрсатдики, баъзи руда заҳиралари деярли доим карьерларнинг контурлари ташқарисида қолиб кетади. Юқори қиймат ва катта иш ҳажмлари билан улар ер ости усулида қазиб олишга жалб этилади.

Бевосита карьернинг чегара контурига туташган ёки унинг ёнида жойлашган ва ер ости усулида қазиб олишга мўлжалланган заҳиралар, контурорти заҳиралари ҳисобланади. Ушбу заҳираларнинг карьер контури

ISSN 3030-3907

ташқарисида қоладиган улуши, руда танасининг қалинлигига ва очиқ усулда қазиб олишнинг чуқурлигига боғлиқ. Жисмоний ҳажм жиҳатидан, улар сезиларли қийматларга етиши ва ер ости рудникларининг хом-ашё базаси бўлиши мумкин.

Очиқ-ер ости усулида қазиб олинувчи кон заҳираларини таснифлашда, қуйидаги турли таснифлаш белгиларидан фойдаланилади: карьернинг чегаравий контуридан узоқлиги [10], карьер контурига нисбатан жойлашиш жойи [11], заҳираларни қазиб олиш усуллари ва карьер қазишларининг геомеханик таъсири [12].

Қазиб тугатилаётган заҳираларнинг карьер майдонига нисбатан жойлашиши турлича бўлиши мумкинлиги сабабли, очиқ ва ер ости кон ишларининг ўзаро таъсир даражаси бир хил эмас. Ушбу хусусиятни ҳисобга олиш заруратини Д.Р. Каплунов, В.П. Шубодеров ва Д.В. Гординлар кўрсатиб ўтишган [13].

Ушбу белгилар бўйича заҳираларни иккита синф: карьернинг таъсир зонасида жойлашган ва ундан ташқарида жойлашган заҳиралар синфлари бўйича таснифлаш таклифи [14] келтирилган. Биргаликда қазиб олиш варианти учун карьернинг таъсир зонасидаги заҳиралар сақловчи бутунликлар деб аталади. Карьер майдони таъсири чегарасида ер ости кончилик ишларини олиб бориш, ер ости қазиб олиш тизими элементларида ҳам, карьерда ҳам ўзига хос геомеханик жараёнларнинг ривожланиши билан бирга кечади. Бундан ташқари, ушбу заҳираларни алоҳида гуруҳларга ажратиш фойдасига қўшимча далил сифатида юқорида баён этилган омил хизмат қилади. Ушбу участкаларни эксплуатация қилиш, очиқ усулда қазиб олиш технологияси элементларидан фойдаланиш имконияти билан боғлиқ.

ТАДҚИҚОТ МЕТОДОЛОГИЯСИ.

Очиқ кончилик ишлари босқичида очиш ишлари, коннинг жойлашиш шароитига боғлиқ ва кон ишлари режимини ва уларнинг иқтисодий самарадорлигини аниқлайди. Шунинг учун, очишни лойиҳалаш мураккаб кўп вариантли комплекс техник-иқтисодий масалани ўзида ифода этади. Бунда кўплаб аниқловчи факторларни миқдорий жиҳатдан ҳисоблаб бўлмайди [15]. Масала техник жиҳатдан мумкин бўлган миқдор ва сифат жиҳатдан баҳолаш йўли орқали ҳал этилади. Дастлаб, бир қатор махсус масалалар умумий комплекс масаладан ажратиб олинади ва ечилади.

Масала тоғ ён бағрида туркумидаги конларнинг характери билан мураккаблашади ва лойиҳалашда масалалар қуйидаги кетма-кетликда ҳал этилади:

ISSN 3030-3907

1. Кўндаланг ва бўйлама профиллар асосида, якуний ёки оралиқ ва истиқболли контурларида каръер плани тузилади. Планга горизонтлар изочизиғи ва жой рельефи киритилади.

2. Юзадаги асосий иншоотларнинг жойлашиши ва трассаларнинг карьерга кириши ўрнатилади.

Шу тариқа, қуйидаги ҳолатлардан келиб чиқиб, очиш усулини танлаш тавсия этилади:

1. Коннинг хусусияти ва уни эксплуатация қилиш шароитига асосланган ҳолда, аниқ қабул қилиниши мумкин бўлмаган ва мантиқий бўлмаган вариантлардан воз кечган ҳолда, техник жиҳатдан мумкин бўлганлари қабул қилинади.

2. Таққосланган вариантларни баҳолашда, бир хил харажатларни ҳисобга олмаган ҳолда, солиштириладиган вариантлар бўйича очиш усулининг капитал ва эксплуатацион харжатларига боғлиқ бўлган ўлчамларга асосий эътибор қаратилади. Умуман олганда қуйидагилар инобатга олинади: очиш ва ер юзсидаги иншоотларни қуриш учун капитал харажатлар; очувчи кон лаҳимларини сақлаб туриш, ер ости ва ер юзасидан юкларни ташиб чиқариш, кўтариш; кон-капитал лаҳимлар руда танасида жойлашганда, рудаларни йўл-йўлакай қазиб олиш ҳисобига капитал харажатларни молиялаштиришни камайтириш.

3. Одатда, муҳим аҳамиятга эга харажатлар ва чиқимлар ҳисобга олинади, майда ва иккинчи даражалилар эса, қиёсий баҳолаш учун аҳамиятсиз сифатида эътиборга олинмайди.

4. Ҳар бир вариант учун ҳисобланган капитал харажатлар ва эксплуатацион чиқимлар жадвалга киритилади ва ± 10%, чегарасида якуний хулосалар учун қабул қилинади, агар фарқ кичикроқ бўлса, вариантлар тенг қийматли деб ҳисобланади.

Тоғ ён бағридаги конларни қазиб олишнинг оптимал вариантини танлашда мезон сифатида 1 тонна фойдали қазилма учун минимал солиштирма харажатлардан фойдаланилади. Очиш вариантларини техник-иқтисодий жиҳатдан баҳолаш қуйидагича аниқланади:

- лойиҳалашнинг ҳар бир қадамида ер ости усулининг ўлчамлари ва заҳираларини аниқлаш;

- товар маҳсулоти, руда ва кон массаси бўйича шахтанинг ишлаб чиқариш қувватини, шунингдек, унинг амал қилиш муддатини лойиҳалашнинг ҳар бир қадамида аниқлаш;

- шахтани шамоллатиш усули ва схемасини танлаш, ер ости иншоотларининг геотермик омили ва қувватини ҳисобга олган ҳолда,

ISSN 3030-3907

лойиҳаланадиган қаватни шамоллатиш учун ҳавонинг солиштирма сарфини аниқлаш;

- кон массасини кўтариш ва шахтага хизмат кўрсатиш учун ер ости иншоотлари комплексини, уларнинг ўлчамларини, ҳажмларини ва қийматини аниқлаш;

- вариантлар бўйича лойиҳанинг график қисмини тузиш;

- ер юзасидаги комплекс, қайта юклаш-бўшатиш пунктлари, уларнинг ҳажмлари ва қиймати;

- очиш усули билан боғлиқ бўлган асосий очувчи ва бошқа капитал лаҳимларнинг параметрлари, ҳажми ва қийматини аниқлаш;

- очиш усули билан боғлиқ бўлган объектлар бўйича капитал қуйилмаларни аниқлаш;

- вариантлар бўйича, қуриш йиллари бўйича капитал қуйилмаларни тақсимлаш;

- тоғ ён бағридаги конларни қазиб олишда эксплуатацион харажатлар вариантлари, яъни, миқдори дастлабки уч турдаги харажатлар йиғиндисининг 15-20% миқдорида олиниши мумкин бўлган харажатлар: асосий фондларнинг амортизацияси, ойлик маоши, электрэнерегияси ва бошқалар бўйича солиштириладиганларини аниқлаш;

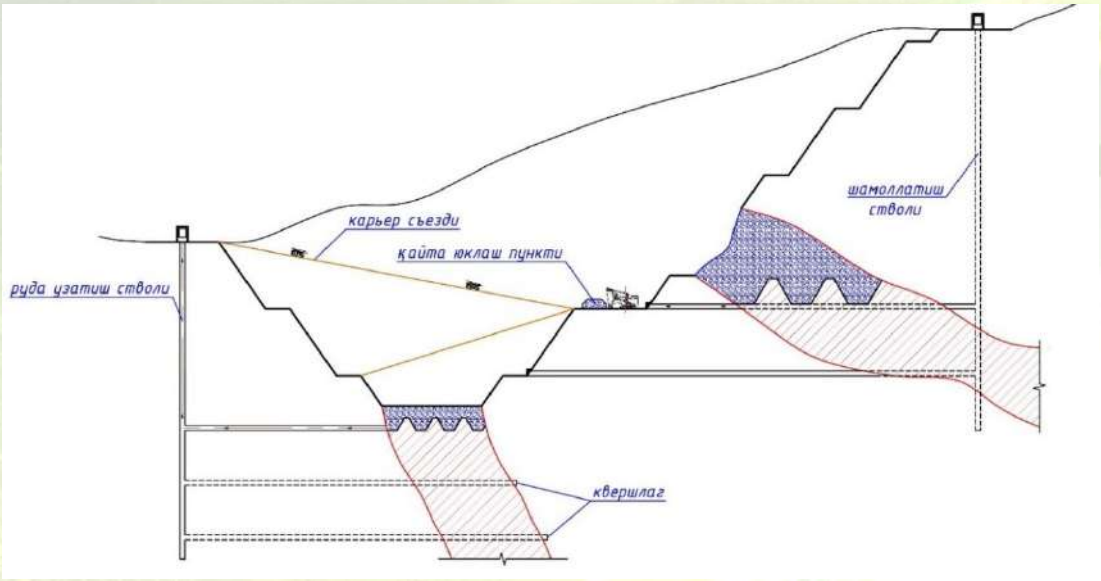
- солиштирма харажат ва йиллик иқтисодий самарадорлик бўйича вариантларни баҳолаш;

- келтирилган харажатларни аниқлаш ва уларни вариантлар бўйича баҳолаш.

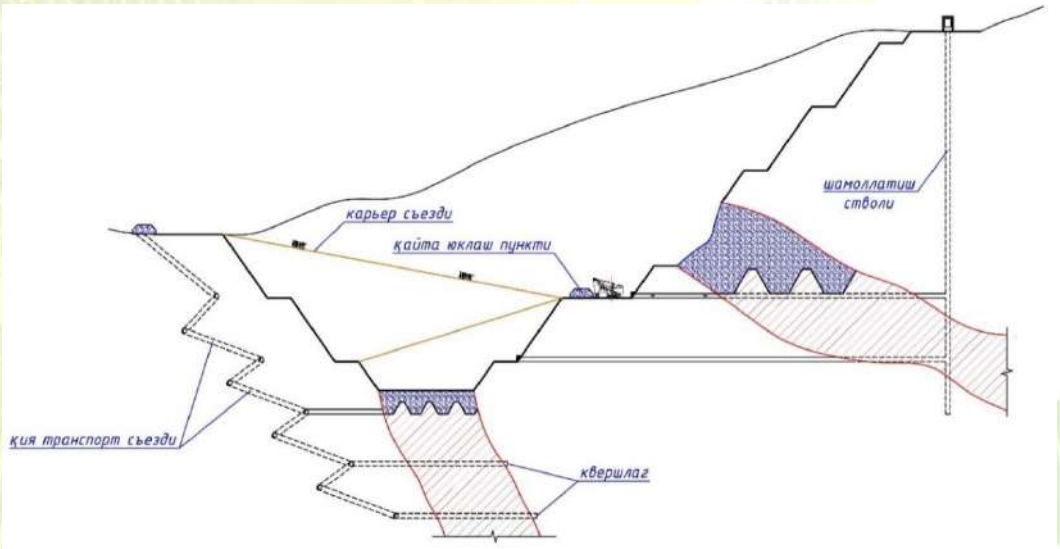
Тоғ ён бағридаги конларнинг бортorти заҳираларини карьер майдонидан фойдаланган ҳолда ва карьер ости заҳираларни очиш учун карьер майдонидан фойдаланмаган ҳолда очиш (комбинациялашган очиш тизимлари) вариантлари, тозалаш ишлари туфайли юзага келиши мумкин бўлган тоғ жинсларининг силжиш зонасидан ташқарида жойлашган тик стволлар ва қия транспорт съездлари билан очишнинг анъанавий схемасини ўз ичига олади. Бундай ҳолда, руда узатувчи капитал лаҳимлар, руда туширгичлар ва бошқа лаҳимларни ўз ичига олувчи асосий ва ёрдамчи очувчи лаҳимлар комбинациясини қўллаш мумкин (1. а, б - расмлар).

ISSN 3030-3907

а.



б.



а) борторти заҳираларини карьер майдонидан ўтилган штольнялар, карьер ости заҳираларни карьер контуридан ташқарида ўтилган вертикал стволлар билан; б) борторти заҳираларини карьер майдонидан ўтилган штольнялар, карьер ости заҳираларни карьер контуридан ташқарида ўтилган қия транспорт съезди билан очиш

1 - расм. Тоғ ён бағридаги конларнинг борторти заҳираларини карьер майдонидан фойдаланган ҳолда ва карьер ости заҳираларни очиш учун карьер майдонидан фойдаланмаган ҳолда очиш варинтлари

МУҲОКАМА ВА НАТИЖАЛАР.

Қарақутан кони контурорти заҳираларини очиш схемасини танлаш заруриятини асослаймиз. Тоғ ён бағридаги Қаракутан конининг георесурс салоҳиятидан фойдаланиш самарадорлигини ошириш, уни ўзлаштириш стратегиясини ишлаб чиқиш учун асос бўлган.

Тоғ ён бағридаги Қаракутан конини ўзлаштириш стратегиясининг методик асослари қуйидагиларни ўз ичига олади:

ISSN 3030-3907

– автомобил транспорти асосида карьерни 80-100 м чуқурликгача ривожлантириш билан конни очиқ-ер ости усулида қазиб олишни назарда тутувчи технологик стратегия;

– коннинг хом ашё потенциалидан фойдаланишни максимал даражада ошириш схемасига мувофиқ ишлаш учун даромадни кўпайтириш схемаси бўйича карернинг ишлашидан ўтиш шартларини белгилайдиган иқтисодий стратегия;

– қайта ишланган руда таркибини даврий равишда камайтиришни ва илгари истиқболсиз хом ашёни қайта ишлашга жалб қилишни таъминлайдиган хом ашё стратегияси;

Бундай мослашиш имконияти ҳозирги вақтда қазиб олишга жалб қилинмаган олтин рудаларининг муҳим заҳиралари мавжудлигига асосланади. Бундан ташқари, давлат корхонанинг мавжудлигидан манфаатдор, чунки у республикага хорижий валюта манбаи бўлган юқори ликвидли маҳсулотлар ишлаб чиқаради ва минтақанинг ижтимоий барқарорлигини таъминлайди.

Давлат, ҳудуд ва корхона манфаатларидан келиб чиқиб, Қарақутан олтин қазиб олиш конини ўзлаштириш стратегияси таклиф этилган бўлиб, бунда минерал хом ашёни қазиб олишни максимал даражада таъминлаш қуйидагилар натижасида кўзда тутилган:

– карьер борти ортидаги заҳираларни ўзлаштириш учун очиқ – ер ости усулини жорий этиш;

– карьер туби остидаги заҳираларини ер ости усули билан ўзлаштириб тугатиш;

– потенциал ресурслардан фойдаланиш (ишлаб чиқариш чиқиндилари, ер қаридаги паст навли хом ашё ва бошқалар).

Контурорти участкаларни ўзлаштириш, очиқ ва ер ости қазилмалар юк оқимларини битта юк оқимига бирлаштириш билан горизонтал, вертикал ёки қия кон лаҳимлари орқали руда зоналарини очиш учун карьернинг қазиб олинган майдонидан фойдаланишни назарда тутади.

Шу билан бирга, очиқ-ер ости усулда қазиб олиш усулига ўтишнинг шарти, олтин қазиб олишнинг маълум даражадан пастга тушишининг олдини олиш заруратидир. Бунда карьерни очиқ усулда қазиб тугатишнинг охирги босқичида ер ости усулда қазиб олишга ўтиш мулжалланмоқда [16].

Карьер контури ортида аҳамиятга эга бўлган заҳираларнинг қолганлиги сабабли, конни очиқ – ер ости усулида ўзлаштириш мақсадга мувофиқдир.

Очувчи ер ости кон лаҳимлари асосий вазифаси билан биргаликда қуйидаги ёрдамчи вазифалар учун ҳам фойдаланилади: ер ости руднигн

ISSN 3030-3907

вентиляцияси ва шамоллатиш, одамларни, ускуналарни ҳамда материалларни тушуриш-кўтариш.

Шундай қилиб, контурорти заҳираларни ўзлаштиришнинг технологик схемаларини шакллантириш учун асос сифатида очиқ ва ер ости кон ишлари элементларининг қуйидаги қулай комбинацияси олинади:

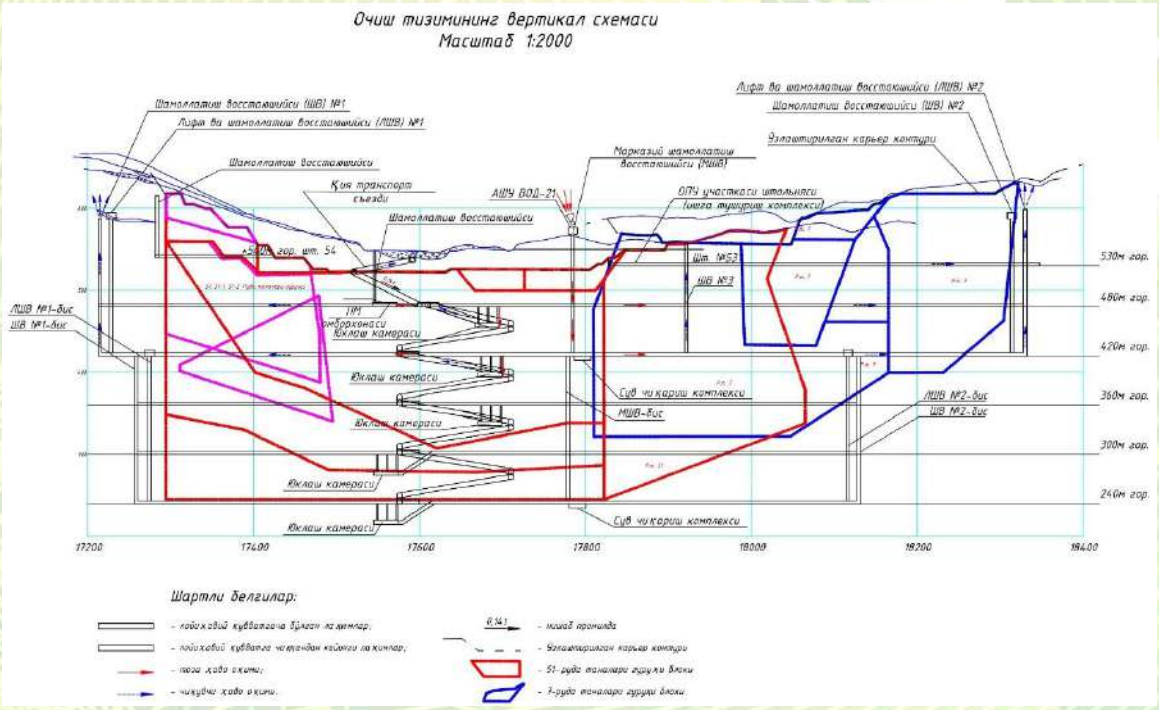
- транспорт ва очувчи кон лаҳимларидан биргаликда, шунингдек, карьер майдонидан очувчи лаҳимлар сифатида фойдаланиш;

– очиқ ва ер ости кон ишларининг ягона юк оқими [17].

Карьер чегаралари ортида иккита руда зоналари ажратилган: 7 ва 52 руда таналари. Коннинг унумдорлиги йилига 200 – 400 минг тонна рудани даражасида бўлиши мумкин.

Умуман олганда, Қарақутан конини ўзлаштириш бўйича таклиф этилаётган стратегияни амалга ошириш георесурс салоҳиятидан фойдаланиш самарадорлигини 85 – 90 % гача оширишни назарда тутади. Қарақутан конини ўзлаштириш стратегиясининг мантиқий давоми кон ишлари технологиясини ўзгарувчан шароитларга мослаштиришнинг умумий стратегиясини ишлаб чиқишдир [18].

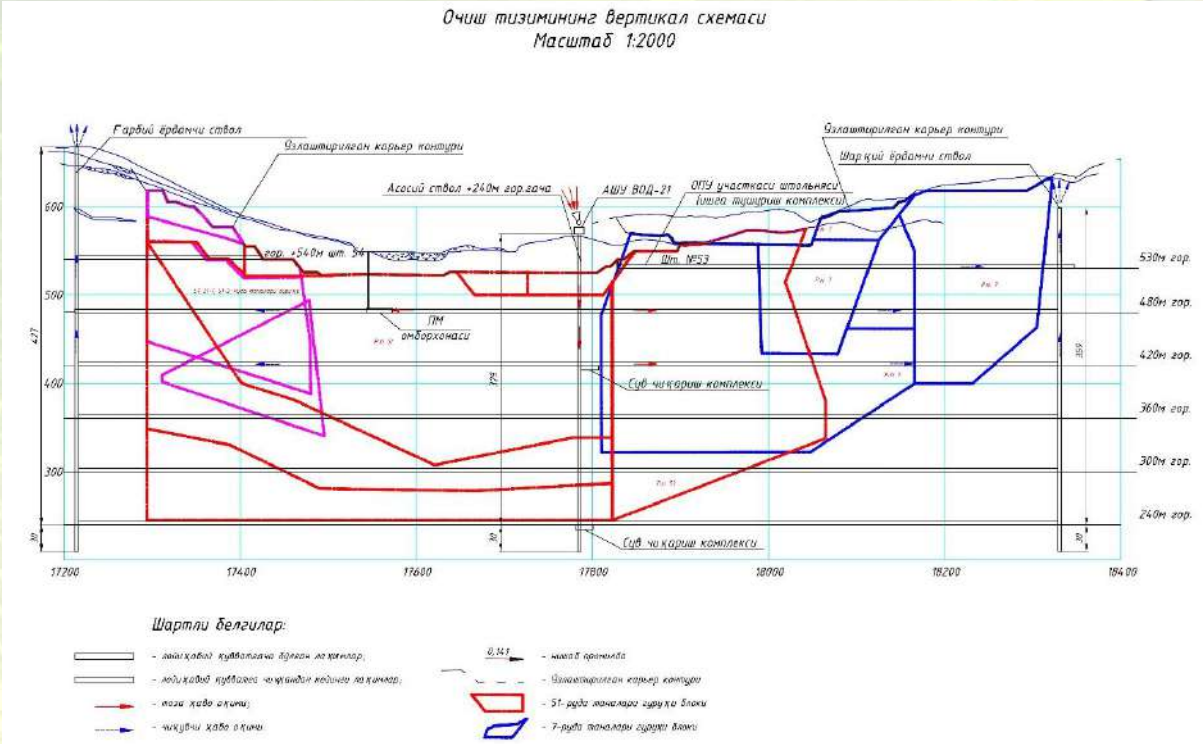
Натижада, конни георесурс салоҳиятидан фойдаланиш самарадорлигини оширишга қаратилган технологик, техник, иқтисодий ва ресурс тежовчи ўзгаришларни ўзида мужассам этган Қарақутан карьерининг кон комплексини ривожлантириш бўйича очиш схемалари таклиф қилинади (3 ва 4-расмлар).



2 – расм. Карьер майдонидан ўтилган штольнялар ва карьер майдонидан ташқарида ўтилган қия транспорт съезди ёрдамида очиш

ISSN 3030-3907

тизимларини қўллаган ҳолда Қарақутан конининг контурорти заҳираларини очиш схемаси



3 – расм. Карьер майдонидан ўтилган штольнаялар ёрдамида очиш схемаси ва карьер майдонидан ташқарида ўтилган вериткал стволлар ёрдамида очиш схемасини қўллаган ҳолда Қарақутан конининг контурорти заҳираларини очиш схемаси. [20]

Асосий очувчи лаҳим сифатида карьер майдонидан фойдаланиб, карьер майдонидан фойдаланмасдан, шунингдек, борторти ва карьер ости заҳираларини ўзлаштиришнинг комбинациялашган очиш тизими билан, тоғ ён бағридаги Қарақутан кони рельефини ва заҳирларнинг жойлашишини ҳисобга олган ҳолда, очиш тизимининг иккита оптимал варианти танланди.

1 - вариант. Комбинациялашган очиш тизимини қўллаб Қарақутан контурорти (борторти ва карьер ости) заҳираларини очиш схемаси, яъни борторти заҳираларини карьер майдонидан ўтказилган штольнялар билан очиш, карьер ости заҳираларини эса карьер контури ташқарисидан ўтказилган қия транспрт съезди билан очиш (2 - расм).

2 – вариант. Комбинациялашган очиш тизимини қўллаб Қарақутан контурорти (борторти ва карьер ости) заҳираларини очиш схемаси, яъни борторти заҳираларининг бир қисмини карьер майдонидан ўтказилган штольнялар билан, бир қисмини вертикал стволлар билан очиш, карьер ости заҳираларини эса карьер контури ташқарисидан ўтказилган 3 та очувчи вертикал стволлар билан очиш (3 - расм).

ISSN 3030-3907

Биринчи очиш схемаси вариантини қўллаганда қуйидаги асосий кон-капитал ишларни бажариш лозим [19]:

1. Карьер майдонидан, шарқий бортнинг 530,00 м ва ғарбий бортнинг 540,00 м горизонтларидан умумий узунлиги 1500 м бўлган штольняларни ўтказиш;

2. Карьер контури ташқарисидан 540,00 м горизонтдан 240,00 м горизонтгача умумий узунлиги 440 м бўлган қия транспорт съездини ўтказиш;

3. Умумий узунлиги 1090 м бўлган, концетрацион горизонтлардан чиқувчи квершлагларни ўтказиш;

4. Очувчи кон лаҳимлари умумий ҳажмининг 30% ҳажмидаги камерали лаҳимларни ўтказиш;

5. 600,00 м. горизонтдан 420,00 м. горизонтгача шамоллатиш восстаюшийсини ўтказиш.

Ушбу вариантни қўллаганда карьер майдонидан ўтказилган очувчи штольнялар, борторти заҳираси рудаларини узатиш учун, карьер майдони ташқарисидан ўтказилган қия транспорт съезд эса карьер ости заҳираларини ўзлаштириш учун ҳизмат қилади.

Иккинчи очиш схемаси вариантини қўллаганда қуйидаги асосий кон-капитал ишларни бажариш лозим:

1. Карьер майдонидан, шарқий бортнинг 530,00 м ва ғарбий бортнинг 540,00 м горизонтларидан умумий узунлиги 1500 м бўлган штольняларни ўтказиш;

2. Чуқурлиги 359,0 м шарқий, чуқурлиги 427,0 м ғарбий ёрдамчи ва чуқурлиги 329,0 м асосий, учта тик клетли стволларни ўтказиш;

3. Умумий узунлиги 3600 м бўлган, концетрацион горизонтлардан чиқувчи квершлагларни ўтказиш;

4. Очувчи кон лаҳимлари умумий ҳажмининг 30% ҳажмидаги камерали лаҳимларни ўтказиш.

Ушбу вариантни қўллаганда борторти заҳираси рудаларининг бир қисмини узатиш карьер майдонидан ўтказилган очувчи штольнялар орқали амалга оширалади. Борторти заҳирасининг қолган қисми ва карьер ости заҳиралари рудаларини узатиш карьер контури ташқарисида ўтказилаган клетли стволлар орқали амалага оширалади.

Кўриб чиқилаётган вариантлардан оптимал очиш схемасини аниқлаш учун, мавжуд ишлаб чиқилган методика бўйича Microsoft Excel компютер дастуридан фойдаланган ҳолда ҳисоб-китоблар амалга оширилди. Ҳисоблашда борторти ва карьер ости заҳираларни қия транспорт съезди

ISSN 3030-3907

ҳамда карьер контури ташқарисидан ўтказилган 3 та очувчи вертикал стволлар билан очиш олинган. Кон – капитал ишлар ҳажми бўйича ҳисоблаш натижалари 1 ва 2-жадвалларда келтирилган.

1-жадвал

Биринчи вариант учун ҳисоблаш кўрсаткичлари [20]

№	Лаҳимларнинг номи	Ҳажм. м³
Лойиҳавий қувватга эришгунча		
1	+540м горизонт	947,00
2	+530м горизонт	6 382,00
3	Қия транспор съезди ер юзасидан 480м горизонтгача.	7 422,84
4	480м горизонт	33 540,61
5	Марказий шамоллатиш восстаюшийси 480м горизонтдан ер юзасигача	652,80
6	Ён томондаги шамоллатиш ва лифт восстаюшийси 480м горизонтдан ер юзасигача	3 471,00
7	Камерали лаҳимлар ва шу кабилар. -5%	2 254,36
8	**Лойиҳавий қувватга эришгунча, жами:**	**54 670,61**
Лойиҳавий қувватга эришгандан кейин		
1	Қия транспорт съезди 480м гор. дан 420м гор. гача	7 402,33
2	420м горизонт	31 324,73
3	Марказий шамоллатиш восстаюшийси 420 м гор. дан 480м гор. гача	489,60
4	Ён томондаги шамоллатиш ва лифт восстаюшийси 420м гор. дан 480м гор. гача	2 002,50
5	Қия транспорт съезди с гор. 420 гор. дан 360м гор. гача	7 402,33
6	360м горизонт	25 561,24
7	Марказий шамоллатиш восстаюшийси 360м гор. дан 420м гор. гача	489,60
8	Ён томондаги шамоллатиш ва лифт восстаюшийси 420м гор. дан 360м гор. гача	1 562,40
9	Қия транспорт съезди 300м гор. дан 320м гор. гача	2 556,15
10	Қия транспорт съезди 360 гор. дан 300м гор. гача	7 402,33
11	300м горизонт	17 261,89
12	Марказий шамоллатиш восстаюшийси 300м гор. дан 360м гор. гача	489,60

ISSN 3030-3907

13	Ён томондаги шамоллатиш ва лифт восстаюшийси 300м гор. дан 360м гор. гача	1 562,40
14	320м горизонт №7 руда танаси	7 760,23
15	Қия транспорт съезди 300м гор. дан 240м гор. гача	7 402,33
16	240м горизонт	19 665,03
17	Марказий шамоллатиш восстаюшийси 240м гор. дан 300м гор. гача	489,60
18	Ён томондаги шамоллатиш ва лифт восстаюшийси 240м гор. дан 300м гор. гача	1 562,40
19	Камерали лаҳимлар ва шу кабилар -5%	8 022,93
20	**Лойиҳавий қувватга эришгандан кейин, жами:**	**150 409,62**
Кон бўйича жами:		**205 080,23**

2-жадвал

Иккинчи вариант учун ҳисоблаш кўрсаткичлари [20]

№	**Лаҳимларнинг номи**	**Объем. м³**
Лойиҳавий қувватга эришгунча		
1	540м горизонт	947,00
2	530м горизонт	6 382,00
3	Асосий ва ёрдамчи стволлар	34 779,19
4	480м горизонт	33 540,61
5	**Лойиҳавий қувватга эришгунча, жами:**	**75 648,80**
Лойиҳавий қувватга эришгандан кейин		
1	420м горизонт	36 324,73
2	360м горизонт	30 061,24
3	300м горизонт	21 261,89
4	320м горизонт №7 руда танаси	6 979,03
5	240м горизонт	24 237,03
6	**Лойиҳавий қувватга эришгандан кейин, жами:**	**118 863,912**
Кон бўйича жами:		**194 512,71**

ХУЛОСА ВА ТАКЛИФЛАР

1. Тоғ ён бағридаги Қорақутан конини қазиб олиш стратегиясини ишлаб чиқишнинг услубий асослари асослаб берилган, шу жумладан фойдани максималлаштириш схемаси бўйича, коннинг хом ашё салоҳиятидан максимал даражада фойдаланиш схемаси бўйича очиқ усулда қазиб олишдан ўтиш шартларини белгиловчи технологик стратегия, иқтисодий стратегия ва хом ашё стратегияси. Бундай мослашиш имконияти

ISSN 3030-3907

ҳозирда қазиб олишда иштирок этмайдиган олтин таркибли рудаларнинг катта заҳиралари мавжудлигига асосланади.

2. Натижада, коннинг георесурс салоҳиятидан фойдаланиш самарадорлигини оширишга қаратилган технологик, техник, иқтисодий ва ресурс тежовчи ўзгаришларни ўзида мужассам этган Қорақутан карьерининг кон комплексини ривожлантириш учун очиш схемалари таклиф этилди.

3. Тоғ ён бағридаги Қорақутан конининг контурорти заҳираларини очишнинг комбинациялашган тизими, яъни карьер майдонида ўтказилган штольнялар билан борторти заҳираларини, карьер ости заҳираларини эса карьер контури ташқарисидан ўтказилган қия транспорт съездлар билан очиш ҳамда борторти заҳираларини бир қисмини карьер майдонидан ўтказилган штольнялар билан, карьер ости заҳираларини эса карьер контури ташқарисидан ўтказилган учта вертикал очувчи стволлар билан очиш таққосланган.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РУЙХАТИ

1. Chung, J., Asad, M. W. A., & Topal, E. (2022). Timing of transition from open-pit to underground mining: A simultaneous optimisation model. Resources Policy, 77, 102632. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102632

2. Ross, I. T., & Stewart, C. A. (2020). Issues with transitioning from open pits to underground caving mines. In MassMin 2020 Proceedings (pp. 221–238). https://doi.org/10.36487/ACG_repo/2063_11

3. Tadjiev, S., & Sharopov, E. (2024). Assessment and selection of a rational option for the opening of near-contour reserves during open-underground mining of upland deposits. In E3S Web of Conferences (Vol. 525, p. 02004). EDP Sciences.

4. Li, S., Su, W., Yin, T., Dan, Z., & Peng, K. (2025). Research progress and typical case of open-pit to underground mining in China. Applied Sciences, 15(15), 8530. https://doi.org/10.3390/app15158530.

5. Tadjiev, S. (2024). Classification of reserves of upland ore deposits developed by the open-underground method. In E3S Web of Conferences (Vol. 525). EDP Sciences.

6. Chen, S., Zhao, G., & Wang, J. (2023). Geomechanical assessment of crown pillar stability during transition from open-pit to underground mining. International Journal of Mining Science and Technology, 33(1), 123–135.

7. Zhou, Y., Liu, H., & Zhang, W. (2024). Integrated planning for open-pit to underground transition using numerical modelling. Mining Technology, 133(2), 78–92.

8. Jabinpour, A., & Shahriar, K. (2025). Production scheduling for sublevel caving using linear optimization. Journal of Mining and Environment, 16(1), 55–69.

ISSN 3030-3907

9. Badakhshan, N., Afraei, S., & Bakhtavar, E. (2024). Environmental-cost based optimisation of open-pit to underground transition. Resources Policy, 95, 105178.
10. Калмыков В.Н., Рыльникова М.В., Демин С.Б. Обоснование рациональной технологии вскрытия и отработки законтурных запасов карьера // Ресурсосберегающие технологии при подземной отработке полезных ископаемых Севера. – Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1990. – С. 102-106.
11. Черных А.Д., Брюховецкий О.С, Лосинский А.П. Доработка запасов руд за контурами карьеров с закладкой выработанного пространства // Разработка месторождений твердых полезных ископаемых. Итоги науки и техники. ВИНИТИ АН СССР. – М.: 1987. – 74 с.
12. Каплунов Д.Р., Калмыков В.Н., Рыльникова М.В. Комбинированная геотехнология. – М.: Изд. дом «Руда и металлы», 2003. – 560 с.
13. Каплунов Д.Р., Шубодеров В.И. Перспективы разработки рудных месторождений комбинированным способом // Горный журнал, 1997. – №8. – С. 16-18.
14. Калмыков В.Н., Рыльникова М.В., Демин С.Б. Обоснование рациональной технологии вскрытия и отработки законтурных запасов карьера // Ресурсосберегающие технологии при подземной отработке полезных ископаемых Севера. – Якутск: ЯНЦ СО АН СССР, 1990. – С. 102-106.
15. Караулов Г.А., Гавришев С.Е., Першин Г.Д., Караулов Н.Г. Вскрытие месторождений: Учеб. пособие. – 2-е изд. – Магнитогорск: ГОУ ВПО «МГТУ им. Г.И. Носова», 2006. – 108 с.
16. Трубецкой К.Н. О совместном вскрытии карьерного и шахтного полей при комбинированной разработке месторождений. //Физико-технические проблемы разработки полезных ископаемых. - Новосибирск, 1968. - № 4. - С.58-63.
17. Таджиев, Ш. Т., Назаров, З. С., Жабборов, О. И., & Самадова, Г. М. (2022). Оценка и выбор рационального варианта вскрытия приконтурных запасов при открыто-подземной разработке нагорных месторождений. Universum: технические науки, (9-1 (102)), 39-44.
18. Таджиев, Ш. Т., Назаров, З. С., & Самадова, Г. М. (2022). Классификация систем вскрытия запасов за предельным контуром карьера нагорных месторождений. Academic research in educational sciences, 3(7), 358-365.
19. Самадова, Г. М., Таджиев, Ш. Т., & Куролов, А. А. (2021). Исследование технологических особенностей открыто-подземной разработки нагорных

ISSN 3030-3907

месторождений. In Новые идеи в науках о Земле (pp. 129-132).
20. Таджиев Ш. Т. Тоғ ён бағридаги конларни очиқ-ер ости усулда қазиб олишда контурорти заҳираларини очиш тизимини асослаш: техн. фанлари бўйича фалсафа доктори (PhD) дисс. – Навоий, 2022. – 127 б.

ISSN 3030-3907

OZIQ-OVQAT SANOATIDA YARIM TAYYOR MAHSULOTLAR ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

Tuxtaboyev Mohirjon Rahimjanovich
Namangan Davlat Universiteti Biotexnoligiya fakulteti, Biotexnologiya kafedrasi katta o‘qituvchisi
Yunusova Shaxzoda
Biotexnoligiya yo‘nalishi BIOT-AU22-4-guruh talabasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarish texnologiyasi kompleks tarzda o‘rganilgan. Tadqiqot doirasida go‘sht, baliq va sabzavotga asoslangan yarim tayyor mahsulotlarning texnologik jarayonlari, ulardagi innovatsion yondashuvlar va sifat ko‘rsatkichlari tahlil qilingan. Eksperimental metod va qiyosiy tahlil asosida Termal konservalash (sterilizatsiya) texnologiyasining an’anaviy usullarga nisbatan samaradorligi 23,4% yuqori ekanligi isbotlangan. Tadqiqot natijalari O‘zbekiston sharoitida yarim tayyor mahsulotlar sanoatini rivojlantirish uchun amaliy ahamiyat kasb etadi.

Kalit so‘zlar: yarim tayyor mahsulot, texnologik jarayon, kriogen texnologiya, sifat nazorati, oziq-ovqat sanoati, HACCP.

Аннотация. В данной статье всесторонне изучена технология производства полуфабрикатов. В рамках исследования проанализированы технологические процессы производства полуфабрикатов на основе мяса, рыбы и овощей, инновационные подходы и показатели качества. На основе экспериментального метода и сравнительного анализа доказано, что эффективность технологии термической консервации (стерилизации) на 23,4% выше, чем у традиционных методов. Результаты исследования имеют практическое значение для развития отрасли полуфабрикатов в Узбекистане.

Ключевые слова: полуфабрикаты, технологический процесс, криогенная технология, контроль качества, пищевая промышленность, HACCP.

Annotation. This article comprehensively studies the technology of semi-finished products production. Within the framework of the study, the technological processes of semi-finished products based on meat, fish and vegetables, innovative approaches and quality indicators were analyzed. Based on the experimental method and comparative analysis, it was proven that the efficiency of thermal preservation (sterilization) technology is 23.4% higher than traditional methods. The results of the study are of practical importance for the development of the semi-finished products industry in Uzbekistan.

Keywords: semi-finished products, technological process, cryogenic technology, quality control, food industry, HACCP.

KIRISH.

ISSN 3030-3907

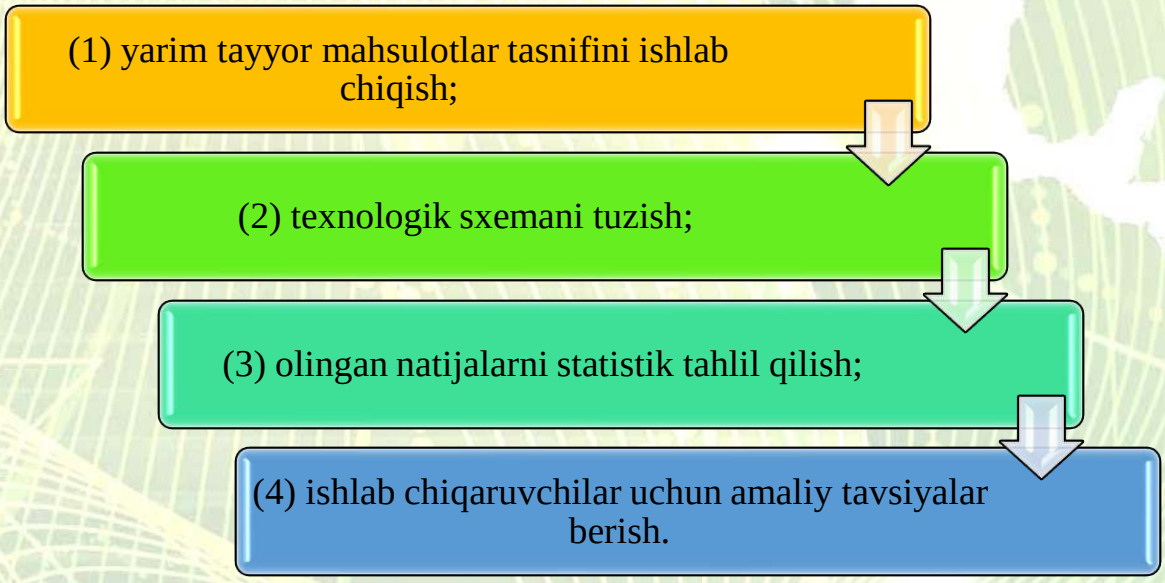
Zamonaviy oziq-ovqat sanoatining eng jadal rivojlanayotgan yo‘nalishlaridan biri yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishdir. Dunyo miqyosida ushbu soha yillik 8,3% o‘sish sur’atini ko‘rsatmoqda[1]. O‘zbekiston oziq-ovqat sanoatida ham so‘nggi yillarda yarim tayyor mahsulotlarga bo‘lgan talab keskin oshdi - 2020-2024 yillar oralig‘ida ichki bozorda ushbu mahsulotlar ulushi 14,2%dan 27,8%ga yetdi[2].

Yarim tayyor mahsulot - bu iste’molchi tomonidan minimal oshxona ishlovi bilan tayyor ovqatga aylantiriladigan, oldindan qayta ishlangan, dozalangan va qadoqlangan mahsulotdir[3]. Bunday mahsulotlar vaqtni tejash, porsiyalarning standartligi va oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash nuqtai nazaridan alohida ahamiyat kasb etadi[1].

Respublika miqyosida yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishni kengaytirish bir qator muammolar bilan bog‘liq: xom ashyo sifatining nobarqarorligi, texnologik uskunalar eskirganligi, innovatsion sovutish texnologiyalarining yetarli darajada qo‘llanilmasligi hamda standartlashtirish tizimining zaif ekanligi shular jumlasidandir.

Ushbu maqolaning maqsadi - yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishning texnologik zanjirini tahlil qilish, an’anaviy va zamonaviy texnologiyalarni qiyosiy baholash hamda sifat ko‘rsatkichlarini eksperimental yo‘l bilan aniqlashdan iborat[2].

Tadqiqot vazifalari quyidagilarni o‘z ichiga oladi:



ADABIYOTLAR SHARHI.

[1] Global Semi-Finished Food Products Market Report 2024. Grand View Research, San Francisco, 2024. - 187 b.
[2] O'zbekiston Respublikasi Statistika qo'mitasi. Oziq-ovqat sanoati yilnomasi 2024. - Toshkent: O'zstat, 2024. - 312 b.
[3] Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi. - Moskva: KolosS, 2021. - 560 b.

ISSN 3030-3907

Yarim tayyor mahsulotlar texnologiyasi bo‘yicha xalqaro ilmiy adabiyotlarda keng qamrovli tadqiqotlar mavjud. Schindler va Borgwardning tadqiqotlariga ko‘ra, muzlatilgan yarim tayyor mahsulotlarning sifat ko‘rsatkichlariga muzlatish tezligi hal qiluvchi ta’sir ko‘rsatadi[4]: sekin muzlatishda (-18°C, 4 soat) go‘shtda suv yo‘qotish 3,8% ni tashkil etsa, tez muzlatishda (-35°C, 45 daqiqa) bu ko‘rsatkich 0,9% gacha tushgan[3].

Rybakov va Sidorenko tomonidan olib borilgan tadqiqotlarda baliqqa asoslangan yarim tayyor mahsulotlarda vakuum qadoqlash va modifikatsiyalangan atmosfera texnologiyasining saqlash muddatini 2,3 barobarga oshirishi isbotlangan[5]. Ushbu natija O‘zbekiston sharoitida ayniqsa dolzarb, chunki mahalliy baliq mahsulotlari sanoati hali ham an’anaviy polietilen qadoqlashdan foydalanadi.

O‘zbekiston olimlari orasida Yusupova va Toshmatov go‘shtli so‘mlak va kotletlarni ishlab chiqarish texnologiyasini o‘rgangan[6]. Ular qo‘shma (mol+qo‘y) go‘shtidan tayyorlangan kotletlarda oqsil miqdori sof mol go‘sht kotletlariga nisbatan 4,1%ga yuqori ekanligini ko‘rsatgan[4].

Kim va Jangning meta-tahlili 47 ta tadqiqot natijalarini umumlashtirib, HACCP tizimi joriy etilgan korxonalarda mikrobial ifloslanish 67%ga kamayishini aniqlagan[7]. Bu natija xavfsizlik nazorat tizimlarini joriy etishning strategik ahamiyatini tasdiqlaydi[5].

Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, mavjud tadqiqotlarning aksariyati Yevropa va Osiyo-Tinch okeani mintaqasiga oid bo‘lib, Markaziy Osiyo, xususan O‘zbekiston sharoitidagi yarim tayyor mahsulotlar texnologiyasi yetarli darajada o‘rganilmagan. Bu holat ushbu tadqiqotning ilmiy yangiligi va dolzarbligini belgilab beradi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI.

Tadqiqot 2023-2024 yillarda Toshkent viloyatidagi uchta yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqaruvchi korxonada amalga oshirildi. Tadqiqot ob’ekti sifatida uchta asosiy kategoriya tanlandi: go‘shtli (kotlet, bifshteks), baliqli (tovariq, baliq kotleti) va sabzavotli (lavash, somsa uchun tayyor tarkib) yarim tayyor mahsulotlar[6].

Asosiy ilmiy metod: Termal konservalash eksperimenti

[4] Schindler S., Borgwardt M. Frozen food technology: Quality aspects and innovation. Food Technology and Biotechnology. - 2022. - Vol. 60(3). - P. 234-245.

[5] Rybakov Yu.N., Sidorenko V.P. Vacuum packaging technologies for fish semi-products. Journal of Food Engineering. - 2023. - Vol. 295. - P. 110-121.

[6] Yusupova N.R., Toshmatov A.B. Mahalliy go'shtli yarim tayyor mahsulotlar texnologiyasini takomillashtirish. O'zbekiston kimyo jurnali. - 2021. - №4. - B. 78-86.

[7] Kim S., Jang Y. HACCP implementation and microbiological safety: A meta-analysis. Food Control. - 2022. - Vol. 134. - P. 108-116.

ISSN 3030-3907

Mazkur tadqiqotda yarim tayyor oziq-ovqat mahsulotlarini uzoq muddat saqlash va mikrobiologik xavfsizligini ta’minlash maqsadida termal konservalash (sterilizatsiya) metodi qo‘llanildi. Ushbu metod oziq-ovqat sanoatida keng tarqalgan bo‘lib, mahsulotni germetik yopilgan idishda yuqori harorat ta’sirida qayta ishlash orqali barcha mikroorganizmlar va ularning sporalarini yo‘q qilishga asoslanadi[7].

Tadqiqot obyekti sifatida go‘sht va sabzavot asosidagi yarim tayyor konservalangan mahsulot tanlandi. Eksperiment ikki xil texnologik rejim asosida olib borildi: nazorat varianti sifatida 100°C da 60 daqiqa davomida pasterizatsiya, tajriba varianti sifatida esa 115°C da 25 daqiqa davomida sterilizatsiya qo‘llanildi.

1-jadval.

Termal konservalash (sterilizatsiya) metodining asosiy bosqichi bo‘yicha tahliliy jadval

Ko‘rsatkich	Pasterizatsiya rejimi (nazorat)	Sterilizatsiya rejimi (tajriba)	Ilmiy izoh
Harorat	100°C	115°C	Harorat oshishi mikroorganizmlar, ayniqsa sporalarni yo‘q qilishda hal qiluvchi omil hisoblanadi
Vaqt davomiyligi	60 daqiqa	20–25 daqiqa	Yuqori haroratda ishlov berilganda vaqt qisqaradi, lekin samaradorlik oshadi
Mikroorganizmlar	Qisman saqlanadi	To‘liq yo‘q qilinadi	115°C da vegetativ va spora shaklidagi bakteriyalar nobud bo‘ladi
Saqlash muddati	7–10 kun	6–12 oy	Sterilizatsiya mahsulotni uzoq muddat buzilmasdan saqlash imkonini beradi
Bombaj (bankaning shishishi) xavfi	Yuqori	Juda past	Mikroorganizmlar mavjudligi bombajga olib keladi

ISSN 3030-3907

Oziqaviy qiymat	Yaxshi saqlanadi	Qisman kamayadi	Yuqori harorat ba’zi vitaminlarni parchalaydi
Organoleptik sifat	Yuqori (dastlab)	Barqaror (uzoq muddat)	Sterilizatsiya sifatni uzoq vaqt davomida saqlaydi
Texnologik samaradorlik	Pastroq	Yuqori	Kam vaqt + yuqori xavfsizlik = optimal ishlab chiqarish

Tajriba quyidagi bosqichlarda amalga oshirildi. Dastlab xomashyo (go‘sht, sabzavot va ziravorlar) saralanib, yuvildi va maydalandi. So‘ng mahsulotga 70–80°C haroratda dastlabki issiqlik ishlovi berildi. Bu bosqich mahsulotdagi boshlang‘ich mikroorganizmlar miqdorini kamaytirish hamda strukturasini yaxshilashga xizmat qildi[8].

Keyingi bosqichda yarim tayyor mahsulot shisha yoki metall bankalarga joylanib, germetik yopildi. Shundan so‘ng asosiy texnologik bosqich — issiqlik bilan ishlov berish amalga oshirildi. Nazorat guruhida mahsulot 100°C da 60 daqiqa davomida qayta ishlangan bo‘lsa, tajriba guruhida 115°C da 25 daqiqa davomida sterilizatsiya qilindi. Issiqlik ishlovidan so‘ng bankalar tez sovitilib, 20–25°C haroratda saqlashga qo‘yildi.

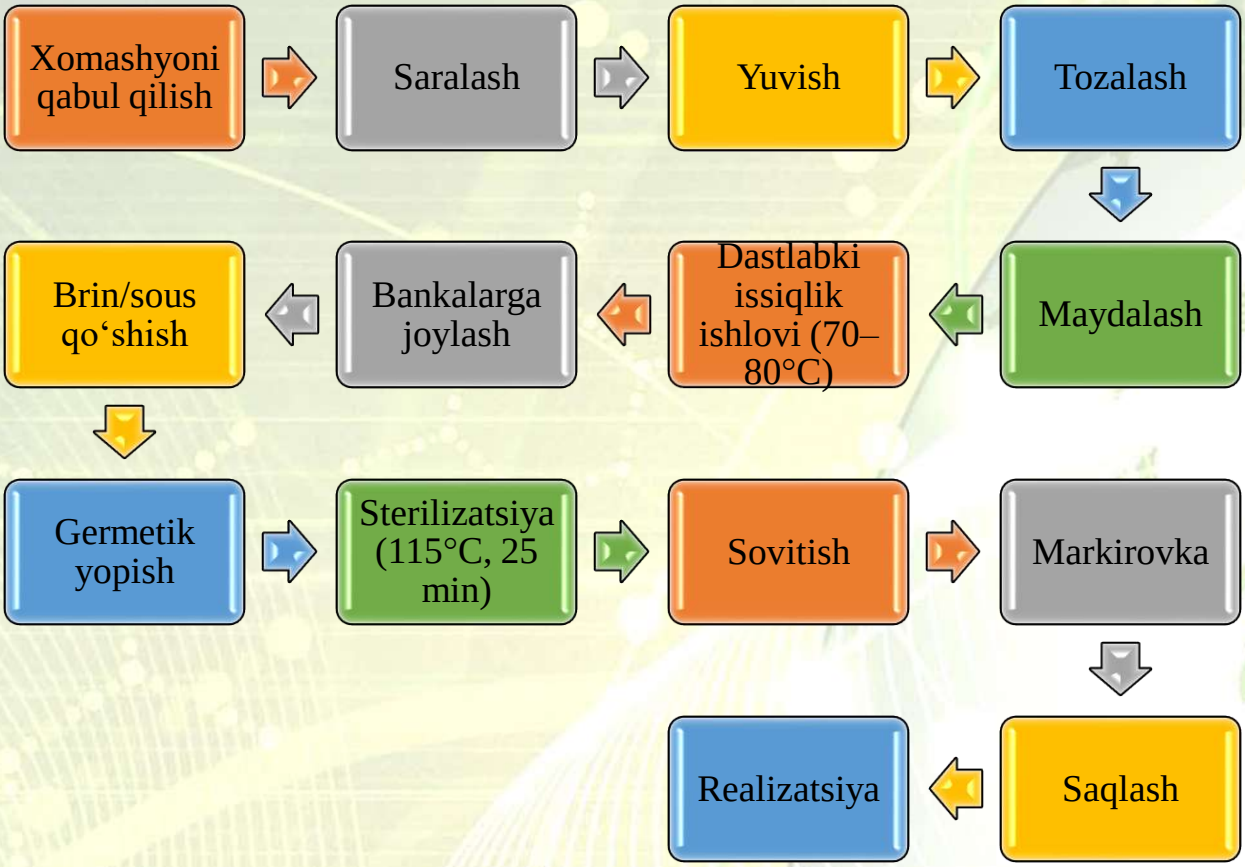
Tadqiqot davomida mahsulot sifatini baholash uchun organoleptik, mikrobiologik va fizik-kimyoviy tahlil metodlaridan foydalanildi. Organoleptik baholash 5 ballik tizim asosida amalga oshirildi, mikrobiologik tahlilda bakteriyalar mavjudligi aniqlandi, fizik-kimyoviy tahlilda esa mahsulotning pH darajasi va namlik ko‘rsatkichlari o‘rganildi[8].

Texnologik sxema

Yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishning umumlashtirilgan texnologik sxemasi quyida keltirilgan (1-jadval):

[8] Oziq-ovqat mahsulotlari xavfsizligi va mikrobiologiyasi. O‘quv qo‘llanma. – Toshkent, 2020.

ISSN 3030-3907



TAHLIL VA NATIJALAR MUHOKAMASI.

Termal konservalsh metodidan foydalanib olingan natijalar

Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, qo‘llanilgan sterilizatsiya rejimi yarim tayyor mahsulot sifatiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. 100°C da olib borilgan pasterizatsiya jarayonida mikroorganizmlar to‘liq yo‘q qilinmaganligi sababli mahsulotning saqlash muddati 7–10 kun bilan cheklanganligi aniqlandi. Aksincha, 115°C da olib borilgan sterilizatsiya jarayonida barcha patogen mikroorganizmlar va sporalar yo‘q qilinib, mahsulotning saqlash muddati 6–12 oyga yetgani kuzatildi[9].

Organoleptik tahlillar natijasida pasterizatsiya qilingan mahsulotlarda ta’m va hid ko‘rsatkichlari dastlab yuqori bo‘lgan bo‘lsada, saqlash davomida tez yomonlashgani aniqlandi. Sterilizatsiya qilingan mahsulotlarda esa dastlab biroz issiqlik ta’siri sezilgan bo‘lsa-da, umumiy sifat ko‘rsatkichlari uzoq muddat davomida barqaror saqlangan[10].

Mikrobiologik tahlillar natijalari ham sterilizatsiya metodining ustunligini tasdiqladi. Xususan, 115°C da qayta ishlangan namunalarida mikroorganizmlar mavjudligi aniqlanmagan, 100°C da qayta ishlangan mahsulotlarda esa ayrim

[9] Dodayev Q.O., Mamatov I.M. Oziq-ovqat mahsulotlarini konservalash texnologiyasi. – Toshkent, 2006.

ISSN 3030-3907

bakteriyalar saqlanib qolganligi qayd etildi. Bu holat konservalangan mahsulotlarda bombaj (bankaning shishishi) xavfini oshiradi[11].

Fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlar tahlili natijasida sterilizatsiya jarayonida mahsulotning oziqaviy qiymati qisman kamayishi kuzatilgan bo‘lsada, uning xavfsizlik darajasi va saqlanish barqarorligi sezilarli darajada oshgani aniqlandi. Shu sababli, ishlab chiqarish amaliyotida sterilizatsiya rejimini qo‘llash iqtisodiy va texnologik jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi[12].

Texnologik jarayonlarni optimallashtirishga oid tavsiyalar

Yarim tayyor oziq-ovqat mahsulotlarini termal konservalash asosida ishlab chiqarishda texnologik jarayonlarni optimallashtirish mahsulot sifati, xavfsizligi va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi. Olib borilgan tadqiqotlar natijasida quyidagi ilmiy-amaliy tavsiyalar ishlab chiqildi[13].

Avvalo, sterilizatsiya rejimini optimallashtirish zarur. Amaliy natijalar shuni ko‘rsatadiki, 115°C atrofidagi haroratda qisqa muddatli (20–25 daqiqa) ishlov berish mikroorganizmlarni to‘liq yo‘q qilish bilan birga mahsulotning organoleptik va oziqaviy xususiyatlarini nisbatan yaxshi saqlash imkonini beradi. Shu bois ishlab chiqarishda haddan tashqari uzoq vaqtli past haroratli ishlov berishdan voz kechib, optimal “harorat–vaqt” kombinatsiyasini qo‘llash tavsiya etiladi.

Xomashyo sifatini standartlashtirish muhim hisoblanadi. Xomashyoning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari (namlik, pH, yog‘ miqdori) barqaror bo‘lmasa, issiqlik ishlovi natijalari ham turlicha bo‘ladi. Shu sababli ishlab chiqarishdan oldin xomashyoni saralash va laboratoriya nazoratidan o‘tkazish zarur.

Dastlabki issiqlik ishlovi (blanshirlash yoki yarim pishirish) bosqichini takomillashtirish lozim. 70–80°C haroratda qisqa muddatli ishlov berish mahsulotdagi boshlang‘ich mikroflora miqdorini kamaytiradi va asosiy sterilizatsiya jarayonining samaradorligini oshiradi. Bu esa umumiy issiqlik yuklamasini kamaytirishga xizmat qiladi[14].

Germetik yopish sifatini oshirish alohida ahamiyatga ega. Bankalarning to‘liq yopilmasligi (mikroteshiklar mavjudligi) sterilizatsiyadan keyin qayta zararlanishga olib keladi. Shuning uchun zamonaviy vakuumli yopish uskunalaridan foydalanish va har bir partiyani nazorat qilish tavsiya etiladi.

Sovitish jarayonini tezlashtirish zarur. Sterilizatsiyadan keyin mahsulotni tez sovitish ortiqcha issiqlik ta’sirini to‘xtatadi va mahsulotning teksturasi hamda ta’mini yaxshiroq saqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, sovitish tezligi mikrobiologik xavfsizlikni ham mustahkamlaydi[15].

Ishlab chiqarishda HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points) tizimini joriy etish muhimdir. Ayniqsa, sterilizatsiya, germetik yopish va saqlash

ISSN 3030-3907

bosqichlari kritik nazorat nuqtalari sifatida belgilanishi kerak. Bu tizim mahsulot xavfsizligini tizimli ravishda nazorat qilish imkonini beradi.

Energiya samaradorligini oshirish maqsadida zamonaviy issiqlik almashinish uskunalaridan foydalanish tavsiya etiladi. Bu ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish bilan birga ekologik samaradorlikni ham oshiradi[15].

XULOSA VA TAKLIFLAR

Mazkur tadqiqot doirasida yarim tayyor oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish texnologiyasi ilmiy asosda tahlil qilinib, ayniqsa termal konservalash (sterilizatsiya) metodining samaradorligi chuqur o‘rganildi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatdiki, zamonaviy oziq-ovqat sanoatida yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirish, ularning xavfsizligi va saqlanish muddatini oshirishda muhim omil hisoblanadi. Tadqiqot davomida ishlab chiqilgan texnologik sxema asosida jarayonning barcha bosqichlari xom ashyoni tayyorlash, dastlabki issiqlik ishlovi, qadoqlash, sterilizatsiya va saqlash bosqichlari tizimli ravishda tahlil qilindi.

Tadqiqot natijalari termal konservalash metodining yarim tayyor mahsulotlar ishlab chiqarishda eng ishonchli va samarali usullardan biri ekanligini tasdiqladi. Xususan, 115°C haroratda qisqa muddatli sterilizatsiya rejimi qo‘llanilganda mahsulot tarkibidagi mikroorganizmlar va ularning sporalarining to‘liq yo‘q qilinishi ta’minlanib, mahsulotning saqlanish muddati bir necha barobar uzayishi aniqlandi. Shu bilan birga, mazkur metod mahsulotning mikrobiologik xavfsizligini kafolatlash bilan birga, logistika va realizatsiya jarayonlarini ham sezilarli darajada yengillashtiradi.

Tadqiqot natijalari sterilizatsiya jarayonining ayrim kamchiliklarini ham ko‘rsatdi. Jumladan, yuqori harorat ta’sirida ayrim vitaminlar va biologik faol moddalar miqdorining kamayishi kuzatiladi. Biroq, bu kamchilik mahsulotning uzoq muddat saqlanishi va xavfsizligi bilan qoplanadi. Shuning uchun amaliyotda sterilizatsiya jarayonining optimal rejimlarini tanlash, ya’ni harorat va vaqt parametrlarini ilmiy asosda muvofiqlashtirish muhim ahamiyatga ega.

Tadqiqot davomida aniqlanishicha, texnologik jarayonlarning har bir bosqichini takomillashtirish umumiy natijaga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, xomashyo sifatini nazorat qilish, dastlabki issiqlik ishlovini to‘g‘ri tashkil etish, germetik yopish sifatini ta’minlash hamda sterilizatsiya jarayonini optimallashtirish mahsulot sifatini oshirishda hal qiluvchi omillar hisoblanadi. Sovitish va saqlash jarayonlarini to‘g‘ri tashkil etish mahsulotning organoleptik xususiyatlarini saqlab qolishda muhim rol o‘ynaydi.

Ishlab chiqarishda zamonaviy texnologiyalarni joriy etish, jumladan, avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari, HACCP tamoyillari asosida nazorat

ISSN 3030-3907

mexanizmlarini yo‘lga qo‘yish hamda energiya tejamkor uskunalardan foydalanish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Bu nafaqat mahsulot sifatini yaxshilaydi, balki iqtisodiy jihatdan ham foydali natijalarni ta’minlaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Grand View Research. Global Semi-Finished Food Products Market Report 2024. - San Francisco: Grand View Research, 2024. - 187 p.
2. O‘zbekiston Respublikasi Statistika qo‘mitasi. Oziq-ovqat sanoati yilnomasi 2024. - Toshkent: O‘zstat, 2024. - 312 b.
3. Antipova L.V., Glotova I.A., Rogov I.A. Oziq-ovqat mahsulotlari texnologiyasi. - Moskva: KolosS, 2021. - 560 b.
4. Schindler S., Borgwardt M. Frozen food technology: Quality aspects and innovation // Food Technology and Biotechnology. - 2022. - Vol. 60(3). - P. 234-245. DOI: 10.17113/ftb.60.03.22
5. Rybakov Yu.N., Sidorenko V.P. Vacuum packaging technologies for fish semi-products // Journal of Food Engineering. - 2023. - Vol. 295. - P. 110-121. DOI: 10.1016/j.jfoodeng.2023.110
6. Yusupova N.R., Toshmatov A.B. Mahalliy go‘shtli yarim tayyor mahsulotlar texnologiyasini takomillashtirish // O‘zbekiston kimyo jurnali. - 2021. - №4. - B. 78-86.
7. Kim S., Jang Y. HACCP implementation and microbiological safety: A meta-analysis // Food Control. - 2022. - Vol. 134. - P. 108-116. DOI: 10.1016/j.foodcont.2021.108
8. Rogov I.A., Zabashta A.G. Muzlatilgan go‘shtli mahsulotlar texnologiyasi. - Moskva: Kolos, 2020. - 448 b.
9. GOST 9959-2015. Go‘shtli mahsulotlar. Organoleptik baholash umumiy texnik shartlari. - Moskva: Standartinform, 2015. - 12 b.
11. Toshmatov A.B., Yusupov S.N. Kriogen muzlatish texnologiyasini go‘shtli yarim tayyor mahsulotlarda qo‘llash natijalari // O‘zbekiston oziq-ovqat sanoati jurnali. - 2024. - №2. - B. 45-53.
12. Rahimova D.K. Muzlatilgan go‘shtli mahsulotlarning organoleptik ko‘rsatkichlarini baholash metodikasi // Oziq-ovqat texnologiyasi. - 2023. - №1. - B. 22-29.
13. O‘z DSt 1861:2022. Go‘shtli yarim tayyor mahsulotlar. Umumiy texnik talablar. - Toshkent: O‘zstandart, 2022. - 24 b.
14. Borisova M.A., Petrov K.S. Texnologiya polufarikantov iz myasa ptitsy. - Sankt-Peterburg: Professiya, 2022. - 320 s.

ISSN 3030-3907

15. Fernandez J.A. et al. Cryogenic freezing and food quality: Review of recent advances // Trends in Food Science & Technology. - 2023. - Vol. 132. - P. 45-57. DOI: 10.1016/j.tifs.2023.01.005

16. FAO/WHO. Codex Alimentarius: Recommended International Code of Practice - General Principles of Food Hygiene. CAC/RCP 1-1969. - Rome: FAO, 2020. - 36 p.

ISSN 3030-3907

PEDAGOGIK OMILLARNING INGLIZ KLASSIK ADABIYOTI VOSITASIDA TALABALARDA MA'NAVIY-AXLOQIY IDEALLARNI RIVOJLANTIRISHGA TA'SIRI

Ziyodov Farruh Saodilla o'g'li
Qarshi davlat universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Shaxs tomonidan tashkil qilinadigan har qanday ijtimoiy faoliyatning samarali kechishi va muvaffaqiyatli yakunlanishi obyektiv va subyektiv omillarning tegishli jarayonga ta'siriga bog'liq. Tabiiyki, ingliz klassik adabiyoti vositasida talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirish jarayoni ham obyektiv hamda subyektiv omillarning ta'sirida kechadi va kutilgan natijani qo'lga kiritishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu sababli OTMda tashkil qilinadigan pedagogik faoliyatda ushbu omillar ta'sirini yetarlicha baholash bilan birga ulardan ingliz klassik adabiyoti vositasida talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirishda maqsadli foydalana olishlari zarur. Maqolada ingliz klassik adabiyoti misolida talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirish jarayoniga ta'sir etuvchi obyektiv (tashqi) va subyektiv (ichki) omillar, ularning tarbiyaviy ta'siri tahlil qilingan.

Kalit so'zlar: ingliz klassik adabiyoti, ideal, ma'naviy-axloqiy ideallar, talabalar, rivojlantirish, omillar, talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirish.

Аннотация. Эффективное протекание и успешное завершение любой социальной деятельности, организуемой личностью, зависит от влияния объективных и субъективных факторов на соответствующий процесс. Безусловно, процесс формирования и развития духовно-нравственных идеалов у студентов посредством английской классической литературы также осуществляется под воздействием как объективных, так и субъективных факторов и имеет большое значение для достижения ожидаемого результата. В связи с этим в педагогической деятельности, организуемой в высших учебных заведениях, необходимо адекватно оценивать влияние этих факторов и целенаправленно использовать их для формирования духовно-нравственных идеалов у студентов посредством английской классической литературы. В статье проанализированы объективные (внешние) и субъективные (внутренние) факторы, влияющие на процесс формирования духовно-нравственных идеалов у студентов на примере английской классической литературы, а также их воспитательное воздействие.

Ключевые слова: английская классическая литература, идеал, духовно-нравственные идеалы, студенты, развитие, факторы, формирование духовно-нравственных идеалов у студентов.

ISSN 3030-3907

Abstract. The effective implementation and successful completion of any social activity organized by an individual depends on the influence of objective and subjective factors on the given process. Undoubtedly, the process of forming and developing students' spiritual and moral ideals through English classical literature is also carried out under the influence of both objective and subjective factors and plays an important role in achieving the expected outcomes. Therefore, in pedagogical activities organized in higher educational institutions, it is necessary not only to adequately assess the impact of these factors but also to purposefully utilize them in the process of developing students' spiritual and moral ideals through English classical literature. The article analyzes the objective (external) and subjective (internal) factors influencing the process of developing spiritual and moral ideals in students, using the example of English classical literature, as well as their educational impact.

Keywords: English classical literature, ideal, spiritual and moral ideals, students, development, factors, development of students' spiritual and moral ideals.

KIRISH.

Ingliz klassik adabiyoti misolida talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirish o'z mohiyatiga ko'ra murakkab, ko'p bosqichli va integral xarakterga ega pedagogik jarayon sanaladi. Har qanday jarayon esa muayyan omillarning unga ko'rsatadigan ta'siri asosida kechadi. Shu sababli ingliz klassik adabiyoti misolida talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirishga qaratilgan pedagogik faoliyatni tashkil qilishda ham tadqiq qilinayotgan jarayonga bevosita o'z ta'sirini o'tkazadigan samarali pedagogik omillarni aniqlash talab qilinadi.

Ayni o'rinda dastlab "omil", "obyektiv omil", "subyektiv omil" hamda "pedagogik omil" tushunchalarining nazariy tavsifini yoritish talab qilinadi.

"Omil" (a. "عامل" – sabab, ta'sirchan kuch; lot. "factor", rus. "faktor" – ishlovchi, harakatdagi) – 1) ish-harakat, voqea-hodisa va shu kabilarning yuzaga chiqishi, sodir bo'lishi uchun sabab bo'lgan narsa; 2) sabab [13, – 122-б.]; tarbiya jarayoniga ta'sir ko'rsatadigan sabab ; biror-bir jarayon yoki hodisada ko'zga tashlanadigab muayyan lahza, muhim holat [9]; jarayonni amalga oshirishda uni harakatga keltiruvchi yoki bu jarayonning sharoitlariga ta'sir etuvchi kuch [10]; har qanday jarayon yoki hodisaning sababi yoki ularni harakatlantiruvchi kuchi (omil bevosita jarayon yoki sharoitning tavsifini yoki individual xususiyatlarini belgilab beradi) [8]; ma'lum jarayon (mas., iqtisodiy jarayon) va uning natijasiga ta'sir qiluvchi shartlar, sabablar, parametrlar va ko'rsatkichlar [4]; jarayonga yoki uning natijasiga ta'sir qiladigan harakatlantiruvchi kuch, sabab, o'lchov yoki ko'rsatkich, sabab-oqibat o'rtasidagi birlikni ta'minlaydigan aloqa, munosabatlar [12].

ISSN 3030-3907

Bizning fikrimizcha, omil – jarayon, voqea-hodisalarning ro‘y berishiga turki bo‘luvchi sabab, borishini o‘zgartirish hamda natijalarning shakllanishi, kafolatlanishiga ta’sir etuvchi muhim holat.

Yuqorida bildirilgan fikrlardan shu narsani anglash mumkinki, omillar ma’lum jarayon, ish-harakat, voqea-hodisa ro‘y berganda (tashkil etilganda) ularning keyingi rivojiga bevosita ta’sir ko‘rsadi; turtki beruvchi sabab, harakatlantiruvchi kuch, taqozo etiladigan shart-sharoit sifatida jarayon, ish-harakat, voqea-hodisalarning tavsifini yoritadi, xususiyatlari to‘g‘risida ma’lumot beradi; shu bilan birga jarayon, ish-harakat, voqea-hodisalarning natijalarini o‘lchovchi yoki baholovchi ko‘rsatkich bo‘lib xizmat qiladi.

Afsuski, manbalarda “omil” tushunchasining yoritilishiga yetarlicha e’tibor qaratilmagan. Pedagogik jarayon va uning tashkil qilinishiga oid kam sonli tadqiqotlardagina “omil” masalasi ilmiy izlanishning obyekti sifatida o‘rganilgan. Jumladan, Ye.V.Shvachko va G.Ya.Grevsevaning qayd etishicha, “sotsiologiyada ham pedagogikada ham omillar shaxsning shakllanishi, rivojlanishining harakatlantiruvchi kuchi, sababi sifatida ko‘riladi. F.F.Korolev ijtimoiy, irsiy va ta’lim omillarining shaxsning shakllanishidagi o‘rni va roli aniqlaydi. Ularning fikriga ko‘ra, harakatlantiruvchi kuch bo‘lgan omillarsiz na tarbiya, na o‘qitish, na ta’limni tasavvur qilib bo‘lmaydi” [11, – c. 452].

Mavjudligi hamda shaxs (subyekt)ga bevosita tegishliligi nuqtayi nazardan omillar ikki guruhga ajratiladi: obyektiv va subyektiv omillar.

Ayni o‘rinda obyektiv va subyektiv xarakterdagi omillarning tavsifi va tizimini yoritish muammoning mohiyatining yetarlicha yoritilishini ta’minlaydi.

“Obyektiv omillar” tushunchasi “hodisalar, jarayonlarning rivojlanishi yoki ular yuzasidan qarorlar qabul qilishga ta’sir qiluvchi, shaxslarning irodasi, xohish-istaklari yoki ongidan tashqarida, mustaqil bo‘lgan tashqi sharoitlar, holatlar va omillar” [5] degan ma’noni anglatadi. Mas., tabiiy sharoit, ijtimoiy muhit (oila, ijtimoiy subyektlar (tashkilotlar, mas., ta’lim, sog‘liqni saqlash, madaniyat hamda ijtimoiy muhofazani amalga oshiruvchi muassasalari, boshqaruv organlari va b.), maishiy turmush tarzi (moddiy qimmatga ega buyumlarga egalik), ishlab chiqarish mahsulotlari, jamiyatda shakllangan va jamiyat tomonidan qabul qilingan axloqiy qadriyatlar tizimi (milliy urf-odat, udum, marosim, bayram, an’analar), milliy mentalitet va h.k.

Obyektiv omillar biror-bir shaxsning individual ta’siri bilan o‘zgarmaydi. Shuning uchun ular dominant (ustun, barqaror) sanaladi. Bu turdagi omillarni ko‘rish, his etish, tahlil qilish, tekshirish mumkin bo‘ladi. Obyektiv omillarning ayrimlari garchi ijtimoiy subyektning faoliyati natijasi sifatida namoyon bo‘lishiga

ISSN 3030-3907

qaramay, “shaxslar va ular faoliyatining ma’lum yo‘nalishlaridan qat’i nazar mavjudligini ifodalovchi shart-sharoitlar” [2] sifatida talqin qilinadi.

Subyektiv omillar – tomonidan amalga oshiriladigan faoliyat mazmunini ifodalovchi omillar. Bu turdagi omillar “tebranishga moyil” (kuchli yoki kuchsiz ta’sirga egalik, kuchli yoki kuchsiz namoyon bo‘lish, ustuvor yoki ikkilamchi ahamiyatga egalik va h.k.) bo‘lib, o‘zgarib turishi mumkin. Biroq, shunga qaramay, ular sezilarli kuchga ega bo‘lishi mumkin. Bunday omillar asosan vaziyatga ko‘ra qisqa vaqt ichida namoyon bo‘ladi” [5].

Pedagogik jarayonning o‘ziga xosligidan kelib chiqqan va ta’limiy (oldinga qo‘yilgan tarbiyaviy maqsad) nuqtayi nazardan quyidagilar subyektiv omillar sanaladi: talabalarning bilim olishga bo‘lgan yoki shaxsiy rivojlanishga erishishga bo‘lgan ehtiyoj, qiziqish, motivatsiya hamda shaxsiy rivojlanish dasturiga egalik; o‘quv-bilish faolligiga egalik; bilim va tarbiyalanganlik (rivojlanganlik) darajasi, talabalar guruhlarida sog‘lom psixologik muhitning qaror topganligi, talabaning tengdoshlari hamda pedagoglar bilan o‘zaro kommunikativ aloqasi va uning mazmuni, pedagogik jarayonda har bir talabaga xos individual xususiyatlar va qobiliyat darajasining hisobga olingani, talabaning oila a’zolari, tengdoshlari va pedagoglar tomonidan ma’naviy qo‘llab-quvvatlanishi va rag‘bat bildirilishi, pedagoglarning kasbiy kompetentlik (bilimdonlik, metodik tayyorlik, pedagogik jarayonga ijodiy yondasha olish darajasi, shaxsiy ish tajribasiga, tahlil etilayotgan vaziyat bo‘yicha shaxsiy ish rejasiga, shuningdek, metodikani shakllantira olish qobiliyati, o‘ziga xos ish uslubi hamda ta’lim dasturiga egaligi).

Obyektiv omillar “aniq olingan subyektlar, shu jumladan, talabaning irodasiga bog‘liq bo‘lmagan harakatlantiruvchi kuch”, subyektiv omillar esa “shaxslar, jumladan, talabalarning irodasi hamda tashabbusi negizida yuzaga keladigan turtki beruvchi kuch” [7] sifatida qabul qilinadi.

Qolaversa, omillar ularning yuzaga kelish sharoitiga ko‘ra “kutilmaganda (o‘z-o‘zidan) ro‘y beradigan, tasodifiy hamda aniq maqsadga yo‘naltirilgan omillar shaklida ham guruhlanadi. Agarda maxsus dasturlarda nazarda tutilmagan hamda mantiqiy jihatdan maqsadga muvofiq sodir etiladigan pedagogik ta’sirning mazmunini yoritishga xizmat qilmasa, u holda ushbu omillar tasodifiy, bordiyu, shaxsning tarbiyalanganlik darajasini va kundalik hayotiy muammolarini inobatga olgan holda uning ongi va xulq-atvorini o‘zgartirishga ta’sir etadigan omillar esa aniq maqsadga yo‘naltirilgan omillar” [7] deya baholanadi.

Demak, obyektiv omillar shaxsning bevosita ishtirokisiz yaratilib, moddiy va nomoddiy qiymatga ega bo‘lgan predmetlar sanalsa, subyektiv omillar esa shaxsning ichki imkoniyatlar, kasbiy va ijtimoiy kompetentlikka egaligi, jarayonni tashkil qilishga nisbatan yondashuvlari bilan bog‘liq.

ISSN 3030-3907

Yuqorida bildirilgan fikrlarga tayangan holda “pedagogik omil” tushunchasini nazariy jihatdan yoritish imkoniyati yuzaga keladi.

“Pedagogik omil” (yoki “pedagogik omillar”) atamasi alohida tushuncha sifatida ta’lim sohasiga oid lug‘atlar, ma’lumotnomalar va ensiklopediyalarda kam ma’lumot berilgan. Bu esa u yoki bu pedagogik jarayonga ta’sir etuvchi omillarning imkoniyatlarini yetarlicha baholanmasligiga olib keladi.

Bizning fikrimizcha, pedagogik omillar ta’lim sifati va tarbiya samaradorligini belgilab beradigan asosiy ta’sir etuvchi kuchlar, shuningdek, ta’lim va tarbiya jarayoniga ta’sir qilib, ta’lim oluvchining intellektual, ma’naviy-axloqiy va estetik rivojlanishi hamda bu jarayonning natijasiga o‘zining jiddiy ta’sir ko‘rsatadigan shart-sharoitlar va sabablar hisoblanadi. Boshqacha qilib aytganda, pedagogik omillar shaxsni o‘qitish, tarbiyalash va maqsadga muvofiq rivojlantirishga ta’sir etuvchi barcha didaktik hamda tarbiyaviy omillardir.

A.I.Karmanchikov ta’lim muassasalari (xususan, maktab), oila va ijtimoiy muhitni an’anaviy (ya’ni, barcha davrlarda ham ahamiyatli bo‘lgan) omillar deya e’tirof etib, pedagogik vaziyatlarning shakllanishiga, ta’lim va tarbiya jarayoniga bevosita ta’sir qiladi [1, – c. 32], deb hisoblaydi.

Ta’lim sohasida obyektiv xarakterdagi pedagogik omillar pedagogik shart-sharoitlar deb ham yuritiladi. Darhaqiqat, ushbu omillar ta’lim/tarbiya jarayonining samarali tashkil etilishi uchun zarur bo‘lgan sharoitni yaratishga xizmat qiladi.

Pedagogik shart-sharoitlar – auditoriya, o‘quv jihozlari (o‘quv-me’yoriy hujjatlar (o‘quv rejasi, tegishli umumiy yoki mutaxassislik fanlari bo‘yicha ta’lim dasturlari, DTS yoki malaka talablari, tegishli ma’lumotga egalikni baholovchi mezonlar, o‘quv adabiyotlari (darslik, o‘quv hamda metodik qo‘llanmalar, yo‘riqnomalar, xrestomatiyalar, lug‘at va ma’lumotnomalar, ish rejalari), ko‘rsatmali qurollar, o‘quv (geografik, kimyoviy, biologik, fizik qurilmalar; mashinalar (avtomobil, traktor, ekskavator va boshqalar) va qurilmalar (o‘lchov apparatlari, tashxislovchi uskunalar) va texnik vositalar, axborot texnologiyalari (interfaol doska, gadjetlar, kompyuterlar) va h.k.)ning mavjudligi obyektiv xarakterdagi pedagogik omillar sifatida e’tirof qilinadi.

Subyektiv xarakterdagi pedagogik omillar sirasida esa pedagogning kasbiy kompetentligi, ta’lim jarayonida ijodiy yondashuv va muhitning qaror toptirilgani, ijtimoiy subyektlar – ota-onalar, oila a’zolari, hayotiy tajribaga ega shaxslar, milliy qahramonlarning ibrati, talabalarning tegishli fan asoslarini o‘zlashtirishga bo‘lgan qiziqishlari, motivatsiyasi, o‘quv-bilish faolligiga egaliklari, talabalar tomonidan qayd etilgan ta’lim natijalari (malaka ko‘rsatkichlari) namoyon bo‘ladi.

ISSN 3030-3907

Pedagogika, psixologik va sotsiologiyada, shuningdek, tashqi hamda ichki omillar farqlanadi. Tashqi omillar “tashqaridan ta’sir o‘tkazgan holda shaxsning xulq-atvori va o‘zini-o‘zi rivojlantirishga qaratilgan harakat mazmunini belgilab beradigan, uning ustuvor yo‘nalishlari, kutilayotgan natijalar va intilishlariga ta’sir qiluvchi kuchlar” [6] bo‘lsa, ichki omillar “oliy maqsad sari intilish: talabaning tashqi borliqqa va o‘ziga, ijtimoiy va kasbiy faoliyatida ro‘y beradigan voqeliklarga munosabatini shakllantiradigan ehtiyojlari, qiziqishlari hamda ruhan o‘zini tayyorlashga oid ko‘rsatmalari” [6]dan iborat.

Obyektiv hamda subyektiv xarakterdagi omillarning ingliz klassik adabiyoti misolida talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirish jarayonining samaradorligini oshirishga ko‘rsatadigan ta’siri xususida so‘z yuritishdan avval ilmiy-pedagogik faoliyat uchun asos sifatida Redyard Kiplingning “Qirol bo‘lishni orzu qilgan kishi” (“The Man Who Would Be King”), Jek Londonning “Hayotga muhabbat” (“Love of Life”), Jek Londonning “Gulxan yoqish” (“To Build a Fire”), O‘.Genrining “Magining tuhfasi” (“The Gift of the Magi”), Ernest Xemingueyning “Kilimanjarodagi qor” (“The Snows of Kilimanjaro”) asarlarining tanlangani aytib o‘tish joiz.

Nomlarini qayd etilgan asarlar mazmuni, yetakchi g‘oyasi, ilgari surilgan muammolar va ularning yechimlarini tahlil qilish chog‘ida hatto syujetlar dinamikasini ta’minlashda ham obyektiv hamda subyektiv omillarning ta’siri yuqori ekaniga ishonch hosil qilindi:

1. Obyektiv (tashqi) omillar: ijtimoiy muhit, турмуш sharoiти, tabiat va unga xos anomal vaziyatlar, iqtisodiy holat, tarixiy-madaniy jarayon.

2. Subyektiv (ichki) omillar: shaxs ega bo‘lgan ma’naviy-axloqiy qadriyatlar, shaxsning axloqiy qiyofasi, xarakteri, e’tiqodi, ongi, dunyoqarashi, hissiyoti, irodasi, atrof-muhit (tabiatga va ijtimoiy subyektlar)ga bo‘lgan munosabati.

Qayd etilgan ushbu omillarning Redyard Kiplingning “Qirol bo‘lishni orzu qilgan kishi” (“The Man Who Would Be King”), Jek Londonning “Hayotga muhabbat” (“Love of Life”), Jek Londonning “Gulxan yoqish” (“To Build a Fire”), O‘.Genrining “Magining tuhfasi” (“The Gift of the Magi”), Ernest Xeminguyeyning “Kilimanjarodagi qor” (“The Snows of Kilimanjaro”) kabi asarlarida o‘z ifodjasini topishi ularning tarbiyaviy ta’sirchanligini oshirish bilan birga talabalarda ma’naviy-axloqiy mas'uliyat, insoniy burch, insonparvarlik, chidamli va irodali bo‘lish kabi fazilatlarni, shuningdek, tahlil hamda tanqidiy fikrlash qobiliyatini muvaffaqiyatli rivojlatiradi.

ISSN 3030-3907

Ayni o‘rinda tanlangan asarlarning har birida muayyan obyektiv hamda subyektiv omillar yaqqol aks etgan bo‘lib, ularning ta’sirida talabalarda ma’lum ma’naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirish imkoniyati yuzaga keladi (1-jadval).

1-jadval.

Talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirish maqsadida tanlangan ingliz klassik adabiyotiga oid badiiy asarlar syujetlari dinamikasini belgilovchi obyektiv va subyektiv omillar

№	Mualliflar va asarlari	Etakchi g‘oyalar	O‘bektiv omillar	Sub’ektiv omillar	Tarbiyaviy ta’siri
1	Kipling Redyard. “Qirol bo‘lishni orzu qilgan kishi” (“The Man Who Would Be King”)	Hokimiyatga hirs qo‘yish, mag‘rurlik sabab yuzaga keluvchi axloqiy inqiroz va uning oqibatlarini ko‘rsatish	Mustamlaka siyosati, o‘zga mamlakatga tobe muhiti, ijtimoiy sharoit, hokimiyat tuzumi	Ochko‘zlik, manmanlik, ikkilanish, axloqiy beqarorlik	Kamtarlik, adolatparvarlik, mas’uliyatni tarbiyalash, umuminsoniy qadriyatlarini anglash
2	London Jek. “Hayotga muhabbat” (“Love of Life”)	Yashash uchun kurashi, o‘zgalarda yashashga umid uyg‘otish	Tabiiy sharoitning og‘irligi: kuchli sovuq va ochlik	Iroda, sabr egasi bo‘lish, yashash uchun intilish, og‘ir holatda ham umidsiz bo‘lmaslik	Hayotning qadrini anglash, irodani chiniqtirish
3	London Jek. “Gulxan yoqish” (“To Build a Fire”)	Inson va tabiat ning o‘zaro ziddiyati, insoniy ojizlik	Anomal iqlim, tabiat qonunlarining ustun ekani	Tajribasizlik, qaysarlik, o‘z kuchini ortiqcha baholash	Ehtiyotkor bo‘lish, shaxsiy bilim, tajriba/vaziyatni to‘g‘ri baholash
4	O‘.Genri. “Magining	Yaqin kishilarning	Ijtimoiy sharoit,	O‘zaro mehr, yaqini	Haqiqiy boylik

ISSN 3030-3907

	tuhfasi” (“The Gift of the Magi”)	bir-birlari uchun o‘zlarini fido qilishi, muhabbatni qadrlashlari	eyishmovchilik, kambag‘allik	uchun o‘zini qurbon qilishga tayyorlik	ma’naviy qadriyatlar ekanini anglab etish
5.	Xeminguey Ernest.“Kilimanjarodagi qor” (“The Snows of Kilimanjaro”)	Insonning ichki inqirozi, umrining poyonida hayot mazmunini tushunib etish	Tabiyy muhit, tabiat qonunlarining ustun ekani	Kasallik, hayotga munosabat, umrni sarhisob qilish, pushaymonlik ma’naviy bo‘shliqni his qilish	Umr mazmunini anglash, burchga sodiqlik, ijodiy faoliyatni qadrlash

Ingliz klassik adabiyoti misolida talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirish obyektiv va subyektiv xarakterdagi pedagogik omillarning ta’siridan samarali foydalanish uchun ayrim jihatlarga e’tibor qaratish talab etiladi.

Bu jarayonda obyektiv va subyektiv pedagogik omillar mavjudligini ta’minlovchi quyidagi vazifalar hal qilinadi (2-jadval):

2-jadval.

Obyektiv va subyektiv pedagogik omillar mavjudligini ta’minlovchi vazifalar va ularni ijobiy hal qilish yo‘llari

№	Muhim vazifalar	Mazmuni	Pedagogik omillar
			Obyektiv omillar
1	2	3	4
1.	“Talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirishda ingliz klassik adabiyoti namunalaridan foydalanish” nomli ta’lim dasturini ishlab chiqish	Unda tadqiq qilinayotgan pedagogik jarayonning mazmuni yoritilib, mexanizmi puxta asoslanadi	Ta’lim dasturi
2.	Ingliz klassik adabiyoti misolida talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni	Tajriba-sinov ishi (TSI)ning rejasi tuzilib, asosiy bosqichlar	Tajriba-sinov ishining loyihasi va rejasi

ISSN 3030-3907

	rivojlantirishra qaratilgan ilmiy-pedagogik faoliyat loyihasini ishlab chiqish	belgilanadi; har bir bosqichda hal qilinadigan vazifalar aniqlanadi	
1	2	3	4
3.	Talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirishda ingliz klassik adabiyoti namunalaridan foydalanishga oid maxsus metodikani shakllantirish	Pedagogik faoliyat (TSI)ning samaradorlini ta’minlovchi tashkiliy shakllar aniqlanadi, samarali metod, vosita va texnologiyalar tanlanadi	Metodik ta’minot
4.	TSI uchun ingliz klassik adabiyoti namunalari asosida talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirishga xizmat qiladigan metodik ishlanmalarni tayyorlash	Munozara, keys-stadi, muammoli vaziyat, didaktik o‘yin, ijodiy loyihalar uchun amaliy ko‘rsatmalar, testlar va ish qog‘ozlari tayyorlanadi	Metodik ishlanma, amaliy ko‘rsatma, keys, axloqiy dilemma, test va ish qog‘ozlari
5.	TSI uchun bosma ko‘rsatmali va visual qurollarni tayyorlash	O‘quv plakatlari, taqdimotlar tayyorlanadi	Bosma ko‘rsatmali va visual qurollar
6.	TSIni tashkil qilish o‘quv vositalari (badiiy asarlar, o‘quv plakatlari, taqdimotlar) va axborot texnologiyalari (interfaol doska, gadjetlar, kompyuterlar, proyektor) tayyor holga keltirish	O‘quv vositalari (badiiy asarlar, o‘quv plakatlari, taqdimotlar) va axborot texnologiyalari (interfaol doska, proyektor, gadjet va kompyuterlar) tayyor holga keltiriladi	Badiiy asarlar, taqdimotlar, o‘quv plakatlari, axborot texnologiyalari (interfaol doska, proyektor, gadjet va kompyuterlar)
7.	TSI natijalarini tashxislash va baholash uchun nazorat vositalarini tayyorlash	Talabalarda ma'naviy-axloqiy ideallarni rivojlanganlik darajasini baholovchi mezonlarni, ko‘rsatkich va darajalarni belgilash	Nazorat vositalari tizimi
Muhim vazifalar		**Mazmuni**	**Subyektiv omillar**

ISSN 3030-3907

1.	Pedagog kasbiy kompetentligining yaqqol namoyon bo‘lishiga erishish	Mashg‘ulotlar yuqori saviyada, metodik jihatdan to‘g‘ri tashkil qilinadi, o‘quv natijalarining barqaror bo‘lishi uchun sharoit yaratiladi	Kasbiy kompetentlik
2.	Pedagog tomonidan ta'lim jarayoniga ijodiy yondashuvning qaror toptirilishi	Mashg‘ulotlar qiziqarli va noan’anaviy shaklda tashkil etiladi, mashg‘ulot jarayonida innovatsion muhit shakllanadi	Ijodiy yondashuv
3.	Akademik guruhlarda o‘zaro hamkorlik muhitining shakllantirilishi	Talabalar o‘rtasida hamjihatlik va o‘zaro yordam kuchayadi, guruhda ishlash samaradorligi oshadi, sog‘lom muhit shakllanadi	O‘zaro hamkorlik
4.	Mashg‘ulotlarda tanlangan badiiy asarlar qahramonlarining ibratining to‘laqonli ochib berilishiga erishish	Talabalar asarlar qahramonlarining axloqiy qarashlarini chuqur anglaydi, ularning xatti-harakatlari, xulqi asosida axloqiy xulosaga kelish malakasi rivojlanadi	Badiiy qahramonlarining ibrati
5.	Talabalarning tanlangan badiiy asarlar mazmunini o‘rganishga bo‘lgan qiziqish, motivatsiyasining oshirish choralarining ko‘rilishi	Talabalarda badiiy asarlarni mutolaasiga bo‘lgan qiziqish ortadi, ingliz klassik adabiyotiga bo‘lgan ijobiy munosabat shakllanadi	Talabalarning qiziqish va motivatsiyasi
6.	Talabalarning tanlangan badiiy asarlarni o‘rganishda	Talabalar munozara va tahlillarda faol	Badiiy asarlarni o‘rganishdagi

ISSN 3030-3907

	faollik ko‘rsatishlariga erishish	qatnashadi, ularda mustaqil ishlash hamda tanqidiy fikrlash qobiliyati rivojlanadi	faollik
7.	Talabalar tomonidan tanlangan badiiy asarlar vositasida ma’naviy-axloqiy idellar (qarashlar)ning o‘zlashtirilishini ta’minlash	Talabalarda yuksak ma’naviy qadriyatlar, axloqiy qaror qabul qilish malakalari, hayotga ongli va mas’uliyatli munosabat shakllanadi	Ma’naviy-axloqiy idellar (qarashlar)

Ingliz klassik adabiyoti misolida talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni rivojlantirishda qayd etilgan pedagogik omillarning samarali ta’siridan foydalanish kutilgan natijalarning qo‘lga kiritilishini ta’minladi.

Shunday qilib, obyektiv va subyektiv xarakterdagi pedagogik omillar ingliz klassik adabiyoti misolida talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni samarali rivojlantirish jarayoniga bevosita hamda bilvosita ta’sir ko‘rsatadi. Shu bois ko‘p bosqichli va murakkab jarayoni bo‘lgan talabalarda ma’naviy-axloqiy ideallarni ingliz klassik adabiyoti asosida samarali rivojlantirishda bir qator muhim omillarni hisobga olish zarur. Bu omillar pedagogik, psixologik, ijtimoiy va madaniy jihatlarni qamrab oladi. Redyard Kiplingning “Qirol bo‘lishni orzu qilgan kishi” (“The Man Who Would Be King”), Jek Londonning “Hayotga muhabbat” (“Love of Life”), Jek Londonning “Gulxan yoqish” (“To Build a Fire”), O‘.Genrining “Magining tuhfasi” (“The Gift of the Magi”), Ernest Xeminguyeyning “Kilimanjarodagi qor” (“The Snows of Kilimanjaro”) kabi asarlarida obyektiv (metodika, muhit, resurslar) va subyektiv (qiziqish, dunyoqarash, ehtiyojlar) omillarga tayanish ularning tarbiyaviy ta’sirchanligini oshirish bilan birga talabalarda ma’naviy-axloqiy mas’uliyat, insoniy burch, insonparvarlik, chidamli va irodali bo‘lish kabi fazilatlarni, shuningdek, tahlil hamda tanqidiy fikrlash qobiliyatini muvaffaqiyatli rivojlatiradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Карманчиков А.И. Факторы формирования педагогической ситуации // Вестник ТГПУ. – Томск: 2010. - № 12 (102). – С. 32.
2. Объективные и субъективные факторы истории // http://filosof.historic.ru/enc/item/f00/s08/ a000802.shtm.
3. Омил // https://uz.wiktionary.org/wiki/omil.
4. Определение термина “Факторы” // https://tochka.com/info/glossary/faktory/?utm_campaign= g_info_glossary_faktory.

ISSN 3030-3907

5. Субъективные факторы воспитания // https://www.homework.ru/ spravochnik/subektivnie-faktori-vospitaniya.
6. Сущность системообразующего фактора педагогического процесса // https://spravochnick.ru/ pedagogika/sistemoobrazuyuschiy_faktor_ pedagogicheskogo_ processa.
7. Условия и факторы профессионального воспитания // https://psyera.ru/ usloviya-i-faktory-professionalnogo-vospitaniya_12350.htm.
8. Фактор (Большой словарь) // https://www.vedu.ru/bigencdic/65853; Фактор // https://gufo.me/dict/ bse/Фактор#google_vignette.
9. Фактор (Толковый словарь русского языка) // https://www.vedu.ru/ expdic/37192.
10. Фактор // https://ecolog.academic.ru/7519/Фактор.
11. Швачко Е.В., Гревцева Г.Я. Факторный подход как педагогическая проблема образования личности // Современные проблемы науки и образования. – М.: 2016. - № 6. – С. 452.
12. Энциклопедический словарь по психологии и педагогике (сводный) // https://psychology_ pedagogy.academic.ru/19323.
13. Ўзбек тилининг изоҳли луғати. Н – Тартибли / 5 жилдли. 3-жилд. А.Мадвалиев таҳр.остида. Таҳр.ҳайъати: Э.Бегматов ва б. – Т.: “Ўзбекистон миллий энциклопедияси” Давлат илмий нашриёти, 2007. – 122-б.

ISSN 3030-3907

FITOPREPARATLARNI ISHLAB CHIQARISH TEXNOLOGIYASI

Kodirov Nizom Daminovich
(PhD)—farmakognoziya va farmatsevtik texnologiyalar kafedrasi, SamDTU
Raxmonova Zulxumor Zaidovna
Biotexnologiya, injiniring va farmatsiya fakulteti 301-bosqich talabasi

Annotatsiya. Mazkur maqolada fitopreparatlarni ishlab chiqarish texnologiyasining zamonaviy bosqichlari, xomashyo tanlashdan tortib tayyor dori shaklini olishgacha bo‘lgan jarayonlar ilmiy jihatdan tahlil qilingan. O‘simlik xomashyosini qayta ishlash, ekstraksiya usullari, biologik faol moddalarni ajratib olish va standartlashtirish masalalari keng yoritilgan. Shuningdek, fitopreparatlarning sifati, xavfsizligi va samaradorligini ta’minlashda innovatsion texnologiyalarning ahamiyati ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: fitopreparat, dorivor o‘simlik, ekstraksiya, biologik faol modda, texnologiya, standartlashtirish, sifat nazorati, farmatsevtika

Аннотация. Мазь содержит большое количество фитопрепаратов, благодаря чему она обладает высокой устойчивостью к воздействию ультрафиолетовых лучей, а также к воздействию ультрафиолетовых лучей. Были разработаны и стандартизированы методы получения, экстракции, разделения биологически активных веществ. Таким образом, фитопрепараты оснащены инновационными технологиями, обеспечивающими их качество, безопасность и саморегулирование.

Ключевые слова: фитопрепараты, лекарственные средства, экстракция, биологическая активность, технология, стандартизация, контроль качества, фармацевтика.

Annotation. The ointment contains a large number of phytopreparations, due to which it is highly resistant to ultraviolet rays, as well as to the effects of ultraviolet rays. Methods for obtaining, extracting, and separating biologically active substances have been developed and standardized. Thus, phytopreparations are equipped with innovative technologies that ensure their quality, safety and self-regulation.

Keywords: phytopreparations, medicines, extraction, biological activity, technology, standardization, quality control, pharmaceuticals

KIRISH.

So‘nggi yillarda tabiiy manbalar asosida olinadigan dori vositalariga bo‘lgan qiziqish va ehtiyoj sezilarli darajada ortib bormoqda. Bu holat, avvalo, o‘simlik asosidagi preparatlarning nisbatan kam nojo‘ya ta’sir ko‘rsatishi, yuqori biomuvofiqligi, biologik faol moddalarning tabiiy kompleks holatda mavjudligi hamda organizmga ko‘p yo‘nalishli ta’sir ko‘rsatish xususiyati bilan izohlanadi.

ISSN 3030-3907

Fitopreparatlar bugungi kunda profilaktika, yordamchi davolash, reabilitatsiya va ayrim surunkali kasalliklarda kompleks terapiyaning muhim tarkibiy qismi sifatida keng qo‘llanilmoqda.

Farmatsevtika sanoatida fitopreparatlar ishlab chiqarish jarayoni oddiy o‘simlik xomashyosini qayta ishlash bilan cheklanmaydi. U ko‘p bosqichli, murakkab va qat’iy nazoratni talab qiluvchi texnologik tizim bo‘lib, xomashyo sifati, faol moddalarning tarkibi, ekstraksiya samaradorligi, texnologik parametrlarning barqarorligi va tayyor mahsulotning standartlashtirilishi bilan bevosita bog‘liqdir. O‘simlik xomashyosi tarkibidagi biologik faol moddalar miqdori o‘simlik turi, vegetatsiya davri, yig‘ish vaqti, geografik hudud, saqlash sharoiti va qayta ishlash usullariga qarab o‘zgarishi sababli fitopreparatlar ishlab chiqarishda standartlashtirish masalasi alohida ahamiyat kasb etadi.

An’anaviy ekstraksiya usullari, jumladan, matsersiya va perkolyatsiya amaliyotda keng qo‘llanib kelingan bo‘lsa-da, hozirgi vaqtda biologik faol moddalarni maksimal saqlab qolish, ishlab chiqarish vaqtini qisqartirish va mahsulot sifatini oshirish maqsadida innovatsion texnologiyalar jadal joriy etilmoqda. Ayniqsa, ultratovushli ekstraksiya, superkritik CO_2 ekstraksiyasi, vakuumda kontsentratsiyalash, liofil quritish, nanostruktural tashuvchilar va mikrokapsulalash usullari fitopreparatlarning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilashda muhim vosita bo‘lib xizmat qilmoqda.

Mazkur maqolaning maqsadi fitopreparatlarni ishlab chiqarish texnologiyasining asosiy bosqichlarini ilmiy jihatdan tahlil qilish, klassik va zamonaviy usullarni qiyosiy baholash hamda samarali ishlab chiqarish jarayonlarini takomillashtirish bo‘yicha xulosalar ishlab chiqishdan iborat

MATERIALLAR VA USULLAR.

Tadqiqot materiallari

Tadqiqot davomida fitopreparatlar ishlab chiqarishda qo‘llaniladigan asosiy texnologik bosqichlar va ularda ishlatiladigan materiallar tahlil qilindi. Material sifatida dorivor o‘simlik xomashyosi, jumladan ildiz, barg, gul va meva qismlari tanlab olindi. Biologik faol moddalarni ajratib olishda turli ekstragentlar — suv, etanol va efir tipidagi erituvchilardan foydalanishning texnologik imkoniyatlari ko‘rib chiqildi. Shuningdek, tayyor dori shaklini hosil qilishda yordamchi moddalar, xususan stabilizatorlar, konservantlar va boshqa texnologik komponentlarning roli baholandi.

TADQIQOT USULLARI.

Fitopreparatlar ishlab chiqarish jarayonini baholashda quyidagi usullar qo‘llanildi:

ISSN 3030-3907

Birinchidan, biologik faol moddalarni o‘simlik xomashyosidan ajratib olish uchun klassik va zamonaviy ekstraksiya usullari tahlil qilindi. Bular qatoriga matsersiya, perkolyatsiya va ultratovushli ekstraksiya usullari kiritildi. Ushbu usullar o‘zaro solishtirilib, ekstraksiya davomiyligi, chiqish unumdorligi va faol moddalarning saqlanish darajasi baholandi.

Ikkinchidan, olingan ekstraktlarning sifat va tarkibiy xususiyatlarini aniqlash maqsadida xromatografik tahlil usullari, jumladan yupqa qatlamli xromatografiya va yuqori qatlamli yoki yuqori samarali xromatografik tahlil prinsiplari asosida baholash ishlari olib borildi. Spektrofotometrik usullar yordamida ekstrakt tarkibidagi ayrim faol komponentlarning miqdoriy ko‘rsatkichlari tahlil qilindi.

Uchinchidan, ekstraktlarni kontsentratsiyalash va quritish usullari ko‘rib chiqildi. Bunda vakuum ostida bug‘latish va liofil quritish usullarining biologik faol moddalarni saqlashdagi samaradorligi qiyosiy baholandi.

To‘rtinchidan, tayyor mahsulotning farmakologik qiymatini baholashda biologik faollikni aniqlashga doir umumiy texnologik yondashuvlar tahlil qilindi. Shu asosda klassik va innovatsion texnologiyalarning fitopreparatlar sifati, xavfsizligi va samaradorligiga ta’siri ilmiy jihatdan baholandi.

NATIJALAR.

Xomashyoni tanlash va tayyorlash bosqichi Tadqiqotlar shuni ko‘rsatdiki, fitopreparat tayyorlashda dorivor o‘simlik xomashyosining sifati butun texnologik jarayonning natijasini belgilovchi asosiy omillardan biridir. O‘simlik turi, yig‘ib olish vaqti, morfologik qismi va saqlash sharoiti biologik faol moddalarning miqdoriga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Xomashyoni tozalash, saralash, quritish va me’yoriy darajada maydalash bosqichlari faol moddalarni saqlab qolish uchun zarur shart hisoblanadi. Ayniqsa, noto‘g‘ri quritish yoki namlikning ortib ketishi fermentativ parchalanish va oksidlanish jarayonlarini kuchaytirib, mahsulot sifatini pasaytirishi mumkinligi aniqlandi.

Ekstraksiya jarayonining texnologik ahamiyati

Ekstraksiya fitopreparat ishlab chiqarishning hal qiluvchi bosqichi ekanligi oydinlashdi. Chunki aynan shu jarayonda o‘simlik xomashyosidan farmakologik faol komponentlar ajratib olinadi. Olingan natijalarga ko‘ra, etanol-suv aralashmasi ko‘p hollarda universal va samarali ekstragent sifatida namoyon bo‘ldi. U qutbli va qisman qutbsiz tabiatga ega bo‘lgan bir qator biologik faol moddalarni ajratib olish imkonini beradi.

Ultratovushli ekstraksiya usuli an’anaviy matsersiya va perkolyatsiya bilan qiyoslanganda jarayon vaqtini sezilarli qisqartirishi, xomashyodan faol moddalarning chiqish darajasini oshirishi va erituvchi sarfini kamaytirishi bilan ajralib turdi. Superkritik CO_2 ekstraksiyasi esa yuqori tozalikdagi ekstraktlar olish,

ISSN 3030-3907

termolabil moddalarning parchalanishini kamaytirish va organik erituvchilarsiz mahsulot tayyorlash imkoniyati bilan samarali usul sifatida baholandi.

Kontsentratsiya va quritish

Ekstraktdan tayyor dori shakliga o‘tishda kontsentratsiyalash va quritish bosqichi muhim o‘rin tutadi. Tahlillar natijasida vakuum sharoitida kontsentratsiyalash usuli yuqori haroratning salbiy ta’sirini kamaytirib, biologik faol moddalarning nisbatan yaxshi saqlanishiga yordam berishi aniqlandi. Quritish usullari orasida liofil quritish eng maqbul variantlardan biri sifatida baholandi, chunki bu usulda moddalar past haroratda muzlatilgan holda namlikdan xoli qilinadi va natijada faol komponentlarning kimyoviy barqarorligi yuqori darajada cақlanadi.

Standartlashtirish va sifat nazorati

Fitopreparatlar tarkibidagi faol moddalarning miqdori tabiiy omillarga kuchli bog‘liq bo‘lgani sababli standartlashtirish ishlab chiqarishning eng muhim bosqichlaridan biri ekanligi tasdiqlandi. Xromatografik va spektrofotometrik usullar yordamida faol moddalarni identifikatsiya qilish va miqdoriy baholash tayyor mahsulotning partiyalararo barqarorligini ta’minlashda samarali ekanligi ko‘rsatildi. Shu bilan birga, sifat nazoratida nafaqat asosiy faol komponentlar, balki namlik, kul miqdori, ekstraktiv moddalar, mikrobiologik tozalik va xavfsizlik ko‘rsatkichlari ham nazorat qilinishi zarurligi belgilandi.

Tayyor dori shakllarini yaratish

Olingan ekstraktlar asosida turli farmatsevtik shakllar tayyorlash mumkinligi aniqlandi. Xususan, tabletka va kapsulalar dozalash qulayligi va saqlash barqarorligi bilan, sirop va nastoykalar tez so‘rilishi bilan, malham va gellar esa mahalliy ta’sir ko‘rsatish qulayligi bilan xarakterlanadi. Dori shaklini tanlash o‘simlik ekstraktining kimyoviy tabiatiga, qo‘llash maqsadiga va terapevtik yo‘nalishiga bog‘liq ekani qayd etildi.

Innovatsion yondashuvlar

Zamonaviy innovatsion texnologiyalar fitopreparatlar ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda alohida o‘rin egallashi aniqlandi. Mikrokapsulalash texnologiyasi faol moddalarning tashqi muhit ta’siridan himoyalanishi, ularning oksidlanish va parchalanish darajasining kamayishi hamda ta’sirning uzayishi bilan tavsiflandi. Nanotexnologik yondashuvlar esa faol moddalarning bioo‘zlashtirilishini yaxshilashi va farmakologik ta’sirning maqsadga yo‘naltirilganligini oshirishi mumkinligi bilan e’tiborga loyiq deb topildi.

MUHOKAMA.

Olingan natijalar fitopreparatlar ishlab chiqarishda kompleks texnologik yondashuv zarurligini ko‘rsatadi. Dorivor o‘simlik xomashyosini tanlashdan

ISSN 3030-3907

boshlab tayyor dori shaklini yaratishgacha bo‘lgan barcha bosqichlar bir-biri bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, ulardan birortasidagi kamchilik yakuniy mahsulot sifatiga salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin. Shu sababli fitopreparatlar ishlab chiqarish oddiy ekstrakt tayyorlash jarayoni emas, balki farmatsevtik nazorat va texnologik asoslangan qarorlarni talab qiluvchi murakkab tizim sifatida qaralishi lozim.

An’anaviy ekstraksiya usullari iqtisodiy jihatdan qulay va texnik jihatdan sodda bo‘lsa-da, ular har doim ham faol moddalarning maksimal saqlanishi va yuqori unumdorlikni ta’minlay olmaydi. Ultratovushli ekstraksiya, superkritik CO_2 ekstraksiyasi va liofil quritish kabi zamonaviy usullar mahsulot sifatini oshirish, ishlab chiqarish vaqtini qisqartirish va biologik faol moddalarning stabilligini yaxshilash nuqtai nazaridan afzal ekanligi ko‘rinadi. Biroq ushbu usullarni keng ishlab chiqarishga joriy etishda texnik jihozlanish, iqtisodiy xarajatlar va malakali mutaxassislar tayyorlash masalalari ham muhim ahamiyatga ega.

Fitopreparatlar bilan bog‘liq eng dolzarb muammolardan biri standartlashtirish hisoblanadi. Tabiiy xomashyoning biologik o‘zgaruvchanligi tufayli har bir partiyada faol moddalarning bir xil miqdorda bo‘lishini ta’minlash qiyin. Bu esa tayyor preparatlarning klinik samaradorligi va xavfsizligiga bevosita ta’sir qiladi. Shuning uchun standartlashtirish usullarini takomillashtirish, marker moddalardan foydalanish va zamonaviy tahlil metodlarini joriy qilish fitopreparatlar ishlab chiqarishning ustuvor yo‘nalishlaridan biri bo‘lib qolmoqda.

Shuningdek, innovatsion yondashuvlar fitopreparatlarning farmakokinetik va farmakodinamik xususiyatlarini yaxshilash imkonini beradi. Mikrokapsulalash, nanoemulsiyalar, fitosomalar va boshqa zamonaviy tashuvchi tizimlar o‘simlikdan olingan moddalarni yanada barqaror, xavfsiz va samarali shaklga keltirishga yordam beradi. Bu esa fitopreparatlarni zamonaviy farmatsevtika talablari darajasiga ko‘tarishda muhim omil hisoblanadi.

XULOSA.

Fitopreparatlarni ishlab chiqarish ko‘p bosqichli va ilmiy asoslangan texnologik jarayon bo‘lib, unda xomashyo sifati, ekstraksiya usuli, kontsentratsiyalash va quritish sharoitlari, standartlashtirish hamda sifat nazorati hal qiluvchi ahamiyatga ega.

Ekstraksiya bosqichi tayyor mahsulot sifatini belgilovchi eng muhim jarayonlardan biri bo‘lib, ekstragent turi va texnologik parametrlarni to‘g‘ri tanlash biologik faol moddalarning maksimal ajralib chiqishi va saqlanishini ta’minlaydi.

Ultratovushli ekstraksiya, superkritik CO_2 ekstraksiyasi, vakuumda kontsentratsiyalash va liofil quritish kabi zamonaviy texnologiyalar an’anaviy

ISSN 3030-3907

usullarga nisbatan samaraliroq bo‘lib, fitopreparatlarning sifat ko‘rsatkichlarini yaxshilaydi.

Standartlashtirish va sifat nazorati fitopreparatlar ishlab chiqarishning ajralmas qismi bo‘lib, tayyor mahsulotning xavfsizligi, barqarorligi va terapevtik samaradorligini ta’minlaydi.

Innovatsion yondashuvlar, xususan mikrokapsulalash va nanotexnologiyalar, fitopreparatlarning bioo‘zlashtirilishini oshirish va farmakologik ta’sirini kuchaytirishda istiqbolli yo‘nalish sifatida baholanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xolmatov X.X., Ahmedov U.A. Farmakognoziya. Toshkent: Ibn Sino; 2007.
2. Mahmudov M.M., Nabiyev A.N. Dorivor o‘simlik xomashyolarini qayta ishlash texnologiyasi. Toshkent: Fan; 2019.
3. Samatov Q.S., Yuldashev N.R. Fitopreparatlarni standartlashtirish va sifat nazorati usullari. Farmatsiya va tibbiyot jurnali. 2021;3(2):45–52.
4. Sharipov B.T., Rasulov S.A. Dorivor o‘simliklardan biologik faol moddalarni ajratib olishning zamonaviy usullari. Kimyo va farmatsevtika muammolari. 2020;4(1):28–34.
5. Trease G.E., Evans W.C. Pharmacognosy. 16th ed. London: Saunders Elsevier; 2009.
6. Handa S.S., Khanuja S.P.S., Longo G., Rakesh D.D., editors. Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. Trieste: International Centre for Science and High Technology; 2008.
7. Azwanida N.N. A review on the extraction methods use in medicinal plants, principle, strength and limitation. Medicinal and Aromatic Plants. 2015;4(3):1–6.
8. Pandey A., Tripathi S. Concept of standardization, extraction and pre-phytochemical screening strategies for herbal drug. Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2014;2(5):115–119.
9. Kunle O.F., Egharevba H.O., Ahmadu P.O. Standardization of herbal medicines – A review. International Journal of Biodiversity and Conservation. 2012;4(3):101–112.
10. Hasanova G.R. Kuliyeva M. Dorivor o‘simliklardan foydalanish va yetishtirish taraqqiyoti. Development of science /11 / 5. 2025
11. Хасанова, Г. Р., & Ботиров, Х. Т. (2025). Наш долг—сохранить и защищать растительный мир. образование наука и инновационные идеи в мире, 79(1), 35-38
12. Хасанова, Г. Р. (2025). Химический анализ биологически активных веществ в корневищах и корнях девясил высокий-inula helenium l.,

ISSN 3030-3907

произрастающего на территории средний азии. образование наука и инновационные идеи в мире, 79(3), 157-164.

ISSN 3030-3907

УДК 677.21.03.631.563.2

ИЗУЧЕНИЕ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ СУШКИ ХЛОПКА-СЫРЦА, РАЗРАБОТКА И ИЗГОТОВЛЕНИЕ МАЛОГАБАРИТНОЙ БАРАБАННОЙ СУШИЛКИ

Назиров Р.Р.

К.т.н., с.н.с. заведующий лабораторией, "Научно-исследовательский институт волокнистих култур" Узбекистан

Эсанов А.А.

PhD., с.н.с. заведующей лабораторией, "Научно исследовательский институт волокнистых культур" Узбекистан

E-mail: Anvarilm@mail.ru

Аннотация. В статье приведены результаты аналитического обзора технологического процесса сушки хлопка-сырца в барабанных сушилках, изучение факторов, влияющие на эффективность сушки хлопка-сырца, по результатами которого выбрана схема и изготовлена экспериментальный образец конструкции малогабаритной барабанной сушилки.

Ключевые слова: сушильный барабан, интенсивность, влага, режим, теплообмен, сушильный агент, продолжительность, конструкция.

Аннотация. Мақолада пахта хом ашёсини барабан қуритгичларида қуритишнинг технологик жараёнини таҳлилий кўриб чиқиш натижалари, пахта хом ашёсини қуритиш самарадорлигига таъсир қилувчи омилларни ўрганиш натижалари келтирилган, натижада схема танланган ва кичик ўлчамли барабан қуритгичи конструкциясининг экспериментал намунаси тайёрланган.

Калит сўзлар: қуритиш барабани, интенсивлик, намлик, режим, иссиқлик узатиш, қуритиш агенти, давомийлиги, конструкция.

Annotation. The article presents the results of an analytical review of the technological process of drying raw cotton in drum dryers, the study of factors affecting the effectiveness of drying raw cotton, according to the results of which a scheme was selected and an experimental design sample of a small-sized drum dryer was made.

Keywords: drying drum, intensity, moisture, mode, heat transfer, drying agent, duration, construction.

ВВЕДЕНИЕ.

В настоящее время вопросами тепло- и массообмена занимаются многие научно-исследовательские и учебные институты страны, одним из которых является специализированный в этой области знаний Институт тепло- и массообмена Академии наук Белорусской ССР им. А. В. Лыкова [1].

ISSN 3030-3907

Учение о тепло- и массообмене успешно применяется в различных отраслях народного хозяйства. Широко оно используется в процессах сушки, связанных с подводом к сушильному материалу теплоты и отводом влаги (массы вещества).

Процессы тепло- и массообмена оказывают решающее влияние на интенсивность сушки и ее продолжительность. При подводе теплоты в сушильную установку происходит теплообмен между отдельными ее частями и окружающей средой. Поэтому знание основных закономерностей тепло- и массообмена, их рациональное использование являются необходимыми при установлении оптимального режима сушки и эффективной работы сушильной установки. Особенно это важно на стадии проектирования технологического процесса сушки и выбора аппаратуры для его осуществления.

Процессы тепло и массопереноса обычно протекают одновременно и являются взаимосвязанными. При их изучении применяются два метода исследований: аналитический и экспериментальный. Наиболее достоверные сведения дают экспериментальные исследования. Однако полученные в единичных опытах данные для конкретного явления, как правило, не могут быть использованы при изменении хотя бы одного из параметров этого явления. Поэтому для получения исчерпывающей информации требуется проведение большого числа экспериментов, которые во многих случаях являются трудоемкими и дорогостоящими. В этом состоит основной недостаток указанного метода.

Аналитический метод исследования основан на положениях теоретической физики. Для установления количественных и качественных закономерностей явлений тепло- и массообмена в телах используются общие законы переноса энергии и вещества, на основании которых строится математическая модель в виде одного уравнения или системы дифференциальных уравнений и ряда условий. Полученные таким образом закономерности являются общими и позволяют проводить анализ процессов тепломассопереноса для целого класса явлений. Определение конкретных результатов аналитическим методом затруднено из-за отсутствия полного соответствия математической модели реальному объекту.

Известно, что продолжительность сушки хлопка-сырца зависит от:

- природы материала, определяемой его структурой;
- формы и размеров комков хлопка-сырца;
- количества влаги, подлежащей удалению из хлопка-сырца;
- интенсивности перемешивания;

ISSN 3030-3907

- допустимой температуры хлопка-сырца;
- режима сушки;
- конструкции сушилки.

Интенсивность процесса сушки и производительность по влаге зависят от величины первоначальной влажности хлопка-сырца. Производительность по высушенному хлопку-сырцу находится, при прочих равных условиях, в прямой зависимости от влагоотбора. Повышение его ведет к снижению производительности сушилки. Однако эффективного удаления влаги из хлопка-сырца надо добиваться не за счет увеличения длительности сушки а путем повышения ее интенсивности.

В зависимости от конструкции барабана и подъемно-лопастных устройств время нахождения в этих зонах хлопка-сырца не одинаково. В зоне завала и на лопастях тепло- и массообмен между сушильным агентом и хлопком-сырцом минимальный, но происходит выравнивание температуры и влажности между компонентами хлопка-сырца.

В зоне падения хлопок-сырец омывается горячим сушильным агентом и интенсивно нагревается. Количество тепла, переданного материалу во время падения, составляет примерно 70% всего теплового потока, а теплообмен с поверхностью материала при этом происходит примерно в 70 раз эффективнее, чем с наружной поверхностью слоя материала, находящегося на лопастях [2].

Процесс в конвективных сушилках представляет собой перемещение влаги изнутри материала к его поверхности и тепло- и массообмен поверхности материала с окружающей средой.

Для увеличения интенсивности сушки необходимо повысить теплообмен тела с окружающей средой, что можно достигнуть увеличением коэффициента теплообмена. Однако повышение теплообмена затрудняется пограничным слоем у поверхности материала, через который тепло передаётся материалу, так как теплопроводность воздуха очень мала. Следовательно, коэффициент теплопередачи зависит от теплопроводности и толщины пограничного слоя. На его толщину влияет скорость движения воздуха и плотность слоя.

Увеличение температуры сушильного агента также способствует интенсификации теплообмена. Причём повышение температуры агента до 300 – 350 ºС не вызывает резкого увеличения температуры на поверхности материала, которая в первом периоде сушки принимается равной температуре мокрого термометра. В результате создается значительный перепад температур, обеспечивающий интенсивную сушку.

ISSN 3030-3907

Однако температура поверхности материала близка к температуре мокрого термометра только в случае сушки влажных материалов с малой интенсивностью. При сушке же материалов с большой интенсивностью температура их поверхности увеличивается с самого начала процесса сушки. Поэтому с увеличением температуры сушильного агента увеличивается и перепад температур между наружной поверхностью материала и его внутренними слоями, что замедляет движение влаги изнутри наружу за счёт термовлагопроводимости. В результате интенсивность сушки снижается.

Количество испаренной влаги возрастает с увеличением площади поверхности хлопка-сырца. Скорость испарения зависит от скорости диффузии пара через пограничный слой, прилегающий к поверхности материала. Испарение влаги с поверхности семян создаёт перепад влагосодержания между внутренними слоями и поверхностным слоем, вызывая перемещение влаги к поверхности.

Перенос влаги в зону испарений – главный процесс в сушке семян. Чем быстрее поступает влага в зону испарения, тем меньше времени требуется на сушку. Чем меньше концентрация влаги у поверхности материала, тем благоприятнее условия для её интенсивного перемещения к поверхности из внутренних слоёв. Концентрация влаги у поверхности зависит от парциального давления пара в окружающей среде. Чем меньше парциальное давление, тем быстрее испаряется влага с поверхности, уменьшается её концентрация, повышается градиент влажности и увеличивается поступление её из семян. Таким образом, для интенсификации перемещения влаги из семян к поверхности необходимо увеличивать приток свежего теплоносителя, так как парциальное давление пара в сушильном агенте в этом случае принимает минимальное значение.

В период постоянной скорости сушки с интенсивным использованием сушильного агента влагосодержание воздуха за 2 мин увеличивается от 4,8 до 34,1 г/кг сухого воздуха. Дальнейшее изменение влагосодержания протекает медленно, так как в период падающей скорости интенсивность сушки резко снижается из-за повышения парциального давления пара в воздухе. По истечении 1 мин парциальное давление водяного пара в воздухе повышается от 67,9 до 320 Н/м². Таким образом, по мере протекания процесса сушки влагопоглощающая способность агента уменьшается из-за снижения температуры и повышения парциального давления пара в воздухе [2, 3].

Применяемые в настоящее время в непрерывном технологическом процессе хлопкозавода барабанные сушилки типа 2СБ-10 первоначально предназначались для сушки хлопка-сырца низких сортов с высокой

ISSN 3030-3907

влажностью и засоренностью на заготовительных пунктах с целью обеспечения его сохранности в течение последующего хранения в бунтах и хранилищах при соблюдении требований технологического регламента по принудительному отсосу из них воздуха.

В этих сушилках время пребывания хлопка-сырца в зависимости от расхода сушильного агента составляет 6-8 мин, в течение которых обеспечивается сушка не только волокна, но и семян, что необходимо при сушке хлопка-сырца с влажностью более 14%, но нецелесообразно при сушке хлопка-сырца с меньшей влажностью, так как приводит к уменьшению массы семян.

Эксплуатация сушилок типа 2СБ-10 и исследования по их усовершенствованию и модернизации показали, что они имеют существенные и определенные недостатки. Расход тепла сушильного агента непосредственно на сушку хлопка-сырца составляет 35-40%, остальное тепло в основном теряется с выбрасываемым в атмосферу отработанным сушильным агентом, который к тому же загрязняет окружающую среду [2, 4]. При этом рециркуляция сушильного агента практически невозможна из-за его засоренности и влажности. Предпринятые ранее попытки применения для нагрева или подогрева генерируемого сушильного агента электрических нагревательных элементов не имели успеха.

Барабанные сушилки имеют большие габариты и громоздкую конструкцию с тяжелым редуктором. В барабанах единовременно находится до 1,5 тонн хлопка-сырца, что осложняет ликвидацию пожаров.

Исходя из вышеописанного, исследования, направленные на разработку сушильного барабана, принципиально новой малогабаритной конструкции, является актуальной задачей. Предварительными расчетами выбрана диаметр барабана равным 2000 мм, длина 6000 мм, соответственно, уменьшается параметры внутренних продольных и поперечных перегородок по сравнению с существующим барабаном 2СБ-10.

По подготовленным чертежам был открыт наряд-заказ для изготовления экспериментального образца привода сушильного барабана на МЧЖ «Ижод» при АО "Paxtasanoat ilmiy markazi" [5].

Самый сложный процесс при изготовлении привода была изготовление зубчатого венца, длина которого должна быть равной периметру разработанной барабанной сушилки.

Известно, что диаметр разработанного сушильного барабана равна 2000 мм. Из-за большого размера, не имеется возможности изготовления зубчатого венца целиком. Поэтому его изготовили раздельным. Длина

ISSN 3030-3907

каждой части зубчатого венца равна 1506 мм, как показана на рис.1. Кроме того ширина зубчатого венца должна бить не менее 28 мм, поэтому каждая часть состоит из трех листов, соответственно толщиной 8 мм две шт и толщиной 10 мм одна шт. Фрагмент изготовления и сборки зубчатого венца (слева) и ведущего цепного привода (справа) показана на рис. 4.



Рисунок 1. Фрагмент процесса изготовления зубчатого венца и ведущего цепного привода

На отдельном площадке, согласно разработанной схеме привода бил собран ведущий привод барабана, состоящий в основном из электрического двигателя мощностью 7,5 кВт, скоростью вращения равным 1430 об/мин, редуктором с передаточным отношением 1 к 31,5 (рис.1). С учетом рекомендованной скорости вращения барабанной сушилки, которая равна 10-12 об/мин подобрана диаметры шкивов и звездочек, устанавливаемых на ведущий привод показанный на рис.1.



Рисунок 2. Общий вид цепа необходимой длины и роликовых опор

В соответствии с размерами зубчатого венца, подобрана цеп с необходимой длиной и изготовлены 4 комплекта роликовых опор (рис.2).

ISSN 3030-3907

После изготовления собран ведущий привод барабана, выполнены работы по его комплектованию двигателем, ремнями, подшипниками и т.д. Укомплектованный привод барабана проверена на работоспособность, определена обороты вращения основной звездочки, которая должна обеспечить необходимые скорости вращения барабанной сушилки. Фактический скорость вращения основной звездочки определяли с помощью стандартного тахометра. Диаметр ведущей основной звездочки выбран равным 284,6 мм, с соответствующим зубом (аналогичные как у большого зубчатого венца) в количестве 16 шт.



Рисунок 3. Общий вид барабанной сушилки с цепным приводом

Замеры скорости вращения основной звездочки показали, что при применение выбранных шкивов и звездочек и применения электрического двигателя со скоростью вращения равной 1430 об/мин, фактический оборот вращения барабанной сушилки составляет 10-12 об/мин.

Направлением дальнейших исследований является обоснования основных параметров барабанной сушилки и цепного привода экспериментальными исследованиями.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Принимая во внимание анализ работ, выбрана схема цепной передачи для хлопкосушилки с уменьшенными геометрическими размерами для дальнейшей научно-исследовательской работы. По разработанным конструктивным чертежам изготовлены основные узлы и собрана барабанная сушилка с цепным приводом.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Сажин, Б.С. Научные основы техники сушки / Б.С. Сажин, В.Б. Сажин. – М.: Наука, 1997. – 448 с.

2. Балтабаев С.Д., Парпиев А.П. Сушка хлопка-сырца. Ташкент, «Ўқитувчи», 1980. 155 с.

3. Ульдяков А.И. Сушка хлопка-сырца. М., «Легкая индустрия», 1975. 143 с.

ISSN 3030-3907

4. Джамалов Р.К., Назиров Р.Р. и др. «Разработка ресурсосберегающей технологии сушки и его внедрение в производства». НТО, «Paxtasanoat ilmiy markazi» АЖ. Ташкент, 2021. 38 с.
5. Р.Р.Назиров, К.О. Тошмирзаев. Изготовление барабанной сушилки малогабаритной конструкции с цепным приводом. “Tikuv-trikotaj sanoatida innovatsion texnologiyalar, ishlab chiqarishdagi muammo, tahlil va sohani rivojlanish istiqbollari”

ISSN 3030-3907

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ ПРИОРИТЕТЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОЛИТИКИ УЗБЕКИСТАНА В СФЕРЕ ЗДОРОВОГО ПИТАНИЯ

Элмурадова Азима Сувон кизи

докторант (PhD) кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис», Бухарского государственного технического университета, Республики Узбекистана г. Бухара

Аннотация. В статье представлен системный анализ стратегических приоритетов государственной политики Республики Узбекистан в сфере здорового питания и профилактики неинфекционных заболеваний. Рассматриваются ключевые нормативно-правовые инициативы 2020–2026 гг., направленные на снижение распространённости сахарного диабета 2 типа, ожирения и микронутриентной недостаточности. Особое внимание уделено интеграции принципов «зелёной» экономики в пищевую промышленность, развитию фортификации продуктов и внедрению механизмов фискального регулирования потребительского поведения. Обоснована экономическая эффективность профилактических мер, основанных на коррекции рациона. Показано, что переход к проактивной модели управления здоровьем, включая цифровой мониторинг факторов риска, способствует снижению бремени НИЗ и укреплению человеческого капитала страны.

Ключевые слова: Узбекистан, государственная политика, здоровое питание, неинфекционные заболевания, сахарный диабет 2 типа, профилактика, «зелёная» экономика, фортификация, фискальные меры, Стратегия-2030.

Annotatsiya. Maqolada O‘zbekiston Respublikasida sog‘lom ovqatlanish va yuqumli bo‘lmagan kasalliklar profilaktikasi sohasidagi davlat siyosatining strategik ustuvor yo‘nalishlari kompleks tahlil qilinadi. 2020–2026 yillarda qabul qilingan normativ-huquqiy hujjatlar asosida 2-tip qandli diabet, semizlik va mikroelementlar yetishmovchiligining kamaytirishga qaratilgan chora-tadbirlar ko‘rib chiqiladi. Oziq-ovqat sanoatida “yashil iqtisodiyot” tamoyillarini joriy etish, mahsulotlarni fortifikatsiya qilish va fiskal tartibga solish mexanizmlariga alohida e’tibor qaratiladi. Ratsionni optimallashtirish orqali profilaktik choralarning iqtisodiy samaradorligi asoslab berilgan. Tadqiqot natijalari sog‘liqni boshqarishning proaktiv modeliga o‘tish NIK yukini kamaytirish va inson kapitalini rivojlantirishga xizmat qilishini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: O‘zbekiston, davlat siyosati, sog‘lom ovqatlanish, yuqumli bo‘lmagan kasalliklar, 2-tip qandli diabet, profilaktika, yashil iqtisodiyot, fortifikatsiya, fiskal choralar, Strategiya-2030.

ISSN 3030-3907

Abstract. This article provides a comprehensive analysis of the strategic priorities of public policy in Uzbekistan in the field of healthy nutrition and prevention of non-communicable diseases (NCDs). It reviews key regulatory initiatives implemented between 2020 and 2026 aimed at reducing the prevalence of type 2 diabetes, obesity, and micronutrient deficiencies. Particular attention is paid to the integration of green economy principles into the food industry, the development of food fortification programs, and the introduction of fiscal measures to influence consumer behavior. The economic efficiency of preventive interventions based on dietary improvement is substantiated. The study demonstrates that a transition to a proactive health management model, including digital risk monitoring, contributes to reducing the NCD burden and strengthening human capital.

Keywords: Uzbekistan, public policy, healthy nutrition, non-communicable diseases, type 2 diabetes, prevention, green economy, food fortification, fiscal policy, Strategy-2030.

ВВЕДЕНИЕ.

На современном этапе развития Республики Узбекистан укрепление здоровья нации рассматривается как ключевой фактор обеспечения национальной безопасности и устойчивого экономического роста. Согласно данным ВОЗ, нерациональное питание является основным фактором риска развития неинфекционных заболеваний (НИЗ), на долю которых в стране приходится около 78,0% всех случаев смертности (рис.1) [1, с. 45]. В связи с этим государственная политика трансформировалась из системы «реактивного лечения» в проактивную систему «управления здоровьем».



Рисунок 1 -Структура факторов риска НИЗ

ISSN 3030-3907

Фундаментом политики в области питания являются Указы и Постановления Президента Республики, которые сформировали многоуровневую систему защиты здоровья. Ключевым документом стало Постановление от 10.11.2020 года № ПП-4887 «О дополнительных мерах по обеспечению здорового питания населения» направлено на улучшение рациона граждан, снижение потребления соли, сахара и жиров., заложившее основу для системного продвижения принципов нутрициологии [2, с. 3].

Стратегия «Здоровье населения – 2030» определяет целевые индикаторы, включая снижение уровня ожирения и сокращение потребления натрия [3, с. 12]. Для реализации этой политики был создан Институт здоровья и стратегического развития, координирующий мониторинг факторов риска на основе методологии STEPS [4, с. 114].

Одной из главных угроз системе здравоохранения Узбекистана остается сахарный диабет 2 типа (СД2). Статистика показывает значительный дисбаланс в потреблении базовых нутриентов: потребление соли в среднем составляет 14.9 г/день, что почти в 3 раза превышает норму ВОЗ [5, с. 88].

Таблица 1.

Динамика показателей факторов риска и заболеваемости СД2 в Узбекистане

Показатель	Значение (базовое)	Прогноз 2030 (цель)	Обоснование изменений
Распространенность СД2 (%)	~7,5	< 7,0	Достигается за счет раннего скрининга и внедрения персонализированных диет.
Доля скрытого диабета (%)	~45,0	< 25,0	Массовый охват населения старше 40 лет обязательным бесплатным тестированием на глюкозу [3, с. 18].
Потребление сахара (% ккал)	14,0	< 10,0	Результат внедрения дифференцированных акцизов на сладкие напитки [6, с. 2].

ISSN 3030-3907

Охват детей фортификацией (%)	65,0	100,0	Локализация производства витаминных премиксов [7, с. 5].

Снижение доли скрытого диабета с 45,0% до 25,0% является критически важным. Это позволит предотвратить развитие тяжелых осложнений (ретинопатия, нефропатия) у сотен тысяч граждан. Снижение потребления сахара на 4,0% от общей калорийности рациона напрямую коррелирует с уменьшением индекса массы тела (ИМТ) в популяции, что подтверждается корреляционными моделями [8, с. 348].

Около 55,0% всех случаев СД2 в Узбекистане напрямую связаны с алиментарным фактором (ожирением). Это доказывает, что коррекция питания — самый эффективный метод борьбы с эпидемией диабета.

Диаграмма ниже иллюстрирует прямую зависимость между доступностью быстрых углеводов и ростом числа эндокринных патологий (рис.2).

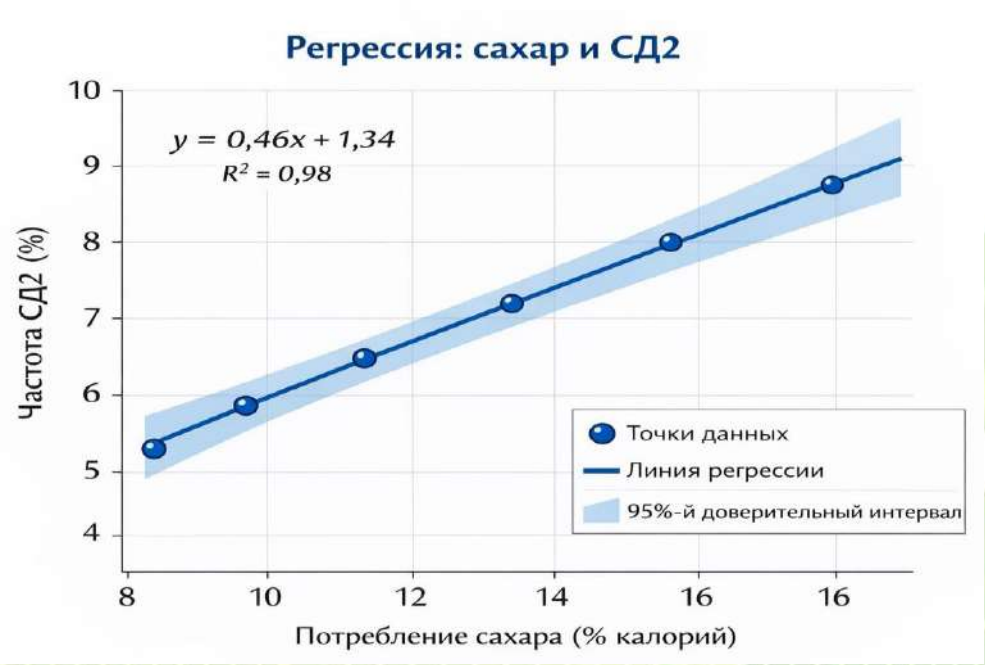


Рисунок 2 - Корреляционная зависимость между потреблением сахаросодержащих продуктов и первичной заболеваемостью СД2.

В Узбекистане внедряется комплексный подход «Smart Food Choice»:

1. *Налоговое регулирование*: Введение с 2024–2025 гг. дифференцированного акциза на сладкие газированные напитки и энергетики.
2. *Гликемический контроль в общепите*: Обязательное указание калорийности и содержания сахара в меню ресторанов и столовых.

ISSN 3030-3907

3. *Ранний скрининг*: Программа «Здоровье-2030» включает обязательный ежегодный замер уровня глюкозы в крови для лиц старше 40 лет (бесплатно в поликлиниках).

4. *Школьный стандарт*: Запрет на использование искусственных подсластителей и избыточного сахара в продуктах детского питания.

Использование кривой желательности Харрингтона (рис. 3), отражающей совокупное влияние нормированных уровней факторов питания (сахара, ожирения и соли) на целевой показатель, обеспечивает наглядный инструмент для интегральной оценки и мониторинга состояния здоровья по комплексу факторов риска, позволяя трансформировать многомерную задачу оценки в одномерную шкалу приемлемости [Адлер, 1976, с. 250]. Каждая частная функция желательности (d_1, d_2, d_3) убывает линейно при увеличении уровня соответствующего фактора, что свидетельствует о снижении предпочтительности при росте их значений.



Рисунок 3 - Кривая желательности Харрингтона для комплексной оценки факторов здоровья

В результате анализа полученного графика (рис.3) установлено, что все частные функции d_i были заданы как линейно убывающие ($d = 1 - x$), и все три фактора приняты как равнозначные, полученная обобщенная кривая D(x) сохраняет линейный характер. Она демонстрирует монотонное снижение обобщенной оценки здоровья по мере линейного роста совокупного фактора риска.

График четко фиксирует две ключевые аннотированные точки:

ISSN 3030-3907

➢ **«ИДЕАЛ (1.0)»**: Достигается при нулевом нормированном уровне совокупного риска (x = 0), что соответствует полной приемлемости состояния.

➢ **«АБСОЛЮТНО НЕЖЕЛАТЕЛЬНО (0.0)»**: Фиксируется при достижении нормированным уровнем риска критической отметки (x = 1). Данная точка отражает ситуацию абсолютной неприемлемости состояния здоровья по совокупности факторов или по одному критическому значению.

Модель корректно отреагирует на достижение любым критическим параметром «точки вето» (d_i=0), даже если другие факторы риска будут минимизированы.

Современная нутрициология в Узбекистане неразрывно связана с концепцией «зелёной» экономики:

Снижение химической нагрузки: Минимизация использования пестицидов в рамках программ органического земледелия снижает риск развития инсулинорезистентности [9, с. 142].

1. *Биодоступность нутриентов*: Продукты, выращенные с применением экологичных технологий, обладают более высоким содержанием Mg и Cr — кофакторов углеводного обмена [10, с. 92].

2. *Энергоэффективность производства*: Использование солнечной энергии в тепличном хозяйстве позволяет круглогодично обеспечивать население свежей плодоовощной продукцией по доступным ценам, что нивелирует сезонный дефицит витаминов.

Таблица 2.

Прогноз снижения заболеваемости при внедрении регуляторных мер

Группа заболеваний	Ожидаемое снижение (%)	Механизм воздействия
Сахарный диабет II типа (СД2)	~ 12,0	Налог на сахаросодержащие напитки и маркировка «Светофор» [11, с. 115].
Железодефицитная анемия	~ 30,0	Обогащение муки премиксами (Fe+ фолиевая кислота) [12, с. 76].
Сердечно-сосудистые (ССЗ)	~ 15,0	Снижение содержания натрия в промышленных продуктах[5,с. 90].

Ожидаемое снижение ССЗ и СД2 практически на 15,0 и 12,0% соответственно обеспечит значительный демографический выигрыш, так как гипертония является ведущим фактором инвалидизации среди трудоспособного населения [13, с. 5].

ISSN 3030-3907

В рамках гармонизации законодательства с международными стандартами вводится модель «Светофорной» маркировки продуктов (рис.4).



Рисунок 3. Модель маркировки пищевой продукции «Светофор» (порция – 150 г)

На рисунке 4 наглядно продемонстрированы зоны риска. Следует отметить, что в контексте борьбы с СД2 и ожирением красный индикатор на сахаре (34 г, или 38,0% от суточной нормы) является ключевым сигналом к ограничению потребления данного продукта. Напротив, зеленые индикаторы на жирах и насыщенных жирах указывают на их безопасный уровень в данной порции, что способствует формированию осознанного потребительского выбора».

Экологически чистые продукты питания рассматриваются как биологический щит против метаболических нарушений.

Затраты на профилактику через коррекцию питания практически в 12–15 раз ниже затрат на стационарное лечение осложнений СД2 [14, с. 195].

ISSN 3030-3907

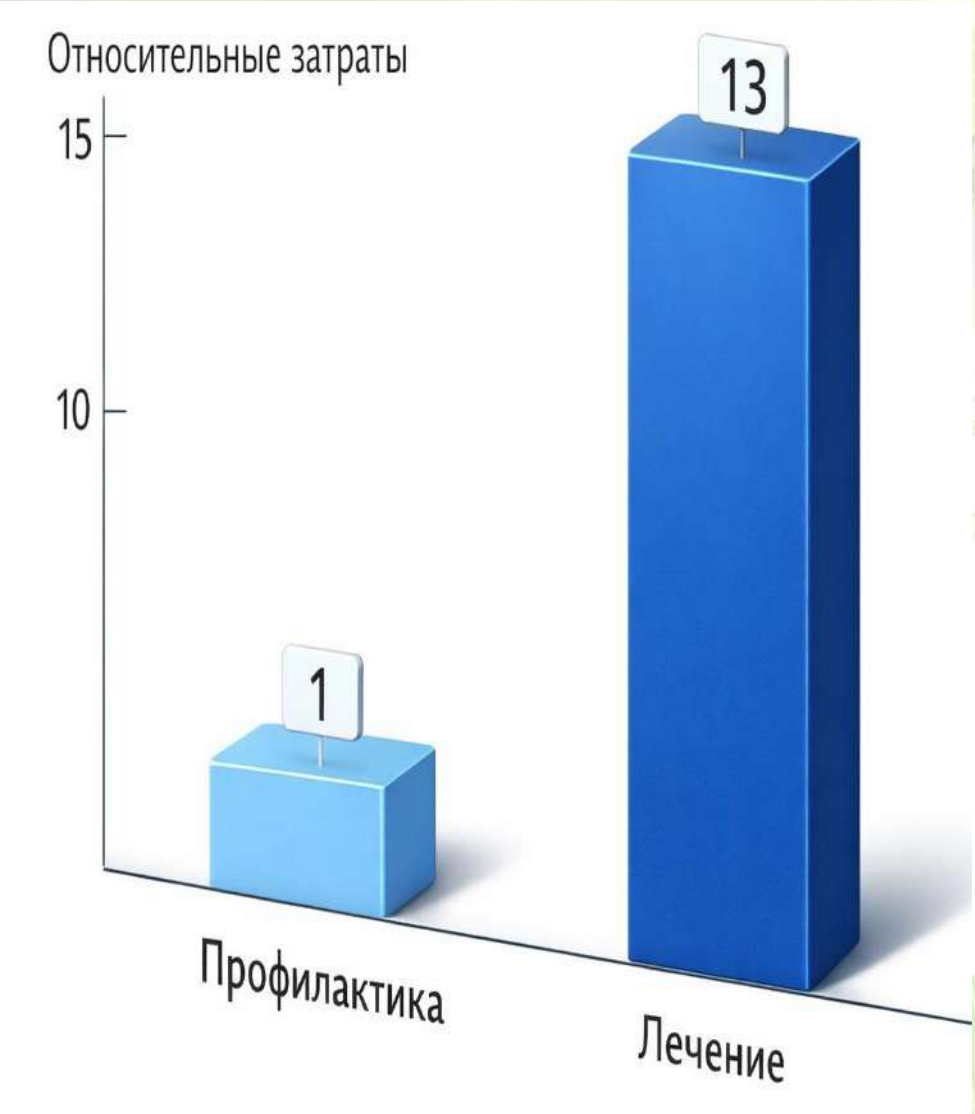


Рисунок 4 – Сравнение затрат на профилактику и лечение осложнений СД2

Полученные данные демонстрируют, что стоимость лечения осложнений СД2 практически в 13 (условные единицы) раз выше по сравнению с затратами на их предупреждение (рис.4). Это наглядно подтверждает высокую экономическую эффективность профилактических стратегий, направленных на раннюю диагностику, коррекцию образа жизни и контроль факторов риска.

Таким образом, приоритетное развитие профилактических программ позволяет существенно снизить финансовую нагрузку на систему здравоохранения, а также уменьшить частоту развития тяжелых осложнений и повысить качество жизни пациентов. Государственная политика Республики Узбекистан в области здорового питания трансформировалась в комплексную межведомственную стратегию. Успех реализации «Стратегии-2030» зависит от синергии законодательных мер (акцизы, фортификация),

ISSN 3030-3907

экологических инициатив и цифровизации мониторинга здоровья. Научно обоснованный подход к коррекции рациона населения позволит не только снизить бремя сахарного диабета практически на 10,0–12,0%, но и обеспечить устойчивое развитие человеческого потенциала страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Неинфекционные заболевания: профили стран, 2024 г. – Женева : ВОЗ, 2024. – 240 с.
2. О дополнительных мерах по обеспечению здорового питания населения : Постановление Президента Респ. Узбекистан от 10 нояб. 2020 г. № ПП-4887 // Национальная база данных законодательства (Lex.uz). – 2020. -URL : https://lex.uz/docs/5090384.
3. Об утверждении Стратегии «Здоровье населения — 2030» : Указ Президента Респ. Узбекистан от 6 сент. 2023 г. № УП-156 // Собрание законодательства Респ. Узбекистан. – 2023. – № 36. – Ст. 427.
4. Шайхова Г.И. Роль нутрициологии в профилактике алиментарно-зависимых заболеваний в условиях Узбекистана / Г.И. Шайхова // Журнал теоретической и клинической медицины. – 2024. – № 2. – С. 112–117.
5. Тураев Б.Б. Анализ потребления натрия и риски артериальной гипертензии в популяционных группах Узбекистана / Б.Б. Тураев // Кардиология Узбекистана. – 2024. – Т. 12, № 3. – С. 88–95.
6. Налоговый кодекс Республики Узбекистан (с изм. и доп. по состоянию на 01.01.2026 г.). – Ташкент : Адолат, 2026. – 640 с.
7. О мерах по профилактике неинфекционных заболеваний : Постановление Президента Респ. Узбекистан от 18 дек. 2018 г. № ПП-4063. – Ташкент, 2018. – 15 с.
8. Камилова Р.Т. Состояние фактического питания и антропометрические показатели здоровья различных групп населения Республики Узбекистан / Р.Т. Камилова // Гигиена и санитария. – 2023. – Т. 102, № 4. – С. 345–351.
9. Положение дел в области продовольственной безопасности и питания в мире — 2025. – Рим : ФАО, 2025. – 198 с.
10. Алимов А.В. Экологические аспекты производства продуктов питания и здоровье нации / А.В. Алимов // Экологический вестник. – 2026. – № 2. – С. 90–97.
11. Мирзаева Ш.С. Сахарный диабет 2 типа: современные подходы к профилактике через диетотерапию / Ш.С. Мирзаева // Эндокринология. – 2025. – № 4. – С. 110–118.

ISSN 3030-3907

12. Хамидов А.А. Экономические аспекты фортификации пищевых продуктов / А.А. Хамидов // Вестник экономики Узбекистана. – 2025. – № 1. – С. 75–82.
13. О мерах по дальнейшему совершенствованию системы питания в образовательных учреждениях : Постановление Кабинета Министров Респ. Узбекистан от 25 янв. 2024 г. № 42. – Ташкент, 2024.
14. Доклад о состоянии здравоохранения в Европе и Центральной Азии : Инвестиции в благополучие. – Копенгаген : ВОЗ-Европа, 2025. – 312 с.

ISSN 3030-3907

UDK.614,84

OB'EKTLARDA MEHNAT SHAROITINI O'RGANISHNING ILMIY NAZARIYASI

Xodjakulov Muxtorjon Nazarkulovich
Andijon davlat texnika instituti dotsent
E-mail: xodjakulovmuxtorjon@gmail.com

Annotatsiya. Mehnat jarayonidagi xavfsizligi, sihat-salomatligi va ish qobilyatining saqlanishiga qaratilgan tadbirlar. Qonun hujjatlarida mehnat jarayonida qo'llaniladigan ijtimoiy-iqtisodiy, tashkiliy, texnik, sanitariya-gigiyena, davolash-profilaktika chora tadbirlari belgilab qo'yiladi. Mehnat qiluvchi shaxs xavfsizligi, salomatligi, mehnat qilish qobiliyatini himoyalash, sog'lom mehnat sharoitlari yaratish, kasb kasalliklari yuz berish xavfini oldini olish, ishlab chiqarishda jarohatlanishlarga yo'l qo'ymaslik kabilar mehnat muhofazasi oldidagi vazifalar hisoblanadi.

Kalit so'zlar. mehnat sharoitlari, kasb kasalliklari, xavfsizlik, ishchilar, omillar, sanitariya.

Аннотация. Меры, направленные на обеспечение безопасности, здоровья и трудоспособности в процессе труда. Законодательство устанавливает социально-экономические, организационные, технические, санитарно-гигиенические, лечебно-профилактические меры, применяемые в процессе труда. Задачи охраны труда включают защиту безопасности, здоровья и трудоспособности трудящегося, создание здоровых условий труда, предотвращение риска профессиональных заболеваний и предотвращение травм на производстве.

Ключевые слова: условия труда, профессиональные заболевания, безопасность, работники, факторы, санитария.

Abstract. Measures aimed at maintaining safety, health and working capacity in the labor process. The legislation establishes socio-economic, organizational, technical, sanitary-hygienic, treatment and preventive measures applied in the labor process. The tasks of labor protection include protecting the safety, health, and working capacity of the working person, creating healthy working conditions, preventing the risk of occupational diseases, and preventing injuries in production.

Keywords. working conditions, occupational diseases, safety, workers, factors, sanitation.

KIRISH.

Mavzuning dolzarbligi. Hozirgi vaqitda mavjud bo'lgan turli muassasa, korxona, tashkilotlarda faoliyat olib borayotgan ishlovchi aholining sog'lig'ini muhofaza qilish muhim vazifalardan biri hisoblanib, uning yechimi ekologik,

ISSN 3030-3907

ijtimoiy-iqtisodiy, tibbiy biologik va boshqa vazifalarni hal qilish bilan bog‘liqdir.

Dunyoda biron bir mamlakat barcha mehnat jarohatlari yoki ish bilan bog‘liq kasalliklarni o‘rganish darajasini pastligi, kasalliklarga oid statistik ma'lumotlar ko‘pincha to‘liq emasligi ko‘plab muammolarni keltirib chiqaradi. Kasbiy kasalliklar va kasalliklarga oid ma'lumotlarni yig‘ish, qayd etish va xabar berish ularning oldini olishda muhim ahamiyatga ega va profilaktika choralarini ishlab chiqish uchun ularning sabablarini aniqlash va o‘rganish dolzarb masalalardan biridir.

Tadqiqot mavzusi bo‘yicha adabiyotlar sharhi (tahlili). Ma’lum bo‘lishicha, qadim yunon va rim adabiyotlarida, Arastu qo‘lyozmalarida kumush konlarida ishlayotgan odamlarda og‘ir xastalik alomatlari borligi haqida ma’lumotlar bo‘lgan.

Gippokrat (Buqrot) o‘z davrida konda ishlovchilarning organizmiga qo‘rg‘oshin changining salbiy ta’sir ko‘rsatishini payqagan edi. U qo‘rg‘oshindan zaharlanishga taalluqli «qo‘rg‘oshinli sanchiq» nomi bilan ataluvchi klinik manzarani tasvirlab bergan. XVI asrda sanoat tez sur'atlar bilan taraqqiy etgan davrdan boshlab, kasb kasalliklariga doir maxsus qo‘lyozmalar paydo bo‘la boshlagan. Italiyalik shifokor Bernardino Ramatsini esa kasb kasalliklari fanining rivojlanishiga munosib hissa qo‘shdi va kasbga taalluqli xastaliklarni tavsiflab bergan. Kasb kasalliklarining tasnifi, davolash va profilaktik usullari bilan bog‘liq nazariy masalalarni ishlab chiqishda Rossiya olimlari E.I. Andryeva Galanina. V.G. Artamonova, M.A. Vigdorchik, P.P.Dvijkov, E.A.Drogichina, A.A.Letavet, N.F.Izmerov, A.M.Rashevskaya respublikamizda faoliyat olib borayotgan olimlarimiz Sh.G.Atabayev, N.M.Demidenko, L.A.Katsenovich, T.I.Iskandarov, F.N.Nuritdinova, Sh.K.Mahmudova va boshqalar katta hissa qo‘shishgan. Ular klassik kasb kasalliklari bo‘lgan vibratsiya kasalligi, pnevmokoniozlar, benzol, qo‘rg‘oshin, simob. pestitsidlardan zaharlanish va boshqa kasalliklami keng ko‘lamda o‘rganishgan. Shunday qilib, kasb kasalliklarini aniqlashda ijtimoiy ekspertiza masalalarini to‘g‘ri yechish uchun shifokor ekspert kasb kasalliklarining patogenezi va klinik xususiyatlari, ularning kechishi, natijasi, asoratlari, keyingi oqibatlari va buzilgan funksiya mumkin qadar tiklash darajasi bo‘yicha kerakli darajada ilmiy va amaliy ishlarni tashkil etish va axborotlarni jamlash muayyan darajada hizmat qiladi.

Tadqiqotda qo‘llanilgan metodikaning tavsifi. Kasbiy kasalliklarga chalinganlik to‘g‘risida keng qamrovli va ishonchli milliy ma'lumotlarni taqdim etish. Qiyosiy milliy statistika va hisobotlari va xalqaro ma'lumotlar dasturlash monitoring usulidan foydalaniladi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR TAHLILI. Dunyo aholisining yarmidan ko‘pi ish bilan band, shuning uchun har bir mamlakatning ijtimoiy-iqtisodiy rivojlanishi ishchilarning sog‘lig‘i, xavfsizligi, mehnat qobiliyati va farovonligiga bog‘liq. Sog‘lom ishchilar - samarali ishchilar. Ish bilan bog‘liq kasallik va mehnatga layoqatsizligi sababli ishdan bo‘shatilish korxonalarning faoliyatini buzadi va ularning obro‘siga putur etkazadi, yangi ishchilarni jalb qilish va o‘qitish kabi xarajatlarni ijtimoiy va sog‘liqni saqlash xarajatlarini oshiradi. Shunday qilib, ishdagi xavfsizlik va sog‘liq nafaqat alohida ishchilar, balki korxonalar, jamoalar va mamlakatlar uchun ham muhimdir. Ishchilarning xavfsizligi va sog‘lig‘i mehnatkash odamlarning umumiy hayot sifatiga va jamiyatning uyg‘unligiga ta'sir qiladi. Ish paytida xavfsizlik va sog‘liq, shuningdek, samaradorlikni oshirish orqali korxona rentabelligi va milliy iqtisodiyotiga ijobiy hissa qo‘shadi [2;3;4].

Ish tufayli kelib chiqadigan kasalliklar va ularning ishchilar sog‘lig‘iga ta'siri to‘g‘risidagi ma'lumotlar milliy siyosat ishlab chiqaruvchilari va ish joyi xavfsizligi va sog‘lig‘i uchun mas'ul bo‘lgan tashkilotlar uchun dalillarga asoslangan mehnat xavfsizligi va sog‘lig‘iga oid siyosatni shakllantirish, shuningdek, harakatlarning ustuvor yo‘nalishlari va maqsadlarini belgilash uchun muhimdir [5;].

Kasbiy kasalliklar to‘g‘risidagi yuqori sifatli ma'lumotlar ish beruvchilar, mehnat xavfsizligi va sog‘lig‘i tartibga soluvchi organlar, ijtimoiy ta'minot muassasalari, mehnat xavfsizligi sohasi mutaxassislari va boshqa manfaatdor tomonlarning ish bilan bog‘liq kasalliklarning oldini olish va ularga qarshi kurashish bo‘yicha o‘z majburiyatlarini bajarishlari uchun juda muhimdir. Ular, shuningdek, ish joyidagi xavfsizlik va sog‘liq uchun ustuvor vazifalar va maqsadlarni belgilashda, tegishli o‘quv va ta'lim dasturlarini ishlab chiqishda, reabilitatsiyani takomillashtirishda va kasbiy kasallik holatlarida kompensatsiya olishda muhim ahamiyatga ega.

Milliy kasbiy kasalliklar to‘g‘risidagi ma'lumotlar xalqaro taqqoslash uchun, shuningdek, milliy profilini xalqaro standartlarga moslashtirish uchun muhimdir va kasbiy kasalliklar yukining mintaqaviy va global baholarini hisoblash uchun ishlatilishi mumkin.

Faqatgina bir nechta mamlakatlarda kasbiy kasalliklar to‘g‘risida ma'lumot to‘plashning keng qamrovli tizimlari mavjud. Bunday kasalliklarni ro‘yxatdan o‘tkazish va ularga xabar berishdan olingan yuqori sifatli ma'lumotlar sababchi omillarni aniqlash va kasbiy kasalliklarning tarqalishini osonlashtiradi va vaqt tendentsiyalariga rioya qilishga imkon beradi. Ushbu ma'lumotlar, shuningdek, potentsial ta'sir ko‘rsatadigan boshqa ishchilar uchun profilaktika choralarining samaradorligini aniqlashga yordam beradi. Kasbiy kasallik sabablarini tan olish va

ISSN 3030-3907

tushunish yaxshilanishi ishchilarga yanada samarali davolanish va aralashuvlarga olib kelishi mumkin.

Kasbiy kasalliklar to‘g‘risida xabar bermaslik ko‘plab mamlakatlarda, ayniqsa rivojlanayotgan mamlakatlarda katta muammo hisoblanadi. Kasbiy kasalliklarning to‘liq yuki va tarqalishi to‘g‘risida to‘liq tasavvurga ega bo‘lmaganda, korxona va milliy darajadagi barcha uchun mehnatni muhofaza qilish maqsadiga erishish qiyin bo‘ladi. Shuning uchun kasbiy kasalliklarni qayd etish va xabardor qilishning milliy tizimini (NSRNOD) tashkil etish va takomillashtirish zarur.

Tegishli xalqaro hujjatlardagi asosiy prinsiplar va talablar kasbiy kasalliklarni kuzatish milliy tizimini yaratish uchun yaxshi asos yaratadi. Ushbu hujjatlar orasida mehnat xavfsizligi va sog‘lig‘i to‘g‘risidagi konvensiyaning 1981 yildagi Protokoli (1981 y., № 155), kasbiy kasalliklar bo‘yicha tavsiyanomalar ro‘yxati, 2002 y. (194-son) va OSHTning ishlab chiqarishdagi baxtsiz hodisalarni qayd etish va ularga xabar berish bo‘yicha amaliyot kodeksi va Kasalliklar, 1996 yil qarorlari bilan ahamiyatga egadir.

So‘nggi 5 yil ichida ro‘yxatga olingan kasb kasalliklarining 60 foizidan ko‘prog‘i jismoniy omillar ta’sirining natijasidir. Shularning 35 foizi shovqin natijasida, 26 foizi vibratsiya oqibatida, 31 foizidan ortig‘i kimyoviy omillar ta’sirida zaharlanish va kasallikka chalinish holatlaridir. Kasb kasalligining yuzaga kelishi ishlab chiqarishda surunkali uzoq vaqt davomida noqulay va himoyalanmagan mehnat sharoitida mehnat qilish natijasida sodir bo‘ladi. Shuni qayd etish lozimki, korxonada mehnat faoliyatini olib borayotgan kasb kasalligiga chalingan xodimlar muntazam ravishda tibbiyot ko‘rigidan o‘tib to‘rishi lozim bo‘ladi.

Bu esa albatta ish vaqti fondiga ta’sir ko‘ratib, ish vaqtining yo‘qolishiga olib keladi. Ishlab chiqarishdagi kasb kasalliklariga, asosan inson nafas olish organining turli changlar ta’siri ostida vujudga keladigan kasalliklar turkumi; yuqori titrash ta’siri natijasida yuzaga keladigan tana titrashi kasalliklari; turli zaharli va kimyoviy vositalar bilan ishlash oqibatidagi surunkali va o‘tkir teri, ichki va asab kasalliklari majmuasidan iborat bo‘ladi.

Ishlab chiqarish jarayonidagi mehnat sharoitini xodimning kasallikka chalinishi holatiga tushushidagi o‘zaro bog‘liqligini aniqlashda vaqtincha mehnatga layoqatsizlik statistik hisobi va xodimlarga tibbiyot muassasalarida ko‘rsatilgan tibbiy yordamlarni chuqur tahlil qilish asosida hisoblab topiladi.

Ushbu tahlil qilish asosida ishlab chiqarishdagi turli omillar ta’sirida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan kasalliklar aniqlanadi va mehnat sharoitini yaxshilash hamda kasallikni oldini olish choralarini ko‘rish imkonini beradi. Shu nuqtai

ISSN 3030-3907

nazardan qayd etib o‘tish joizki, halqaro ISO 1999:1975 standart mutaxassislari tomonidan olib borilgan tadqiqotlar natijasida yuqori shovqinli ishlab chiqarish jarayonida band bo‘lgan ishchilarning yoshi, ish staji va shovqin darajasiga bog‘liq holda eshitish a’zosi(quloq)ning susayishi mumkinligi belgilab o‘tilgan.

NATIJA VA XULOSALAR. Kasb kasalligi ishlab chiqarishning zararli omillarini hisobga olgan holda belgilanadi. Bu kasallikning fizik (kasbga aloqador karlik, vibratsiya kasalligi, nur kasalligi, kesson kasalligi, balandlik kasalligi va b.), biologik (infektsion va parazitar kasalliklar: brutsellyoz, kuydirgi) va kimyoviy omillar ta’sirida (zaharlanish), ba’zi changlar uzoq vaqt nafasga olinganda (pnevmokonioz, bronxit va b.), shuningdek, jismoniy zo’riqqanda yoki shikastlanganda (nevrit, bursit) vujudga keladigan turlari farq qilinadi. Uning kelib chiqishiga organizmning o’ta toliqishi va kasallikka qarshi kurasha olish faoliyatining pasayishi ham sabab bo’ladi. Kasbiy kasalliklarni ro‘yxatga olish va xabar berishning operatsion tizimi turli xil faoliyatdagi kasbiy kasalliklar, jarohat, halokatlarni oldini olishga hizmat qiladi. Kasbiy kasalliklar, jarohat, halokat bo‘yicha tezkor malumotlar yig‘ish uchun axborot tizimlarini ishlab chiqishga oid toplangan dastlabki malumotlar tahlili milliy ro‘yxati va bunday kasalliklarni aniqlash va tan olish mezonlari belgilanishi bilan izohlanadi. Axborot tizimi asosida ro‘yxatga olish va xabardor qilish orqali to‘plangan aniq va keng qamrovli ma'lumot, kasallangan ishchilarga kompensatsiya berish va ish joyidagi profilaktika choralari uchun juda muhim xisoblanadi. Kasbiy kasalliklar, jarohat, halokat bo‘yicha tezkor malumotni yig‘ish uchun axborot tizimlarini ishlab chiqishga oid tavsiyalar qayd etish va ularga xabar berish bo‘yicha talablar ishlab chiqilishi va ish beruvchilarning majburiy javobgarligi sifatida qonun bilan belgilanishini takomillashtirish. Vakolatli organ kasbiy kasalliklar to‘g‘risidagi ma'lumotlarni yig‘ish, to‘plash va tahlil qilish hamda kasbiy kasalliklar bo‘yicha milliy statistikani tizimli dasturni umumiy nazoratini kuchaytirishiga qaratiladi.

LIST OF USED LITERATURE

1. Mukhtorjon, K., & Dilmurad, R. (2022). PROPOSALS FOR AMENDMENTS TO REGULATORY DOCUMENTS FOR HIGH-RISE BUILDINGS. Universum: технические науки, (6-6 (99)), 51-54.

2. Ходжакулов, М. Н. (2022). Проблемы психологической подготовки населения к действиям в чрезвычайных ситуациях и других экстремальных условиях. Universum: технические науки, (6-1 (99)), 18-20.

3. ХОДЖАКУЛОВ, М. Н. ПРОБЛЕМЫ ПСИХОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ НАСЕЛЕНИЯ К ДЕЙСТВИЯМ В ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ И ДРУГИХ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ. UNIVERSUM, 18-20.

ISSN 3030-3907

4. Nazarkulovich XM. MAKTABGACHA TA'LIM TASHKILOTLARI TARBIYALANUVCHILARINI FAVQULODDA VAZIYATLARDAN MUHOFAZALANISHG TAYYORLASH. AndMI Xalqaro ilmiy-amaliy konferensiyalari. 2024 Mar 5;1(1):402-5.
5. Nazarkulovich, K. M. (2025). Methodology of Teaching Safety in Emergency Situations. Spanish Journal of Innovation and Integrity, 43, 263-265.

ISSN 3030-3907

ELEKTR YOYLI PO‘LAT ERITISH PECHLARIDA PO‘LAT ERITISH SAMARADORLIGINI OSHIRISH ZAXIRALARI VA RESURS TEJAMKORLIGI

Vahobov Azizjon Vohidjon o‘g‘li

Islom Karimov nomidagi Toshkent davlat texnika Universiteti Metallar texnologiyalari kafedrasi Tayanch doktoranti (PhD)

Abstract. The work presents the results of analysis of heat operation of various steelmaking arc furnaces. The ways of increasing efficiency of steelmaking in EAF by special measures decreasing the waste of metal and rational energy and technological regimes of melting are considered. Waste of metal can be reduced by placing the charge in the basket with account for apparent density of components; supplying the coolant (pellets, slag- formers, fine scrap etc.) to arc burning zone from the moment of formation of liquid bath under the electrodes and to oxygen blowing zones; blowing the bath with oxygen providing distribution of the zone of reactions of melt element oxidation throughout the bath; forced stirring of the metal; decreasing the metal temperature at tapping. Rationalization of operating regimes of the furnace includes increasing the introduced electric power; optimizing current mode; reducing the working time of gas-oxygen burners to 40-50 % of the melting time with oxygen / natural gas ratio maintained 2 : 1, which provides the maximum flame temperature; establishing gas and oxygen consumption taking into account the thermal conditions in the working chamber; synchronized operation of all gas-oxygen devices; balanced consumption of oxygen during melting in order to decrease metal evaporation; application of the regime of afterburning of waste gases; timely injection of carbon-bearing material for sponging the slag, etc.

Keywords: furnace; material balance; heat balance; waste of metal; blowing with oxygen; energy and technological regime.

Annotatsiya. Turli elektr yoyli po‘lat eritish pechlarining issiqlik balansi tahlili natijalari keltirilgan. Metalning kamayishi (ugar)ni pasaytirishga qaratilgan maxsus tadbirlar hamda eritishni olib borishning oqilona energotexnologik rejimlarini ishlab chiqish hisobiga EYPEP (DSP)da po‘lat eritish samaradorligini oshirish yo‘llari ko‘rib chiqilgan. Metalning kamayishini pasaytirishga quyidagilar orqali erishish mumkin: shixtani korzinaga uning tarkibiy qismlarining uyma zichligini hisobga olgan holda joylashtirish, elektrodlar ostida suyuq vanna hosil bo‘lgan paytdan boshlab yoyning yonish zonalariga va kislorod bilan puflash zonalariga sovitgich (galtaklar, shlak hosil qiluvchilar, mayda lom va h.k.) uzatilishini ta’minlash, vanna hajmi bo‘ylab erigan elementlarning oksidlanish reaksiyalari kechadigan zonani tarqoqroq yuritgan holda vannani kislorod bilan

ISSN 3030-3907

puflash, metallni majburiy aralashtirish, metallni quyish (chiqarish) paytidagi haroratini pasaytirish. Pechning ish rejimlarini optimallashtirish quyidagilarni o‘z ichiga oladi: tok rejimini optimallashtirish hisobiga kiritiladigan elektr quvvatini oshirish, gaz-kislorod gorelkalarining ish vaqtini erish vaqtining 40-50 % gacha qisqartirish (bunda fakel mash’alining maksimal haroratini ta’minlaydigan kislorod / tabiiy gaz nisbati 2 : 1 bo‘lishi lozim), pechning ishchi hududidagi issiqlik sharoitlarini hisobga olgan holda tabiiy gaz va kislorod sarfini belgilash, barcha gaz-kislorod qurilmalarining sinxron ishlashi, metallning bug‘lanishini kamaytirish uchun erish jarayonida kislorod sarfini muvozanatlash, chiquvchi gazlarni qo‘shimcha yoqish (dojiganie) rejimidan foydalanish, shlakni ko‘pirtirish uchun uglerod saqlovchi materialni o‘z vaqtida puflab kiritish va boshqalar.

Kalit so‘zlar: pech; material balans; issiqlik balansi; metallning kamayishi (ugar); kislorod bilan puflash; energotexnologik rejim.

Аннотация. Представлены результаты анализа теплового баланса различных электродуговых сталеплавильных печей. Рассмотрены пути повышения эффективности выплавки стали в ЭПЦ (ДСП) за счет специальных мероприятий по снижению содержания металла (углерода) и разработки рациональных энерготехнологических режимов ведения плавки. Снижение усадки металла может быть достигнуто за счет: размещения шихты в корзине с учетом насыпной плотности ее компонентов, с момента образования жидкой ванны под электродами в зоны горения дуги и зоны обдува кислородом теплоносителя (гальки, шлакообразователи, мелкий лом и т.д.).k.) обеспечение передачи, продувка ванны кислородом с более равномерным распределением зоны протекания реакций окисления растворенных элементов по объему ванны, принудительное перемешивание металла, снижение температуры металла при литье (выплавке). Оптимизация режимов работы печи включает в себя: увеличение электрической мощности, включаемой за счет оптимизации режима тока, сокращение времени работы газо-кислородных горелок до 40-50% времени плавления (при этом соотношение кислород / природный газ, обеспечивающее максимальную температуру горелки горелки, должно составлять 2 : 1), Использование природного газа и природного газа с учетом тепловых условий в рабочей зоне печи. установка расхода кислорода, синхронная работа всех газо-кислородных приборов, для уменьшения испарения металла необходимо сбалансировать расход кислорода в процессе плавки, использовать режим дополнительного сжигания (дожигания) отработавших газов, своевременно продувать углеродосберегающий материал для вспенивания шлака и др.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: печь; материальный баланс; тепловой баланс; восстановление металла (угар); продувка кислородом; энерготехнологический режим.

KIRISH.

O‘rtacha va yirik sig‘imli (50-180 t) yoyli po‘lat eritish pechlarida (YPEP) elektr po‘lat eritish ishlab chiqarishni rivojlantirishning zamonaviy bosqichi erish va oksidlanish davrlari birlashtirilgan texnologiya bilan xarakterlanadi. Bunda yarimtayyor mahsulot (yarimmahsulot) olinadi va uning berilgan tarkibli, odatda uglerodli va kam legirlangan po‘latga aylantirilishi pechdan tashqari ishlov berish usullari orqali amalga oshiriladi. Legirlangan va yuqori legirlangan turdagi po‘latlar kichik sig‘imli (3-25 t) pechlarda qayta tiklash davrini o‘tkazgan holda klassik texnologiya bo‘yicha ("yangi" shixtada eritish, legirlangan chiqindilarni qayta eritish) olinadi.

YPEPda eritish jarayonining asosiy maqsadi — minimal xarajatlar bilan agregatning maksimal unumdorligida po‘lat (yarimtayyor mahsulot) olishdir. Hozirgi vaqtda yirik sig‘imli YPEP larning unumdorligi eritish vaqti "quyishdan quyishgacha" 45-55 daqiqa bo‘lganda 150-200 t/soatni tashkil etadi, bunda elektr energiyasi va elektrodlarning solishtirma sarfi mos ravishda 250-450 kVt•soat/t va 1,5-2,5 kg/t ni tashkil qiladi. Bunga ilg‘or texnik va texnologik ishlanmalarni joriy etish natijasida erishildi: yuqori quvvatli transformatorlar, kislorod, TAChBT (ASUTP), suv bilan sovitiladigan futirovka (kladka) elementlari, erkerli quyish, gaz-kislorod gorekkalari va manipulyatorlari, tagidan purkash, lomni oldindan qizdirish, ko‘pikli shlaklardan foydalanish hamda pechdan tashqari ishlov berish usullarini qo‘llash [1-2].

Zamonaviy YPEPlarning ko‘rsatilgan ish ko‘rsatkichlariga erishish "yoy — futirovka — metall" tizimidagi issiqlik almashinuvi sharoitlarining o‘zgarishi bilan kechdi. Metallurgiya korxonalari va mashinasozlik zavodlarining quyuv sexlaridagi kichik quvvatli YPEPlar uchun pech devorlari va gumbazining g‘ishtli futirovkasi xarakterlidir. Erigan metall vannasiga issiqlik elektrod ostidagi, temirning qaynash haroratiga teng bo‘lgan yuqori haroratga ega "issiq nuqta"dan o‘tadi, vannaning qolgan yuzasiga esa — uning yuzasi ustidagi yoyning bir qismi bilan qizdiriladigan shlak orqali hamda devorlar va gumbazning g‘ishtli futirovka aks-nurlanishi (qayta nurlanishi) orqali uzatiladi. Keyinchalik, kiritiladigan quvvatning oshishi sababli g‘ishtli futirovkaning, ayniqsa pech gumbazi va devorlarining elektrodlarga qarama-qarshi joylashgan qismlarining chidamliligi yomonlashdi.

Suv bilan sovitiladigan gumbazning joriy etilishi kiritiladigan quvvat miqdoriga qo‘yilgan cheklovni olib tashladi, biroq shu bilan birga elektr

ISSN 3030-3907

energiyasining solishtirma sarfi 3-10 % ga oshdi [3]. Bundan tashqari, issiqlik almashinuvi sharoitlari ham o‘zgardi. Endilikda shlak yuzasidan suv bilan sovitiladigan gumbazga yo‘naltirilgan issiqlik oqimi ortdi, bu esa metallga tomon yo‘nalgan issiqlik oqimining kamayishiga olib keldi. Pech unumdorligini saqlab qolish maqsadida kiritiladigan quvvat oshiriladi.

Bunda yoydagi kuchlanishning ortishi natijasida uning uzunligi va shlak yuzasining nurlanish darajasi ortadi, bu esa gumbazi va devorlari g‘ishtli futirovka qilingan hamda suv bilan sovitiladigan gumbazli pechlar uchun shlakdan metallga uzatiladigan issiqlik oqimlari miqdorlari o‘rtasidagi farqni kamaytiradi. "Issiq nuqta"dan vanna tubiga kelib tushadigan issiqlik miqdorining ko‘payishiga yoy toki ortishi hisobiga uning maydonini kengaytirish orqali ham erishish mumkin. Bundan tashqari, sovituvchi suv bilan birga chiquvchi qo‘shimcha issiqlik yo‘qotishlarining kiritilayotgan quvvatni oshirish orqali qoplanishi elektrodlarga qarama-qarshi joylashgan pech futirovkasining pastki qismi yanada jadalroq yeyilishiga hamda otkoslar yonidagi elektrodlar oralig‘idagi yuzada shlak qobig‘i hosil bo‘lishiga olib keldi. Metall vannasiga issiqlik uzatish sharoitlari yomonlashdi, chunki shlak harorati to‘liq g‘ishtli futirovka bo‘lgan holatdagiga qaraganda pastroq bo‘lib qoldi.

Devorlarning suv bilan sovitiladigan panellarini qo‘llash sovituvchi suv bilan issiqlik yo‘qotishlarining yanada ortishiga olib keldi. Bu yo‘qotish qo‘shimcha quvvat kiritish bilan qoplandi va devorlarning pastki qismi chidamliligining kamayishiga yordam berdi, chunki pechning metall quyish uchun qisqartirilishi (qiyshaytirilishi) sababli bu qismni sovitiladigan panellar bilan himoya qilib bo‘lmas edi. Issiqlik uzatish sharoitlari yanada yomonlashdi, chunki shlak yuzasining harorati metall bilan chegaradosh qatlamdagi haroratdan past bo‘lib qoldi. Endi issiqlik vannaga faqat elektrodlar ostidagi "issiq nuqtalar" va elektrodlar atrofidagi shlak orqali kelib tushadi, ajralish yuzasining katta qismida esa issiqlik oqimi vanna yuzasidan shlak orqali devorlar va gumbazning sovitiladigan yuzalariga tomon yo‘nalgan bo‘ladi.

Erkerli metall quyish tizimining joriy etilishi devorlarning sovitiladigan panellarini deyarli shlak yuzasigacha tushirish imkonini berdi. Endilikda vanna issiqlikni faqatgina elektrodlar ostidagi "issiq nuqtalar" orqali oladi, butun ajralish yuzasida esa issiqlik oqimi vanna yuzasidan shlak orqali pech devorlari va gumbazining sovitiladigan yuzalariga tomon yo‘naladi. Shu bilan birga, po‘lat panellar pastki qismining tashqi yuzalarida, ko‘chgan qasmoq (okalina) zonalarida o‘tkir chuqurchalar aniqlangan bo‘lib, ular mikrokesiklar vazifasini o‘tashi va davriy qizish hamda sovitish sharoitida yoriqlar paydo bo‘lishiga olib kelishi mumkin. Vaqt o‘tishi bilan po‘lat panellar yemiriladi va ularni mis panellarga

ISSN 3030-3907

almashtirishga to‘g‘ri keladi. Bularning barchasi DSP-150 (YPEP-150) pechida po‘lat devor panellarini ekspluatatsiya qilish amaliyotida tasdiqlangan.

Tavsiflangan hodisalarning oldini olish va sovituvchi suv bilan birga chiquvchi issiqlik yo‘qotishlarini kamaytirish maqsadida ko‘pikli shlak bilan eritishni olib borish texnologiyasi qo‘llaniladi. Bu shlak "metall – shlak" ajralish chegarasiga kislorod oqimidagi ko‘mirni purkab kiritish orqali hosil qilinadi va natijada yoy pechning ishchi hududidan to‘liq to‘siladi. Bunda yoy vanna oynasidagi menisk (suyuqlikning botiq yuzasi), elektrod uchi va ko‘pikli shlak bilan chegaralangan hajm ichida yonadi. Ushbu hajmda ajralib chiqadigan issiqlik vanna oynasidagi menisk haroratini temirning qaynash haroratiga teng darajada ushlab turishga sarflanadi. Issiqlikning bir qismi menisk yuzasidan vanna tubiga issiqlik o‘tkazuvchanlik hamda elektrodinamik kuchlar va ajralib chiqayotgan CO pufakchalari hisobiga vanna barbotaji (gugullashi) tufayli yuzaga keladigan majburiy konveksiya orqali uzatiladi. Yopiq hajmda ajralib chiqadigan issiqlikning qolgan qismi esa metall va shlakning bug‘lanishiga sarflanadi.

"Issiq nuqtalar"dan va shlakdan issiqlik o‘tkazuvchanlik orqali uzatiladigan issiqlik miqdori faqatgina yoy, shlak va metall parametrlariga (yoy toki va kuchlanishi, shlak qatlamining qalinligi va uning issiqlik o‘tkazuvchanligi, metallning qaynash harorati) bog‘liq bo‘lganligi sababli, butun metall massasi tomonidan olinadigan umumiy issiqlik miqdorini oshirishga majburiy konveksiyani jadallashtirish hisobiga erishish mumkin [4].

Eritish texnologiyasi va YPEPdagi issiqlik almashinuvi sharoitlarining o‘zgarishi kichik va yirik sig‘imli pechlardagi eritish jarayonlarining material va issiqlik balanslarida jiddiy farqlarga olib keldi.

Aytilganlarga misol sifatida, keyinchalik pechdan tashqari ishlov berishga yo‘naltiriladigan DSP-160 (YPEP-160) pechida olingan uglerodli yarimmahsulot (~ 0,15 % C) eritish jarayonlarining o‘tkazilgan tahlil ma’lumotlari (1-jadval) [5]. 2-jadvalda sig‘imi 50 dan 180 tonnagacha bo‘lgan zamonaviy YPEPlardagi eritish jarayonlarining issiqlik balanslari keltirilgan.1-jadvaldan ko‘rinib turibdiki, metall shixtasining umumiy sarfiga nisbatan DSP-160 pechida suyuq po‘lat chiqishi 92,7 % ni tashkil etadi.

1-jadval

YPEP-160 dagi yarimmahsulotning material balansi

Yuklandi		Olindi	
Moddalar	kg	Moddalar	kg
Metalshixta,	100,00	Metal	92,70
shu jumladan:		Shlak	11,77
metallom	81,21	Chang	6,04
Qattiq cho’yan	7,75	Gazlar	2,56

ISSN 3030-3907

Issiq briketlangan temir	5,98		
Oldingi eritish metali	5,06		
Elektrod	0,14		
Oldingi eritish (plavka) shlaki	3,85		
Ohak	4,05		
Dolomit	0,41		
Gaz holatidagi kislorod	4,29		
Havo	0,33		
Jami:	113,07	Jami:	113,07

2-jadval

Sig‘imi 50 dan 180 tonnagacha bo‘lgan zamonaviy YPEPlardagi (DSP) eritish jarayonlarining issiqlik balanslari

Nomlanishi	ДСП-50	ДСП-100	ДСП-120
Moddalar issiqlik kelishi	%		
Elektr energiyasi	35-50	40-50	54
Ekzotermik reaksiyalar issiqligi, shu jumladan:	30-45 20-30	30-40 15-20	37 -
Gaz-kislorod gorelkalaridan keladigan issiqlik	5-10	5-10	3
Materiallar bilan birga kiradigan issiqlik	10-15	5-20	6
Moddalar issiqlik sarfi	%		
Metall va shlakning erishi va qizishi	50-60	60-65	60
Sovituvchi suv bilan issiqlik yo‘qotishlar	15-20	15-20	7
Chiquvchi gazlar ва tutun bilan yo‘qotiladigan issiqlik	10-15	10-15	31
Boshqa yo‘qotishlar (elektr tarmog‘idagi yo‘qotishlar, issiqlik yo‘qotishlari (gumbaz ochilganda, ishchi darcha orqali va b.))	5-25	5-10	2
Moddalar issiqlik kelishi	%		

ISSN 3030-3907

Elektr energiyasi	38	50-55	37-40
Ekzotermik reaksiyalar issiqligi, shu jumladan: Temir oksidlanishi	31 20	25-30 15-20	30-50 -
Gaz-kislorod gorelkalaridan keladigan issiqlik	11	5-10	3-6
Materiallar bilan birga kiradigan issiqlik	20	10-15	10-24
Moddalar issiqlik sarfi	%		
Metall va shlakning erishi va qizishi	51	65-75	63-65
Sovituvchi suv bilan issiqlik yo‘qotishlar	20	5-10	24-25
Chiquvchi gazlar ва tutun bilan yo‘qotiladigan issiqlik	10	7-9	9-10
Boshqa yo‘qotishlar (elektr tarmog‘idagi yo‘qotishlar, issiqlik yo‘qotishlari (gumbaz	19	13-16	1-3

Suyuq po‘lat chiqishining pastligi va hosil bo‘layotgan eritish changining katta massasi temirning jadal oksidlanishidan dalolat beradi. Buni 2-jadval ma’lumotlari ham tasdiqlaydi, ya’ni issiqlik kirimining asosiy moddalari quyidagilardan iborat: elektr energiyasi (35-50 %), temirning oksidlanishi (15-30 %), materiallar tomonidan kiritiladigan issiqlik (5-24 %). Olingan issiqlik metall va shlakni qizdirishga (50-75 %) hamda yo‘qotishlarga (25-50 %) sarflanadi. Sig‘imi 50 dan 180 tonnagacha bo‘lgan zamonaviy YPEPlarda issiqlik kirimi va chiqimi moddalari nisbatlaridagi farqlar konstruktiv va texnologik xususiyatlar — cho‘yan (suyuq va qattiq), to‘g‘ridan-to‘g‘ri tiklangan temir (galtaklar, briketlar), skrap (temir-tersak) qo‘llanilishi, metall shixtasini oldindan qizdirishdan foydalanilishi, turli energotexnologik rejimlar va materiallarni uzatish rejimlariga bog‘liqdir.

ISSN 3030-3907

Shunday qilib, elektr energiyasi sarfining pastligi ko‘p jihatdan temirdan yoqilg‘i sifatida foydalanish bilan belgilanadi.

Temirdan yoqilg‘i sifatida foydalanish qanchalik oqilona? Bu savolga iqtisodiyot javob berishi kerak. Bugungi kunda ko‘plab rivojlangan mamlakatlarda energiya resurslarining qiymati yuqori bo‘lib, bu sifatli (birinchi navbatda rangli metallar aralashmalari miqdori bo‘yicha) metallolom narxlarining uzluksiz oshishiga olib kelmoqda.

Metall shixtasining sezilarli darajada kamayishi (ugari) har qanday sig‘imli pechlarda eritilayotgan po‘lat tannarhini oshiradi, shuningdek, eritish jarayonini yanada jadallashtirishni cheklovchi asosiy omillardan biri hisoblanadi.Metallning kamayishiga (ugariga) ta’sir qiluvchi omillarni tahlil qilamiz.

Kichik va o‘rtacha sig‘imli YPEPlarda eritishning birinchi bosqichida shixta ichida quduqlar (kolodeslar) ochiladi (kesiladi). Bunda qo‘ng‘ir tutun jadal ajralib chiqadi — bu qattiq shixtaning metall bug‘lariga sublimatsiyalanishidir (to‘g‘ridan-to‘g‘ri gazga aylanishidir). Sublimatsiyalangan metall miqdori ochilayotgan quduq tezligi bilan belgilanadi, bu tezlik esa maksimal quvvatni kiritish usuliga, shixtaning uyma zichligiga va uning korzinaga joylashtirilish usuliga bog‘liq. Shixtaning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti (λ_{shixta}) uyma zichlikka bog‘liq, biroq u har doim suyuq metallning issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyentidan (($\lambda_{suyuqmetal}$) kichik bo‘ladi, chunki shixta zarralari orasida har doim havo tirqishi mavjud bo‘ladi. Qo‘ng‘ir tutunning ajralishi $\lambda_{suyuqmetal}$ > (λ_{shixta} nisbatini tasdiqlaydi. Binobarin, quduqlarni ochish jarayonida metallning maksimal kamayishi (ugari) tayyorlanmagan qirindini (strujkani) zavalika qilish (eng kichik issiqlik o‘tkazuvchanlik koeffitsiyenti) bilan bog‘liq, minimal kamayish esa og‘ir vaznli (yirik) shixtadan foydalanganda kuzatiladi. Suyuq cho‘yan bilan ishlaganda yengil vaznli lom va qirindining katta qismini korzinaning pastki qismida ishlatish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Quduq teshilgandan so‘ng, elektr yoyi elektrod uchi bilan vanna yuzasi o‘rtasida barqaror yonadi. Elektrodlarni qamrab oluvchi aylana bilan chegaralangan, hosil bo‘lgan vanna yuzasining harorati metallning qaynash haroratiga teng bo‘ladi. Bu esa metallning jadal bug‘lanishini keltirib chiqaradi, chunki vanna tomonidan qabul qilinayotgan issiqlikning faqat kichik bir qismigina past solishtirma issiqlik sig‘imi (c=1,0–1,75 kDj/kg·K) va issiqlik o‘tkazuvchanligiga (λ = 20–27 Vt/m·K) ega bo‘lgan metall massasi tomonidan o‘zlashtiriladi. Bunday holat pech metall quyish (chiqarish) uchun o‘chirilgunga qadar saqlanib qoladi [8].

Suyuq metallning bug‘lanish hisobiga kuyishi (ugari) jarayoni tahlil qilindi va quyidagi xususiyatlar e’tiborga olindi. Ma’lumki, statsionar sharoitlarda

ISSN 3030-3907

suyuqlik-bug‘ fazalararo yuzasi orqali o‘tuvchi massa oqimining zichligi ushbu fazalar ajralish chegarasining harorati va bug‘ muhitining bosimi bilan belgilanadi. Ushbu muhitning tarkibi bug‘lanish jadalligiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi. Ko‘rilayotgan muammoda uzatilayotgan issiqlik oqimi shunday taqsimlanishi kerakki, unda issiqlikning minimal qismi metallning bug‘lanishiga, maksimal darajadagi imkoniyatli qismi esa ushbu metallni qizdirishga sarflanishi lozim. Bunday talab etilgan uyg‘unlikka bug‘ fazasining muayyan bir aniq bosimi va tarkibida erishish mumkin. Ta’kidlash joizki, ko‘rilayotgan bug‘ fazasi — metall atomlari va klasterlari, gazlar, chang zarrachalari hamda tomchilardan tashkil topgan murakkab muhitdir. Hozirgi vaqtda bunday muhitga metallning bug‘lanish jadalligini hisoblash uchun tayyor metodika mavjud emas.

Temirning (po‘latlarning asosiy komponenti) o‘z xususiy bug‘i muhitiga bug‘lanishi haqidagi model masala hal qilindi.

Bug‘lanish yuzasi yaqinidagi va undan uzoqdagi temir bug‘larining bosimi amalda mos keladigan yoki qiymati bo‘yicha yaqin bo‘lgan holat uchun bug‘lanish oqimining jadalligini hisoblash maqsadida quyidagi bog‘liqlik olindi:

$$jp = \frac{5}{3}\frac{\mathrm{PS}-\mathrm{P}\infty}{(\pi RFeTs)1/2} \qquad (1)$$

bu yerda: j_P - bug‘lanish oqimining jadalligi, (kg/(m^2-s); P_S - temirning to‘yingan bug‘ bosimi, Pa; P_∞ - bug‘lanish yuzasidan uzoqdagi temir bug‘larining bosimi, Pa; R_{Fe} - temir uchun gaz doimiysi, Dj/(kg-K); T_S - fazalararo yuza harorati, K.

Temirning o‘z xususiy bug‘i muhitiga bug‘lanish oqimi jadalligini hisoblash bug‘lanish yuzasi yaqinidagi va undan uzoqdagi temirning to‘yingan bug‘ bosimlari nisbatining bir nechta variantlari uchun amalga oshirildi:

1) P∞ = 0,9PS; 2) P∞ = 0,95PS; 3) P∞ = 0,99PS.

Olingan ma’lumotlarning tahlili quyidagi xulosalarni chiqarish imkonini berdi:

- elektr yoyi bilan kontakt (tutashish) zonasida vanna yuzasi haroratining ortishi bilan metallni qizdirishga sarflanadigan foydali issiqlik oqimining quvvati ortadi, lekin shu bilan birga, bug‘lanish yuzasi yaqinidagi va undan uzoqdagi temir bug‘lari bosimi nisbatlarining barcha variantlari uchun bug‘lanish oqimining jadalligi ham ortadi;

- bug‘lanish yuzasidan uzoqdagi temir bug‘larining bosimi bug‘lanish yuzasi yaqinidagi temir bug‘larining to‘yinish bosimiga yaqinlashganda, bug‘lanish oqimi jadalligining qiymati kamayadi [9].

Tarkibida begona (kondensatsiyalanmaydigan) komponent bo‘lgan muhitga bug‘lanishni hisoblash metodikasi ishlab chiqildi.

Adabiyotlarda kondensatsiyalanmaydigan komponent mavjud bo‘lgan sharoitda jadal kondensatsiyalanish holati uchun masalani hal etish yondashuvi va

ISSN 3030-3907

taqribiy tahliliy hisoblash uchun tegishli formula keltirilgan. Tadqiq etilayotgan vaziyatlarda hosil bo‘lgan bug‘ning harakat tezligi suyuqlanma (melt) haroratidagi tovush tezligidan sezilarli darajada kichikligini nazarda tutib, bunday sharoitlar uchun bug‘lanish va kondensatsiyaning asimmetriyasini birinchi yaqinlashishda ahamiyatsiz deb hisoblash mumkin. Ushbu faraz turli begona gazlar mavjud bo‘lganda bug‘lanish jadalligini hisoblash uchun yuqorida qayd etilgan bog‘liqlikdan foydalanish imkonini beradi. YPEPda (DSP) po‘lat eritishda begona gazlar sifatida quyidagilar qabul qilindi: havo - chunki metallning bug‘lanishi pech atmosferasida sodir bo‘ladi va uning asosiy gaz komponenti aynan havodir, shuningdek, qora metallurgiyada keng qo‘llaniladigan inert gaz - argon.

Yuqoridagilarni hisobga olgan holda, tarkibida begona komponent bo‘lgan muhitga bug‘lanish oqimining jadalligi aniqlandi:

$$jp = \frac{5}{3}\frac{\mathrm{P1}\infty + 0{,}579\mathrm{P2}\infty\left(\frac{\mathrm{M2}}{\mathrm{M1}}\right) - \mathrm{Ps}}{(2\pi RFeTs)1/2} \qquad (2)$$

bu yerda: $P_{1\infty}$ - temir bug‘larining to‘yinish bosimi, Pa; $P_{2\infty}$ - begona komponentning bosimi, Pa; M_1 - temirning molyar massasi, kg/kmol; M_2 - begona komponentning molyar massasi, kg/kmol.

Fazalararo yuza haroratiga bog‘liq ravishda, temir bug‘lari va begona komponent (havo, argon) bosimlarining turli nisbatlarida, tarkibida begona komponent bo‘lgan muhitga temirning bug‘lanish jadalligi hisob-kitoblari o‘tkazildi.

Hisoblash natijalarining tahlili quyidagi xulosalarga olib keladi:

- fazalar ajralish chegarasi harorati va bug‘lanish yuzasidan uzoqdagi temir bug‘larining bosimi bir xil qiymatga ega bo‘lganda, tarkibida begona komponent (havo, argon) bo‘lgan muhitga temir bug‘lanish oqimining jadalligi temirning o‘z xususiy bug‘i muhitiga bug‘lanishiga qaraganda sezilarli darajada kam bo‘ladi, bunda argonning qo‘llanilishi temirning kamroq kuyishini (ugarini) ta’minlaydi;

- bug‘lanish yuzasining harorati bir xil bo‘lgan sharoitda, temir bug‘larining to‘yinish bosimi va havo bosimi ortishi bilan bug‘lanishga sarflangan issiqlik oqimining jadalligi kamayadi [9].

An’anaviy ravishda, metallda uglerodning zaruriy miqdorini olish uchun u 1000-1400 kPa bosim ostida gazsimon kislorod bilan purkaladi. Katta va o‘rta sig‘imli YPEPlarda (DSP) purkash ishlari pechning ishchi darchasi yoki gumbaz va devorlaridagi teshiklar orqali kiritiladigan tovushdan tezkor (supertovushli) furmalar, injektorlar va manipulyatorlar yordamida amalga oshiriladi. Kichik sig‘imli pechlarda esa metall "metall–shlak" fazalararo ajralish chegarasi yaqinidagi ishchi darcha orqali kiritiladigan quvurcha (trubka) yordamida puflanadi. Kislorod oqimining suyuq metall bilan kontakt (tutashish) zonasida,

ISSN 3030-3907

oksidlanish ekzotermik reaksiyalarining borishi hisobiga vanna yuzasida juda katta miqdorda issiqlik ajralib chiqadi. Ajralayotgan issiqlikning metall tomonidan o‘zlashtirilishi jarayoni suyuq metallning issiqlik sig‘imi va issiqlik otkazuvchanligi bilan xarakterlanuvchi energiya issiqlik-massa ko‘chishi (transferi) bilan belgilanadi.Suyuq vanna haroratida ushbu kattaliklarning qiymatlari nisbatan kichik bo‘lganligi sababli, ajralib chiqayotgan issiqlik butun metall massasi tomonidan to‘liq o‘zlashtirilmaydi, buning ustiga issiqlik almashinuvining konvektiv tarkibiy qismi kichik bo‘lib, metall vannasidagi massa almashinuvi suyuq metallning butun hajmi bo‘ylab harorat maydonini tenglashtirish uchun yetarli emas. Shuning uchun kislorod oqimi bilan tutashish zonasida vanna yuzasidagi metallning yupqa qatlami qaynaydi, metall bug‘lari oksidlanadi va chiquvchi gazlar bilan birga olib ketiladi. Kislorod kiritishning an’anaviy usulining umumiy kamchiligi - puflashning vannaning cheklangan (lokal) maydonida amalga oshirilishidir. Binobarin, metall hajmi ichida harorati qaynash nuqtasiga yaqin bo‘lgan lokal (mahalliy) zonalar hosil bo‘ladi. Bu metallning oksidlanishi va bug‘lanishi hisobiga uning jadal kuyishiga (ugariga) olib keladi, chunki suyuqlanma elementlarining oksidlanishida olinadigan issiqlikning sezilarli miqdori vannaning cheklangan hajmida ajralib chiqadi va issiqlikning faqat bir qismi metall massasi tomonidan o‘zlashtiriladi.Bundan tashqari, kislorodning suyuq metall bilan o‘zaro ta’sir zonasidagi issiqlik balansi, suyuq metallning issiqlik sig‘imi hamda issiqlik o‘tkazuvchanligi bir xil darajada pastligi va suyuqlanma elementlarining oksidlanishida ajralib chiqadigan issiqlik miqdori tengligi bois, pechning sig‘imiga bog‘liq bo‘lmaydi. Shunday qilib, kislorodning bir qismi foydasiz sarflanadi va tayyor mahsulot chiqishining kamayishiga, ya’ni metall kuyishining (ugarining) ortishiga olib keladi. Erishning (plavkaning) oksidlanish davridagi metall kuyishi nafaqat puflanayotgan kislorod miqdoriga, balki puflash jadalligiga ham bog‘liq, ya’ni uglerodsizlanish (uglerodning kamayishi) tezligining ortishi to‘g‘ridan-to‘g‘ri metall kuyishining o‘sishi bilan bog‘liqdir.

Shuningdek, metall kuyishi (ugari) miqdoriga metallni pechdan chiqarish (quyish) harorati ham katta darajada ta’sir ko‘rsatadi, chunki bug‘lanish jadalligi haroratga proporsionaldir.

Pechning ishchi makonidan gazlarning majburiy so‘rib olinishi ham metall kuyishining ortishi bilan kechadi. Buning sababi, birinchidan, pech orqali haydalayotgan havo bilan birga pechdan juda katta miqdorda issiqlik olib ketiladi va bu issiqlikni pechga qo‘shimcha ravishda kiritish, ya’ni berilayotgan quvvatni va mos ravishda metall kuyishini oshirish talab etiladi; ikkinchidan, metall yuzasi

ISSN 3030-3907

ustidagi metall bug‘larining parsial bosimi pasayadi, bu esa o‘z navbatida bug‘lanish jadalligini yanada oshiradi.

Metall kuyishi, shuningdek, eritish (plavka) davomiyligiga va ayniqsa, suyuq davr (metall erigan muddat) davomiyligiga bog‘liq. Metall kuyishi miqdori pechning bekor turib qolishlari (prostoylar) bilan ham uzviy bog‘liqdir, chunki bekor turish vaqtidagi issiqlik yo‘qotishlari qo‘shimcha energiya kiritish hisobiga qoplanishi kerak. Buning uchun esa vaqt talab etiladi, natijada eritish davomiyligi uzayadi va metall kuyishi ortib boradi.

Metall kuyishiga ta’sir etuvchi omillarning o‘tkazilgan tahlilini hisobga olgan holda, kichik va o‘rta sig‘imli YPEPlarda legirlangan hamda yuqori legirlangan po‘latlarni eritishda metall kuyishini minimal darajada saqlab eritishni olib borish uchun quyidagilar maqsadga muvofiq hisoblanadi:

- shixtani savatga (badyaga) uning tarkibiy qismlarining uyma zichligini hisobga olgan holda joylashtirish (pastki qismga qirindi va yengil vaznli parchalarning bir qismi, so‘ngra kesindi va o‘rtacha uyma zichlikka ega shixta, yuqoridan esa yengil vaznli parchalar va qirindining kichik bir qismi; bunday joylashtirish yoyning quduqchaga tez kirib borishini ta’minlaydi, shixta erishi jarayonida esa yengil vaznli parchalarning pastki qatlamlari suyuq metall bilan qoplanadi);

- elektrodlar ostida suyuq vanna hosil bo‘lgan paytdan boshlab yoyning yonish zonalariga va kislorod bilan puflash zonalariga sovituvchi materiallar (okatishlar, shlak hosil qiluvchilar, mayda metall parchalari va h.k.) yetkazib berilishini ta’minlash (sovituvchi materiallarning uzluksiz berilishi ko‘rsatilgan maydondagi vanna yuzasi haroratini va metallning bug‘lanish jadalligini pasaytirish imkonini beradi);

- vanna hajmi bo‘ylab suyuqlanma elementlarining oksidlanish reaksiyalari kechadigan zonalarni tarqoq holda taqsimlagan (tarqatgan) holda vannani kislorod bilan puflashni tashkil etish;

- metallni majburiy aralashtirishni amalga oshirish;

- pechning «tashkiliy» bekor turishlarini istisno qilish va metallni pechdan chiqarish haroratini imkon qadar minimal darajagacha pasaytirish [8].

Ma’lumotlarga ko‘ra, DSP-125 (YPEP-125) pechida elektr yoylari ostidagi metall kuyishining (ugarining) jadalligi 30 kg/min ni tashkil etadi. DSP-125 pechi 33 daqiqa davomida tok ostida ishlaganda, metall kuyishi 1000 kg ga teng bo‘ladi. Jami 10600 kg lik umumiy metall kuyishi miqdoridan [qolgan qismi] metallni kislorod bilan puflash zonasida uning oksidlanishi va bug‘lanishi hisobiga yo‘qotiladi. Vanna kislorod bilan 30 daqiqa davomida puflanganda, metall kuyishining jadalligi 350 kg/min ni tashkil etadi. Shunday qilib, bir marta eritish

ISSN 3030-3907

(plavka) davomida metallning umumiy kuyishini kamaytirish uchun, birinchi navbatda, vannani kislorod bilan puflash paytidagi metall yo‘qotishlarini kamaytirish zarur. Metallurgiya zavodlarining elektr po‘lat eritish sexida DSP-10 pechini ekspluatatsiya qilish (ishlatish) jarayonidagi oksidlovchi puflash davrida, metall ichiga botirilgan quvurcha (trubka) uchini gorizontal tekislikda har ikki tomonga 15–20 ^{0} ga hamda po‘lat quyish teshigi yo‘nalishi bo‘yicha uzluksiz ravishda ko‘chirib (surib) turish usuli sinovdan o‘tkazildi. Tajriba eritishlari shuni ko‘rsatdiki, metallni kislorod bilan puflash davomiyligi 8 daqiqaga (30 % ga) qisqardi, uglerodsizlanish tezligi 1,35 baravarga ortdi, tayyor mahsulot chiqishi 220 kg ga (2 % ga) ko‘paydi, bir marta eritish uchun sarflanadigan kislorodning solishtirma sarfi 30 % ga kamaydi va pechning unumdorligi 5 % ga oshdi. Tajriba eritishlarida metall sifatining yomonlashishi qayd etilmadi, ularning natijalari esa kislorod kiritishning ushbu usuli samaradorligini tasdiqlaydi [10].

Metall vannasini an’anaviy usulda, ya’ni vanna oynasi (guri) ustida joylashgan moslamalar orqali kislorod bilan puflash samaradorligi, sarflanadigan (eruvchan) sovitilmaydigan botirma quvurcha orqali puflashga qaraganda pastroqdir. Chunki, birinchidan, kislorod oqimining (oqinchasining) bir qismi vanna yuzasidan qaytadi (aks etadi) va chiquvchi gazlar bilan birga olib ketiladi, ikkinchidan esa, kislorod suyuqlanmaning faqat bitta nuqtasiga kiritiladi, bu esa suyuqlanma vannasining cheklangan (lokal) hajmida issiqlik ajralib chiqishi sababli metall kuyishining (ugarining) ortishiga olib keladi.

Metall kuyishini kamaytirish uchun kislorod oqimining metall bilan kontakt (tutashish) zonalarini kengaytirish zarur. Quvurchani "metall–shlak" fazalararo ajralish chegarasi yaqiniga kiritib puflashda o‘zaro ta’sir zonasini kengaytirish variantlaridan biri - pech devoridagi teshiklar orqali metall vannasiga kiritilgan bir yoki bir nechta sovitilmaydigan metall quvurchalardan iborat moslamadan foydalanish hisoblanadi. Bundan tashqari, botirma quvurchaning suyuqlanma chuqurligi bo‘ylab harakatlantirilishi puflash zonasidagi metallning lokal hajmlari haroratini pasaytirishga xizmat qiladi [11].

Ushbu muammoni hal qilishning boshqa bir varianti - butun puflash davri mobaynida soplar qirqimini (uchini) vanna chuqurligi bo‘ylab va pechning vertikal o‘qi atrofida uzluksiz harakatlantirgan holda, gumbaz furmasining soplarini (soplolarini) metall oynasi ostiga botirib kislorod bilan puflash hisoblanadi [12].

Kislorod oqimining metall bilan o‘zaro ta’sir zonasini kengaytirishga qaratilgan yechimlarning jiddiy kamchiligi quyidagilardan iborat. Kislorod suyuqlanmaga uzatilganda, sop (soplo) qirqimi yaqinida kislorod pufakchasi hosil bo‘ladi va u sop qirqimidan uzilib, "metall–shlak" ajralish yuzasiga qarab suzib chiqishini ta’minlaydigan o‘lchamlargacha kattalashadi. Ushbu yuzada pufakcha

ISSN 3030-3907

parchalanadi (yoriladi) va kislorod qisman shlakka o‘tadi, qolgan qismi esa chiquvchi gazlar bilan birga olib ketiladi. Pufakchaning suyuqlanma komponentlari oksidlanishi sodir bo‘ladigan reaksion yuzasi kichik, shu sababli kisloroddan foydalanish samaradorligi past bo‘ladi. Bu esa puflash vaqtini uzaytiradi va binobarin, metall kuyishini (ugarini) oshiradi.

Metall kuyishini kamaytirish uchun yechimlarning bir nechta variantlari mavjud:

- vanna oynasi (guri) ostiga kiritilgan furma orqali puflash. Furma konstruksiyasi uning gorizontal kesimlarida teshiklari bo‘lgan tashqi po‘lat perforatsiyalangan qobiqni o‘z ichiga oladi [13];

- vanna oynasi ostiga kiritilgan, taroqsimon (grebenka) yoki quvurlar dastasidan iborat furma orqali butun puflash davri mobaynida soplarning uzluksiz qaytuvchi-ilgarilama harakatlanishini ta’minlagan holda puflash.

Kislorod kiritishning taklif etilgan usullaridan foydalanish kislorod oqimining metall bilan kontakt zonasini kengaytirishni, kislorod pufakchalari diametrini kichiklashtirishni va natijada reaksion zona maydonini hamda pufakchalarning suzib chiqish vaqtini oshirishni ta’minlaydi. Ushbu vaqt davomida suyuqlanma komponentlarining oksidlanish reaksiyalari kechadi. Bularning barchasi metall kuyishining kamayishiga va kisloroddan foydalanish samaradorligining oshishiga olib keladi.

Shuni ham unutmaslik kerakki, gumbaz, devorlar, furmalar, gorelka (gorelka)lar va boshqalarni jadal sovitish tizimi unumdorlikni oshirish hamda pechning bekor turishlarini istisno qilish uchun barcha choralarni ko‘rishni talab etadi. Bu ko‘p jihatdan metall shixtasini tayyorlash, uni yetkazib berish va zavalga qilish (pechga tashlash)ni tashkil etish bilan belgilanadi, buning uchun esa zamonaviy uskunalar (shredorlar va h.k.) zarur. Shixtaning uyma zichligi kichik bo‘lganda, shixtani qayta (qo‘shimcha) tashlashlar sonini istisno qilish yoki kamaytirish maqsadida ishchi makon hajmi o‘zgaruvchan bo‘lgan YPEPdan (DSP) foydalanish mumkin [14].

YPEPda (DSP) po‘lat eritishda resurslarni tejash va samaradorlikni oshirishning boshqa bir yondashuvi — po‘lat eritishning oqilona (ratsional) energotexnologik rejimlarini ishlab chiqish va joriy etish hisoblanadi.

YPEPlarning oqilona rejimlarini tanlashga kompleks yondashuv amalga oshirildi, bunda pechning ish rejimlari elektr, issiqlik va texnologik rejimlarning majmuasi (yig‘indisi) sifatida qaraladi hamda ular alohida va o‘zaro majmuaviy tarzda optimallashtiriladi.

Ishlab chiqilgan va joriy etilgan oqilona (ratsional) energotexnologik rejimlarning xususiyatlari quyidagilardan iborat:

ISSN 3030-3907

- tok rejimini optimallashtirish hisobiga kiritilayotgan elektr quvvatini 5–7 % ga oshirish;

- gaz-kislorod mash'alining (fakelining) maksimal haroratini olish hisobiga metall shixtasini qizdirish samaradorligini oshirishni ta'minlaydigan, kislorod / tabiiy gaz nisbatini 2 : 1 qilib belgilash orqali zavalga va podvalgani (shixtani birlamchi va qayta tashlash bosqichlarini) eritish vaqtini qisqartirish;

- pechning ishchi makonidagi moslamalarning joylashuvi va issiqlik sharoitlarini ("issiq" va "sovuq" zonalar) hisobga olgan holda tabiiy gaz va kislorod sarfini belgilash;

- barcha gaz-kislorod moslamalarining avval gorelka (gorelka) rejimida, so'ngra esa kislorod injektori rejimida sinxron (birlashgan) ishlashi;

- metallning bug'lanishi hisobiga yo'qotilishini kamaytirish orqali tayyor mahsulot chiqishini oshirishni, kisloroddan yanada samarali foydalanishni, eritish jarayonida uglerodning bir tekis oksidlanishini va buning natijasi o'laroq, metallni yakuniy tozalash (dovodka) davrining yanada barqaror kechishini ta'minlaydigan, zavalga va podvalgalarni eritishga sarflanadigan kislorod miqdorining muvozanatlashgan (balanslashtirilgan) sarfi;

- chiquvchi gazlarni oxirigacha yoqish (dojiganiye) rejimidan foydalanish;

- zavalga va podvalgani batamom eritish (do-plavleniye) hamda metallni yakuniy tozalash (dovodka) davrida kislorod bilan jadal puflash;

- gaz-kislorod moslamasining soplariga (soplolariga) puflovchi havoni uzatish o'rniga, mash'al hosil qilish uchun tabiiy gazdan foydalanish;

- shlakni ko'pirtirish uchun uglerod saqlovchi materialni o'z vaqtida puflab kiritish.

YPEPning (DSP) oqilona energotexnologik ish rejimlarini joriy etish natijasida quyidagi ko'rsatkichlarga erishildi (3-jadval). Elektr energiyasi, kislorod va tabiiy gazning solishtirma sarfi qiymatlari bir tonna suyuq metallga nisbatan hisoblangan.

3-jadval

YPEPning (DSP) oqilona energotexnologik ish rejimlarini joriy etish natijalari

Obyekt	Tok ostidagi vaqt, min	Elektro energiya sarfi, kV*ts/t	Kislorod sarfi, m^3/t	Tabiiy gaz sarfi, m^3/t	Izoh

ISSN 3030-3907

YPEP(DSP)-30	**Amaldagi rejim**				**-**
	40	**378**	**32,2**	**3,5**	
	Oqilona(ratsional) rejim				
	36	**372**	**30,0**	**3,5**	
	Samaradorlik				
	4	**6**	**2,2**	**-**	
YPEP(DSP)-50	**Amaldagi rejim**				**-**
	44	**409**	**34,1**	**5,7**	
	Oqilona(ratsional) rejim				
	41,5	**408**	**29,2**	**2,7**	
	Samaradorlik				
	2,5	**1**	**4,9**	**3,0**	
	Metall kuyishining (ugarining) 1,1 % ga kamayishiga erishildi				

gaz-kislorod gorelkalari [ish vaqti] vaqtning 40–50 % igacha

3-jadval

Obyekt	Tok ostidagi vaqt, min	Elektro energiya sarfi, kV*ts/t	Kislorod sarfi, m^3/t	Tabiiy gaz sarfi, m^3/t	Izoh
YPEP(DSP)-100	**Amaldagi rejim**				**Shixta tarkibida qattiq cho‘yan va qaynoq briketlangan temirdan foydalanish**
	38	**416**	**37,3**	**5,3**	
	Oqilona(ratsional) rejim				
	36,5	**408**	**36,7**	**4,3**	
	Samaradorlik				
	1,5	**8**	**0,6**	**1,0**	
	Metall kuyishining (ugarining) 1 % ga kamayishiga erishildi				

ISSN 3030-3907

YPEP(DSP)-120	Amaldagi rejim (30 t skrap)				Shixta tarkibida 60 tonnagacha skrapdan foydalanish
	51	419	40,0	7,5	
	Oqilona(ratsional) rejim (30 t skrap)				
	48,5	417	39,5	5,7	
	Samaradorlik				
	2,5	2	0,5	1,8	
YPEP(DSP)-160	Amaldagi rejim				Shixta tarkibida qattiq cho‘yan va qaynoq briketlangan temirdan foydalanish
	42	441	42,2	6,1	
	Oqilona(ratsional) rejim				
	40	433	37,3	4,1	
	Samaradorlik				
	2	8	4,9	2,0	

Shunday qilib, zamonaviy YPEP (DSP) pechdan tashqari ishlov berish usullari bilan yakuniy tozalashga mo‘ljallangan yarimtayyor mahsulotni erituvchi agregat hisoblanadi. Pechga kiritiladigan quvvatning sezilarli qismi ekzotermik reaksiyalar issiqligiga, ya’ni metallning kislorodda yonishiga to‘g‘ri keladi.

Bunday sharoitda, tashkiliy tadbirlar (shixtani tayyorlash bu, ayniqsa, suv bilan sovitiladigan devor va gumbazlardan foydalanishda juda muhim, suv bilan sovitiladigan devor va gumbaz panellarini mahalliy korxonalarda ishlab chiqarish) hamda yuqorida keltirilgan texnik yechimlar hisobiga YPEPlardan (DSP) foydalanish samaradorligini oshirish zaxiralarini izlash zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Кудрин, В.А. Теория и технология производства стали: учеб. для вузов / В.А. Кудрин. - М.: Мир: ООО «Издательство АСТ», 2003. - 528 с.
2. Еланский, Д.Г. Свет и тени российской развивающейся электрометаллургии / Д.Г. Еланский // Электрометаллургия. - 2007. - № 8. - С. 2-9.
3. Сосонкин, О.М. Водоохлаждаемый свод электродуговой печи / О.М. Сосонкин, ВА. Кудрин. - М.: Металлургия, 1985. - 144 с.
4. Сосонкин, О.М. Особенности теплообмена в дуговой сталеплавильной печи/О.М. Сосонкин, М.В. Шишимиров // Сталь. - 2004. - № 8. - С. 34-36.
6. О повышении эффективности производства стали в ДСП / В.А. Кудрин, В.А. Шишимиров, О.М. Сосонкин, М.В. Шишимиров // Электрометаллургия. - 2010. - № 10. - С. 24-29.

ISSN 3030-3907

7. Особенности тепловой работы электропечи ДСП-120 Consteel на Ашинском металлургическом заводе / В.Г. Евстратов, А.Д. Киселев, И.Ю. Зинуров и др. // Электрометаллургия. - 2012. - № 8. - С. 2-6.
8. Особенности материального и теплового балансов ДСП-180 ОАО «ММК» / В.А. Бигеев, А.В. Малофеев, А.В. Пантелеев и др. // Современные проблемы электрометаллургии стали: материалы XIII Междунар. конф. Ч. 2. - Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. - С. 207-211.
9. Сосонкин, О.М. Анализ факторов, влияющих на угар металла в дуговой сталеплавильной печи / О.М. Сосонкин, М.В. Шишимиров // Электрометаллургия. - 2002. - № 12. - С. 12-15.
10. Шишимиров, М.В. Снижение угара металла при плавке стали в дуговой сталеплавильной печи за счет уменьшения интенсивности испарения /М.В. Шишимиров, А.П. Крюков, О.М. Сосонкин // Материалы 2-й международной научно-практической конференции «Автоматизированные печные агрегаты и энергосберегающие технологии в металлургии». - М., 2002. - С. 350-352.
11. Исследование возможности повышения производительности дуговой сталеплавильной печи за счет рациональной продувки металла кислородом /М.В. Шишимиров, М.П. Галкин, В.И. Савченко и др. // Сталь. - 2006. - № 1. - С. 31-32.
12. Пат. 2309182 Российская Федерация. Способ выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи и устройство для его осуществления / О.М. Сосонкин, С.И. Герцык, М.В. Шишимиров //Б.И. - 2007. - № 30.
13. Пат. 2364631 Российская Федерация. Способ выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи и устройство для его осуществления / О.М. Сосонкин, С.И. Герцык, М.В. Шишимиров //Б.И. - 2009. - № 23.
14. Пат. 2343205 Российская Федерация. Способ выплавки стали в дуговой сталеплавильной печи и устройство для его осуществления / О.М. Сосонкин, С.И. Герцык, М.В. Шишимиров // Б.И. - 2009. - № 1.
15. А.с. 287238 СССР. Электродуговая сталеплавильная печь / А.И. Ващенко, В.А. Кудрин, М.Ф. Сидоренко, О.М. Сосонкин //Б.И. -1970. - № 35.

ISSN 3030-3907