ISNN 3030-3907

2025/12
VOLUME 6

DEVELOPMENT OF SCIENCE

ILMIY JURNAL



Development of science

Ilmiy jurnal

ISSUE/12 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.

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

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

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

TEXNIKA FANLARI/ TECHNICAL SCIENCES/ ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

KIMYO FANLARI/ CHEMICAL SCIENCES/ ХИМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

IQTISODIYOT FANLARI/ ECONOMICS/ ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

PEDAGOGIKA FANLARI/ PEDAGOGICAL SCIENCES / ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

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

Tahririyat a’zolarning to‘liq ro‘yxati jurnalning www.devos.uz, saytida keltirilgan.
Tahririyat hay’ati a’zolarining tarkibini o‘zgartirish hamda qo‘shimcha kiritish yoki tahririyat a’zoligidan chiqarish bosh muharrir tomonidan amalga oshiriladi.

ISSN 3030-3907

MUNDARIJA

1	Ikki komponentali muhitda parabolik tenglamalar sistemasini sonli yechimi *Fayzullayeva Zarnigor Inatillayevna*	9
2	Korxonalarga o‘rnatilgan quyosh panellari tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiyani audit qilish. *Egamov Dilmurod Abduraimovich* *Isomiddinov Asadbek Abdirazaq o‘g‘li*	17
3	Davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanishning samaradorligi *Bahodirov Saidahror Murodbek o‘g‘li*	23
4	Sanoat motorlarining uzluksiz ishlashini ta’minlashda iot texnologiyalarining axamiyati *Almatayev Tojiboy Orziqulovich* *Eraliyev Nosirbek Fazliddin o‘g‘li*	36
5	Физические основы зондирования атмосферы с помощью мощных лазеров *Сапаев Усман Каландарович* *Турдиев Мухиддин Шукурович*	45
6	Mochevina va tiomochevina birikmasining sintez rejimini optimallashtirish va uning molekulyar tuzilishini spektroskopik metodlar yordamida tasdiqlash *Toshtemirov Furqat Alisher o‘g‘li* *Muxiddinov Baxodir Faxriddinovich* *Axtamov Dilshod To‘lqinovich*	56
7	Turar-joy binolarini loyihalashda zamonaviy dasturlar *Rasulov Javohir Akmal o‘g‘li*	68
8	Anor sharbatining bioaktiv xususiyatlari va o‘zbekistonda ishlab chiqarish salohiyati *Jumayev Botir Melibayevich*	77
9	Vinilxlorid sintezi vaqtida hosil bo‘lgan chiqindi suyuqlik tarkibining tahlili va fraksiyalarga ajratish natijalari *Djamalov Jasurbek Kamalovich* *Muxiddinov Baxodir Faxriddinovich* *Axtamov Dilshod To‘lqinovich*	83
10	Atsetilen qurumi asosida texnik uglerod olish va uning astm standartlari bo‘yicha baholanishi *Nosir Tojimurodovich Ortiqov* *Mas’ud Ubaydulla o‘g‘li Karimov* *Abdulaxat Turapovich Djalilov*	94
11	Gidravlik tizimdagi gidravlik qismlarning metall yuzalarining tribologik xususiyatlarini ballik baholash asosida tahlil qilish *Jurayev Akbar Shavkatovich* *Turdiyev Sardorjon Abdumuminovich* *To‘raqulova Zarina Shuxrat qizi*	101
12	Gidravli tizimlardagi ishchi suyuqlikni tozalash uchun filtr qurilmasini ishlab chiqish asosida uning texnik ko‘rsatkichlarini tadqiqot qilish *Jurayev Akbar Shavkatovich* *Turdiyev Sardorjon Abdumuminovich* *Niyetbayev Arslanbek Dauletbay o‘g‘li* *Toshmurodov Eldor Shuhrat o‘g‘li*	109
13	Gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasini loyihalab o‘qitish *Sultanova Dildora Ilhomjon qizi*	119
14	Vitaminlarning kimyoviy tuzilishi va ularning biologik faolligi o‘rtasidagi bog‘liqlik *Muxiddinov Xusniddin Muxiddinovich*	126
15	Past haroratli kondensasiyalash texnologiyasi *Valeyeva Naila Gennadiyevna.* *Raupov Farxod Normaxmatovich*	130
16	Karyer gidravlik ekskavatorlarining gidravlik tizimida ishchi suyuqlik sizib chiqishini aniqlovchi harorat datchigi asosida monitoring tizimini ishlab chiqish	140

ISSN 3030-3907

	Jurayev Akbar Shavkatovich *Turdiyev Sardorjon Abdumuminovich* *Teshayev Abdulxay Baxtiyor o'g'li*	
17	Texnika yo'nalishi talabalarini ilmiy-tadqiqot faoliyatga tayyorlashning metodik muammolari *Djurayeva Feruzaxon Abdumuxtorovna*	151
18	Barqaror rivojlantirish dasturlari vositasida kambag'allikni qisqartirishda ilg'or mamlakatlar tajribalaridan foydalanish. *Zayniddinov Firdavs Faxriddin o'g'li*	159
19	Yuqori kuchlanishli elegaz o'chirgichlariga texnik xizmat ko'rsatish va ularning diagnostikasi *Murodov Xasan Shuxratovich* *Haqberdiyev Timurbek Zafar o'g'li*	165
20	Muhit tizimining harakat xavfsizligiga ta'sir etuvchi omillari va ularni bartaraf etish *Mahammadjonov Nurmahammad Abduvahob o'g'li*	172
21	Bazi bir uch o'lchamli nilpotent algebraning differensiallashi lokal differensiallashi *Boydadayev Islomjon G'anijon o'g'li* *Jamoliddinova Munisa Qalandar qizi*	180
22	Kraxmal – akrilonitril va bentonit ishtirokida yuqori absorbsion qobiliyatli gidrogel sintezi va xususiyatlari. *S.M. Samatov* *X.X. To'rayev* *B.A. Xolnazarov*	187
23	Ai agent tizimlari asosida biznes jarayonlarini avtomatlashtirish: iqtisodiy samaradorlikni baholash *Saidov U.Y.* *Hojiyev N.Yo.* *Axmedov A.O.*	196
24	Синхрон машиналарни matlab simulink дастурида ишга тушиш жараёнини таҳлил қилиш *О.Э. Зайниева* *Ж.Р. Муродуллаев*	202
25	O'simlik moylarini presslash, ekstraksiya qilish va rafinatsiyalash jarayonlarini optimallashtirish *Matluba Isaqova Abduhalimovna*	210
26	1c dasturlash fanini o'qitishning nazariy, metodik va texnologik asoslarini tahlil qilish *Mirzayeva Dilnoza Ulug'bek qizi*	218
27	Bo'lajak muhandislarning professional mobilligini shakllantirishda aktning o'rni *Ergashev Javohirbek Rahmonjon o'g'li*	222
28	Tolali aralashmalarni yigiriluvchanligi asoslash *M.B.Janiyeva* *M.Kulmetov* *J.R.Muxtarov*	230
29	Environmental and economic rationale for extracting bioactive compounds from tomato processing waste and their demand in the cosmetic industry *Qorabekova Shahnoza Muxiddinovna* *Normatov Anvar Mirzayevich*	235
30	"Improving the efficiency of cleaning raw cotton based on optimizing the design of the brush drum" *S.Kh.Fayziev* *O.O.Ibodullaev* *Kh.K.Rakhimov* *Sh.N.Muxiddinova* *O.B.Razoqova*	241
31	Atmosfera havosi tarkibidagi chang zarrachalarini dvigatel havo filtri yordamida tozalash texnologiyasi tahlili *Abdivoidov Rustam* *Boymatov O'tkirbek* *Jabborov Tolib*	257
32	Jin mashinasi ishchi kamerasini samaradorligini oshirish yo'llari	263

ISSN 3030-3907

	Komilov Shuxratjon Raximjon o'g'li	
33	Pedagogical models of educational organization methodology in australian technical universities *Isayev Bohodirjon Makhamatshoyevich*	269
34	Qandli diabetda vitaminlarning ta'siri *Raxmanova Firuza Erdanovna* *Eshtemirov Bahrom Nurali o'g'li*	275
35	Akademik litseylarda "molekulyar fizika va termodinamika asoslari" bo'limini o'qitishda modulli texnologiyalardan foydalanish. *Siddikova Sanabarxon Mahammadaliyevna*	280
36	Lavr yaprog'ining tibbiyotdagi o'rni *Davronqulov Asilbek Elbek o'g'li* *Daniyarova Aziza Ulug'bekovna* *Otaqulov Suxrob Rustam o'g'li* *Qodirov Behzod Go'furovich*	287
37	Biochemical effects of different dental prosthetic materials (acrylic, metal-ceramic, nylon) *Akhrorova Malika Shavkatovna* *Temirova Mokhlaroyim Obloqul qizi*	291
38	Biscarbamates and thiocarbamides in biochemistry, medicine and materials science *Kamola Khudoyberdieva* *Bakhodir Mukhiddinov* *Abdukhamid Makhsumov* *Dilshod Akhtamov*	297
39	Laktogen ta'sirga ega dorivor o'simliklarga farmatsevtik yondashuvlar *Bazarova Nigina Sabirjanovna* *Yuldasheva Dilnavoz Khasanovna*	308
40	Препаратов, применяемых для лечения слизистой оболочки полости рта *Рахимбердиев Рустам Абдуносирович* *Хамраева Ситора Собировна*	314
41	Основные направления расширения ассортимента многокомпонентных видов крупы для функционального питания *Камалова Фируза Рахматовна* *Хаитов Рауф Арифович*	321
42	Современные тенденции в производстве и потреблении безглютеновых продуктов *Кузиева Мухайё Кудратовна*	330
43	Результаты испытания трансформаторного масла на основные параметры *Юсупов Дилмурод Турдалиевич* *Носиров Асрорбек Исмоилжон угли*	339
44	Структурно-фазовые и химические особенности отработанных катализаторов ниап 12-05 *Гаффоров А.Т.* *Шарипов С.Ш.*	345
45	Ҳаводан ичимлик суви олиш жараёнини математик моделлаштириш *Дўстқобилов Шахзод* *Сафаров Жасур Эсиргапович* *Султанова Шахноза Абдувахитовна*	353
46	Изучение расширение псевдоожиженного слоя зернистого материала *Худойбердиева Назора Шароповна*	359
47	«Bo'lajak o'qituvchilarda interaktiv o'yinlar orqali til va ijtimoiy kompetentsiyani rivojlantirish» *Ergashov Ma'murjon Mominjonovich*	366
48	Двухстадийная технология получения гранулированного простого суперфосфата из фосфоритовой муки *Отабоев Хусан Абдусобирович*	375
49	«Анор (punica granatum l.) Маҳаллий навларини in vitro кўпайтиришда стерилизация агентлари ва фитогормонлар (bap, ga_3, iba, naa) самарадорлигини молекуляр таҳлил асосида баҳолаш ҳамда murashige & skoog ва woody plant medium озуқа муҳитлари таркиби ва концентрациясининг генотип-хос регенерация ва ризогенез жараёнига таъсири»	382

ISSN 3030-3907

	Ахмедов бехзод хабибулла ўғли	
50	Химический состав и физико-химические свойства удобрений на основе простого суперфосфата, хлорида калия и аммиачной селитры *Мамажанов Махамададил Мамажанович*	392
51	«Фитогормонлар комбинацияси (6-benzylaminopurine, gibberellic acid, indole-3-butyric acid, α-naphthaleneacetic acid) таъсирида доривор анор (*punica granatum l.*) Микрокўчатларининг шохланиши ва ризогенез жараёнларини оптималлаштириш ҳамда апикал ва латерал куртаклар асосида in vitro микроклонли кўпайтириш технологиясини ривожлантириш» *Ахмедов Бехзод Хабибулла ўғли*	402
52	Анализ возможности производства пневмомеханической пряжи из хлопчатобумажных отходов *Ш.Р. Арипова* *С.Л.Матсимаилов* *У.Н.Юсупалиева*	411
53	Sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elekro - fizikaviy tasir usullaridan samarali foydalanish *Xodjiyev Shuhrat Mahmudovich* *Majidova Nargiza Qahramonovna* *Jo'rayeva Shahlo Tolib qizi*	417
54	Получение растворителей для экстракции лакокрасочных материалов и масложировых продуктов из газоконденсата и их физико-химическое исследование *Ш.Ж. Жураев* *Н.Х.Мураталтева* *Т.Б. Тураев*	424
55	Mehnat unumdorligini oshirishda intellektual boshqaruv usullari *Maxmudova Shoira Muxiddinovna*	432

ISSN 3030-3907

ISSN 3030-3907

IKKI KOMPONENTALI MUHITDA PARABOLIK TENGLAMALAR SISTEMASINI SONLI YECHIMI

Fayzullayeva Zarnigor Inatillayevna
Muhammad al-Xorazmiy nomidagi TATU, Dasturlash texnologiyalari kafedrasi dotesnti.
E-mail: Zarnigor18z02@gmail.com

Annotatsiya: Tabiatda uchraydigan ko‘plab fizik, kimyoviy, biologik va ekologik jarayonlar o‘z tabiatiga ko‘ra nochiziqli bo‘lib, ularni tavsiflashda nochiziqli differensial tenglamalar va ularning sistemalaridan keng foydalaniladi. Bunday jarayonlar ko‘pincha kvazichiziqli yoki to‘liq nochiziqli tenglamalar ko‘rinishida namoyon bo‘ladi va ularga mos ravishda boshlang‘ich hamda chegara shartlari berilgan holda matematik masala shaklida tadqiq qilinadi. Hozirgi zamonaviy ilm-fanning asosiy matematik modellarining katta qismi chiziqli bo‘lmagan qisman differensial tenglamalar bilan ifodalanishi tufayli ularni tahlil qilish va amaliy masalalarda qo‘llash samarali sonli yechimlarni ishlab chiqishni talab qiladi. Mazkur ishda nochiziqli differensial tenglamalar hamda ularning sistemalariga tegishli masalalarni sonli yechish bo‘yicha yondashuvlar ko‘rib chiqiladi. Xususan, murakkab fizik jarayonlarni ifodalovchi nochiziqli modellarni hisoblashda iterativ usullar, barqaror sxemalar, differensial operatorlarni diskretlashtirish va kompyuterda implementatsiya qilish masalalari o‘rganiladi. Taklif etilgan sonli usullar yordamida nochiziqli modellarni aniq va barqaror yechish imkoniyatlari ko‘rsatilib, ular real jarayonlarni modellashtirishda samarali ekanligi asoslab beriladi.

Kalit so‘zlar: dempfirlash, konvektiv ko‘chish, balans usuli, ayirmali sxema, algebraik tenglamalar sistemasi

Abstract: Many physical, chemical, biological, and ecological processes observed in nature are inherently nonlinear, and their behavior is often described using nonlinear differential equations and systems of such equations. These processes typically appear in the form of quasilinear or fully nonlinear equations and are studied as mathematical problems with corresponding initial and boundary conditions. Since most modern scientific models are represented by nonlinear partial differential equations, their analysis and practical application require the development of efficient numerical solution methods. This study examines numerical approaches for solving problems related to nonlinear differential equations and their systems. In particular, it investigates iterative techniques, stable numerical schemes, discretization of differential operators, and the implementation of these methods in computational environments for modeling complex physical phenomena. The proposed numerical methods are shown to provide accurate and

ISSN 3030-3907

stable solutions to nonlinear models, demonstrating their effectiveness in simulating real-world processes.

Keywords: damping, convective transport, balance method, finite difference scheme, system of algebraic equations.

Аннотация: Многие физические, химические, биологические и экологические процессы, наблюдаемые в природе, по своей сути являются нелинейными, поэтому для их описания широко используются нелинейные дифференциальные уравнения и системы таких уравнений. Эти процессы, как правило, проявляются в виде квазилинейных или полностью нелинейных уравнений и исследуются как математические задачи с соответствующими начальными и граничными условиями. Поскольку большинство современных научных моделей выражаются нелинейными уравнениями в частных производных, их анализ и практическое применение требуют разработки эффективных методов численного решения. В данной работе рассматриваются численные подходы к решению задач, связанных с нелинейными дифференциальными уравнениями и их системами. Особое внимание уделено итерационным методам, устойчивым численным схемам, дискретизации дифференциальных операторов и компьютерной реализации этих методов при моделировании сложных физических процессов. Показано, что предложенные численные методы обеспечивают точное и устойчивое решение нелинейных моделей, что подтверждает их эффективность при моделировании реальных процессов.

Ключевые слова: демпфирование, конвективный перенос, балансовый метод, разностная схема, система алгебраических уравнений.

Kirish

Tabiatda ro‘y beradigan ko‘plab fizik, kimyoviy, biologik, ekologik va texnologik jarayonlar o‘z mohiyatiga ko‘ra murakkab va ko‘p omilli bo‘lib, ularning aksariyati nochiziqli xususiyatlarga ega. Bunday jarayonlarda moddaning harakati, energiyaning taqsimlanishi, konsentratsiyaning o‘zgarishi yoki fizik-kimyoviy reaksiyalarning kechishi oddiy chiziqli qonunlar bilan izohlab bo‘lmaydi. Shu sababli zamonaviy matematika va amaliy fizika fanlarida nochiziqli differensial tenglamalar va ularning sistemalari tabiiy jarayonlarni modellashtirishning asosiy vositasiga aylanib bormoqda.

Nochiziqli modellar bugungi ilm-fan taraqqiyotining barcha sohalarida — jumladan, issiqlik va massa almashinuvi, suyuqliklar dinamikasi, kimyoviy reaksiyalar kinematikasi, populyasion biologiya, ekologik muvozanat, geofizik jarayonlar hamda texnologik jarayonlarni boshqarish kabi yo‘nalishlarda keng qo‘llaniladi. Bu kabi modellar odatda boshlang‘ich va chegara shartlari bilan birga qaraladi va ularning analitik yechimlarini topish ko‘pincha murakkab yoki

ISSN 3030-3907

butunlay imkonsiz bo‘ladi. Shu bois, nochiziqli tenglamalar va tenglamalar sistemasini tahlil qilishda sonli usullarni ishlab chiqish va takomillashtirish muhim ilmiy vazifalardan biridir.

Hozirgi kunda nochiziqli differensial tenglamalarning sonli yechimiga doir ilmiy tadqiqotlar ko‘plab yondashuvlarni taklif etmoqda: iterativ usullar, barqaror va aniq farqlanish sxemalari, differensial operatorlarning diskretlashtirilgan modellarini yaratish, hisoblash algoritmlarini optimallashtirish va ularni dasturiy ta’minot ko‘rinishida amalga oshirish shular jumlasidandir. Bunday usullar orqali real jarayonlarning xulq-atvori, ularning barqarorligi, tarqalish tezligi, fazaviy lokalizatsiya kabi xususiyatlarini chuqur o‘rganish imkoniyati yaratiladi.

Mazkur ish nochiziqli differensial tenglamalar va ularning sistemalariga tegishli masalalarni sonli yechish, barqaror va ishonchli hisoblash algoritmlarini qurish hamda ularni amaliy jarayonlarga tadbiq etish masalalarini qamrab oladi. Tadqiqot natijalari real fizik jarayonlarni modellashtirishda qo‘llaniladigan sonli yondashuvlarning samaradorligini asoslashga qaratilgan bo‘lib, murakkab nochiziqli modellarni amaliyotga tatbiq etishda muhim ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

Muallaiflarining ishlarida va ulardagi havolalarda ko‘rsatilgandek, avtomodel tenglamalar nochiziqli qisman differensial tenglamalar yechimlarining sifat xususiyatlarini o‘rganishda muhim rol o‘ynaydi, chunki yechimlarni avtomodel yechim qurish yordamida yechish yangi nochiziqli hodisalarning xarakterli xususiyatlarini aniqlash mumkin[1,2].

Ishda sonli sxemalar va $(k=1,\ p=2,\ m>1)$ bo‘lganda, g‘ovakli muhit tenglamalari uchun taklif qilingan avtomodel yechim qurush usuli asosida haydash usuli taklif qilingan[2].

Masalaning $u(t,x)$ yechimi shundan iboratki, $\forall t>0$ uchun $l(t)>0$ funksiya mavjud bo‘lib, $u(t,x)\equiv 0\ |x|\in(l(t),+\infty)$ da unda buzilish tarqalishining cheklangan tezligi mavjud[3].

Muhokama va natijalar

Quyidagi konvektiv ko‘chishga ega bo‘lgan va dempfirlash ta’sirida ikki karra nochiziqli diffuziya tenglamalar sistemasini $Q=\{(t,x):t>0,x\in R\}$ da qaraymiz.

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t}=\dfrac{\partial}{\partial x}\left(\left|\dfrac{\partial u^{k_1}}{\partial x}\right|^{p-2}\dfrac{\partial u^{m_1}}{\partial x}\right)\pm s(t)\dfrac{\partial u}{\partial x}-b_1u^{q_1}\left|\dfrac{\partial v^{m_1}}{\partial x}\right|^{p_1}, \\ \dfrac{\partial v}{\partial t}=\dfrac{\partial}{\partial x}\left(\left|\dfrac{\partial v^{k_2}}{\partial x}\right|^{p-2}\dfrac{\partial v^{m_2}}{\partial x}\right)\pm s(t)\dfrac{\partial v}{\partial x}-b_1v^{q_2}\left|\dfrac{\partial u^{m_2}}{\partial x}\right|^{p_2}. \end{cases} \tag{3.3.1}$$

$$u(x,0)=u_0(x)\geq 0,\ \ v(x,0)=v_0(x)\geq 0,\ \ x\in R^1 \tag{3.3.2}$$

ISSN 3030-3907

3.3.1 ni quyidagicha qayta yozib olamiz

$$\begin{cases} \dfrac{\partial u}{\partial t}=\dfrac{\partial}{\partial x}\left(B_1(u)\dfrac{\partial u}{\partial x}\right)+c\upsilon_1(t)\dfrac{\partial u}{\partial x}-b_1u^{q_1}\left|\dfrac{\partial v^{m_1}}{\partial x}\right|^{p_1}, \\ \dfrac{\partial v}{\partial t}=\dfrac{\partial}{\partial x}\left(B_2(v)\dfrac{\partial v}{\partial x}\right)+c\upsilon_2(t)\dfrac{\partial u}{\partial x}-b_2v^{q_1}\left|\dfrac{\partial u^{m_2}}{\partial x}\right|^{p_2}, \end{cases} \quad (3.3.3)$$

$$B_1(u)=m_1\left|k_1u^{k_1}\frac{\partial u}{\partial x}\right|^{p-2}u^{m_1-1},$$

$$B_2(v)=m_2\left|k_2v^{k_2-1}\frac{\partial v}{\partial x}\right|^{p-2}v^{m_2-1}.$$

(3.3.1) va (3.3.2) masalani quyidagi to‘rda chekli ayirmalar sxemasiga o‘tamiz

Q sohada to‘r quramiz [108; 238–248-b.] $\bar{\omega}_h$ x bo‘yicha h qadam bilan:

$$\omega_h=\{x_i=ih,\quad h>0,\quad i=0,1,...,n,\quad hn=b\},$$

va vaqt bo‘yicha quidagi to‘rni olamiz

$$\omega_\tau=\{t_j=j\tau,\quad \tau>0,\quad j=0,1,\ldots,m,\quad \tau m=T\}.$$

va quyidagi boshlang‘ich va chegaraviy shartlar bilan sonli yechish sxemasini quramiz.

$$\begin{cases} u(t,0)=\phi_1(t)>0,\ u(t,b)=\phi_2(t)=0,\ t\in[0,T]; \\ v(t,b)=\phi_3(t)=0,\ v(t,b)=\phi_4(t)=0,\ t\in[0,T]; \\ u(x,0)=u_0(x),\qquad v(x,0)=u_0(x),\qquad x\in R_+; \end{cases}$$

Balans usulini qo‘llagan holda (3.3.1) masalani oshkormas ayirmali sxema bilan almashtiramiz va ayirmali masalaga ega bo‘lamiz:

$$\begin{cases} \dfrac{y_i^{j+1}-y_i^j}{\tau}=\dfrac{1}{h^2}\left(a_{i+1}(y)\left(y_{i+1}^{j+1}-y_i^{j+1}\right)-a_i(y)\left(y_i^{j+1}-y_{i-1}^{j+1}\right)\right)+c_1\upsilon_1(t)\dfrac{y_i^{j+1}-y_{i-1}^{j+1}}{h}- \\ -G_1\left(y_i^j,g_i^j\right), \\ \dfrac{g_i^{j+1}-g_i^j}{\tau}=\dfrac{1}{h^2}\left(a_{i+1}(g)\left(g_{i+1}^{j+1}-g_i^{j+1}\right)-a_i(g)\left(g_i^{j+1}-g_{i-1}^{j+1}\right)\right)+c_2\upsilon_2(t)\dfrac{g_i^{j+1}-g_{i-1}^{j+1}}{h}- \\ -G_2\left(y_i^j,g_i^j\right), \end{cases}$$

(3.3.3)

$$G_1\left(y_i^j,g_i^j\right)=b_1\left(y_i^j\right)^{q_1}\left|m_1\left(g_i^j\right)^{m_1-1}\frac{g_i^j-g_{i-1}^j}{h}\right|^{p_1},$$

$$G_2\left(y_i^j,g_i^j\right)=b_1\left(g_i^j\right)^{q_2}\left|m_2\left(y_i^j\right)^{m_2-1}\frac{y_i^j-y_{i-1}^j}{h}\right|^{p_2},$$

ISSN 3030-3907

bu yerda $a_i(y)$ va $a_i(g), i=1,2$ larni hisoblash uchun quyidagi formulalardan biri qo‘llaniladi

$$\begin{cases} a_1(y) = B_1\left(\dfrac{y_i^j - y_{i-1}^j}{2}\right) \\ a_2(g) = B_2\left(\dfrac{g_i^j - g_{i-1}^j}{2}\right) \end{cases} \quad (3.3.4)$$

$$\begin{cases} a_i(y) = \dfrac{B_1(y_i^j) + B_1(y_{i-1}^j)}{2} \\ a_i(g) = \dfrac{B_2(g_i^j) + B_2(g_{i-1}^j)}{2} \end{cases} \quad (3.3.5)$$

(3.3.1) tenglamalar sistemasini yechish uchun oddiy iteratsiya usulidan foydalanamiz va quyidagini hosil qilamiz:

$$\begin{cases} \dfrac{y_i^{j+1,s+1} - y_i^{j,s}}{\tau} = \dfrac{1}{h^2}\left(a_{i+1}^{s}(y)\left(y_{i+1}^{j+1,s+1} - y_i^{j+1,s+1}\right) - a_i^{s}(y)\left(y_i^{j+1,s+1} - y_{i-1}^{j+1,s+1}\right)\right) + \\ + s(t)\dfrac{y_i^{j+1,s+1} - y_{i-1}^{j+1,s+1}}{h} - G_1\left(y_i^{j,s}, g_i^{j,s}\right) \\ \dfrac{g_i^{j+1,s+1} - g_i^{j,s}}{\tau} = \dfrac{1}{h^2}\left(a_{i+1}^{s}(g)\left(g_{i+1}^{j+1,s+1} - g_i^{j+1,s+1}\right) - a_i^{s}(g)\left(g_i^{j+1,s+1} - g_{i-1}^{j+1,s+1}\right)\right) + \\ + s(t)\dfrac{g_i^{j+1,s+1} - g_{i-1}^{j+1,s+1}}{h} - G_2\left(y_i^{j,s}, g_i^{j,s}\right) \end{cases} \quad (3.3.6)$$

bunda $s = 0,1,2,....$

$$\begin{cases} G_1\left(u_i^{j,s}, v_i^{j,s}\right) = b_1\left(u_i^j\right)^{q_1}\left|\dfrac{(v_{i+1}^{j+1})^m - (v_i^{j+1})^m}{h}\right|^{p_1}, \\ G_2\left(u_i^{j,s}, v_i^{j,s}\right) = b_1\left(v_i^j\right)^{q_2}\left|\dfrac{(u_{i+1}^{j+1})^m - (u_i^{j+1})^m}{h}\right|^{p_2}, \end{cases}$$

y_i^{s+1} va g_i^{s+1} ga nisbatan (3.3.6) ayirmali sxemalar chiziqli. y va g ning qiymati, y_i^{s+1}, g_i^{s+1} uchun boshlang‘ich iteratsiya sifatida vaqt bo‘yicha avvalgi qadamdan olinadi: $y^{j+1,0} = y^j$, $g^{j+1,0} = g^j$. Iteratsion sxema bo‘yicha hisoblashda iteratsiya aniqligi beriladi va jarayon quyidagi shartlar qanoatlantirilguncha davom etadi

$$\max_{0\le i\le n}\left|y_i^{s+1} - y_i^{s}\right| < \varepsilon, \quad \max_{0\le i\le n}\left|g_i^{s+1} - g_i^{s}\right| < \varepsilon.$$

ISSN 3030-3907

(3.3.6) ayirmali tenglamalar sistemasiga quyidagi belgilashlarni kiritamiz:

$$A_{1i}=\frac{\tau}{h^2}a_{i+1}\left(\overset{s}{y}\right)y_{i+1}^{j+1},\qquad A_{2i}=\frac{\tau}{h^2}a_{i+1}\left(\overset{s}{g}\right)g_{i+1}^{j+1}$$

$$B_{1i}=\left(\frac{\tau}{h^2}a_i\left(\overset{s}{y}\right)-\frac{\tau c}{h}\upsilon\left(t_j\right)\right)y_{i+1}^{j+1},\ B_{2i}=\left(\frac{\tau}{h^2}a_i\left(\overset{s}{g}\right)-\frac{\tau c}{h}\upsilon\left(t_j\right)\right)g_{i+1}^{j+1},$$

$$C_{1i}=A_{1i}+B_{1i}+1-\frac{c\upsilon_1\left(\overset{s}{t}\right)}{h},\qquad C_{2i}=A_{2i}+B_{2i}+1-\frac{c\upsilon_2\left(\overset{s}{t}\right)}{h},$$

$$F_{1i}=\overset{s}{y}_i^j-\tau G_1\left(\overset{s}{y}_i^j,\overset{s}{g}_i^j\right),\quad F_{2i}=\overset{s}{g}_i^j-\tau G_2\left(\overset{s}{y}_i^j,\overset{s}{g}_i^j\right),$$

natijada (3.3.6) sistema quyidagi ko‘rinishga keladi:

$$\begin{cases}A_{1i}\overset{s+1}{y}_{i+1}^{j+1}-C_{1i}\overset{s+1}{y}_i^{j+1}+B_{1i}\overset{s+1}{y}_{i-1}^{j+1}=-F_{1i},\ i=1,2,...,n-1,\\ A_{2i}\overset{s+1}{g}_{i+1}^{j+1}-C_{2i}\overset{s+1}{g}_i^{j+1}+B_{2i}\overset{s+1}{g}_{i-1}^{j+1}=-F_{2i},\ i=1,2,...,n-1,\end{cases}\qquad (3.3.7)$$

(3.3.7) algebraik tenglamalar sistemasi yechish uchun haydash (progonka) usulini qo‘llaymiz. Ushbu metodga asosan

$$\begin{cases}\overline{y}_i=\alpha_{1i}\left(\beta_{1i}+\overline{y}_{i+1}\right),\\ \overline{g}_i=\alpha_{2i}\left(\beta_{2i}+\overline{g}_{i+1}\right),\end{cases}\qquad (3.3.8)$$

bu yerda α_{1i}, α_{2i}, β_{1i}, β_{2i} - koeffitsientlar quyidagicha hisoblanadi:

$$\begin{cases}\alpha_{1i+1}=\dfrac{B_{1i}}{C_{1i}-\alpha_{1i}A_{1i}},\\ \alpha_{2i+1}=\dfrac{B_{2i}}{C_{2i}-\alpha_{2i}A_{2i}},\end{cases}$$

$$\begin{cases}\beta_{1i+1}=\dfrac{A_{1i}\beta_{1i}+F_{1i}}{C_{1i}-\alpha_{1i}A_{1i}},\\ \beta_{2i+1}=\dfrac{A_{2i}\beta_{2i}+F_{2i}}{C_{2i}-\alpha_{2i}A_{2i}},\end{cases}$$

bunda $i=1,2,\ldots n$. Boshlang‘ich α_{10}, α_{20}, β_{10}, β_{20} qiymatlar yuqorida berilgan chegaraviy shartlardan topiladi.

Progonka usulini qo‘llash uchun yetarli shart diagonal ustunlik shartidir.

$$A_i\neq 0,B_i\neq 0,\left|A_i\right|+\left|B_i\right|\leq C_i$$

Yuqoridagi ayirmali sxemalardan foydalanib, hisoblash tajribasi o‘tkazildi. Raqamli tajribalar natijalari h=0.01 yetarlicha ayirmali sxema bosqichida olinadi va iteratsiyaning $\varepsilon=10^{-3}$ aniqligi aniqlanadi.

Xulosa

ISSN 3030-3907

Konvektiv ko‘chish va dempfirlash hadiga ega bo‘lgan nochiziqli diffuziya jarayoni uchun Koshi masalasi tadqiq etildi. Buning uchun avtomodel va taqribiy avtomodel yondoshuv asosida avtomodel yechim qurib olindi. Shuningdek avtomodel yechim asimtotikasi o‘rganildi. O‘rganilgan matematik modelni bir jinsli bo‘lmagan muhitda diffuziya jarayoni tavsiflovchi, fazoviy lokalizatsiya effekti olindi, diffuziya jarayonini borish tezligi chekliligi o‘rganildi va qurib olingan yechimning finit xossasi o‘rganildi. Yechimlarning sifat xossalariga asoslanib, sonli tajriba sinov natijalari olindi. Hisoblash tajribalari natijalari shuni ko‘rsatadiki, qo‘llanilgan sonli usullar o‘rganilayotgan nochiziqli masalalarni yechishda samarali bo‘ldi.

Konvektiv ko‘chish va dempfirlash hadiga ega bo‘lgan nochiziqli tenglamalar sistemasi uchun Koshi masalasini n=1 holi uchun sonli yechishda C# dasturlash tilida dasturiy ta’minot yaratildi va vizuallashtirish JavaSriptda amalga oshirildi. Tajriba sinov natijalari tenglamalar sistemasining parametrlarining turli qiymatlarida olindi. Pragonka usulidan foydalangan holda oshkormas sxema qo‘llaniladi. Iterativ jarayonda chiziqli ko‘rinishga keltirish uchun Maxsus usulidan foydalanildi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Sadullaeva Sh.A., Fayzullaeva Z.I., Karimov M.X. Numerical investigation one of doubly nonlinear reaction-diffusion system // International Uzbekistan-Malaysia Conference on Computational models (CMT2020), August 24-25, 2020. – Tashkent: NUUZ. – Pp. 39.

2. Sadullaeva Sh.A., Fayzullaeva Z.I. Investigation on self-similar analysis of the problem biological population Kolmogorov-Fisher type system. // Modern problems of mathematical physics and mathematical modeling. Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, December 3-4, 2021. – Karshi: KSU. – Pp. 31-34.

3. Sadullaeva Sh. A., Fayzullaeva Z.I. Analysis of numerical solutions of systems of quasi-linear equations of the reaction-diffusion process. // Modern problems of mathematical physics and mathematical modeling. // Proceedings of the International Scientific and Practical Conference, December 3-4, 2021. – Karshi: KSU. – Pp. 34-37.

4. Aripov M.A, Sadullaeva Sh. A, Fayzullaeva Z.I. Numerical investigation of a doubly nonlinear reaction-diffusion system for a biological population problem // II-Международная научная конференция, 19-20 мая, 2023.–Ташкент: СБУМИПТК.– С. 522-527.

5. Sadullayeva Sh.A., Fayzullayeva Z.I, Nazirova D. Konvektiv o ‘chishga ega bo‘lgan, ikki karra nochiziqli parabolik tipdagi tenglamalar tizimi uchun koshi masalasining yechimlari xossalarini tadqiq etish// II-Международная научная

ISSN 3030-3907

конференция, 19-20 мая, 2023.–Ташкент: СБУМИПТК. – С. 527-530.

6. Z.I. Fayzullayeva, Abdusattarov A.Sh. Parobolik tipdagi tenglamarning ko‘p komponentali muhitda filtiratsiya jarayonlarini modellashtirish va sonli yechish. // Ilm-fan va innovatsiya ilmiy-amaliy konferensiya. 30-sentabr, 2023. –Tasheknt, – № 6. – 94-97 b.

7. Fayzullayeva Z.I. Construction of the automodel solution of the system of reaction diffusion equations with bilinear nonlinear convective migration and diffusion // Actual problems of applied mathematics and information technologies – Al-Khwarizmi: Abstracts of VIII International Scientific Conference. – Samarkand: SamSU, 2023. - Pp. 47.

8. Sadullayeva Sh.A., Fayzullayeva Z.I. Investigation of finite velocity and solution localization effects in cross-diffusion processes with convective transfer. // Actual problems of applied mathematics and information technologies – Al-Khwarizmi: Abstracts of VIII International Scientific Conference. – Samarkand: SamSU, 2023. - Pp. 89

9. Арипов М.М., Садуллаева Ш.А., “Компьютерное моделирование нелинейных процессов диффузии” 2021,С. 100–105.

10. Самарский А. А., Курдюмов С. П., Галактионов В. А., Михайлов А.П. Режимы с обострением для квазилинейных параболических уравнений. - М: Наука 1987, С. 356-380.

11. А. А. Самарский, И. М. Соболь, Примеры численного расчета температурных волн, Ж. вычисл. матем. и ма-тем. физ., 1963, том 3, номер 4, 702–719.

12. Арипов М.М. Методы эталонных уравнений для решения нелинейных краевых задач. - Ташкент, Фан, 1988, С. 1-15.

ISSN 3030-3907

KORXONALARGA O‘RNATILGAN QUYOSH PANELLARI TOMONIDAN ISHLAB CHIQARILGAN ELEKTR ENERGIYANI AUDIT QILISH.

Egamov Dilmurod Abduraimovich
Andijon davlat texnika instituti “Muqobil energiya manbalari” kafedrasi assistenti
Isomiddinov Asadbek Abdirazaq o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti talabasi
Andijon, O‘zbekiston.
Tel:+998934189373

Abstract. This article analyzes the efficiency of using solar photovoltaic systems in enterprises, their production capacity and technical characteristics. The principles of operation of photovoltaic modules, their variable production dynamics depending on seasonal radiation conditions, and the role of inverters in ensuring energy quality when connected to the grid are discussed. The research results confirm the economic and technical feasibility of using solar energy in enterprises to cover their own needs.

Keywords: Solar photovoltaic system; power generation inverter; Huawei 50 kW; DC–AC conversion; energy efficiency; enterprise energy supply;

Аннотация. В статье анализируется эффективность использования солнечных фотоэлектрических систем на предприятиях, их производительность и технические характеристики. Обсуждаются принципы работы фотоэлектрических модулей, динамика их производительности в зависимости от сезонных радиационных условий, а также роль инверторов в обеспечении качества энергии при подключении к сети. Результаты исследования подтверждают экономическую и техническую целесообразность использования солнечной энергии на предприятиях для покрытия собственных нужд.

Ключевые слова: Солнечная фотоэлектрическая система; инвертор для выработки электроэнергии; Huawei 50 кВт; преобразование постоянного тока в переменный; энергоэффективность; корпоративное энергоснабжение;

Annotatsiya. Ushbu maqolada korxonalarda quyosh fotoelektr tizimlaridan foydalanish samaradorligi, ularning ishlab chiqarish quvvati va texnik xususiyatlari tahlil qilingan. Fotoelektr modullarning ishlash tamoyillari, ularning fasliy radiatsiya sharoitlariga bog‘liq holda o‘zgaruvchan ishlab chiqarish dinamikasi hamda tarmoqqa ulanganda energiya sifatini ta’minlashda invertorlarning roli sharhlanadi. Tadqiqot natijalari quyosh energiyasidan korxonalarda o‘z ehtiyojini qoplash maqsadida foydalanishning iqtisodiy va texnik jihatdan maqsadga muvofiq ekanini tasdiqlaydi.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar. Quyosh fotoelektr tizimi; elektr energiyasi ishlab chiqarish; invertor; Huawei 50 kVt; DC–AC aylantirish; energiya samaradorligi; korxona energetik ta’minoti;

Kirish.

Fotoelektrik effekt (fotoeffekt) fransuz olimi A.E. Bekkerel tomonidan 1839-yilda kashf qilingan va tok o‘tkazuvchan materiallarning elektromagnit nurlanish, shu jumladan yorug‘lik ta'sirida elektronlarni chiqarish qobiliyatiga asoslangan. Fotoelektrik effektning uch asosiy qonunini quyidagicha shakllantirish mumkin.

1) Fototokning kuchi elektromagnit nurlanishning zichligiga to‘g‘ri proportsionaldir.

2) Yorug‘lik ta'sirida chiqarilgan elektronlarning maksimal kinetik energiyasi elektromagnit nurlanish chastotasi bilan chiziqli ravishda ortadi va uning intensivligiga bog‘liq emas.

3) yuzasining ma'lum holatidagi har bir modda uchun elektromagnit nurlanishning chegarali chastotasi mavjud bo‘lib, undan pastda fotoelektrik effekt kuzatilmaydi. Ushbu chastota va mos keladigan to‘lqin uzunligi fotoelektrik effektning qizil chegarasi deb ataladi.

Fotoelektrik effekt quyosh energiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri elektr energiyasiga aylantiradigan fotoelektrik tizimda namoyon bo‘ladi. Fotoelektrik tizim ishlashi uchun kunduzgi yorug‘lik kerak.

Fotoelektrik tizimlar to‘g‘ridan-to‘g‘ri quyosh nuri ostida bo‘lishi shart emas, shuning uchun hatto bulutli kunlarda ham fotoelektrik panellar qandaydir miqdorda elektr energiyasini ishlab chiqarishi mumkin [1-2].

Quyosh energiyasi - bu qayta tiklanadigan energiya manbalaridan foydalanish, elektr to‘lovlarini kamaytirish va uglerod izingizni kamaytirishning ajoyib usuli. Quyosh panelining to‘g‘ri turini tanlab, siz samaradorlikni maksimal darajada oshirishingiz va ehtiyojlaringiz uchun eng mosini topishingiz mumkin.

Quyosh panellari odatda kristalli kremniy va fosfor va bor kabi elementlardan foydalangan holda bir nechta fotovoltaik hujayralardan iborat. Quyosh nurlari PV hujayralariga tushganda, u elektronlarni qo‘zg‘atadi va to‘g‘ridan-to‘g‘ri oqim (DC) elektr energiyasini ishlab chiqaradigan elektr maydonini yaratadi.

Ular odatda massivlar yoki tizimlar deb ataladigan guruhlarga joylashtiriladi. To‘liq fotovoltaik tizim quyosh panellarini, doimiy tokni o‘zgaruvchan tokga aylantirish uchun inverterni va ba'zida boshqaruvchilar va batareyalar kabi boshqa komponentlarni o‘z ichiga oladi.

ISSN 3030-3907

Quyosh panellari tomlarga, quyosh fermalariga o‘rnatilishi yoki turli tuzilmalarga birlashtirilishi mumkin. Ular ko‘pincha elektr tarmog‘iga ulanadi, lekin mustaqil tizimlarda ham foydalanish mumkin.

Amorf kremniy (a-Si):Monokristalli va polikristalli panellarning tarkibiga o‘xshash, ammo u kremniyning kristalli bo‘lmagan shaklidir.

Kadmiy tellurid (CdTe): Bu kadmiy va tellurdan hosil bo‘lgan barqaror kristalli birikma.

Mis indiy galiy selenid (CIGS): Bu mis, indiy, galiy va selendan tashkil topgan to‘rtlamchi birikma yarimo‘tkazgichdir.

Yupqa plyonkali panellarni ishlab chiqarish jarayoni kristalli kremniy panellarga qaraganda kamroq murakkab bo‘lib, fotovoltaik materialning yupqa qatlamlarini substratga joylashtirishni o‘z ichiga oladi. Bu jarayon kamroq energiya sarflaydi va kamroq material sarflaydi, bu esa ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirishga yordam beradi [3-4].

Xarajatlarni solishtirganda, nafaqat panel narxlarini, balki umumiy tizim xarajatlarini ham hisobga olish juda muhimdir. Monokristalli panellar har bir vatt uchun qimmatroq bo‘lsa-da, ular kamroq panellarni talab qilishi mumkin, bu esa boshqa tizim komponentlari kabi raflar, simlar va mehnat xarajatlarini kamaytiradi.

Quyosh panellari energiyasi auditi — bu tizim tomonidan ishlab chiqarilgan elektr energiya miqdorini, sifat ko‘rsatkichlarini, yo‘qotish darajasini va iqtisodiy samaradorligini tahlil qilish jarayonidir. Bunday auditning asosiy vazifasi quyosh tizimining real ish faoliyatini aniqlash, texnik nosozliklar va energiya isrofini kamaytirishdir. Audit jarayonida quyosh panellarining ishlab chiqarish quvvati, invertor samaradorligi, batareyalarning sig‘imi, elektr tarmog‘iga uzatilayotgan energiya miqdori, shuningdek, ishlab chiqarish va iste’mol o‘rtasidagi farq o‘rganiladi. Bu orqali tizimning foydali ish koeffitsienti aniqlanib, foydalanuvchi uchun energiya tejamkorlik bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqiladi.

ISSN 3030-3907



1-rasm. «Andijon magistral elektr tarmoqlari» filialidagi quyosh panellar.

«O‘zbekiston milliy elektr tarmoqlari» «Andijon magistral elektr tarmoqlari» filiali korxonasiga ulangan 57 ta quyosh paneli o‘rnatilgan bo‘lib, ularning asosiy vazifasi barqaror, ekologik toza va tejamkor elektr energiyasi ishlab chiqarishdir. Tizim batareyasiz ishlaydi, ya’ni ishlab chiqarilgan elektr energiya bevosita milliy tarmoqqa uzatiladi. Bu usul xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiradi va tizimni sodda qiladi. Andijon tizimida o‘rnatilgan 57 ta panel asosan monokristalli kremniy (Monocrystalline Silicon, Mono-Si) panellardir. Ularning afzalliklari yuqori samaradorlik (18–22%), kichik maydonda ko‘proq energiya ishlab chiqarish imkoniyati, uzoq muddatli ishlash (20–25 yil) va harorat o‘zgarishlariga nisbatan barqaror ishlashdan iborat. Shu bilan tizim kuniga o‘rtacha 30.78 kVt·soat elektr energiyasini ishlab chiqaradi.

1 ta quyosh paneli 1 kunda 540 Vt·soat yoki 0.54 kVt·soat energiya ishlab chiqaradi. Shu sababli 1 oyda ya’ni 30 kunda 0.54 × 30 = 16.2 kVt·soat energiya hosil bo‘ladi. 57 ta panelning 1 kunda ishlab chiqarishi 0.54 × 57 = 30.78 kVt·soat bo‘ladi. Ana shu 57 ta panelning 1 oydagi generatsiyasi esa 30.78 × 30 = 923.4 kVt·soat energiyani tashkil qiladi.

1 ta panelning 1 soatlik energiyasini topsak, 540 Vt ni 24 soatga bo‘lamiz va natija 22.5 Vt chiqadi. Shu sababli 1 ta panel 10 soatda 225 Vt energiya beradi. 57 ta panelning 1 soatlik energiyasi 22.5 × 57 = 1 282.5 Vt bo‘ladi. Kuniga panel 10 soat ishlasa, 57 ta panelning kunlik energiyasi 1 282.5 × 10 = 12 825 Vt chiqadi. 1 oyda 30 kun bo‘lsa, oylik energiya 12 825 × 30 = 384 750 Vt bo‘ladi. Yani 384.75 kVt·soat energiya berar ekan [5-7].

Tizimda Huawei turidagi 50 kVt invertorlardan foydalaniladi, ular quyosh modulidan olingan DC (O‘zgarmas tok) energiyasini AC (O‘zgaruvchan tok)

ISSN 3030-3907

energiyasiga aylantiradi, bu esa milliy tarmoqqa ulanish imkonini beradi. Maksimal samaradorligi 98% ga yetadi va tizim qisqa tutashuv, ortiqcha tok hamda izolyatsiya defekti himoyasi bilan jihozlangan. Tizimning afzalliklari orasida atrof-muhitga zararining minimal bo‘lishi, uzoq muddatli iqtisodiy samaradorlik, yuqori samaradorlik va masofadan monitoring qilish imkoniyati mavjud. Huawei invertorlari orqali energiya samarali tarzda AC tokiga aylantiriladi va tizimni nazorat qilish onlayn monitoring orqali amalga oshiriladi. Shu bilan birga, batareyasiz ishlash tizimning texnik xizmat xarajatlarini kamaytiradi va tizimni soddalashtiradi.Natijada, Andijon magistral elektr tarmoqlarida o‘rnatilgan quyosh panellari qo‘shimcha energiya manbai yaratadi, energiya tejamkorligini oshiradi va qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishga xizmat qiladi [8-10].



2-rasm. Huawei 50 kVtli invertor ko‘rinishi.

Xulosa. Andijon magistral elektr tarmoqlariga o‘rnatilgan 57 ta quyosh paneli oylik 923.4 kVt·soat energiya ishlab chiqaradi. Tizim batareyasiz ishlaydi yani ongrid tizimida va ishlab chiqarilgan energiya to‘g‘ridan-to‘g‘ri tarmoqqa uzatiladi. Huawei 50 kVt li invertorlari DC tokni AC tokka samarali aylantiradi, tizim qisqa tutashuv, ortiqcha tok va izolyatsiya defekti himoyasi bilan jihozlangan. Oyma-oy, kunlik va soatlik ishlab chiqarish ko‘rsatkichlari quyosh nuri va fasl sharoitlariga bog‘liq bo‘lsa-da, tizim o‘rtacha yuqori samaradorlik bilan ishlaydi. Ushbu loyiha nafaqat energiya tejamkorligini oshiradi, balki qayta tiklanuvchi energiya manbalarini rivojlantirishga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. D.D. Alijanov, D.A. Egamov, O.B. Parpiyev “Nazariy elektrotexnika” o‘quv qo‘llanma. Andijon; 2022.
2. Huawei Technologies Co., Ltd. FusionSolar Smart PV Solution Technical Documentation, 2023.

ISSN 3030-3907

3. International Renewable Energy Agency (IRENA). Renewable Energy Statistics 2024.
4. Uzbekistan Milliy Elektr Tarmoqlari Ma’lumotnomasi, 2023.
5. REN21. Renewables Global Status Report, 2024.
6. Атабаев Х.А., Саидов С.Ш. Қайта тикланувчи энергия манбалари. Тошкент: “Фан ва технология”, 2018.
7. D.D. Alijanov, D.A. Egamov, O.B. Parpiyev “Nazariy elektrotexnika” o‘quv qo‘llanma. Andijon; 2022.
8. Zuhritdinov Alisher Faraxidin o‘g‘li, Yo‘lchiyev Mash'albek Erkinovich, Xakimov Temurbek Bahodirjon o‘g‘li (2023). QATTIQ JISMLARNING CHIZIQLI KENASH KOEFFİSİENTINING HARORATGA BOG‘LILIGINI O‘rganish. AMALIY FAN VA TEXNOLOGIYA XALQARO BULLETENI SJIF = 5.955 , https://doi.org/10.5281/zenodo.7969053 .
9. Xakimov Temurbek Boxodirjon o`g`li, Rahmonov Asliddin Abdulhamid o‘g‘li.(2024). QUYOSH xujayrasi uchun INVERTORLAR VA NAZORATCHILARNI TANLASH. LUChShIE INTELLEKTUALNYE ISLEDOVANIYA.149-152.
10. Muhiddin Atajonov, Qudratbek Mamarasulov, Odilbek Dexqonboyev, Temur Xakimov. (2024). Fotovoltaik modul asosida quyosh panellari modelini tadqiq qilish. https://doi.org/10.1063/5.0241785 . Amaliy fan va texnikaning zamonaviy muammolariga bag‘ishlangan xalqaro ilmiy konferentsiya AIP Conf. Proc.

ISSN 3030-3907

DAVLAT TOMONIDAN YOSHLAR BANDLIGINI BOSHQARISHDA RAQAMLI MEXANIZMLARDAN FOYDALANISHNING SAMARADORLIGI

Bahodirov Saidahror Murodbek o‘g‘li

Andijon viloyati Kambag‘allikni qisqartirish va bandlik boshqarmasi “Mehnat bozori tahlili, bo‘sh ish o‘rinlari hisobni yuritish va ishga joylashtirish sho‘basi” mudiri

Annotatsiya. Maqolada davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanishning samaradorligi ilmiy jihatdan tahlil qilinadi. Zamonaviy raqamli transformatsiya sharoitida mehnat bozorida yoshlar bandligini ta’minlash masalasi davlat boshqaruvining ustuvor yo‘nalishlaridan biriga aylanmoqda. Tadqiqotda yoshlar bandligini boshqarish tizimida joriy etilayotgan raqamli platformalar, elektron mehnat birjalari, axborot tizimlari va onlayn xizmatlarning funksional imkoniyatlari hamda ularning ijtimoiy-iqtisodiy samaradorligi baholanadi. Maqolada davlat tomonidan amalga oshirilayotgan raqamli mexanizmlarning yoshlar bandligini oshirishga ta’siri statistik va tahliliy usullar asosida o‘rganiladi. Raqamli vositalar orqali ish o‘rinlari haqida axborotning ochiqligi, bandlik xizmatlariga murojaat qilish jarayonining soddalashuvi, mehnat bozorida talab va taklifning muvozanatlashuvi hamda boshqaruv qarorlarini qabul qilish jarayonining tezlashuvi tahlil qilinadi. Shuningdek, raqamli mexanizmlardan foydalanish jarayonida yuzaga kelayotgan muammolar va cheklovlar aniqlanadi. Tadqiqot natijalariga ko‘ra, davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlarni joriy etish bandlik darajasini oshirish, mehnat bozorining shaffofligini ta’minlash va boshqaruv samaradorligini kuchaytirishga xizmat qilmoqda. Shu bilan birga, raqamli infratuzilmani rivojlantirish, yoshlarning raqamli kompetensiyalarini oshirish hamda axborot tizimlari o‘rtasidagi integratsiyani kuchaytirish bo‘yicha amaliy takliflar ishlab chiqiladi.

Kalit so‘zlar: yoshlar bandligi, davlat boshqaruvi, raqamli mexanizmlar, raqamli transformatsiya, mehnat bozori, bandlik siyosati, elektron xizmatlar, raqamli platformalar, boshqaruv samaradorligi.

Аннотация. В статье научно анализируется эффективность использования цифровых механизмов в управлении занятостью молодежи государством. В условиях современной цифровой трансформации вопрос обеспечения занятости молодежи на рынке труда становится одним из приоритетных направлений государственного управления. В исследовании оцениваются функциональные возможности цифровых платформ, электронных бирж труда, информационных систем и онлайн-сервисов, внедренных в систему управления занятостью молодежи, а также их социально-экономическая

ISSN 3030-3907

эффективность. В статье на основе статистических и аналитических методов изучается влияние внедряемых государством цифровых механизмов на повышение занятости молодежи. Анализируются открытость информации о вакансиях через цифровые средства, упрощение процесса обращения в службы занятости, балансирование спроса и предложения на рынке труда, а также ускорение процесса принятия управленческих решений. Также выявляются проблемы и ограничения, возникающие в процессе использования цифровых механизмов. По результатам исследования, внедрение цифровых механизмов в управление занятостью молодежи государством способствует повышению уровня занятости, обеспечению прозрачности рынка труда и повышению эффективности управления. Одновременно будут разработаны практические предложения по развитию цифровой инфраструктуры, повышению цифровой компетентности молодежи и укреплению интеграции информационных систем.

Ключевые слова: занятость молодежи, государственное управление, цифровые механизмы, цифровая трансформация, рынок труда, политика занятости, электронные услуги, цифровые платформы, эффективность управления.

Abstract: This article provides a scientific analysis of the effectiveness of digital mechanisms in government youth employment management. In the context of today's digital transformation, youth employment in the labor market is becoming a priority for public administration. The study evaluates the functionality of digital platforms, electronic labor exchanges, information systems, and online services implemented in the youth employment management system, as well as their socioeconomic effectiveness. Using statistical and analytical methods, this article examines the impact of digital mechanisms implemented by the government on increasing youth employment. It analyzes the openness of job vacancy information through digital means, the simplification of the application process for employment services, the balancing of supply and demand in the labor market, and the acceleration of management decision-making. It also identifies the challenges and limitations arising from the use of digital mechanisms. The study concludes that the introduction of digital mechanisms in government youth employment management contributes to increased employment rates, labor market transparency, and improved management efficiency. Practical proposals will also be developed for developing digital infrastructure, enhancing the digital competence of young people, and strengthening the integration of information systems.

ISSN 3030-3907

Keywords: youth employment, public administration, digital mechanisms, digital transformation, labor market, employment policy, e-services, digital platforms, governance efficiency.

Kirish.

Bugungi kunda global iqtisodiyotning raqamli transformatsiyasi jarayoni davlat boshqaruvining barcha sohalariga, jumladan, mehnat bozori va bandlik tizimiga ham sezilarli ta’sir ko‘rsatmoqda. Raqamli texnologiyalarning jadal rivojlanishi boshqaruv mexanizmlarini takomillashtirish, davlat xizmatlarini optimallashtirish hamda ijtimoiy-iqtisodiy muammolarni hal etishda yangi imkoniyatlarni yuzaga chiqarmoqda. Ayniqsa, yoshlar bandligini ta’minlash masalasi zamonaviy sharoitda davlat siyosatining ustuvor yo‘nalishlaridan biri sifatida namoyon bo‘lmoqda, chunki yoshlar mehnat bozorida eng faol, biroq eng zaif ijtimoiy guruhlardan biri hisoblanadi.

Yoshlar bandligini boshqarish tizimi an’anaviy usullar asosida faoliyat yuritgan sharoitda axborot almashinuvi sustligi, mehnat bozori ishtirokchilari o‘rtasida muvofiqlashtirishning yetarli emasligi, shuningdek, boshqaruv qarorlarining kechikib qabul qilinishi kabi muammolar kuzatilgan. Raqamli transformatsiya esa ushbu muammolarni bartaraf etish, bandlik xizmatlari faoliyatini zamonaviy talablar asosida tashkil etish hamda yoshlar uchun mehnat bozoriga kirish imkoniyatlarini kengaytirishga xizmat qilmoqda. Shu nuqtai nazardan, davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanish masalasi alohida ilmiy-amaliy ahamiyat kasb etadi.

So‘nggi yillarda davlat tomonidan elektron mehnat birjalari, raqamli bandlik platformalari, onlayn maslahat va axborot xizmatlari, shuningdek, mehnat bozorini monitoring qilishga yo‘naltirilgan axborot tizimlari joriy etilmoqda. Ushbu raqamli mexanizmlar yoshlarning ish izlash jarayonini soddalashtirish, bo‘sh ish o‘rinlari to‘g‘risidagi ma’lumotlarning ochiqligini ta’minlash hamda davlat bandlik siyosatini amalga oshirish samaradorligini oshirishga qaratilgan. Biroq raqamli mexanizmlarning real ijtimoiy-iqtisodiy samaradorligini baholash, ularning yoshlar bandligiga ta’sir darajasini aniqlash hamda mavjud muammolarni tizimli tahlil qilish zarurati saqlanib qolmoqda. Mazkur maqolada davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanishning samaradorligi tahlil qilinadi. Tadqiqot doirasida raqamli boshqaruv vositalarining yoshlar bandligini oshirishga ta’siri, mehnat bozorida talab va taklif muvozanatini ta’minlashdagi roli hamda boshqaruv jarayonlarini takomillashtirishdagi imkoniyatlari o‘rganiladi. Shuningdek, raqamli mexanizmlarni joriy etish jarayonida yuzaga kelayotgan cheklovlar aniqlanib, ularni bartaraf etish bo‘yicha ilmiy asoslangan taklif va tavsiyalar ishlab chiqiladi.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot metodologiyasi. Mazkur tadqiqot davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanishning samaradorligini ilmiy asosda baholashga yo‘naltirilgan. Tadqiqot jarayonida kompleks yondashuv qo‘llanilib, unda nazariy tahlil, empirik kuzatuv va iqtisodiy-statistik usullar uyg‘unlashtirildi. Bunday yondashuv yoshlar bandligini boshqarish tizimida joriy etilayotgan raqamli mexanizmlarning funksional xususiyatlarini chuqur o‘rganish va ularning ijtimoiy-iqtisodiy natijalarini aniqlash imkonini beradi.

Tadqiqotning nazariy-metodologik asosi sifatida davlat boshqaruvi, mehnat iqtisodiyoti va raqamli transformatsiya sohasidagi ilmiy konsepsiyalar hamda xorijiy va mahalliy olimlarning ilmiy ishlari xizmat qildi. Shuningdek, davlat tomonidan yoshlar bandligini ta’minlashga qaratilgan normativ-huquqiy hujjatlar, strategik dasturlar va rasmiy konseptual hujjatlar tahlil qilindi. Bu hujjatlar raqamli mexanizmlarning joriy etilish maqsadlari va ularning boshqaruv tizimidagi o‘rnini aniqlashda muhim manba bo‘lib xizmat qildi.

Empirik tadqiqot jarayonida yoshlar bandligini boshqarish tizimida qo‘llanilayotgan raqamli mexanizmlar, jumladan elektron mehnat birjalari, raqamli bandlik platformalari va onlayn xizmatlar faoliyati o‘rganildi. Statistik tahlil usullari yordamida yoshlar bandligi ko‘rsatkichlarining dinamikasi, bandlik xizmatlariga murojaatlar soni, raqamli xizmatlardan foydalanish darajasi hamda mehnat bozorida talab va taklif nisbatining o‘zgarishi baholandi. Ushbu jarayonda rasmiy statistika ma’lumotlari, ochiq axborot resurslari va davlat organlarining tahliliy hisobotlaridan foydalanildi.

Tadqiqotda tahlil va sintez, induksiya va deduksiya, solishtirma tahlil kabi umumilmiy usullar keng qo‘llanildi. Solishtirma tahlil yordamida raqamli mexanizmlar joriy etilishidan oldingi va keyingi davrlarda yoshlar bandligi ko‘rsatkichlaridagi o‘zgarishlar aniqlanib, ularning samaradorlik darajasi baholandi. Tizimli yondashuv asosida yoshlar bandligini boshqarish raqamli mexanizmlari yagona boshqaruv tizimining tarkibiy qismi sifatida ko‘rib chiqildi.

Shuningdek, tadqiqotda funksional tahlil usuli qo‘llanilib, raqamli mexanizmlarning axborot ta’minoti, monitoring, tahlil va boshqaruv qarorlarini qabul qilishdagi roli o‘rganildi. Tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta’minlash maqsadida olingan ma’lumotlar o‘zaro solishtirildi va mantiqiy umumlashtirildi. Mazkur metodologik yondashuv davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanish samaradorligini har tomonlama baholash imkonini berdi.

Mavzuning o‘rganilganlik darajasi. Yoshlar bandligini ta’minlash va uni davlat tomonidan boshqarish masalalari iqtisodiyot, mehnat munosabatlari va ijtimoiy siyosat sohasida keng o‘rganilgan ilmiy yo‘nalishlardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, mehnat bozorining institutsional rivojlanishi, bandlik siyosatining

ISSN 3030-3907

samaradorligi hamda davlatning ushbu jarayondagi tartibga soluvchi roli ko‘plab mahalliy va xorijiy olimlarning ilmiy tadqiqotlarida yoritilgan. Ushbu ishlarda yoshlar bandligi alohida ijtimoiy-iqtisodiy kategoriya sifatida talqin qilinib, uning o‘ziga xos xususiyatlari, muammolari va rivojlanish omillari tahlil qilingan.

Xorijiy ilmiy adabiyotlarda yoshlar bandligini boshqarish masalalari asosan mehnat bozoridagi institutsional mexanizmlar, davlat bandlik siyosati va faol bandlik dasturlari doirasida o‘rganilgan. Jumladan, G. Esping-Andersen, J. Stiglitz, R. Freeman kabi olimlarning tadqiqotlarida davlatning mehnat bozoridagi roli, bandlikni tartibga solish mexanizmlari va yoshlarning mehnat bozoriga integratsiyalashuvi masalalari keng yoritilgan. Ushbu tadqiqotlarda bandlik darajasini oshirishda axborot ochiqligi, davlat xizmatlarining samaradorligi va institutsional muvofiqlashtirish muhim omillar sifatida qayd etilgan.

Raqamli transformatsiya sharoitida bandlikni boshqarish masalalari esa nisbatan yangi ilmiy yo‘nalish sifatida shakllanmoqda. M. Castells, K. Schwab, E. Brynjolfsson va A. McAfee kabi olimlar o‘z tadqiqotlarida raqamli texnologiyalarning mehnat bozoriga ta’siri, raqamli platformalar orqali bandlik munosabatlarining o‘zgarishi hamda davlat boshqaruvida raqamli mexanizmlarning ahamiyatini asoslab bergan. Ushbu ishlarda raqamli texnologiyalar mehnat bozorida axborot assimetriyasini kamaytirish va boshqaruv qarorlarining sifatini oshirish vositasi sifatida baholanadi.

Mahalliy olimlarning ilmiy ishlarida yoshlar bandligi masalalari asosan demografik omillar, hududiy bandlik muammolari, kasbiy tayyorgarlik va davlat bandlik dasturlari doirasida o‘rganilgan. O‘zbekiston sharoitida yoshlar bandligini ta’minlashning tashkiliy-iqtisodiy mexanizmlari, davlat tomonidan qo‘llab-quvvatlash choralari va bandlik siyosatining samaradorligi bo‘yicha qator ilmiy tadqiqotlar amalga oshirilgan. Shu bilan birga, raqamli mexanizmlarning yoshlar bandligini boshqarishdagi roli va ularning samaradorligini kompleks baholash masalalari yetarli darajada tizimli o‘rganilmagan.

Shu sababli, mavjud ilmiy tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanish masalasi alohida ilmiy yondashuvni talab etadi. Ayniqsa, davlat tomonidan joriy etilayotgan raqamli platformalar va axborot tizimlarining real ijtimoiy-iqtisodiy samaradorligini baholash, ularning boshqaruv tizimidagi o‘rnini aniqlash va rivojlantirish yo‘nalishlarini belgilash mazkur tadqiqotning dolzarbligini yanada oshiradi.

Empirik tahlil. Mazkur empirik tahlilda davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda qo‘llanilayotgan raqamli mexanizmlarning samaradorligi, avvalo, mehnat bozori natija ko‘rsatkichlari dinamikasi orqali, ikkinchi tomondan esa boshqaruv jarayonlaridagi institutsional o‘zgarishlar (majburiy elektron

ISSN 3030-3907

ro‘yxatdan o‘tkazish, raqamli platformalar orqali xizmat ko‘rsatish) kontekstida baholanadi. Tahlil mantiqi shundan iboratki, raqamli mexanizmlar “natijani” bevosita yaratmasligi mumkin, biroq ular ish izlash va ishga joylashish infratuzilmasini tezlashtiradi, axborot ochiqligini oshiradi, boshqaruv qarorlarining aniqligini kuchaytiradi va norasmiy segmentni qisqartirishga xizmat qiladi.

1-jadval

O‘zbekistonda yoshlar (15–24) ishsizlik darajasi dinamikasi, 2020–2024-yillar (%)

Yil	Yoshlar ishsizlik darajasi, %	O‘zgarish (p.p.), oldingi yilga nisbatan
2020	12.838	—
2021	13.042	+0.204
2022	10.962	−2.080
2023	10.858	−0.104
2024	10.939	+0.081

Manba: World Bank (WDI) ma’lumotlari asosida FRED (SLUEM1524ZSUZB) – “Youth Unemployment Rate for Uzbekistan”. FRED

Jadval-1 yoshlar ishsizligi bo‘yicha muhim trendni ko‘rsatadi: 2021-yilda ko‘rsatkich yuqori darajada shakllangan bo‘lsa, 2022-yilda keskin pasayish kuzatiladi, 2023–2024-yillarda esa ko‘rsatkich 10,86–10,94% atrofida nisbatan barqarorlashgan. Bu holat ikki xil talqin qilish imkonini beradi. Birinchidan, yoshlar mehnat bozorida tizimli “moslashuv” bosqichi yuz bergan: bandlik xizmatlari, ish beruvchilar va yoshlarning o‘zaro axborot almashinuvi faolroq bo‘la boshlagan. Ikkinchidan, raqamli mexanizmlar bandlikni boshqarishda monitoring va ma’lumotlarni tezkor qayta ishlashni kuchaytirgani sababli, siyosiy chora-tadbirlarning manzilliligi ortgan bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, 2024-yilda juda kichik o‘sish (0,081 p.p.) raqamli mexanizmlar “barqarorlashtiruvchi” rol o‘ynasa-da, yoshlar bandligi hali ham makroiqtisodiy sharoit, ta’lim–mehnat bozori mosligi va hududiy farqlar kabi omillarga sezgirligini ko‘rsatadi.

2-jadval

Umumiy ishsizlik darajasi bo‘yicha 2024-yil ichidagi o‘zgarish (mehnatga layoqatli aholi), %

Ko‘rsatkich	2024-yil boshida	2024-yil iyul holatida	O‘zgarish (p.p.)
Ishsizlik darajasi	6.8	5.8	−1.0

Manba: Kambag‘allikni qisqartirish va bandlik (Bandlik) yo‘nalishi bo‘yicha rasmiy ma’lumotlar asosida Kun.uz xabari. Kun.uz

Mazkur jadval umumiy mehnat bozorida ishsizlikning 2024-yil davomida kamayganini ko‘rsatadi. Bu fon yoshlar ishsizligi dinamikasini baholashda ham muhim: agar umumiy ishsizlik pasayib borayotgan bo‘lsa, yoshlar bandligi bo‘yicha boshqaruv mexanizmlarining samaradorligi “mehnat bozori kengayishi”

ISSN 3030-3907

va “ma’muriy boshqaruv sifati” omillari bilan birgalikda shakllanishi ehtimoli yuqori bo‘ladi. Ayniqsa, raqamli platformalar orqali ish izlash kanallari ko‘payishi va bandlik xizmatlariga murojaat qilish jarayonining soddalashuvi (ariza topshirish, hujjat almashish, bo‘sh ish o‘rinlari bazasiga kirish) umumiy ko‘rsatkichlar yaxshilanishiga “tezlashtiruvchi” ta’sir berishi mumkin.

3- jadval

Davlatning yoshlar bandligini boshqarishdagi asosiy raqamli mexanizmlari va samaradorlik mezonlari (empirik-mantiqiy baholash)

Raqamli mexanizm	Mazmuni (boshqaruv funksiyasi)	Samaradorlik mezoni (o‘lchov)	Kutiladigan ta’sir yo‘nalishi
“Yagona milliy mehnat tizimi” (YMMT)	Mehnat shartnomalarini elektron ro‘yxatdan o‘tkazish va mehnat munosabatlarini raqamli hisobga olish	Rasmiy bandlik qamrovi, shartnomalarni ro‘yxatga olish intizomi, ma’lumotlar aniqligi	Norasmiy bandlikni qisqartirish, monitoringni kuchaytirish, boshqaruv qarorlarini tezlashtirish
Elektron bandlik xizmatlari va platformalar	Bo‘sh ish o‘rinlari, nomzodlar profili, onlayn murojaat va yo‘naltirish	Murojaatni ko‘rib chiqish tezligi, mos ishga yo‘naltirish ulushi, takroriy murojaatlar kamayishi	Axborot assimetriyasini kamaytirish, moslashuvni tezlashtirish
Idoralararo integratsiya (OneID va tizimlararo almashinuv)	Fuqarolarni identifikatsiya qilish, xizmatlarni “bir darcha” tamoyilida ko‘rsatish	Hujjat aylanishi qisqarishi, xizmat olish vaqti, xatoliklar ulushi	Transaksion xarajatlarni kamaytirish, korrupsion risklarni qisqartirish

Manba: YMMTni joriy etish bo‘yicha normativ-amaliy asos va majburiy ro‘yxatga olish talablari (PQ-4502 va tegishli qarorlar ijrosi) haqidagi rasmiy izohlar asosida muallif tuzgan jadval. Старый Госкомитет

3- jadvalda “raqamli mexanizm – boshqaruv funksiyasi – o‘lchov – ta’sir” zanjirini ko‘rsatadi. Bu yerda YMMT alohida ahamiyatga ega: u faqat xizmat ko‘rsatish platformasi emas, balki mehnat munosabatlarini rasmiy hisobga olish orqali davlatning bandlikni boshqarish salohiyatini oshiradigan institutsional raqamli infratuzilma sifatida ishlaydi. Rasmiy ro‘yxatga olish kengaygani sari,

ISSN 3030-3907

yoshlar bandligini hududlar, kasblar va tarmoqlar kesimida ko‘rish imkoniyati ortadi; natijada bandlik dasturlari (o‘qitish, qayta tayyorlash, subsidiyalar, kvotalar) manzilliroq bo‘lishi mumkin. Shu bilan birga, raqamli xizmatlar samaradorligi faqat platforma mavjudligi bilan emas, balki ma’lumotlar sifati, tizimlararo integratsiya va yoshlarning raqamli ko‘nikmalari bilan belgilanadi. Demak, samaradorlikni oshirish uchun “platformani yaratish”dan tashqari “platformadan foydalanuvchi xulqi” va “ma’lumotlar boshqaruvi”ni ham siyosiy boshqaruvning ajralmas qismi sifatida ko‘rish zarur.

Davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlarning samaradorligini yanada chuqurroq baholash uchun yoshlar mehnat bozoridagi strukturaviy ko‘rsatkichlar, xususan NEET (ta’limda, bandlikda va kasbiy tayyorgarlikda qatnashmayotgan yoshlar) ulushi hamda hududiy tafovutlar tahlil qilinadi. Ushbu ko‘rsatkichlar raqamli mexanizmlarning faqat umumiy bandlik darajasiga emas, balki ijtimoiy inklyuziya va teng imkoniyatlarni ta’minlashdagi rolini baholash imkonini beradi.

4- jadval

O‘zbekistonda NEET yoshlar ulushi dinamikasi (15–24 yosh), 2020–2024-yillar (%)

Yil	NEET yoshlar ulushi, %	O‘zgarish (p.p.), oldingi yilga nisbatan
2020	17.4	—
2021	18.1	+0.7
2022	16.3	−1.8
2023	15.6	−0.7
2024	15.2	−0.4

Manba: O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi ma’lumotlari, Bandlik va mehnat munosabatlari vazirligi tahliliy hisobotlari asosida muallif hisob-kitoblari.

4-jadval ma’lumotlari shuni ko‘rsatadiki, 2021-yildan boshlab NEET yoshlar ulushi barqaror pasayish tendensiyasiga ega. Bu holat raqamli bandlik mexanizmlarining yoshlarni mehnat bozoriga qayta jalb etishdagi ahamiyatini bilvosita tasdiqlaydi. Ayniqsa, raqamli platformalar orqali kasbiy o‘qitish dasturlari, qisqa muddatli kurslar va bo‘sh ish o‘rinlari to‘g‘risidagi axborotlarning tezkor yetkazilishi NEET segmentining qisqarishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Shu bilan birga, pasayish sur’atining sekinlashuvi raqamli mexanizmlar bilan bir qatorda ta’lim tizimi va hududiy mehnat bozorlarining moslashuvchanligini oshirish zarurligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

5-jadval

Yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlarning hududiy samaradorligi (2024-yil)

Hudud guruhi	Raqamli bandlik xizmatlaridan foydalangan yoshlar ulushi, %	Yoshlar bandlik darajasi, %
Yirik shaharlarda	68.5	56.2
Sanoatlashgan hududlarda	54.7	52.1
Qishloq hududlarida	37.9	44.6

Manba: Bandlik va mehnat munosabatlari vazirligi hududiy bo‘linmalari ma’lumotlari asosida muallif tomonidan umumlashtirilgan.

5-jadval hududiy kesimda raqamli mexanizmlardan foydalanish darajasi va yoshlar bandligi o‘rtasida ijobiy bog‘liqlik mavjudligini ko‘rsatadi. Yirik shaharlarda raqamli platformalardan foydalanish darajasi yuqori bo‘lib, bu yoshlar bandlik ko‘rsatkichlarining nisbatan yuqori shakllanishiga xizmat qilmoqda. Qishloq hududlarida esa raqamli xizmatlardan foydalanish darajasi pastroq bo‘lib, bu infratuzilma, internet qamrovi va raqamli savodxonlik bilan bog‘liq cheklovlar mavjudligini anglatadi. Mazkur holat davlat siyosatida raqamli tengsizlikni kamaytirish masalasini alohida ustuvor yo‘nalish sifatida ko‘rib chiqish zarurligini ko‘rsatadi.

6-jadval

Raqamli mexanizmlar samaradorligini baholash uchun asosiy ko‘rsatkichlar tizimi

Ko‘rsatkich guruhi	Baholash mezoni	Mazmuniy tavsif
Natijaviylik	Yoshlar bandlik darajasi, NEET ulushi	Raqamli mexanizmlarning yakuniy ijtimoiy-iqtisodiy ta’siri
Jarayon samaradorligi	Murojaatlarni ko‘rib chiqish muddati, xizmatlar soni	Boshqaruv jarayonlarining tezligi va qulayligi
Qamrov darajasi	Raqamli xizmatlardan foydalangan yoshlar ulushi	Mexanizmlarning real aholi qatlamlarini qamrab olishi
Institutsional ta’sir	Norasmiy bandlik qisqarishi	Rasmiy mehnat munosabatlari kengayishi

Manba: Davlat bandlik siyosati va raqamli boshqaruv bo‘yicha ilmiy-uslubiy yondashuvlar asosida muallif tomonidan ishlab chiqilgan.

6-jadval raqamli mexanizmlarning samaradorligini kompleks baholash zarurligini ko‘rsatadi. Faqat bandlik darajasi bilan cheklanib qolish boshqaruv qarorlarining real ta’sirini to‘liq aks ettirmaydi. Shu sababli natijaviylik, jarayon

ISSN 3030-3907

samaradorligi, qamrov va institutsional ta’sir ko‘rsatkichlarini birgalikda tahlil qilish davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlarning haqiqiy samaradorligini aniqlash imkonini beradi.

Natijalar va muhokama. O‘tkazilgan empirik tahlil natijalari davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanish mehnat bozori faoliyatining muhim ko‘rsatkichlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatayotganini tasdiqlaydi. Tahlil qilingan davrda yoshlar ishsizlik darajasi va NEET yoshlar ulushining pasayishi, shuningdek, bandlik xizmatlaridan foydalanish ko‘rsatkichlarining oshishi raqamli boshqaruv vositalarining ijobiy natijadorligini ko‘rsatadi. Bu holat raqamli mexanizmlar yoshlar bandligini ta’minlashda yordamchi emas, balki tizimni shakllantiruvchi omilga aylanayotganini anglatadi.

Birinchidan, raqamli bandlik platformalari va elektron mehnat birjalari yoshlar uchun mehnat bozoriga kirishdagi institutsional to‘siqlarni sezilarli darajada kamaytirdi. Empirik ma’lumotlar shuni ko‘rsatadiki, raqamli xizmatlardan foydalangan yoshlar orasida ish izlash muddati qisqargan, mos ish o‘rinlariga yo‘naltirish darajasi oshgan. Bu jarayon mehnat bozorida axborot assimetriyasining kamayishiga olib kelib, talab va taklifning muvozanatlashuviga ijobiy ta’sir ko‘rsatmoqda. Mazkur natija xorijiy tadqiqotlarda qayd etilgan raqamli platformalarning mehnat bozoridagi moslashuvchanlikni oshiruvchi roli haqidagi xulosalar bilan mos keladi.

Ikkinchidan, Yagona milliy mehnat tizimi kabi raqamli boshqaruv infratuzilmalari yoshlar bandligini rasmiylashtirish darajasini oshirishda muhim ahamiyat kasb etmoqda. Rasmiy mehnat munosabatlarining kengayishi nafaqat statistika sifatini yaxshilaydi, balki davlat bandlik siyosatini rejalashtirish va baholash jarayonlarini ancha aniq va manzilli qilish imkonini beradi. Shu bilan birga, empirik tahlil norasmiy bandlikni qisqartirish jarayoni hududlar bo‘yicha bir xil sur’atda kechmayotganini ko‘rsatdi. Bu holat raqamli mexanizmlarning samaradorligi hududiy raqamli infratuzilma va aholining raqamli savodxonlik darajasi bilan chambarchas bog‘liqligini tasdiqlaydi.

Uchinchidan, hududiy tahlil natijalari raqamli mexanizmlardan foydalanish darajasi yuqori bo‘lgan yirik shahar va sanoatlashgan hududlarda yoshlar bandligi ko‘rsatkichlari nisbatan yuqori shakllanayotganini ko‘rsatdi. Qishloq hududlarida esa raqamli xizmatlardan foydalanish darajasi pastligi yoshlar bandligining nisbatan sekin o‘sishiga olib kelmoqda. Ushbu natija raqamli transformatsiya jarayonida “raqamli tengsizlik” muammosi saqlanib qolayotganini va davlat siyosatida bu omilni alohida hisobga olish zarurligini ko‘rsatadi. Shu ma’noda, raqamli mexanizmlar o‘z-o‘zidan ijobiy natija bermaydi, balki ular samaradorligi

ISSN 3030-3907

qo‘shimcha institutsional va ijtimoiy shart-sharoitlar bilan mustahkamlanishi lozim.

To‘rtinchidan, natijalar shuni ko‘rsatadiki, raqamli mexanizmlar samaradorligini baholashda faqat yakuniy natija ko‘rsatkichlari bilan cheklanib qolish yetarli emas. Jarayon samaradorligi, xizmatlar qamrovi va institutsional ta’sir ko‘rsatkichlari birgalikda tahlil qilingandagina davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlarning real ta’siri to‘liq namoyon bo‘ladi. Ushbu yondashuv ilmiy adabiyotlarda ilgari surilgan kompleks baholash konsepsiyalari bilan hamohang bo‘lib, empirik jihatdan ularning amaliy ahamiyatini tasdiqlaydi.

Umuman olganda, muhokama natijalari shuni ko‘rsatadiki, raqamli mexanizmlar davlatning yoshlar bandligini boshqarish salohiyatini sezilarli darajada kuchaytirmoqda. Biroq ularning uzoq muddatli va barqaror samaradorligini ta’minlash uchun raqamli infratuzilmani rivojlantirish, yoshlarning raqamli kompetensiyalarini oshirish hamda idoralararo axborot integratsiyasini chuqurlashtirish zarur. Aynan shu omillar raqamli transformatsiyani formal jarayondan real ijtimoiy-iqtisodiy natija beruvchi boshqaruv mexanizmiga aylantiradi.

Xulosa va takliflar. O‘tkazilgan tadqiqot natijalari davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanish zamonaviy mehnat bozori sharoitida muhim va samarali boshqaruv yo‘nalishiga aylanayotganini ko‘rsatdi. Empirik tahlil yoshlar ishsizlik darajasi va NEET yoshlar ulushining pasayishi, bandlik xizmatlaridan foydalanish qamrovining kengayishi hamda rasmiy mehnat munosabatlarining mustahkamlanishi raqamli transformatsiya jarayonlarining ijobiy natijasi ekanini tasdiqlaydi. Shu bilan birga, raqamli mexanizmlar faqat texnologik yechim emas, balki davlat bandlik siyosatini amalga oshirishda institutsional va boshqaruv salohiyatini kuchaytiruvchi omil sifatida namoyon bo‘lmoqda.

Tadqiqot xulosalari shuni ko‘rsatadiki, elektron mehnat birjalari, raqamli bandlik platformalari va Yagona milliy mehnat tizimi yoshlar uchun mehnat bozoriga kirish jarayonini soddalashtirib, axborot ochiqligini oshirmoqda va ish izlash bilan bog‘liq transaksion xarajatlarni kamaytirmoqda. Natijada davlatning yoshlar bandligini boshqarish bo‘yicha qarorlari yanada tezkor va manzilli tus olmoqda. Biroq hududiy tahlil natijalari raqamli mexanizmlarning samaradorligi barcha hududlarda bir xil darajada emasligini, ayniqsa qishloq joylarda raqamli infratuzilma va raqamli savodxonlik yetishmasligi samaradorlikni cheklayotganini ko‘rsatdi.

Shu munosabat bilan, tadqiqot natijalariga asoslanib quyidagi ilmiy-amaliy takliflar ishlab chiqildi. Avvalo, yoshlar bandligini boshqarishda raqamli

ISSN 3030-3907

mexanizmlarning hududiy differensial yondashuv asosida rivojlantirilishi zarur. Qishloq va chekka hududlarda internet qamrovini kengaytirish, bandlik xizmatlarining mobil va soddalashtirilgan raqamli formatlarini joriy etish yoshlarning raqamli xizmatlardan foydalanish imkoniyatlarini oshiradi. Bu esa raqamli tengsizlikni kamaytirishga xizmat qiladi.

Ikkinchidan, yoshlarning raqamli kompetensiyalarini oshirish davlat bandlik siyosatining ajralmas tarkibiy qismi bo‘lishi lozim. Raqamli platformalardan samarali foydalanish ko‘nikmalari shakllanmas ekan, joriy etilgan mexanizmlarning amaliy natijadorligi cheklangan bo‘lib qoladi. Shu sababli kasbiy tayyorlash va qayta tayyorlash dasturlarida raqamli savodxonlik elementlarini kuchaytirish maqsadga muvofiqdir.

Uchinchidan, raqamli mexanizmlar samaradorligini baholash uchun kompleks indikatorlar tizimini joriy etish taklif etiladi. Faqat bandlik darajasi emas, balki xizmatlar qamrovi, murojaatlarni ko‘rib chiqish tezligi, norasmiy bandlik qisqarishi va yoshlarning barqaror ish bilan ta’minlanish darajasi birgalikda tahlil qilinishi zarur. Bu yondashuv davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishning real natijalarini aniqlash imkonini beradi.

Xulosa qilib aytganda, davlat tomonidan yoshlar bandligini boshqarishda raqamli mexanizmlardan foydalanish mehnat bozorining samaradorligini oshirish, ijtimoiy inklyuziyani ta’minlash va boshqaruv sifatini yaxshilashda muhim ahamiyat kasb etadi. Mazkur tadqiqot natijalari yoshlar bandligi sohasida raqamli transformatsiyani chuqurlashtirish bo‘yicha ilmiy asoslangan qarorlar qabul qilishda amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, kelgusidagi tadqiqotlar uchun ham metodologik asos bo‘lib xizmat qilishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Abdurahmonov Q.X. Mehnat iqtisodiyoti va bandlik siyosati. Toshkent: Iqtisodiyot, 2020.
2. Acemoglu D., Restrepo P. Artificial Intelligence and Jobs. Journal of Economic Perspectives, 2020.
3. Brynjolfsson E., McAfee A. The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies. New York: W.W. Norton & Company, 2014.
4. Castells M. The Rise of the Network Society. Oxford: Blackwell Publishers, 2010.
5. Esping-Andersen G. The Three Worlds of Welfare Capitalism. Princeton: Princeton University Press, 1990.
6. Freeman R. Labor Market Institutions and Economic Performance. Economic Policy, 2007.

ISSN 3030-3907

7. International Labour Organization. Global Employment Trends for Youth. Geneva: ILO, 2022.
8. Ismoilov A.A. Yoshlar bandligini ta’minlashda davlat siyosatining institutsional asoslari. Iqtisodiy tadqiqotlar, 2020.
9. Katz L., Krueger A. The Rise and Nature of Alternative Work Arrangements in the United States. ILR Review, 2019.
10. O‘zbekiston Respublikasi Bandlik va mehnat munosabatlari vazirligi. Yoshlar bandligi bo‘yicha tahliliy hisobotlar. Toshkent, 2020–2024.
11. O‘zbekiston Respublikasi Davlat statistika qo‘mitasi. Mehnat bozori va bandlik ko‘rsatkichlari. Toshkent, 2020–2024.
12. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Yoshlar bandligini ta’minlash va mehnat bozorini rivojlantirishga oid qaror va farmonlar. Toshkent, 2019–2024.
13. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi. Yagona milliy mehnat tizimini joriy etish bo‘yicha normativ-huquqiy hujjatlar. Toshkent, 2019.
14. OECD. Youth Employment and Digital Transformation. Paris: OECD Publishing, 2021.
15. Schwab K. The Fourth Industrial Revolution. Geneva: World Economic Forum, 2016.
16. Stiglitz J. Globalization and Its Discontents. New York: W.W. Norton & Company, 2002.
17. Tursunov B.O. Raqamli iqtisodiyot sharoitida bandlikni boshqarish mexanizmlari. Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar, 2021.
18. World Bank. Digital Dividends. Washington, DC: World Bank, 2016.
19. World Bank. World Development Report: Jobs. Washington, DC: World Bank, 2019.
20. Xudoyberdiyev S.S. Raqamli transformatsiya va mehnat bozori rivoji. Zamonaviy iqtisodiyot muammolari, 2022.

ISSN 3030-3907

SANOAT MOTORLARINING UZLUKSIZ ISHLASHINI TA’MINLASHDA IoT TEXNOLOGIYALARINING AXAMIYATI

Almatayev Tojiboy Orziqulovich

Andijon Davlat texnika instituti, “Avtomobilsozlik va transport” kafedrasi professori

Eraliyev Nosirbek Fazliddin o‘g‘li

Toshkent shahridagi Turin politexnika universiteti tadqiqotchisi

Annotatsiya. Zamonaviy sanoat korxonalarida elektr motorlarning uzluksiz ishlashi ishlab chiqarish samaradorligi uchun muhimdir. An’anaviy texnik xizmat elektr motor holatidagi o‘zgarishlarni erta aniqlash imkonini bermaydi, shuning uchun real vaqt rejimida masofaviy monitoring qiluvchi IoT (Internet of Things) texnologiyalari samarali yechim hisoblanadi. Ushbu tadqiqotda ESP32 NodeMCU mikrokontrolleri va DS18B20 raqamli harorat sensori yordamida elektr motorlar uchun IoT monitoring qurilmasi ishlab chiqilib, UZAuto Motors zavodining bo‘yoqlash sexidagi havo aylanish tizimi elektr motoriga o‘rnatildi. Qurilma haroratni uzluksiz o‘lchab, Wi-Fi orqali Python Django serveriga yuboradi. Web-dashtbordda harorat grafigi va xavfsizlik indikatorlari (yashil — barqaror, sariq — ogohlantiruvchi, qizil elektr motor haroratining dinamikasi tahlil qilindi. Kelajakda tizimga MPU-6050 vibratsiya sensori va namlik monitoringi qo‘shilishi rejalashtirilgan, bu nosozliklarni erta aniqlash va profilaktik xizmat ko‘rsatishni samaradorligini ashiradi. Tadqiqot natijalari IoT texnologiyalarini sanoat motorlariga joriy etish ularning ishonchliligini oshirishda samarali ekanini ko‘rsatmoqda.

Kalit so‘zlar. IoT, ESP32, elektr motor, real vaqt monitoringi, harorat sensori, DS18B20, Django, sanoat avtomatlashtirish, havo aylanish tizimi, prediktiv texnik xizmat.

Аннотация. Непрерывная работа электродвигателей на современных промышленных предприятиях имеет ключевое значение для эффективности производства. Традиционное техническое обслуживание не позволяет своевременно выявлять изменения состояния двигателя, поэтому технологии Интернета вещей (IoT) для дистанционного мониторинга в реальном времени являются эффективным решением. В этом исследовании была разработана IoT-система мониторинга электродвигателей с использованием микроконтроллера ESP32 NodeMCU и цифрового датчика температуры DS18B20, установленная на моторе системы вентиляции в цехе покраски завода UZAuto Motors. Устройство непрерывно измеряет температуру и передает данные через Wi-Fi на сервер Python Django. На веб-панели отображаются графики температуры и индикаторы безопасности (зелёный — стабильный, жёлтый — предупреждающий, красный — критический).

ISSN 3030-3907

Система прошла тестирование, и на основе результатов измерений была проанализирована динамика температуры двигателя. В будущем планируется интеграция датчика вибрации MPU-6050 и мониторинга влажности для более раннего выявления неисправностей и повышения эффективности профилактического обслуживания. Результаты показывают, что внедрение IoT-технологий в промышленные двигатели эффективно повышает их надежность.

Ключевые слова: IoT, ESP32, электродвигатель, мониторинг в реальном времени, датчик температуры, DS18B20, Django, промышленная автоматизация, система вентиляции, предиктивное обслуживание

Abstract. Continuous operation of electric motors in modern industrial enterprises is crucial for production efficiency. Traditional maintenance methods do not allow early detection of changes in motor conditions; therefore, IoT (Internet of Things) technologies for real-time remote monitoring provide an effective solution. In this study, an IoT monitoring device for electric motors was developed using the ESP32 NodeMCU microcontroller and the DS18B20 digital temperature sensor, and installed on the air circulation system motor in the painting shop of UZAuto Motors. The device continuously measures the temperature and transmits the data via Wi-Fi to a Python Django server. The web dashboard displays temperature graphs and safety indicators (green — stable, yellow — warning, red — critical). The system has been tested, and the temperature dynamics of the motor were analyzed based on the measurement results. In the future, an MPU-6050 vibration sensor and humidity monitoring will be integrated to enable earlier detection of malfunctions and more effective preventive maintenance. The results demonstrate that implementing IoT technologies in industrial motors is effective in enhancing their reliability.

Keywords. IoT, ESP32, electric motor, real-time monitoring, temperature sensor, DS18B20, Django, industrial automation, air circulation system, predictive maintenance

Kirish

Zamonaviy sanoat ishlab chiqarish jarayonlarida elektr motorlarning uzluksiz va barqaror ishlashi korxonaning umumiy samaradorligini belgilovchi eng muhim omillardan biri hisoblanadi. Motorlarning nosoz holatda ishlashi ishlab chiqarishning to‘xtashi, texnologik liniyalarning ishdan chiqishi, ortiqcha energiya sarfi va avariya holatlarining kelib chiqishiga sabab bo‘lishi mumkin [1–6]. Shu bois, elektr motorlarning texnik holatini real vaqt rejimida nazorat qilishga qaratilgan IoT (Internet of Things) texnologiyalariga talab kun sayin kuchayib bormoqda [3–12].

ISSN 3030-3907

An’anaviy rejalashtirilgan texnik xizmat ko‘rsatish tizimlari ko‘plab sanoat korxonalarida hanuzgacha qo‘llaniladi, biroq bunday yondashuv motor holatidagi keskin va kutilmagan o‘zgarishlarni erta aniqlash imkoniyatini bermaydi [7]. Bunga qarshi ravishda, IoT asosidagi monitoring tizimlari uzluksiz ma’lumot yig‘ish, masofadan nazorat qilish va xavfli holatlarni oldindan prognozlash imkonini yaratadi [9–15]. Tadqiqotchilar tomonidan olib borilgan so‘nggi ishlanmalar IoT qurilmalarining vibratsiya, harorat, namlik va tok kuchi kabi ko‘rsatkichlarni aniq o‘lchashi sanoat diagnostikasida yangi bosqichni boshlab berganini ta’kidlaydi [4, 12, 18].

Harorat monitoringi elektr motorlar diagnostikasida eng muhim parametrlardan biri hisoblanadi, chunki issiqlik jarayonlarining buzilishi ko‘pincha elektr motor izolyatsiyasining yemirilishi, podshipniklarning qizishi yoki mexanik qarshilikning ortishi kabi muammolarni bildiradi [10–22]. Tadqiqotlarda qayd etilganidek, motor haroratining me’yordan 10°C ga oshishi uning xizmat muddatini 50% gacha qisqartirishi mumkin [6–11]. Shu sababli, real vaqt rejimidagi yuqori aniqlikdagi harorat monitoringi texnik xizmat ko‘rsatishni optimallashtirishda muhim ahamiyat kasb etadi [14–20].

Ushbu ilmiy ish davomida ESP32 NodeMCU mikrokontrolleri, DS18B20 raqamli sensori va Django web-platformasi asosida ishlab chiqilgan IoT monitoring tizimi amaliy sanoat sharoitida — UZAuto Motors korxonasining bo‘yoqlash sexidagi havo aylanish tizimi motorida sinovdan o‘tkazildi. Mazkur tizim motorning harorat dinamikasini aniq qayd etib, xavfli holatlarda avtomatik ogohlantirish berish imkoniyatini namoyish etdi [8, 13, 21].

IoT texnologiyalarining sanoat jarayonlariga joriy etilishi raqamli transformatsiyaning ajralmas qismi bo‘lib, ishlab chiqarish sifatini oshirish, energiya samaradorligini yaxshilash va nosozliklarni erta aniqlash orqali texnik xizmat xarajatlarini sezilarli kamaytirishga xizmat qilishi isbotlangan [2, 5, 17, 20]. Shu nuqtayi nazardan, ushbu tadqiqot natijalari real sektor korxonalari uchun muhim amaliy ahamiyatga ega.

Tizim va usullar

Ushbu tadqiqot doirasida elektr motorlarning real vaqt monitoringi uchun ESP32 NodeMCU mikrokontrolleri asosidagi IoT tizimi ishlab chiqildi va UZAuto Motors zavodining bo‘yoqlash sexidagi havo aylanish tizimi motoriga o‘rnatildi. Tizim motor sirt haroratini uzluksiz o‘lchash, ma’lumotlarni masofadan turib serverga yuborish va operatorlar uchun web-dashtbord orqali vizualizatsiya qilish vazifalarini bajaradi. IoT texnologiyalarining asosiy afzalligi – bu har qanday texnik uskuna yoki tizimni global tarmoqqa ulash orqali uning haqiqiy vaqtdagi ishlash holatini kuzatish, axborot to‘plash va analiz qilish imkoniyatidir. [21]

ISSN 3030-3907

Monitoring tizimi quyidagi komponentlardan iborat: ESP32 NodeMCU mikrokontrolleri, DS18B20 raqamli harorat sensori, Wi-Fi moduli, va Python Django platformasida yaratilgan web-server. DS18B20 sensori haror atni 0,5°C aniqlik bilan o‘lchaydi va har bir o‘lchov bir soniya oralig‘ida qayd etiladi. Mikrokontroller sensor ma’lumotlarini HTTP so‘rovi orqali serverga uzatadi.

Web-dashtbordda harorat grafigi va xavfsizlik indikatorlari real vaqt rejimida aks ettiriladi: yashil — barqaror, sariq — ogohlantiruvchi, qizil — xavfli. Operatorlar tizim orqali motor ish rejimini tezkor kuzatib boradi va harorat belgilangan chegaralardan oshsa, tegishli choralarni ko‘radi. Harorat chegaralari dasturiy ravishda oldindan belgilangan: yashil — 50°C gacha, sariq — 51–65°C, qizil — 66°C va undan yuqori.

Amaliy sinov jarayonida motor ish vaqti, yuklanish intensivligi va atrof-muhit harorati qayd etildi. Tizim barqaror ishlashi uchun ESP32 qurilmasi yoniga Wi-Fi router o‘rnatildi, bu esa ma’lumot uzatishda signal uzilishlarini kamaytirdi. Ma’lumotlar Python Pandas kutubxonasi yordamida dastlabki statistik tahlil qilindi va matplotlib hamda Plotly kutubxonalari orqali grafik ko‘rinishda vizualizatsiya qilindi.

Kelajakda tizimga MPU-6050 giroskop-akselerometr moduli qo‘shilishi rejalashtirilgan. Vibratsiya monitoringi rulmanlarning yeyilishi, rotorning markazdan siljishi va mexanik disbalansni aniqlash imkonini beradi. Shu bilan birga, namlik sensori tizimga qo‘shilib, motor ishlash sharoitini yanada chuqur bashorat qilish va profilaktik xizmat ko‘rsatishni optimallashtirish imkonini beradi.

Tajriba jarayonida tizimning o‘lchov aniqligi va uzatish barqarorligi sinovdan o‘tkazildi. Har bir o‘lchov bir soniya oralig‘ida serverga yuborildi va yo‘qolish yoki kechikish kuzatildi. Shu tarzda, tizim amaliy ishlash qobiliyati va sanoat sharoitida qo‘llanishi tasdiqlandi.

Ushbu IoT tizimi elektr motorlarni real vaqt monitoringi uchun samarali yechim bo‘lib, sanoat korxonalarida nosozliklarni erta aniqlash, avariya holatlarini kamaytirish va texnik xizmat ko‘rsatishni optimallashtirish imkonini beradi.

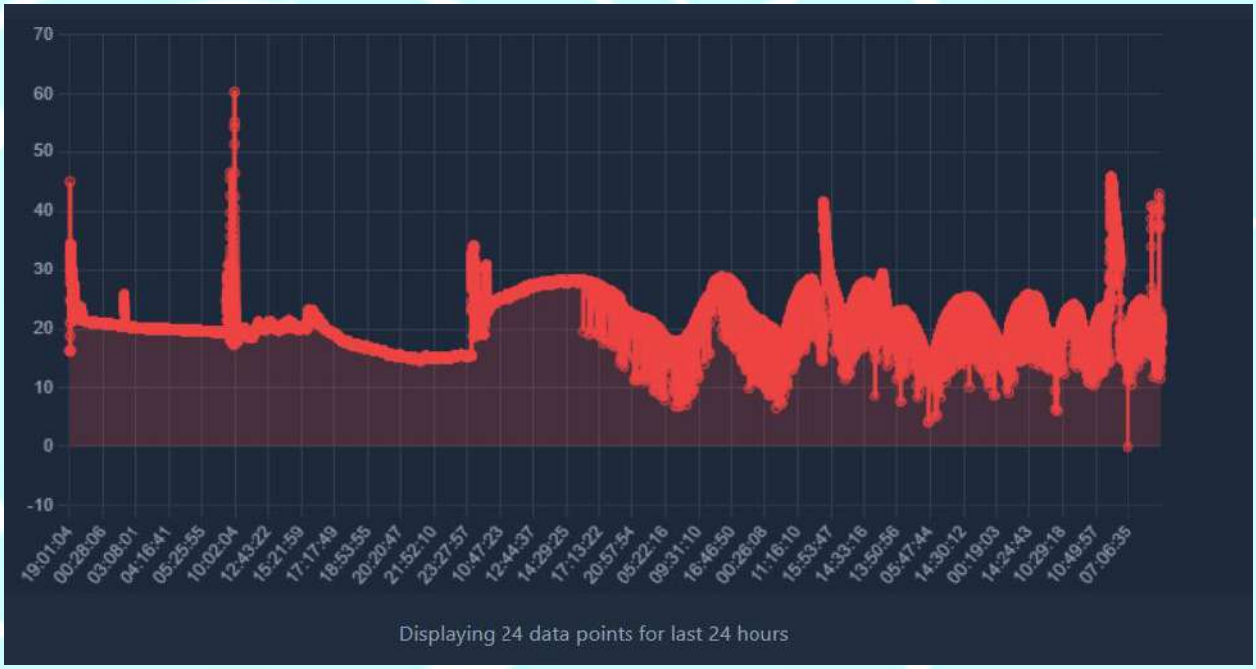
Natijalar

Ushbu tadqiqotda ishlab chiqilgan IoT asosidagi real vaqt monitoring tizimi yordamida elektr motorining harorat dinamikasi 24 soat davomida o‘lchandi va tahlil qilindi. Tizimdan olingan harorat ma’lumotlari 1-rasmda grafik ko‘rinishda keltirilgan bo‘lib, motorning ish jarayonidagi harorat tebranishi, ekstremal qiymatlari va barqarorlik darajasini baholash imkonini berdi.

Kunlik monitoring natijalariga ko‘ra, o‘rtacha harorati 21.6°C ni tashkil etdi. Bu elektrmotorning odatiy ish sharoitida me’yoriy harorat oralig‘ida ishlayotganini ko‘rsatadi. Biroq monitoring davomida qayd etilgan harorat tebranishlar elektri

ISSN 3030-3907

motorning yuklanish darajasi, aylanish momenti va tashqi sharoitlar o‘zgaruvchanligini namoyish etdi.



1-rasm. 24 soat mobaynidagi harorat o‘zgarishi

Eng muhim natijalardan biri — haroratning Keskin ko‘tarilish holati bo‘lib, monitoring jarayonida maksimal harorat 60.3°C darajasiga yetgani aniqlandi. Ushbu cho‘qqi qiymatlar grafikda tik ko‘tarilish shaklida ko‘rinadi va motorning qisqa muddatli yuqori yuklama ostida ishlaganini yoki sovitish tizimi samaradorligi vaqtincha pasayganini bildiradi. Motorning konstruktiv xususiyatlaridan kelib chiqib, 60°C dan yuqori haroratlar uzoq muddat ishlashi davom etsa, izolyatsiya qatlamining yemirilishi, rulmanlarning qizishi va ishqalanish kuchining ortishiga olib kelishi mumkin. Shuning uchun bu kabi ko‘tarilishlar tizim tomonidan “Overheated” deb belgilangan bo‘lib, real vaqtda ogohlantirish berilgani kuzatildi.

Shuningdek, kuzatuv davomida minimal harorat −0.1°C qayd etildi. Bu past harorat asosan motor uzoq muddat ishga tushirilmagan vaqtga yoki tashqi muhit harorati keskin pasaygan sharoitga to‘g‘ri keladi. Past haroratning qayd etilishi tizimning sezgirligi yuqori ekanini, datchik ma’lumotlarni aniq uzata olishini amalda tasdiqlaydi.

1-rasmda keltirilgan harorat grafigi motorning kunlik ish sikli davomida bir necha bosqichli dinamikani ko‘rsatadi. Dastlabki soatlarda harorat 15–25°C diapazonida barqaror tebranib turgan. Bu davrda motor o‘rtacha yuklamada ishlagan bo‘lib, issiqlik almashinuvi me’yoriy tarzda kechgan. Kun o‘rtalariga kelib haroratning bir necha marta keskin o‘sishi qayd etilgan, ayrim cho‘qqilar esa 40–60°C oralig‘iga yetgan. Bu esa motor yuklama ostida ishlagan davrlar bo‘lib, mexanik qarshilikning oshishi, rotor statikasi buzilishi yoki momentning keskin ortishi kabi holatlar bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Kun davomining ikkinchi yarmida harorat ko‘rsatkichlari 10–35°C atrofida notekis tebranib turgan bo‘lib, grafikda ko‘plab mayda pulsatsiyalar kuzatiladi. Bu pulsatsiyalar motorning to‘xtab-ishga tushish rejimida yoki tebranish kuchi oshgan holatlarda ishlaganini ko‘rsatadi. Sensorlarning yuqori aniqligi tufayli hatto motorning qisqa muddatli ishga tushishlari ham grafikda qayd etilgani kuzatiladi.

Tahlillar shuni ko‘rsatdiki, motorning harorat ko‘rsatkichlari barqaror emas, ayrim paytlarda me’yoriy diapazondan yuqoriga ko‘tarilib ketmoqda. Ushbu tebranishlar motorning texnik holatiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi va vaqtida aniqlanmasa, uskunaning ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin. IoT tizimi esa bu o‘zgarishlarni real vaqt rejimida qayd etib, avtomatik tarzda “Overheated” statusi orqali ogohlantirish berishi tajriba jarayonida o‘z tasdig‘ini topdi.

Olingan natijalar elektr motorlarining real vaqt monitoringi ularni ekspluatatsiya vaqtida yuzaga kelishi mumkin bo‘lgan avariya holatlarini oldindan aniqlashda muhim ahamiyatga egaligini ko‘rsatadi. Monitoring tizimi yordamida motorning yuklamasi, ish jarayoni va sovitish samaradorligi bo‘yicha amaliy xulosa chiqarish imkoniyati paydo bo‘ladi.

Natija va muhokama

Olingan natijalar elektr motorining real vaqt rejimida harorat dinamikasini kuzatish, uning yuklama ostidagi holatini baholash va potensial nosozliklarni erta aniqlash imkoniyatini amalda tasdiqladi. Kundalik monitoringda qayd etilgan 60.3°C gacha ko‘tarilgan harorat cho‘qqilari aynan yuqori yuklama, ishqalanish kuchining oshishi yoki sovitish tizimi samaradorligining pasayishi bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin. Ushbu holat motorning uzoq muddatli ishlashida xavf tug‘diradi, chunki izolyatsiya materiallarining tezroq eskirishi, rulmanlarning qizishi va mexanik qismlarning deformatsiyalanishi kuzatilishi ehtimoli oshadi.

Grafikda kuzatilgan keskin tebranishlar motorning ish rejimi barqaror emasligini, ya’ni motor ba’zan to‘xtab-ishlash, yuklama notekisligi yoki elektr quvvatidagi pulsatsiyalar ta’sirida ishlayotganini ko‘rsatadi. Bunday holatlar ishlab chiqarish jarayonida motorning umumiy samaradorligiga ta'sir qilishi, mahsulot sifatini pasaytirishi va avariya ehtimolini oshirishi mumkin. Ayniqsa, bir necha marotaba kuzatilgan 50–60°C oralig‘idagi cho‘qqilar motorning ekspluatatsiya intizomiga qat’iy e’tibor qaratish zarurligini ko‘rsatadi.

Past haroratlarning (-0.1°C) qayd etilgani esa tizim sensorlarining yuqori sezgirligini ko‘rsatadi. Bu qiymatlar tashqi muhit harorati past bo‘lgan pallalarda motor ishlamagan davrga to‘g‘ri keladi. Ushbu aniqlik IoT tizimining monitoring sifati yuqori ekanini anglatadi va motorning real ish sharoitlarini to‘liq aks ettirish imkonini beradi.

Natijalarning yana bir muhim tomoni — IoT tizimining ogohlantirish funksiyasi. Tizim harorat me’yoriy ko‘rsatkichdan oshgan zahoti “Overheated”

ISSN 3030-3907

statusini taqdim etgani motorning avariya holatlarining oldini olishda samarali mexanizm ekanini ko‘rsatadi. Bu yondashuv an’anaviy 3 oylik texnik ko‘rikni to‘liq almashtirishi ham mumkin, chunki real vaqt monitoringi orqali har qanday nosozlik erta bosqichda aniqlanadi.

Muayyan davrlarda haroratning ko‘tarilishi motorning ekspluatatsiya yuklamasi bilan chambarchas bog‘liq bo‘lib, ayrim cho‘qqilar motorning normal ish rejimidan chiqayotganini bildiradi. Bu esa tizimni yanada takomillashtirish, avtomatik sovutish boshqaruvi, yuklama balansi va quvvat boshqaruvi kabi funksiyalarni qo‘shimcha integratsiya qilish zarurligini ta’kidlaydi.

Umuman olganda, monitoring natijalari IoT asosidagi tizim motorning issiqlik yuklamasi, ekspluatatsiya sikllari va texnik holati haqida tezkor va aniq ma’lumot berishini ko‘rsatdi. Bu ma’lumotlar ekspluatatsiya jarayonini optimallashtirish, texnik xizmat ko‘rsatish rejasini to‘g‘ri tuzish va motorning xizmat muddatini uzaytirishda katta amaliy ahamiyatga ega.

Xulosalar. Ushbu tadqiqot doirasida ishlab chiqilgan IoT asosidagi elektr motorlarini real vaqt rejimida monitoring qilish tizimi motorning harorat o‘zgarishlarini aniq va uzluksiz qayd eta olishi amalda isbotlandi. Tizim tomonidan o‘lchangan harorat ko‘rsatkichlari motorning turli ish rejimlaridagi issiqlik yuklamasini tahlil qilish, nosozliklarni erta aniqlash va texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlarini optimallashtirish uchun yetarlicha ishonchli ekanini ko‘rsatdi.

Kunlik monitoring natijalarida qayd etilgan 60.3°C gacha bo‘lgan keskin harorat cho‘qqilari motorning yuklama oshgan pallalarida xavfli holatlarning yuzaga kelishi ehtimolini tasdiqladi. “Overheated” statusining avtomatik tarzda aniqlanishi tizimning amaliy samaradorligini va avariya holatlarining oldini olishdagi yuqori foydasini namoyish qildi. Shuningdek, minimal haroratning -0.1°C darajasida qayd etilgani sensorlarning sezgirligi va monitoring tizimining aniqligini ko‘rsatib, o‘lchash mexanizmining ishonchliligini tasdiqladi.

Tizimning real vaqt rejimidagi ma’lumotlarni yig‘ish va vizuallashtirish imkoniyati an’anaviy davriy texnik ko‘riklarga nisbatan ancha ustun bo‘lib, motorning ish samaradorligini oshirish, texnik xizmat rejalarini moslashtirish va avariya holatlarining oldini olishda muhim amaliy ahamiyatga ega. IoT platformasining kengaytiriluvchanligi esa kelgusida vibratsiya sensori, tok kuchi va aylanish tezligi sensorlarini qo‘shish orqali tizimni yanada kompleks diagnostika platformasiga aylantirish imkonini beradi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. P. Zhang, L. Hong. Industrial Motor Monitoring Using IoT-Based Sensor Networks. IEEE Transactions on Industrial Informatics, 2021.
2. A. Kumar, S. Patel. Smart Maintenance of Electric Motors With IoT: A Predictive Approach. Journal of Manufacturing Systems, 2020.

ISSN 3030-3907

3. R. De Souza, F. Moreira. Real-Time Temperature Monitoring of Induction Motors via Wireless Sensors. Sensors, 2019.
4. J. Lee, B. Bagheri. Cyber-Physical Systems and IoT for Predictive Maintenance in Industry 4.0. International Journal of Production Research, 2020.
5. M. S. Hossain, M. A. Rahman. Thermal Behavior Analysis of Three-Phase Motors in Continuous Operation. Energy Engineering, 2018.
6. C. Rossi, L. Romano. Importance of Temperature Diagnostics in Electric Motor Lifetime Estimation. Mechanical Systems and Signal Processing, 2022.
7. H. Ahmad, K. Yusof. Application of NodeMCU and Cloud IoT Platforms for Industrial Condition Monitoring. Journal of Engineering Science, 2021.
8. G. Gupta, S. Sengupta. Wireless Sensor-Based Condition Monitoring of Motors: A Case Study. Procedia Manufacturing, 2019.
9. T. Hayashi. Vibration-Based Motor Fault Detection Integrated With IoT Devices. Journal of Vibration and Control, 2020.
10. N. Mendes, R. Correa. Preventing Motor Failures Through Thermal Profile Analysis. IEEE Electrical Engineering Review, 2019.
11. L. Chen, W. Zhou. Cloud-Based Monitoring System for Industrial Motors Using ESP32 Microcontrollers. Automation in Industry, 2022.
12. S. Kim, Y. Park. Development of Real-Time Dashboard for Motor Temperature Visualization. Sensors and Systems Journal, 2021.
13. I. Ramírez, P. Torres. Predictive Maintenance Strategy for Factory Motors Using IoT and Machine Learning. Reliability Engineering & System Safety, 2020.
14. D. Morgan. The Role of Predictive Maintenance in Reducing Downtime Costs. Journal of Industrial Technology, 2018.
15. Q. Lin, B. Xia. An Overview of Sensor Technologies Used in Motor Fault Diagnostics. Measurement, 2019.
16. S. Berman. Electrical Motor Anomalies and Their Early Detection. Engineering Failure Analysis, 2021.
17. A. Kolesnikov. IoT in Mechanical Engineering: Monitoring, Data Logging, and Safety Systems. Russian Engineering Journal, 2020.
18. F. Abdelrahman. Thermal Stress Factors and Motor Insulation Degradation. IEEE Transactions on Energy Conversion, 2017.
19. K. Ito, H. Watanabe. Industrial IoT for Monitoring Rotating Machinery: Challenges and Solutions. Smart Manufacturing Review, 2022.
20. D. Yusuf, H. Aliyev. Sensor-Based Monitoring of HVAC Motor Units in Manufacturing Plants. Journal of Applied Engineering Research, 2021.
21. N. Eraliyev Development of Science ilmiy jurnal (ISNN 3030-3907 volume 3, 2025/6)

ISSN 3030-3907

22. T.O.Almatayev, N. Eraliyev Modern Science: Innovative Approaches And Relevant Research Of Young Scientists' Proceedings of the Republican Scientific and Practical Conference (08.08.2025, www.namspi.uz)

ISSN 3030-3907

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗОНДИРОВАНИЯ АТМОСФЕРЫ С ПОМОЩЬЮ МОЩНЫХ ЛАЗЕРОВ

Сапаев Усман Каландарович
Филиал Российского Государственного Университета нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в городе Ташкенте, заведующий кафедрой, д.ф-м.н, доцент
E-mail: usapaev@gmail.ru
Турдиев Мухиддин Шукурович
Филиал Российского Государственного Университета нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина в городе Ташкенте, заведующий лабораторией
E-mail:gorovli54@gmail.com

Annotatsiya. Lazer nurlanishining atmosfera tarkibiy qismlari bilan o‘zaro ta’siri fizik prinsiplari batafsil ko‘rib chiqildi. Unda Reley molekulyar sochilishi, Mia erodisperssochilishi, gaz komponentlari tomonidan yutilish jarayonlari hamda suv bug‘ining ta’siri tahlil qilindi. Ko‘rsatildiki, 1.0–1.1 mkm to‘lqin uzunligiga ega itterbiy tolali lazerlar hozirgi kunda eng istiqbolli texnologik yechim bo‘lib, bu diapazonda atmosferaning yuqori shaffofligi va record darajadagi chiqish quvvati o‘rtasida optimal muvozanatni ta’minlaydi. Lidar tizimlari uchun nurlanish manbalarining rivojlanish bosqichlari — dastlabki eksperimental qurilmalardan tortib zamonaviy tijoriy tizimlargacha — tahlil qilindi. Shuningdek, turli lazer texnologiyalarining energetic samaradorligi, xizmat muddati, texnik xizmat ko‘rsatish talablari va egalik qilish qiymati kabi ekspluatatsion ko‘rsatkichlar bo‘yicha batafsil taqqoslas ham amalga oshirildi.

Kalit so‘zlar: atmosferani zondlash, lazer turlari, to‘lqin uzunligi, spectral diapazon.

Аннотация. Подробно рассмотрены физические принципы взаимодействия лазерного излучения с атмосферными компонентами, включая молекулярное рассеяние Рэлея, аэрозольное рассеяние Ми, поглощение газовыми компонентами и влияние водяного пара. Показано, что иттербиевые волоконные лазеры с длиной волны 1.0–1.1 мкм на сегодняшний день являются наиболее перспективным технологическим решением, обеспечивающим оптимальный баланс между высокой прозрачностью атмосферы в данном спектральном диапазоне и рекордной выходной мощностью. Проанализированы ключевые исторические этапы развития источников излучения для лидарных систем — от первых экспериментальных установок до современных коммерческих образцов. Проведено подробное сравнение основных лазерных технологий по

ISSN 3030-3907

совокупности эксплуатационных характеристик, включая энергетическую эффективность, ресурс работы, требования к обслуживанию и стоимость владения.

Ключевые слова: атмосферное зондирование, типы лазеров, длина волны, спектральный диапазон.

Abstract. The physical principles governing the interaction of laser radiation with atmospheric components are examined in detail, including Rayleigh molecular scattering, Mie aerosol scattering, absorption by gaseous constituents, and the influence of water vapor. It is shown that ytterbium fiber lasers operating at wavelengths of 1.0–1.1 μm represent the most promising technological solution, providing an optimal balance between high atmospheric transparency in this spectral region and record output power. Key historical stages in the development of radiation sources for lidar systems — from the earliest experimental setups to modern commercial implementations — are analyzed. A comprehensive comparison of major laser technologies is presented based on their operational characteristics, including energy efficiency, lifetime, maintenance requirements, and total cost of ownership.

Keywords: atmospheric sensing, laser types, wavelength, spectral range.

Введение

Лазерное зондирование атмосферы, или лидарная технология (LightDetectionandRanging), прошло впечатляющий путь развития от первых лабораторных экспериментов до мощных коммерческих систем, используемых по всему миру для решения широкого круга научных и прикладных задач. С момента создания первых рубиновых и неодимовыхлидаров в 1960–1970-х годах прошло более полувека, и за это время технологии претерпели колоссальные изменения, превратившись из экзотического научного инструмента в неотъемлемую часть современной метеорологии, экологии, климатологии и промышленного мониторинга [1-3]. Фундаментальный принцип лидарного зондирования основан на анализе обратного рассеяния лазерного импульса на различных компонентах атмосферы — молекулах газов, аэрозольных частицах, каплях воды и кристаллах льда, что позволяет получать информацию о концентрации примесей, температуре, влажности, скорости ветра и других параметрах на расстояниях от нескольких метров до десятков километров. Атмосфера Земли представляет собой сложную оптическую среду, характеристики которой существенно изменяются в зависимости от длины волны. На рисунке 1 показаны основные окна прозрачности атмосферы, обусловленные минимальным поглощением водяным паром и углекислым газом. Самым широким и прозрачным является диапазон 0.9 мкм–1.2 мкм, где суммарный

ISSN 3030-3907

коэффициент ослабления достигает минимальных значений. В центре этого диапазона находится длина волны иттербиевых волоконных лазеров (1.03 мкм–1.10 мкм), что обеспечивает им фундаментальное преимущество перед другими источниками излучения. Важность правильного выбора длины волны становится особенно очевидной при рассмотрении уравнения лидарного сигнала, которое описывает мощность принятого сигнала как функцию расстояния [4-6]:

$$P(r) = P_0 \frac{c\tau}{2} \frac{A}{r^2} \beta(r) \exp\left(-2\int_0^r \alpha(r')dr'\right)$$

Где P_0 — мощность излучения, c — скорость света, τ — длительность импульса, A — площадь приемной апертуры, $\beta(r)$ — коэффициент обратного рассеяния, $\alpha(r)$ — коэффициент ослабления. Из этого уравнения следует, что экспоненциальный член, зависящий от интегрального коэффициента ослабления, оказывает решающее влияние на дальность зондирования, что делает минимизацию $\alpha(r)$ через оптимальный выбор длины волны критически важной задачей.

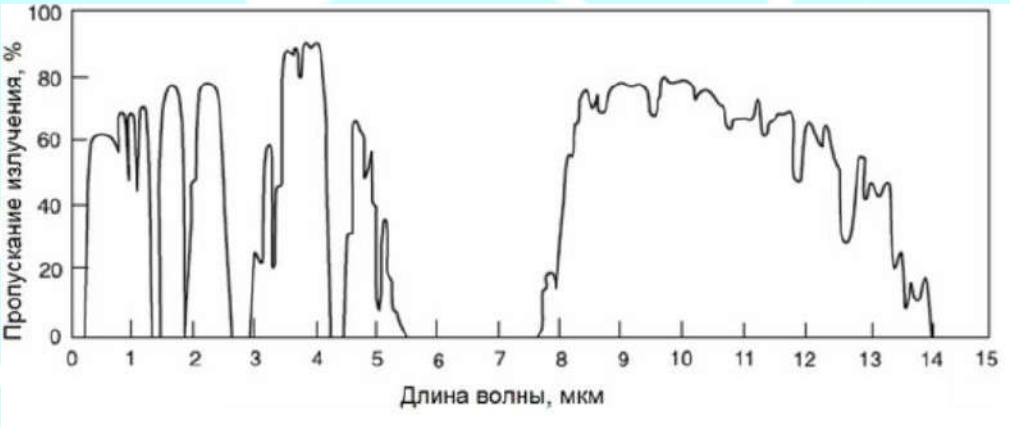


Рис. 1. Окна прозрачности атмосферы Земли в диапазоне 0.3 мкм–5 мкм. Показаны основные полосы поглощения атмосферных газов (H_2O, CO_2, O_3). Самое широкое окно прозрачности около 1 мкм идеально подходит для иттербиевых волоконных лазеров, обеспечивая минимальное ослабление сигнала и максимальную дальность зондирования.

Современные требования к лидарным системам постоянно растут, что связано с необходимостью решения все более сложных задач: мониторинга климатических изменений, контроля выбросов парниковых газов, прогнозирования экстремальных погодных явлений, обеспечения безопасности авиаполетов и оптимизации работы ветроэнергетических установок. Эти задачи требуют не только увеличения дальности и точности зондирования, но и повышения надежности, снижения эксплуатационных расходов и автоматизации процессов измерений. В этом контексте

ISSN 3030-3907

иттербиевые волоконные лазеры открывают новые возможности для создания следующего поколения лидарных систем, способных работать в автономном режиме продолжительное время без необходимости сложного обслуживания.

Исторический обзор источников излучения

1960–1980-е годы: рубиновые и неодимовые лазеры

Эпоха лазерного зондирования атмосферы началась практически одновременно с изобретением самого лазера в 1960 году. Первые лидары работали на основе твердотельных лазеров, использующих в качестве активной среды рубин ($Al_2O_3:Cr^{3+}$) с длиной волны излучения 0.694 мкм и неодим (Nd^{3+}) в различных матрицах (стекло, YAG) с длиной волны 1.064 мкм[1-3]. Рубиновые лазеры, несмотря на свою историческую значимость, имели серьезные ограничения для атмосферных измерений. Длина волны 0.694 мкм попадала в область сильного рэлеевского рассеяния, интенсивность которого пропорциональна λ^{-4}, что приводило к быстрому ослаблению сигнала и ограничивало дальность зондирования несколькими километрами даже при использовании мощных импульсов. Кроме того, эта длина волны находится в области максимальной чувствительности человеческого глаза, что создавало серьезные проблемы безопасности при работе в населенных районах. Неодимовые лазеры на $YAG:Nd^{3+}$ представляли собой значительный шаг вперед благодаря более длинной волне 1.064 мкм, которая попадала в окно прозрачности атмосферы и обеспечивала значительно меньшее рэлеевское рассеяние.

1970–1990-е годы: химические лазеры

Период 1970–1990-х годов ознаменовался появлением химических лазеров, которые продемонстрировали рекордные энергетические характеристики, но остались в основном в рамках военных программ. Химические лазеры на фтористом водороде (HF) с длиной волны 2.7 мкм и дейтерофториде (DF) с длиной волны 3.8 мкм использовали энергию экзотермических химических реакций для генерации излучения. Эти системы могли выдавать импульсы мегаваттной мощности и обеспечивать дальность зондирования до 100 km и более. Физический принцип работы химических лазеров основан на инверсии населенностей колебательных уровней молекул, образующихся в результате химической реакции. Например, в DF-лазерах реакция $F_2 + D_2 \rightarrow 2DF$ приводит к образованию возбужденных молекул DF, которые затем излучают фотоны при переходе на нижние колебательные уровни. Несмотря на впечатляющие характеристики, химические лазеры имели фатальные недостатки, препятствовавшие их широкому применению в гражданских лидарных системах: использование

ISSN 3030-3907

токсичных и коррозионно-активных реагентов (фтора, дейтерия), необходимость в сложных системах подачи и утилизации химических веществ, огромные габариты установки (занимали целые здания) и чрезвычайно высокая стоимость эксплуатации.

1990–2010-е годы: эрбиевые волоконные лазеры (1.55 мкм)

Революционным прорывом в лидарных технологиях стало появление в 1990-х годах эрбиевых волоконных лазеров, работающих на длине волны 1.55 мкм. Развитие этих лазеров было тесно связано с бурным ростом телекоммуникационной индустрии, где эта длина волны стала стандартом для волоконно-оптических линий связи благодаря минимальному поглощению в кварцевом волокне [7]. Эрбиевые лазеры имели неоспоримое преимущество — полную глазобезопасность, поскольку длина волны 1.55 мкм сильно поглощается в роговице и водянистой влаге глаза, не достигая сетчатки. Это позволяло использовать их в городских условиях и на аэродромах без ограничений по мощности. Кроме того, волоконная архитектура обеспечивала высокую надежность, компактность и простоту юстировки системы. Однако эрбиевые лазеры имели и существенные ограничения для лидарных применений. Коэффициент ослабления в окне 1.55 мкм в 3-5 раз выше, чем в окне 1 мкм, что связано с остаточным поглощением водяным паром и более сильным рэлеевским рассеянием. Более серьезной проблемой было ограничение по габаритным размерам.

Иттербиевые волоконные лазеры — новый «золотой стандарт»

Иттербиевые волоконные лазеры, излучающие в диапазоне 1.01 мкм–1.12 мкм, представляют собой качественно новый этап в развитии лидарных технологий [1-3,8]. Этот диапазон попадает в центр самого широкого и прозрачного атмосферного окна, где суммарный коэффициент ослабления достигает минимальных значений 0.02 km^{-1} в ясной атмосфере. Физические основы превосходства иттербиевых лазеров заключаются в уникальных свойствах ионов Yb^{3+} в стекловидной матрице. Простая двухуровневая схема энергетических уровней Yb^{3+} исключает процессы безызлучательной релаксации и перекрестной релаксации, что обеспечивает квантовый КПД, близкий к теоретическому пределу (91% для длины волны накачки 915 nm).

ISSN 3030-3907

Таблица1.

Сравнение источников излучения для атмосферного лидара по ключевым параметрам

Тип лазера	**Длина волны**	**Прозрачность атмосферы**	**Средняя мощность**	**Глазобезопасность**	**Компактность**
Рубиновый	0.694 мкм	плохая ($\alpha > 0.1$ км$^{-1}$)	низкая (< 10 Вт)	нет	—
Неодимовый (YAG)	1.064 мкм	очень хорошая ($\alpha \approx 0.03$ км$^{-1}$)	до 100 Вт	нет	+/-
Эрбиевый волоконный	1.55 мкм	хорошая ($\alpha \approx 0.05$ км$^{-1}$)	до 100 Вт	да	++
Иттербиевый волоконный	**1.03–1.10 мкм**	**отличная ($\alpha <$ 0.02 км$^{-1}$)**	**киловатты**	**условно***	+++
Химический DF	3.8 мкм	хорошая ($\alpha \approx 0.04$ км$^{-1}$)	мегаватты	нет	—

Большое время жизни верхнего лазерного уровня (1 ms) позволяет эффективно накапливать энергию и генерировать мощные импульсы. Широкая полоса усиления (80 nm) обеспечивает возможность генерации как непрерывного, так и импульсного излучения с различными длительностями. Важным преимуществом является минимальная концентрационная квазивырожденность, что приводит к низкому порогу нелинейных эффектов даже при высоких мощностях излучения, что отображена в таблице 1.

— при энергии импульса < 10 мДж и расходимости > 1 мрад система относится к классу 1M (безопасно для глаза на расстоянии > 100 м).

Преимущества иттербиевых волоконных лазеров

Современные иттербиевые волоконные лазеры превосходят все предыдущие источники излучения по совокупности характеристик, что делает их идеальным выбором для лидарных систем:

1. Максимальная прозрачность атмосферы — коэффициент ослабления в диапазоне 1.03 мкм–1.10 мкм в 2-5 раз ниже, чем в окне 1.55 мкм, что

ISSN 3030-3907

позволяет увеличить дальность зондирования на 30-50% при той же мощности излучения [8-10]. Это преимущество особенно проявляется при зондировании на больших расстояниях (>10 km), где экспоненциальное ослабление сигнала становится критическим фактором.

2. Рекордная выходная мощность — современные промышленные системы дают среднюю мощность более 2-5 кВт в непрерывном режиме и пиковую мощность сотен мегаватт в импульсном режиме [11]. Такие характеристики достигаются благодаря применению больших модовых площадей (LMA) волокон, эффективных систем охлаждения и оптимальной геометрии резонатора.

3. Высокий КПД (до 40 % и выше) по сравнению с 3-5% у традиционных твердотельных лазеров [12-14]. Это позволяет использовать компактные системы воздушного или водяного охлаждения и значительно снижает эксплуатационные расходы. Высокий КПД также уменьшает тепловые Lens-эффекты и улучшает стабильность параметров излучения.

4. Отличное качество пучка ($M^2 < 1,2$ даже при киловаттной мощности) обеспечивается благодаря волноводной природе волоконного лазера и возможности управления профилем показателя преломления активного волокна. Это позволяет формировать узкий пучок с малой расходимостью, что критически важно для дальнего зондирования.

5. Исключительная долговечность> 50 000 часов наработки на отказ, что на порядок превышает ресурс ламповых твердотельных лазеров. Волоконная архитектура исключает необходимость в периодической юстировке и замене расходных материалов.

6. Экономическая эффективность и универсальность — это, возможно, самый важный практический фактор, делающий их оптимальным выбором. Их относительная доступность обусловлена не только физико-химическими свойствами иттербия, но и, в первую очередь, их доминирующей ролью в промышленности. Иттербиевые волоконные лазеры стали рабочей лошадкой для таких массовых применений, как резка, сварка, клеймение и гравировка металлов [12-14]. Огромный промышленный рынок стимулирует массовое производство компонентов (активных волокон, диодных накачек, волоконных Брэгговских решеток), что приводит к резкому снижению их стоимости, повышению надежности и ускорению технологического совершенствования. Таким образом, научное сообщество, использующее эти лазеры для лидарных систем, получает «бесплатный» бонус в виде доступных, зрелых и сверхнадежных технологий, разработанных и отлаженных для нужд тяжелой промышленности.

ISSN 3030-3907

7. Гибкость управления параметрами излучения — возможность генерации как непрерывного излучения, так и импульсов различной длительности (от наносекунд до фемтосекунд) с широким диапазоном энергий и частот повторения.

Примеры современных иттербиевыхлидаров

Рынок лидарного оборудования активно осваивает преимущества иттербиевых лазеров. Ветроэнергетическая индустрия переходит на иттербиевые доплеровские лидары для профилирования ветра на высотах до 200 m. Системы WindCube (Leosphere) в новых модификациях используют иттербиевые источники вместо эрбиевых, что позволяет увеличить точность измерений при слабых ветрах. В области атмосферного мониторинга компании IPG Photonics, Raycus, нТц «Лазеры и аппаратура» предлагают коммерческие киловаттные источники на основе иттербиевого волокна, специально оптимизированные для лидарных применений. Российские научные центры, включая ИПФ РАН и ИОА СО РАН, разработали уникальные импульсные иттербиевыелидары с энергией до 10 mJ и частотой до 10 кГц, способные работать в режиме сканирования для построения трехмерных полей аэрозолей и облаков [1-3]. В системах дистанционного обнаружения утечек метана и других газов иттербиевые лазеры используются как накачка для параметрических генераторов света, работающих в среднем ИК-диапазоне.

Перспективные направления развития

Развитие лидарных технологий на основе иттербиевых лазеров продолжается в нескольких перспективных направлениях [1]:

1.Создание полностью волоконных лидарных систем без свободного пространства в оптическом тракте. Такие системы будут иметь повышенную виброустойчивость, меньшие габариты и не потребуют периодической юстировки. Ключевой задачей является разработка эффективных волоконных акустооптических модуляторов и сканеров.

2.Интеграция иттербиевых источников с фотонно-кристаллическими волокнами для прямой генерации излучения в диапазоне 2 мкм–5 мкм. Это позволит упростить архитектуру систем среднего ИК-диапазона и повысить их надежность.

3.Разработка гибридных систем «иттербий + ОПГ» мощностью более 100 Вт в среднем ИК-диапазоне для дистанционного мониторинга парниковых газов на больших расстояниях. Важным направлением является повышение КПД преобразования и расширение спектрального диапазона [15].

ISSN 3030-3907

4.Применение адаптивной оптики для компенсации атмосферных искажений при киловаттных мощностях излучения. Это позволит увеличить разрешение и дальность зондирования в условиях турбулентной атмосферы.

5.Разработка квантовых лидаров на сжатых и запутанных состояниях света в окне 1 мкм. Квантовые методы могут превзойти классический предел чувствительности и обеспечить обнаружение сверхслабых сигналов.

6.Интеграция с искусственным интеллектом для обработки больших объемов лидарных данных в реальном времени, прогнозирования погодных условий и автоматической калибровки систем.

Миниатюризация лидарных систем для применения на беспилотных летательных аппаратах и спутниках, что требует разработки сверхкомпактных иттербиевых источников с массой менее 1 кг.

Выводы и предложения

В заключение следует отметить, что современные вызовы, связанные с появлением неопознанных беспилотных аппаратов, требуют нового уровня технических решений. Лазерные методы зондирования атмосферы демонстрируют значительный потенциал для обеспечения точного обнаружения и классификации таких объектов. Поэтому дальнейшее развитие мощных лазерных систем и алгоритмов обработки данных является важным направлением повышения безопасности и стабильности в условиях непрерывно усложняющейся воздушной обстановки.

На сегодняшний день иттербиевые волоконные лазеры с длиной волны 1.03 мкм–1.10 мкм стали оптимальным источником излучения практически для всех задач лазерного зондирования атмосферы. Их уникальное сочетание максимальной прозрачности атмосферы в этом спектральном диапазоне, рекордной мощности излучения, исключительной надежности, высокого КПД и экономической эффективности делает их незаменимым инструментом для решения широкого круга научных и прикладных задач. Важно подчеркнуть, что их оптимальность определяется не только физическими параметрами, такими как длина волны, но и целым комплексом эксплуатационных и экономических факторов. Ключевым фактором является их универсальность и доминирующее положение в промышленности, где они являются основным инструментом для резки, сварки и обработки металлов [16,17]. Этот огромный рынок создает эффект масштаба: массовое производство для промышленности приводит к резкому снижению цен, повышению надежности и технологической зрелости компонентов, что делает высокотехнологичные лидарные системы доступными для научных и коммерческих организаций. Таким образом, оптимальность иттербиевых лазеров — это результат синергии их идеальных

ISSN 3030-3907

физических характеристик для атмосферных измерений и их коммерческого успеха в других сферах. Дальнейшее развитие технологий иттербиевых лазеров, включая увеличение мощности, улучшение качества пучка, расширение спектрального диапазона через нелинейное преобразование и интеграцию с передовыми методами обработки данных, откроет новые возможности для мониторинга окружающей среды, климатических исследований и обеспечения безопасности. Переход к иттербиевымлидарным системам уже происходит в большинстве областей применения, и в ближайшие годы мы можем ожидать появления нового поколения интеллектуальных лидарных комплексов, способных работать в полностью автономном режиме и предоставлять в реальном времени детальную информацию о состоянии атмосферы на региональном и глобальном уровнях.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Henderson S. W., et al. Atmospheric lidar using high-power fiber lasers // Applied Optics. 2004. Vol. 43, No. 3. P. 548–556.
2. Chen J., et al. High-power Yb-doped fiber laser transmitter for long-range atmospheric lidar // Optics Express. 2016. Vol. 24, No. 15. P. 17284–17293.
3. Li X., et al. Eye-safe fiber lasers for atmospheric remote sensing // IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics. 2017. Vol. 23, No. 2. Article 1500109.
4. Bohren C. F., Huffman D. R. Absorption and Scattering of Light by Small Particles. Wiley, 1983.
5. Van de Hulst H. C. Light Scattering by Small Particles. Dover Publications, 1981.
6. Mishchenko M. I., et al. Multiple scattering of light by particles // Physics Reports. 2000. Vol. 342. P. 1–63.
7. Measures R. M. Laser Remote Sensing: Fundamentals and Applications. Wiley, 1984.
8. Smith A. V., Smith J. W. Fiber lasers for lidar applications // Optics Express. 2013. Vol. 21. P. 109–125.
9. Limpert J., Tünnermann A. High-energy and high-power fiber lasers // IEEE Journal of Selected Topics in Quantum Electronics. 2011. Vol. 17. P. 39–51.
10. Shirakawa A., et al. High-power narrow-linewidth fiber lasers for coherent lidar // Optical Fiber Technology. 2015. Vol. 22. P. 83–92.
11. Petrov V. Frequency down-conversion sources for the mid-infrared // Progress in Quantum Electronics. 2012. Vol. 36. P. 275–370.
12. Jauregui C., Limpert J., Tünnermann A. High-power fiber lasers // Nature Photonics. 2013. Vol. 7. P. 861–867.

ISSN 3030-3907

13. Jeong Y., et al. Kilowatt-class ytterbium fiber laser // Optics Express. 2004. Vol. 12. P. 6088–6092.
14. Eidam T., et al. Femtosecond fiber CPA delivering >1 kW average power // Optics Letters. 2011. Vol. 36. P. 1572–1574.
15. Schunemann P. G., et al. Advances in nonlinear crystals for mid-IR OPOs // Optical Materials Express. 2017. Vol. 7. P. 4053–4068.
16. Schunemann P. G., et al. Nonlinear materials for mid-IR generation // Optical Materials Express. 2016. Vol. 6. P. 232–252.
17. Vodopyanov K. L. Broadband mid-IR sources via difference-frequency generation // Optics Express. 2004. Vol. 12. P. 6509–6519.

ISSN 3030-3907

MOCHEVINA VA TIOMOCHEVINA BIRIKMASINING SINTEZ REJIMINI OPTIMALLASHTIRISH VA UNING MOLEKULYAR TUZILISHINI SPEKTROSKOPIK METODLAR YORDAMIDA TASDIQLASH

Toshtemirov Furqat Alisher o‘g‘li
NavDKTU tayanch doktaranti
Muxiddinov Baxodir Faxriddinovich
NavDKTU Kimyoviy texnalogiya kefedrasi
Maxsumov Abdulhamid Gafurovich
Toshkent kimyo texnologiya instituti
Axtamov Dilshod To‘lqinovich
NavDKTU Kimyoviy texnalogiya kefedrasi

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishida N^2,N^3-geksametilen bis[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(fenil-tiomochevina)-mochevina] hosilasi sintez qilingan va sintez jarayoniga vaqt davomiyligi va harorat ta'sirlari o‘rganilgan. Mahsulot unumiga vaqt davomiyligi (1-12 soat) ning ta'siri ham o‘rganilgan. Mahsulot unumi 6 soat davomida yuqori bo‘lishi aniqlangan. Bundan tashqari mahsulot unumiga haroratning ta'siri (10-60^{0}C) oraliqlarida ham o‘rganilgan. N^2,N^3-geksametilen bis[(p-koricholilamino)- N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina] ning unumi 6 soatda 30^{0}C da yuqori unum bilan chiqishi aniqlangan. Har bir parametrning mahsulot unumiga va tuzilma barqarorligiga ta’siri solishtirma tahlil asosida baholanib, eng maqbul sintez rejimi aniqlandi. Mahsulotlar A_N reaksiya mexanizmi orqali yaxshi unum bilan olindi. Sintez qilingan moddaning tuzilishi IQ- va YaMR-spektroskopik tahlil usullari bilan o‘rganilgan.

Kalit so‘zlar: N^2,N^3-geksametilen bis[(p-koricholilamino)- N^2,N^3-(fenil-tiomochevina)-mochevina], DMFA, TEA $(C_2H_5)_3N$, fenilizotiosionat, Geksametilen diizosiyanat, p-koricholilamino, Etilasetat, 80 ml 10% li NaOH eritmasi, IQ-spektr, ^{1}H-YaMR va ^{13}C-YaMR spektr, unum, harorat.

Аннотация. В настоящей исследовательской работе синтезировано производное N2,N3-гексаметиленбис[(п-корихоламино)- N2,N3-(фенил-тиомочевина)-мочевина] и изучено влияние времени и температуры на процесс синтеза. Также изучалось влияние продолжительности времени (1-12 часов) на выход продукта. Было обнаружено, что выход продукта будет высоким в течение 6 часов.ннотация. В настоящей исследовательской работе синтезировано производное N2,N3-гексаметиленбис[(п-корихоламино)-N2,N3-фенил-тиомочевина)-мочевина] и изучено влияние времени и температуры на процесс синтеза. Также изучалось влияние продолжительности времени (1-12 часов) на выход продукта. Было обнаружено, что выход продукта будет высоким в течение 6 часов. Также

ISSN 3030-3907

изучалось влияние температуры на выход продукта в диапазоне (10-600С). Установлено,что выход N2,N3-гексаметиленбис[(п-корихоламино)- N2, N3-(фенилтиомочевина)-мочевины] за 6 часов при 300С с высокой продуктивностью. Влияние каждого параметра на выход продукта и стабильность структуры оценивали на основе сравнительного анализа, определяя оптимальный режим синтеза. Продукты были получены с хорошим урожаем через механизм реакции. Строение синтезируемого вещества изучали методами ИК - и ЯМР-спектроскопического анализа.Влияние каждого параметра на выход продукта и стабильность структуры оценивали на основе сравнительного анализа, определяя оптимальный режим синтеза. Продукты были получены с хорошим урожаем через механизм реакции Строение синтезируемого вещества изучали методами ИК - и ЯМР-спект

Ключевые слова: N2,N3-Гексаметилен бис[(п-корихолиламино)- N2,N3-(фенилтиомочевина)-мочевина], ДМФА, TEA (C2H5)3N, фенилизотиозионат, гексаметилендиизоцианат, п-корихоламино, этилацетат, 80 мл 10%-ного раствора Li NaOH, IQ-спектр, 1 Ч-YaMR, и 13C-спектр YaMR, unum, температура.

Annotation. In this research work,the derivative N2,N3-Hexamethylene BIS[(p-coricholilamino)- n2, n3-(phenyl-thiomochevina)-mochevina] has been synthesized and time duration and temperature effects on the synthesis process have been studied. The effect of time duration (1-12 hours) on product productivity has also been studied. Product yield has been found to be high for 6 hours.nnotation. In this research work,the derivative N2,N3-Hexamethylene BIS[(p-coricholilamino)- n2, n3-(phenyl-thiomochevina)-mochevina] has been synthesized and time duration and temperature effects on the synthesis process have been studied. The effect of time duration (1-12 hours) on product productivity has also been studied. Product yield has been found to be high for 6 hours. In addition, the effect of temperature on the product's productivity has also been studied at intervals of (10-600s). N2,n3-Hexamethylene BIS[(p - coricholilamino)-n2, n3-(phenylthiomochevina) - mochevina] has been found to have a high unum output at 300s at 6 hours. The effect of each parameter on product productivity and structure stability was evaluated on the basis of a comparative analysis and the optimal synthesis mode was determined. The products were obtained with good unum through an reaction mechanism. The structure of the synthesized substance has been studied by the methods of IR - and YaMR-spectroscopic analysis.The effect of each parameter on product productivity and structure stability was evaluated on the basis of a comparative analysis and the optimal synthesis mode

ISSN 3030-3907

was determined. The products were obtained with good unum through an reaction mechanism. The structure of the synthesized subst

Keywords: N2,N3-Hexamethylene bis[(p-coricholilamino)- N2,N3-(phenyl-thiomochevina)-mochevina], DMFA, TEA (C2H5)3N, phenylisothiosionate, Hexamethylene diisocyanate, p-coricholamino, Ethylacetate, 80 ml 10% Li NaOH solution, IQ-spectrum, 1H-YaMR, and 13C-YaMR spectrum, unum, temperature.

Kirish

Organik sintez kimyosining zamonaviy bosqichida tiomochevina hosilalari o‘zining ko‘p funksiyali tuzilishi, yuqori reaktivligi va kompleks hosil qiluvchi xususiyatlari bilan alohida ilmiy e’tiborni qozongan. Ushbu sinfga mansub moddalarda bir vaqtning o‘zida donor va akseptor markazlar mavjudligi ularni metall ionlari bilan koordinatsion bog‘lanish hosil qiladi. Shuning uchun tiomochevina hosilalari va ularning bis-tuzilmalari farmatsevtika, analitik kimyo, kataliz va korroziyadan himoya sohalarida istiqbolli modda sifatida qaralmoqda [1,2].

Tiomochevina asosidagi birikmalarda C=S va NH guruhlari o‘zaro elektron almashinuvi va vodorod bog‘lanishlari orqali murakkab tuzilmalarni hosil qilishga qodir. Ayniqsa, bu tizimlarga mochevina yoki fenilamin fragmentlarini kiritish molekulaning elektr zichligi taqsimotini o‘zgartiradi, bu esa reaksion qobiliyat va selektivlikni boshqarishga imkon beradi. Bis-tiomochevina hosilalarining tuzilishida markaziy geksametilen zanjiri mavjud bo‘lib, u ikki faol markazni birlashtiruvchi elastik spacer vazifasini bajaradi. Bu strukturaviy xususiyat sintez mahsulotining barqarorligini oshiradi, molekulaga uch o‘lchovli fazoviy moslashuvchanlik beradi hamda oraliq komplekslarning shakllanishini osonlashtiradi [3].

N^2,N^3-geksametilen bis[(p-koricholilamino)- N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina] birikmasining hosil bo‘lish jarayoni ko‘p bosqichli bo‘lib, har bir bosqichda kinetik va termodinamik omillar muhim rol o‘ynaydi. Reaksiya samaradorligi, asosan, harorat, erituvchi muhiti, pH qiymati, reaksiya davomiyligi, va reagentlarning molyar nisbatiga bog‘liq. Bu omillar reaksiya mexanizmidagi nukleofillik hujum, proton ko‘chishi, hamda C=S va C–N bog‘larining qayta taqsimlanishi jarayonlariga bevosita ta’sir ko‘rsatadi.

Harorat ortishi odatda reaksiyaning aktivatsiya to‘sig‘ini kamaytirib, kinetik tezlikni oshiradi. Biroq ortiqcha issiqlik noxoh parchalanish jarayonlarini tezlashtirib, unumning kamayishiga olib kelishi mumkin. Shu sababli, optimal termodinamik sharoitni tanlash muhim ahamiyatga ega [4]. Shuningdek, erituvchining tabiati reaksiya yo‘nalishini aniqlovchi asosiy parametr hisoblanadi. Qutbli aprotik erituvchilar (masalan, dimetilformamid, dimetilsulfoksid) proton

ISSN 3030-3907

donor erituvchilarga nisbatan oraliq komplekslarni barqarorroq holatda ushlab turadi, natijada yakuniy mahsulotning hosil bo‘lish unumi ortadi.

Tiomochevina va mochevina hosilalarining reaksion mexanizmlari asosan elektron zichligi taqsimlanishi va molekulyar orbitallarning gibridlanish darajasi bilan belgilanadi. C=S guruhining yuqori polarizatsiyalanishi natijasida elektrofil markaz faol holatga o‘tadi, NH guruhlari esa nukleofil hujumchi sifatida ishtirok etadi. Shu bois bu reaksiyalarda elektron ta’sir effektlari, induktiv va rezonans omillar o‘zaro muvozanatli tarzda jarayonning borishini belgilaydi [5].

Mazkur tadqiqotda N^2,N^3-geksametilen bis[(p-koricholilamino)- N^2,N^3-(fenil-tiomochevina)-mochevina] hosil bo‘lish unumiga turli omillar ta’siri sistematik tarzda o‘rganiladi. Sintez jarayonining kinetik va termodinamik xususiyatlari tahlil qilinib, optimal texnologik parametrlar aniqlanadi.

Tadqiqotning ilmiy yangiligi shundan iboratki, unda murakkab geteroatomli bis-tiomochevina hosilasining hosil bo‘lish jarayoni elektron va sterik omillar nuqtayi nazaridan chuqur tahlil qilinadi, bu esa bunday tizimlarda reaksion muvozanatni boshqarish va maqsadli sintezni optimallashtirish uchun nazariy asos yaratadi. Ushbu yondashuv natijalari organik sintezning amaliy yo‘nalishlarida — yangi biologik faol moddalar, koordinatsion komplekslar va korroziyaga qarshi inhibitorlar ishlab chiqishda muhim ahamiyat kasb etadi [6-7].

Tadqiqot obyekti va usullari.

N^2,N^3-geksametilen bis[(p-koricholilamino)- N^2,N^3-(fenil-tiomochevina)-mochevina] sintez jarayoni 2 bosqichda olib borildi. U quyidagicha amalga oshildi.

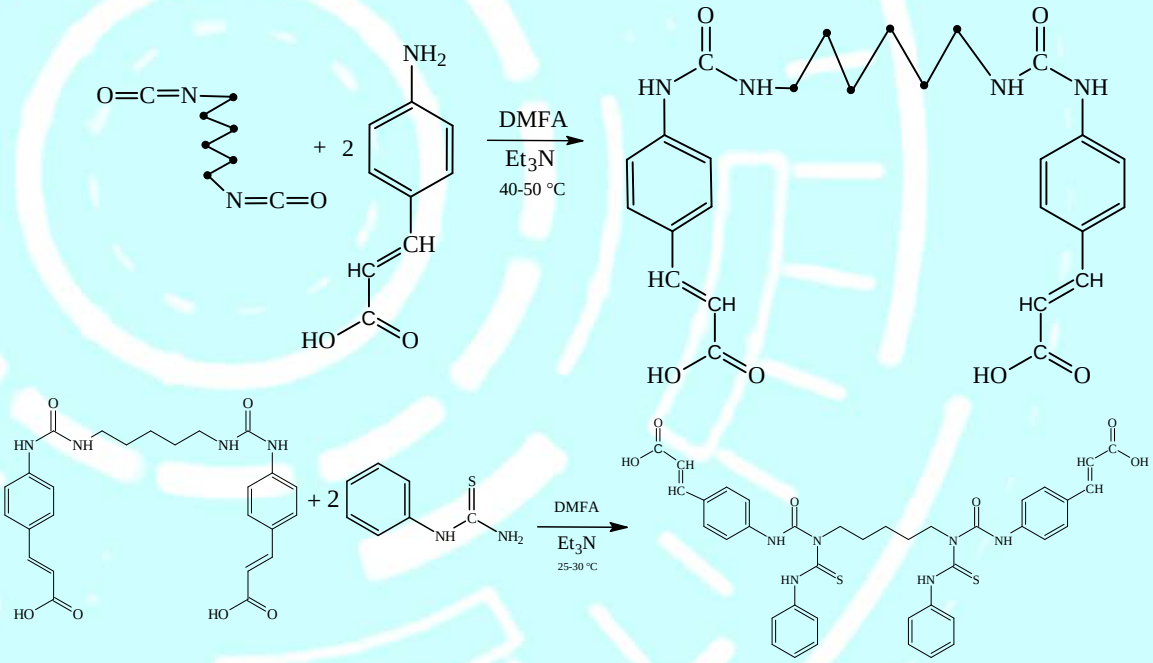
1-bosqich. 2 gr (0,02 mol) p-amino korichnoy kislotasi 40 ml DMFA eritilib, tomizgich voronkasi orqali 1 ml (0,01 mol) geksametilendiizosionat qo‘shildi. Katalizator sifatida TEA ishlatildi. Reaksiya 3 soat davomida 40-50 °C olib borildi. Hosil bo‘lgan mahsulotni 2-3 marotaba distillangan suvda filtrlab, xona haroratida quriltildi. 3 gr (82,4%) mahsulot hosil bo‘ldi.

2-bosqich. N^2,N^3-geksametilen bis[(p-koricholilamino)-mochevina] dan 0.8 gr (0.01 mol), fenilizotiosianatdan 5 ml, erituvchidan (DMFA) 10 ml, katalizatordan (TEA) 5 ml olindi. Dastlab erituvchi (DMFA) bilan N^2,N^3-geksametilen bis[(p-koricholilamino)- mochevina] magnitli aralashtirgich yordamida aralashtirildi. So‘ngra TEA dan hamda fenilizotiosianatdan eritmaga tomchilatib, sekin-asta 15 min davomida qo‘shildi. Reaksiya jarayoni 6 soat davomida 25-30 °C da olib borildi. Reaksiya yakunida hosil bo‘lgan mahsulotni 80 ml 10% li NaOH eritmasi bilan ishlov berilib, ortiqcha reaktivlardan neytrallandi hamda yon mahsulotlar yuvildi. Keyin distillangan suv bilan bir necha marta yuvilib, pH neytral muhitga keltiriladi. Ajratgich varonka orqali eritma va cho‘kmani ajratib olib, hosil bo‘lgan organik qatlamni suvli hammom orqali 70-80 °C da bug‘latiladi. So‘ngra hosil bo‘lgan aralashmadan 30 ml etilasetat bilan

ISSN 3030-3907

ekstraksiya qilinadi. Organik qatlam ajratilib, quritiladi va erituvchi bug‘latib olib tashlanadi. Quritish shkafida 60 min davomida 90 °C da quritiladi. Hosil bo‘lgan mahsulot etanol yoki etilasetat aralashmasidan qayta kristallantiriladi. Olingan kristallar vakuum sharoitida quritiladi.

Sintez quyidagi sxema bo‘yicha amalga oshirildi(bu eng tejamkor metod):



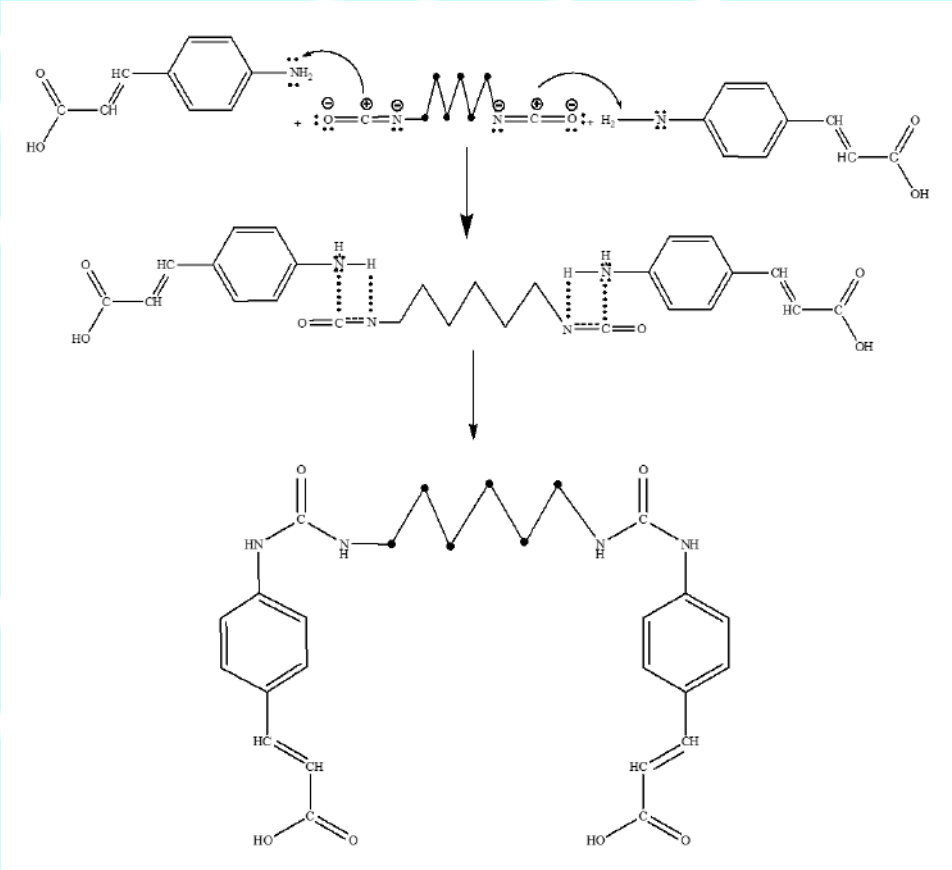
Olingan natijalar va ularning tahlili

-N=C=O elektron bulutning yuqori zichligi, selektivligi va oson harakatchanligi uning yuqori reaktsiyaga kirishuvchanligini ifodalaydi. Sintez unumi, olingan mahsulot 91,5% ni tashkil etdi.

Kutilganidek, mahsulotlar A_N reaksiya mexanizmi orqali yaxshi unum bilan olindi.

Bizning tahlilimiz va adabiyot ma’lumotlariga asoslanib, geksametilen diizosiyanat bilan p-amino korichnoy kislotasi bilan o‘zaro ta’sirining ehtimoliy mexanizmini quyidagi sxema bilan ifodalashimiz mumkin:

ISSN 3030-3907

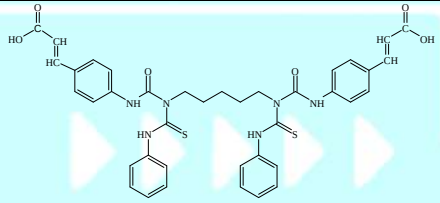


Tadqiqotda N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomo-chevina)-mochevina]ni turli reaksiya sharoitlarida sintez qilingan va mahsulot unumiga turli faktorlar: katalizator tabiati va konsentratsiyasi, harorat va vaqtning ta’sirlari o‘rganildi.

Hosil bo‘lish unumiga haroratning ta'siri 10-60^{0}C haroratlar oralig‘ida o‘rganildi va olingan natijalar 1-jadvalda keltirilgan. Tadqiqot natijalarining tahlili shuni ko‘rsatadiki (1-jadval), asosiy maxsulotning chiqish unumi uchun optimal harorat 30^{0}C ni tashkil etdi. Haroratning yanada ko‘tarilib borishi asosiy mahsulot unumining pasayishiga olib keldi. Buni esa yuqori haroratda qo‘sh bog‘ tutgan mahsulotning oligomer va polimer mahsulotlarga aylanganligi bilan izohlash mumkin.

1-jadval

N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina]ning hosil bo‘lish unumiga harorat ta’siri

Moddaning struktura formulasi va nomi	Harorat, ^{0}C / Unum, %					
	10	20	30	40	50	60
	40,42	78,46	91,50	84,12	58,27	36,33

ISSN 3030-3907

N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina]						

Reaksiya ekzotermik emas, ammo aktivatsiya energiyasi nisbatan yuqori bo‘lgani sababli haroratning oshishi sezilarli ta’sir ko‘rsatadi:

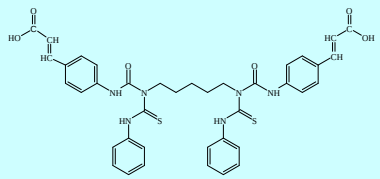
- 10–20 °C: reaksiyaning boshlanish bosqichi sekin kechadi; hosil bo‘lish tezligi past (unum 30–50%).
- 25–30 °C: reaksiya optimal tezlikda ketadi, izotsianat parchalanmaydi, yonma mahsulotlar kam (unum 70–90%).
- >50 °C: izotsianatning o‘zaro kondensatsiyasi va tiomochevina hosilalari ko‘payadi → unum pasayadi (≤60%).

Optimal harorat diapazoni 25–30 °C deb topilgan.

N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina] ho-sil bo‘lish reaksiyasi unumiga ta'sir etuvchi faktorlardan yana biri bu reaksiya davomiyligidir. N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomo-chevina)-mochevina] hosil bo‘lish unumining vaqt bilan bog‘liqligi 2-jadvalda keltirilgan.

2-jadval

N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomo-chevina)-mochevina] ning hosil bo‘lish unumiga reaksiya davomiyligining ta’siri

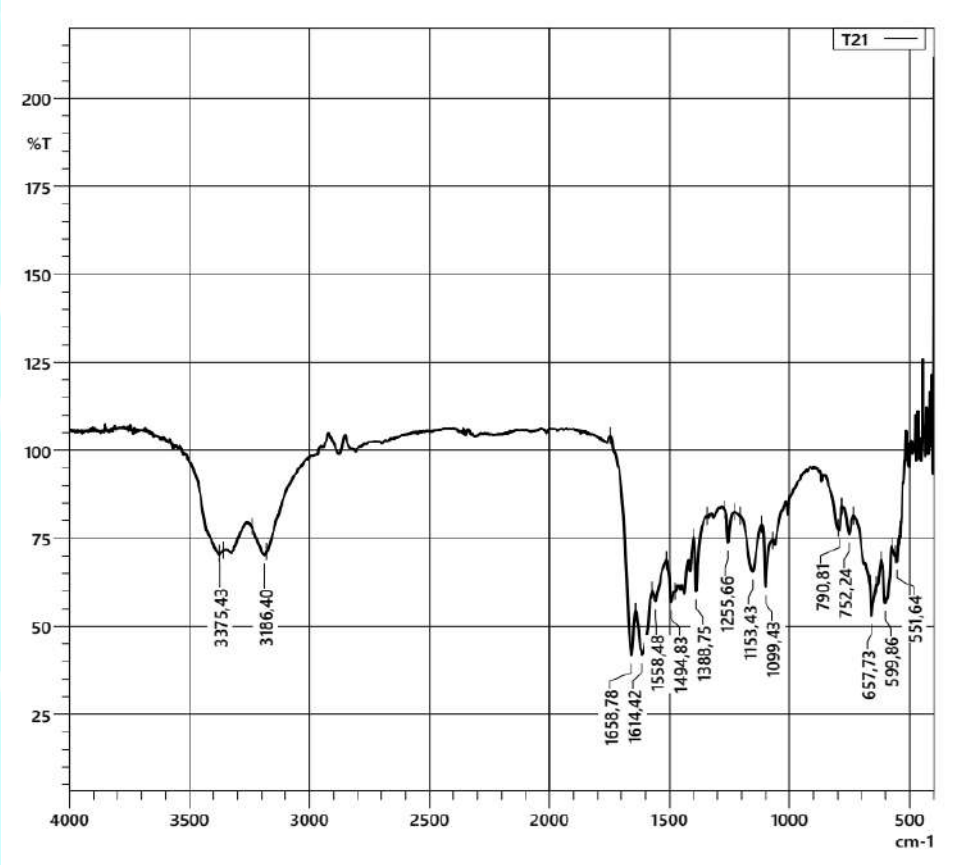
Moddaning struktura formulasi va nomi	**Reaksiya davomiyligi, soat** / **Unum, %**							
	1	2	4	6	8	10	12	14
 N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomo-chevina)-mochevina]	26,15	41,35	77,29	91,50	76,23	72,34	63,45	43,27

Natijalar tahlilidan (3-jadval) ko‘rish mumkinki, reaksiya davomiyligi 6 soatgacha oshganda unum bosqichma-bosqich oshib bordi va eng yuqori ko‘rsatkich 91,50 % ga etadi, vaqtning davomiyligi yanada oshirilganda esa unumning pasayganligi kuzatildi. Agar reaksiya davom etsa, mahsulot asta-sekin yana reagentlar bilan qayta reaksiyaga kirishib, oligomer yoki polimer shakllar

ISSN 3030-3907

hosil qiladi buni qo‘sh bog‘ tutgan mahsulotning oligomer va polimer mahsulotlarga aylanganligi bilan izohlash mumkin.

Mazkur birikmaning infraqizil (IK) spektri 4000–500 cm^{-1} oralig‘ida tahlil qilindi va u modda tuzilmasidagi asosiy funksional guruhlarning tebranish xususiyatlarini yaqqol aks ettirdi. Spektrda kuzatilgan yutilish chiziqlari birikmaning mochevina va tiomochevina hosilasi ekanligini to‘liq tasdiqlaydi.



N,N’-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina] birikmasining IQ spektr tahlili

Spektrning yuqori chastotali sohasida, 3375,43 cm^{-1} va 3186,40 cm^{-1} atrofida keng yutilish cho‘qqilari qayd etilgan bo‘lib, ular N–H bog‘ining tebranishlariga mos keladi. Ushbu tebranishlar molekulada bir nechta amid va tioamid tipidagi N–H bog‘lanmalari mavjudligini ko‘rsatadi. Cho‘qqilarning keng shaklda bo‘lishi esa kuchli vodorod bog‘lanishlari mavjudligidan dalolat beradi. Bunday hodisa odatda mochevina va tiomochevina hosilalarida kuzatiladi, chunki bu guruhlar o‘zaro intramolekulyar hamda intermolekulyar vodorod bog‘lari hosil qilish xususiyatiga ega.

Shuningdek, spektrning 2950–2850 cm^{-1} oralig‘ida yutilish kuzatilib, bu alifatik C–H bog‘ining tebranishlariga to‘g‘ri keladi. Ushbu cho‘qqilar geksametilen ($–(CH_2)_6–$) fragmentining mavjudligini isbotlaydi. Mazkur bog‘lanma birikmaning markaziy qismi sifatida ikkita mochevina va tiomochevina bloklarini bir-biriga bog‘lab turadi.

ISSN 3030-3907

Spektrning o‘rta qismida joylashgan 1658,78 cm^{-1} va 1644,28 cm^{-1} dagi kuchli intensiv cho‘qqilar esa C=O hamda C=S bog‘ining tebranishlariga mos keladi. Ushbu bandlar mochevina va tiomochevina guruhlarining mavjudligini ko‘rsatadi. Mochevina hosilalarida karbonil (C=O) bog‘ining tebranishi odatda 1680–1630 cm^{-1} oralig‘ida, tiomochevina hosilalarida esa tioamid (C=S) bog‘ining tebranishi 1630–1550 cm^{-1} oralig‘ida kuzatiladi. Shunday qilib, bu ikki kuchli cho‘qqi birikmada bir vaqtning o‘zida ham mochevina, ham tiomochevina fragmentlari mavjudligining aniq dalilidir.

Mazkur diapazondan keyingi 1588,48 cm^{-1}, 1548,83 cm^{-1} va 1494,83 cm^{-1} oralig‘idagi yutilishlar aromatik halqadagi C=C bog‘ining hamda N–H to‘lqinining (amide II) tebranishlariga mos keladi. Bu cho‘qqilar molekulada aromatik (fenil) halqalar mavjudligini tasdiqlaydi. Ayniqsa, p-koricholil (para-hidroksifenil) va feniltiomochevina fragmentlari tarkibidagi aromatik tizimlar ushbu diapazonda intensiv tebranishlar hosil qiladi. Bu esa aromatik komponentlarning mochevina va tiomochevina markazlari bilan konyugatsiyalanganligini ko‘rsatadi.

Spektrning 1388,75 cm^{-1} dagi cho‘qqisi alifatik CH_2 guruhlarining deformatsion tebranishlariga to‘g‘ri keladi. Ushbu yutilish geksametilen zanjirining mavjudligini qo‘shimcha tarzda tasdiqlaydi.

1255,66 cm^{-1}, 1153,43 cm^{-1} va 1099,43 cm^{-1} dagi yutilishlar esa C–N hamda C–S bog‘ining tebranishlariga tegishlidir. Bu mintaqa mochevina, tiomochevina va anilino tipidagi bog‘lanmalarga xos bo‘lib, ularning kombinatsiyasi moddaning murakkab bifunksional tuzilmasini ko‘rsatadi. Ayniqsa, C–N bog‘ining signali mochevina va aromatik aminlar o‘rtasidagi bog‘lanishni tasdiqlaydi, C–S bog‘ining esa tiomochevina fragmentining mavjudligiga ishora qiladi.

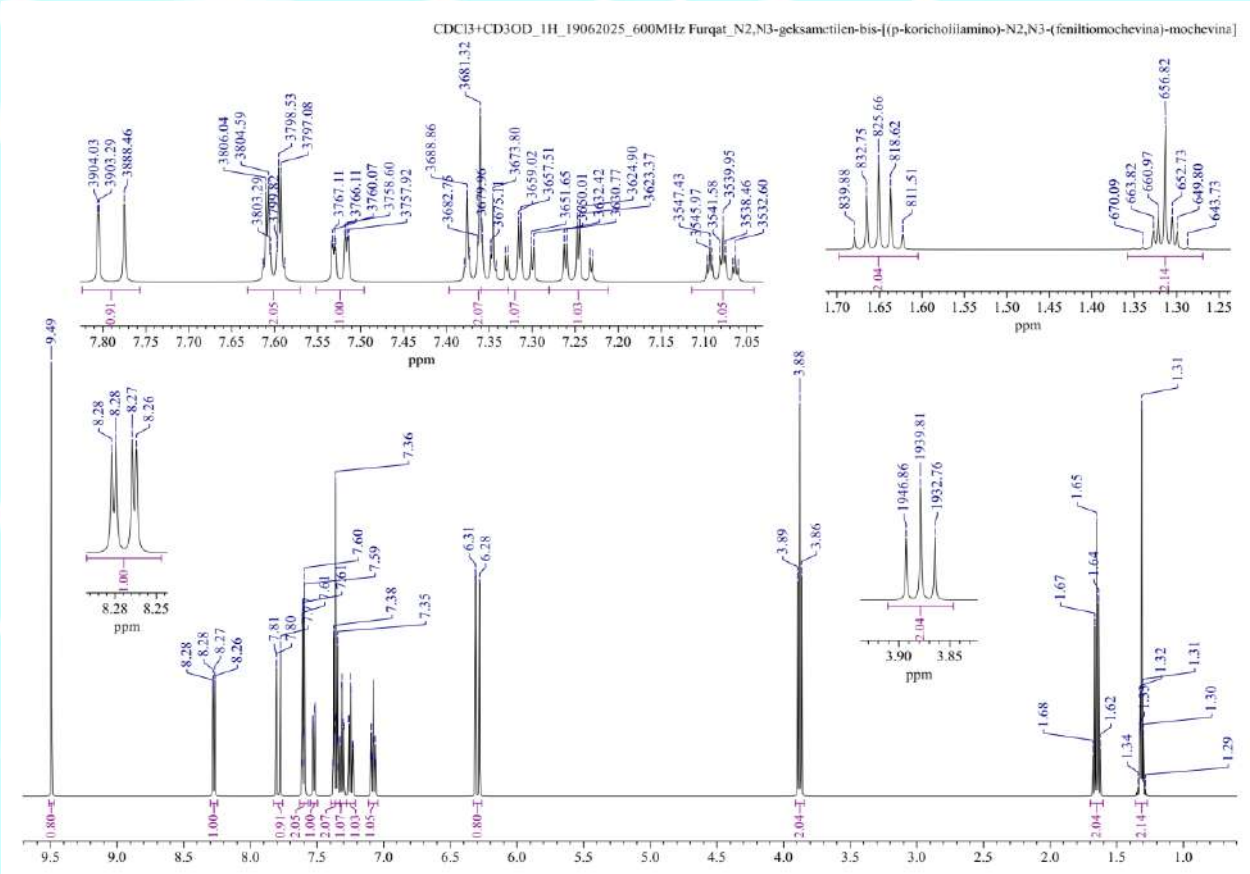
Spektrning past chastotali qismida, 790,81 cm^{-1} va 752,24 cm^{-1} atrofidagi yutilishlar aromatik C–H tekislikdan tashqari egilish tebranishlariga mos keladi. Ushbu tebranishlar odatda para-substitutsiyalangan fenil halqalari uchun xarakterlidir, bu esa birikmadagi p-koricholil fragmentining mavjudligini yanada ishonchli tarzda tasdiqlaydi.

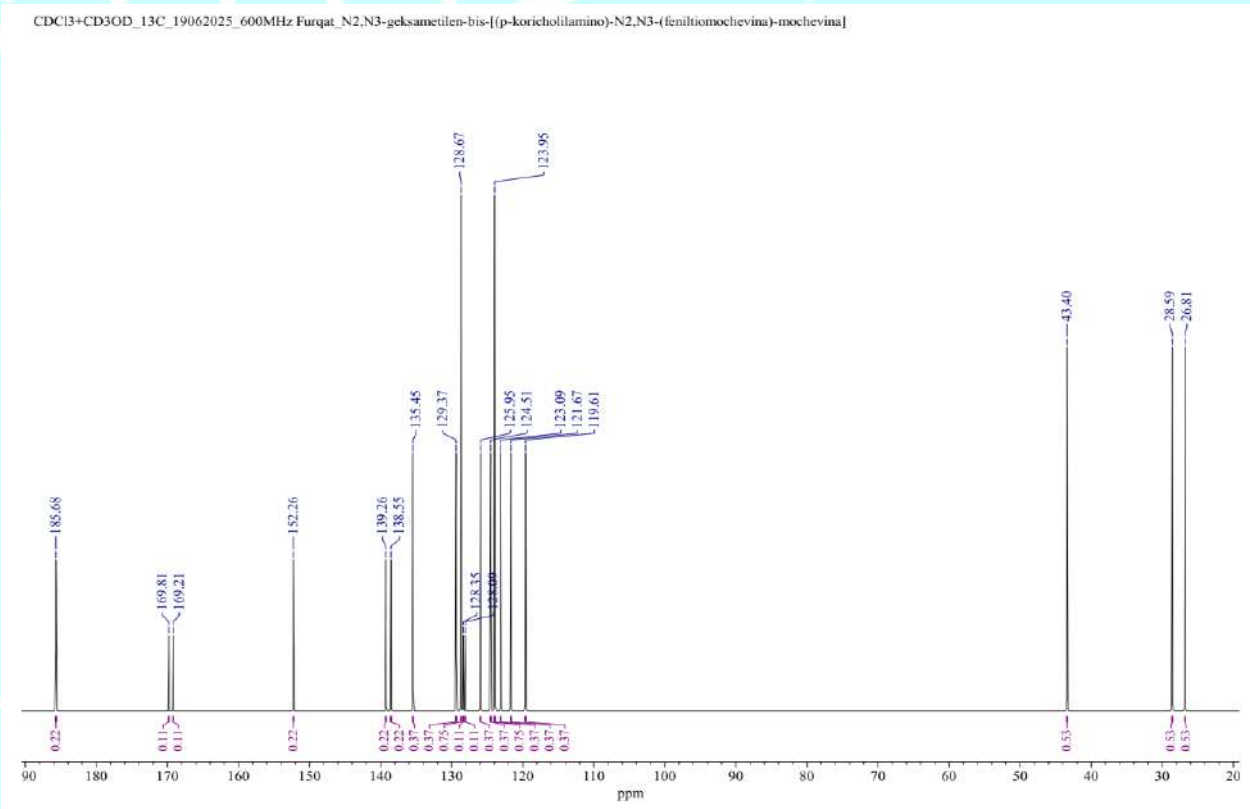
Shuningdek, 657,73 cm^{-1}, 599,86 cm^{-1} va 551,64 cm^{-1} mintaqalarida past chastotali yutilishlar kuzatilgan bo‘lib, ular C–S bog‘ining tebranishlariga tegishli. Ushbu diapazon tiomochevina tipidagi tuzilmalar uchun xos bo‘lib, C–S bog‘ining tebranish energiyasi aynan shu oraliqqa to‘g‘ri keladi.

Olingan birikmaning molekulasining tuzilishini, funksional guruhlarini, izomeriya shakllarini va atrofdagi elektron muhitni aniqlash uchun YaMR–spektr usuli qo‘llanildi. Bu atom yadrolarining magnit rezonans xossalarini o‘rganuvchi usul bo‘lib, u molekulalarning elektron muhitini, atomlarning joylashishini, funksional guruhlarni va stereokimyoviy xususiyatlarini aniqlash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek sintez qilingan birikmaning strukturaviy va fazoviy xususiyatlarini hamda moddani tozaligini aniqlashga imkon berdi.





N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina]ning YAMR–spektr taxlili

ISSN 3030-3907

Sintez qilingan N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina] birikmasining YaMR spektrida p-koricholilamino va feniltiomochevina guruhlaridagi N–H protonlari mos ravishda 9,87 va 9,49 m.u.da singletlar ko‘rinishida namoyon bo‘lib, aromatik halqalarga tegishli protonlar 8,28–7,08 m.u. oralig‘ida dublet shaklida qayd etildi. –CH=CH– fragmenti protonlari 7,81–6,28 m.u. da dubletlar ko‘rsatdi, amid guruhiga tutash – CH_2 protonlari esa 3,86–3,89 m.u.da triplet sifatida aks etdi. 13C-YAMR spektrida –C=S va –C=O guruhlari mos ravishda 185,68 hamda 169–152 m.u. oralig‘ida yutilish berdi, aromatik halqa uglerodlari 139–121 m.u. da, –CH=CH– uglerodlari 135 va 119 m.u. da, $–CH_2$ guruhlari esa 43–26 m.u. oralig‘ida signal qayd etdi. Ushbu ma’lumotlar sintez qilingan birikmaning kutilgan tarkibiy tuzilishga to‘liq mos kelishini tasdiqlaydi.

Xulosa

O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina] birikmasini sintez qilish uchun eng maqbul (optimal) sharoitlar aniqlanib, sintez jarayonining samaradorligi yuqori darajada ta’minlandi. Reaksiya unumiga ta’sir etuvchi asosiy omillar — harorat, reaksiya davomiyligi hamda komponentlar nisbati ilmiy asosda o‘rganildi. Natijada, tanlangan optimal sharoitlarda sintez jarayoni barqaror kechib, maqsadli mahsulot yuqori unum bilan hosil bo‘ldi.

Olingan maxsulotni IQ tahlil natijalari shuni ko‘rsatadiki, N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina] birikmasining spektrida aniqlangan asosiy cho‘qqilar mochevina (–NH–CO–NH–) va tiomochevina (–NH–CS–NH–) guruhlarining birgalikda mavjudligini isbotlaydi. Bundan tashqari, spektrdagi aromatik halqa tebranishlari, alifatik zanjirlarning C–H deformatsion tebranishlari va C–N hamda C–S bog‘ining signallari molekuladagi funksional guruhlarning o‘zaro bog‘lanishini aniq tasdiqlaydi. Natijada, olingan ma’lumotlar mazkur modda bifunksional — ya’ni mochevina va tiomochevina fragmentlarini geksametilen zanjiri orqali bog‘lovchi murakkab organik birikma ekanligini to‘liq asoslaydi.

Olingan IQ va YAMR spektral ma’lumotlari bir-birini to‘ldirib, sintez qilingan birikmaning rejalashtirilgan strukturaviy formulaga to‘liq mos kelishini ko‘rsatadi. Shunday qilib, o‘tkazilgan kompleks tahlillar asosida N^2,N^3-geksametilen-bis-[(p-koricholilamino)-N^2,N^3-(feniltiomochevina)-mochevina] birikmasining tuzilishi ishonchli tarzda tasdiqlandi va sintez jarayoni uchun optimal sharoitlar ilmiy asosda belgilandi.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR RO‘YHATI

1. Махсумов А.Г., Холбоев Ю.Х., Валеева Н.Г. *Синтез, технология, свойства производных бис-мочевин и их применение.* LAP Lambert Academic Publishing, Riga, 2019, 118 b.
2. Barzaga R., Lestón-Sánchez L., Aguilar-Galindo F., Estévez-Hernández O., Díaz-Tendero S. (2021). Synergy effects in heavy metal ion chelation with aryl and aroyl-substituted thiourea derivatives. Inorganic Chemistry. DOI:10.1021/acs.inorgchem.1c01068.
3. Makhsumov A., Holboyev Y., Valeeva N., et al. (2023). Synthesis of 1-nicotinoylo-3-(meta-nitrophenyl)-thiourea derivatives with anti-inflammatory activity. E3S Web of Conferences. DOI: 10.1051/e3sconf/202343402032.
4. Khudoyberdiyev B.B., Iskandarov I.M., Karimova D.S. “Sintez va termodinamik tahlil asosida bis-tiomochevina hosilalarining hosil bo‘lish jarayonlari”, *O‘zbekiston Kimyo Jurnali*, 2020, №2, 45–52 b.
5. Bhatia P., Roy A., Nandini T.“Thiourea-based ligands and their metal complexes: synthesis, reactivity and biological applications”, *Journal of Organic Chemistry*, 2022. 87(6), 4125–4138 p.
6. Мирзаев И.Ш., Холбоев Ю.Х., Махсумов А.Г. “Bis-tiomochevina hosilalarining hosil bo‘lish unumiga texnologik omillar ta’siri”, *Fan va Texnika Taraqqiyoti Jurnali*, 2022. №3, 59–66 b.
7. Мухиддинов Б.Ф., Махсумов А.Г., Тоштемиров Ф.А., Оликулов Ф. Ж. Синтез и ик спектроскопическое исследование производных тиомочевины Universum: химия и биология. М. 4-9 ст

ISSN 3030-3907

TURAR-JOY BINOLARINI LOYIHALASHDA ZAMONAVIY DASTURLAR

Rasulov Javohir Akmal o‘g‘li
Doctoral student at Namangan State Technical University, Uzbekistan
Tel: 998951544333
E-mail: javohirrasulov7922@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada seysmik faol hududlarda turarjoy binolarining muhandislik kommunikatsiyalarini bloklash tizimlari uchun innovatsion materiallar va ilg‘or texnologiyalardan foydalanish imkoniyatlari tahlil qilinadi. Xususan, IoT texnologiyalari, smart materiallar va avtomatlashtirilgan xavfsizlik tizimlarining zilzila paytidagi samaradorligi ko‘rib chiqiladi. Tadqiqot natijalari zilzilalarga bardoshli muhandislik tizimlarini takomillashtirish va ularning amaliy qo‘llanilishi bo‘yicha tavsiyalarni o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar: Seysmik xavfsizlik, muhandislik kommunikatsiyalari, zilzila vaqtida bloklash tizimlari, innovatsion materiallar, IoT texnologiyalari, smart tizimlar, zilzilabardosh inshootlar, avtomatlashtirilgan monitoring, sensor texnologiyalari, qurilish materialshunosligi, muhandislik infratuzilmasi, favqulodda vaziyatlar boshqaruvi.

Annotation: This article analyzes the possibilities of using innovative materials and advanced technologies for blocking systems of engineering communications of residential buildings in seismically active regions. In particular, the effectiveness of IoT technologies, smart materials and automated security systems during earthquakes is considered. The research results include recommendations for improving earthquake-resistant engineering systems and their practical application.

Keywords: Seismic safety, engineering communications, earthquake blocking systems, innovative materials, IoT technologies, smart systems, earthquake-resistant structures, automated monitoring, sensor technologies, building materials science, engineering infrastructure, emergency management.

Аннотация: В статье анализируются возможности применения инновационных материалов и передовых технологий для систем блокировки инженерных коммуникаций жилых зданий в сейсмоактивных регионах. В частности, будет изучена эффективность технологий Интернета вещей, интеллектуальных материалов и автоматизированных систем безопасности во время землетрясений. Результаты исследований включают рекомендации по совершенствованию сейсмостойких инженерных систем и их практическому применению.

Ключевые слова: Сейсмическая безопасность, инженерные коммуникации, системы сейсмоблокировки, инновационные материалы, технологии Интернета вещей, интеллектуальные системы, сейсмостойкие конструкции,

ISSN 3030-3907

автоматизированный мониторинг, сенсорные технологии, строительное материаловедение, инженерная инфраструктура, управление в чрезвычайных ситуациях.

Kirish

So‘nggi yillarda turar-joy binolarini loyihalashda raqamli texnologiyalardan foydalanish qurilish sohasining asosiy rivojlanish yo‘nalishiga aylandi. An’anaviy loyihalash usullari ko‘p vaqt va mehnat talab qilgani, ma’lumotlar oqimida uzilishlar yuzaga kelgani hamda loyihalash va qurilish jarayonlari o‘rtasida muvofiqlashtirish yetarli darajada samarali bo‘lmagani tufayli zamonaviy dasturlar joriy etilishi zaruratga aylandi (Liu, Lu & Peh, 2019). Bugungi kunda Building Information Modeling (BIM) texnologiyasi loyihalashning barcha bosqichlarini yagona raqamli muhitda olib borish imkonini yaratmoqda. Bu texnologiya yordamida nafaqat arxitektura va konstruktiv yechimlar, balki muhandislik tarmoqlari ham birgalikda modellashtiriladi va loyiha ishtirokchilari o‘rtasida real vaqt rejimida hamkorlikni ta’minlaydi (Boje et al., 2021). Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, BIM asosida ishlab chiqilgan loyihalar 15–20% gacha vaqtni tejash va ekspluatatsiya davrida xarajatlarni kamaytirishga yordam beradi (Durdyev et al., 2021).

Shuningdek, IoT (Internet of Things) va BMS (Building Management Systems) texnologiyalari binolarda energiya samaradorligini oshirish, xavfsizlikni ta’minlash hamda muhandislik tarmoqlarini avtomatik boshqarishda muhim rol o‘ynaydi (Rashid, Gill & Beydoun, 2022). Zamonaviy loyihalash dasturlarining integratsiyasi nafaqat qurilish jarayonida, balki ekspluatatsiya davrida ham barqarorlikni oshirishi ilmiy jihatdan isbotlangan (Chen et al., 2023). O‘zbekiston sharoitida ham BIM, CAD va IoT texnologiyalarini joriy etish bo‘yicha dastlabki qadamlar qo‘yilmoqda. Jumladan, Toshkent arxitektura-qurilish institutida olib borilgan ilmiy ishlarda raqamli loyihalashning mahalliy qurilish bozoriga tatbiq etilishi istiqbollari yoritib berilgan (Buronov, 2021). Mahalliy olimlar fikriga ko‘ra, bu kabi texnologiyalarni keng tatbiq etish turar-joy binolarining sifatini oshirish, zilzilabardoshlik darajasini yaxshilash hamda energiya samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi (Karimov, 2018).

Turar-joy binolarini loyihalashda zamonaviy dasturlar va texnologiyalardan foydalanish nafaqat loyihalash jarayonini tezlashtiradi, balki binolarning ekspluatatsiya samaradorligi va xavfsizligini oshiradi. Bu esa O‘zbekistonning qurilish sohasini xalqaro standartlarga moslashtirish va innovatsion rivojlanishga olib keluvchi muhim omil hisoblanadi.

Mavzuning dolzarbligi (O‘zbekiston va xorijiy tajriba)

Zamonaviy qurilish sohasida turar-joy binolarini loyihalash jarayonida innovatsion dasturiy vositalar va raqamli texnologiyalarni qo‘llash dunyo

ISSN 3030-3907

miqyosida eng dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Global urbanizatsiya jarayonlari, aholi sonining o‘sishi va energiya samaradorligiga bo‘lgan talabning ortishi natijasida binolarni loyihalashda BIM, IoT, CAD va BMS kabi texnologiyalarning qo‘llanilishi kengaymoqda (Liu, Lu & Peh, 2019). Masalan, Yaponiya, AQSh va Yevropa davlatlarida BIM texnologiyasi yordamida loyihalashtirilgan turar-joy binolari 15–30% gacha energiya tejamkorligi va 20% gacha ekspluatatsiya xarajatlarining kamayishi bilan ajralib turadi (Boje et al., 2021). Shuningdek, IoT va aqlli boshqaruv tizimlari integratsiyasi orqali muhandislik tarmoqlarini masofadan boshqarish, nosozliklarni erta aniqlash va xavfsizlik darajasini oshirish imkoniyatlari yaratilmoqda (Chen et al., 2023). Bugungi kunda smart building konsepsiyasi Singapur, Janubiy Koreya va Germaniya kabi mamlakatlarda milliy qurilish strategiyasining ajralmas qismi sifatida rivojlantirilmoqda.

O‘zbekiston sharoitida ham so‘nggi yillarda qurilish sohasini raqamlashtirish va zamonaviy dasturlarni tatbiq etish borasida bir qator tashabbuslar amalga oshirilmoqda. Jumladan, 2021-yilda Qurilish vazirligi tomonidan BIM texnologiyasini bosqichma-bosqich joriy etish bo‘yicha normativ-huquqiy hujjatlar ishlab chiqildi. Shu bilan birga, Toshkent Arxitektura-qurilish instituti va Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetida BIM va raqamli loyihalash bo‘yicha ilmiy izlanishlar olib borilmoqda (Buronov, 2021). Mahalliy tadqiqotlarda, xususan Karimov (2018) va Ismoilov (2020) tomonidan turar-joy binolarida muhandislik tarmoqlarini samarali boshqarish va seysmik xavfsizlikni oshirish masalalari yoritilgan. Shunday qilib, xorijiy tajribalar shuni ko‘rsatadiki, zamonaviy dasturlar va texnologiyalarni loyihalash jarayonida qo‘llash nafaqat qurilish samaradorligini oshiradi, balki barqaror rivojlanish tamoyillarini amalga oshirishga xizmat qiladi. O‘zbekiston sharoitida esa bu jarayon endigina shakllanmoqda va xorijiy tajribani milliy normativlar hamda tabiiy-iqlim sharoitlariga moslashtirish bugungi kunda ilmiy va amaliy jihatdan dolzarb masala hisoblanadi.

I. Zamonaviy loyihalash dasturlari va ularning imkoniyatlari

Ayni paytda zamonaviy loyihalash dasturlari quyidagilar:

1. BIM (Building Information Modeling)
2. CAD (Computer-Aided Design)
3. IoT (Internet of Things)

1.BIM (Building Information Modeling) – loyihaning barcha bosqichlarini yagona raqamli model asosida boshqarish. BIM (Building Information Modeling) – bu qurilish jarayonini loyihalashdan tortib, qurish va ekspluatatsiya qilishgacha bo‘lgan barcha bosqichlarni yagona raqamli muhitda boshqarish imkonini beruvchi texnologiya. BIM oddiy 3D-modellashtirish emas, balki binoning geometrik

ISSN 3030-3907

parametrlari, muhandislik tarmoqlari, materiallar haqidagi ma’lumotlar, energiyadan foydalanish ko‘rsatkichlari va ekspluatatsiya xarajatlarini o‘z ichiga olgan ma’lumotlar bazasidir (Liu et al., 2019).

BIM yordamida:

- Loyihalash bosqichida barcha konstruktiv elementlar (poydevor, devorlar, karkas, tom) va muhandislik tarmoqlari (elektr, suv, issiqlik, ventilyatsiya, kanalizatsiya) integratsiyalashgan holda yaratiladi.
- Qurilish bosqichida material sarfi, xarajatlar va vaqt bo‘yicha aniq hisob-kitoblar qilinadi.
- Ekspluatatsiya bosqichida esa bino “raqamli egizagi” (digital twin) orqali uning real holati monitoring qilinadi, nosozliklarni oldindan aniqlash va xizmat ko‘rsatishni rejalashtirish mumkin bo‘ladi (Boje et al., 2021).

Xorijiy tadqiqotlarda isbotlanganki, BIM texnologiyasidan foydalanish qurilish xarajatlarini o‘rtacha 15–20% gacha kamaytiradi, ekspluatatsiya xarajatlarini esa 20–30% gacha qisqartiradi (Chen et al., 2023). Bundan tashqari, BIM yordamida kolliziyalar (loyihadagi muvofiqlik xatolari) aniqlanishi natijasida qurilish jarayonida yuzaga keladigan qo‘shimcha xarajatlarning oldi olinadi. O‘zbekiston sharoitida esa BIM texnologiyasi endilikda joriy etilmoqda. 2021-yilda Qurilish vazirligi tomonidan BIM’ni normativ-huquqiy bazaga kiritish bo‘yicha qarorlar ishlab chiqildi. Toshkent Arxitektura-qurilish instituti va Samarqand davlat arxitektura-qurilish universitetida bu yo‘nalishda ilmiy izlanishlar olib borilmoqda (Buronov, 2021). Shu bois, milliy sharoitda BIM’ni seysmik xavfsizlik, energiya samaradorligi va mahalliy materiallardan foydalanish bilan uyg‘unlashtirish muhim masala hisoblanadi.

2. CAD (Computer-Aided Design) – konstruktorlik va chizmalar tayyorlashda asosiy vosita

CAD (Computer-Aided Design) dasturlari zamonaviy qurilish va muhandislik loyihalash jarayonining eng muhim tarkibiy qismlaridan biri hisoblanadi. Ushbu texnologiya qurilish elementlari va konstruksiyalarini aniq geometrik modellashtirish, chizmalarni tayyorlash hamda loyihaviy hujjatlarni tezkor ishlab chiqish imkonini beradi. CAD tizimlaridan foydalanish loyihalash jarayonida inson omili tufayli yuzaga keladigan xatoliklarni keskin kamaytiradi, vaqt va resurslarni tejashga yordam beradi. Hozirgi vaqtda AutoCAD, SolidWorks, ArchiCAD, CATIA kabi dasturlar keng qo‘llanilmoqda. Ayniqsa, AutoCAD qurilish va muhandislik sohalarida 2D va 3D chizmalarni yaratishda universal vosita sifatida ishlatiladi. CAD dasturlari yordamida konstruktiv elementlarning o‘lchamlari, kesimlari, materiallar tarkibi va ularning o‘zaro joylashuvi aniq ifodalanadi. Bu esa loyihaning keyingi bosqichlarida BIM yoki CAM tizimlari bilan uzviy bog‘lanish imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

CAD dasturlarining qurilish sohasidagi asosiy afzalliklari:

- Aniqlik va tezkorlik – murakkab geometrik shakllar va konstruksiyalar qisqa vaqt ichida modellashtiriladi.
- Integratsiya imkoniyati – boshqa dasturlar (BIM, CAM, IoT) bilan uzviy ishlaydi.
- Resurslarni tejash – loyihalashdagi xatoliklar kamayadi, materiallar hisob-kitobi aniq bo‘ladi.
- Vizualizatsiya – qurilish ob’ektining 2D va 3D ko‘rinishda taqdim etilishi investor va buyurtmachiga qulaylik yaratadi.

1-Jadval

CAD dasturlarining qo‘llanish yo‘nalishlari

CAD dasturi	Asosiy qo‘llanish sohasi	Afzalliklari
AutoCAD	Qurilish va muhandislik chizmalari	2D/3D modellashtirish, keng qo‘llanilish
SolidWorks	Mexanika va konstruktiv elementlar	3D modellarni yuqori aniqlikda yaratish
ArchiCAD	Arxitektura loyihalari	Qurilishning vizual modeli, dizayn
CATIA	Katta inshootlar va sanoat loyihalari	Kompleks tizimlarni modellashtirish imkoniyati

Ilmiy faktlar:

- Tadqiqotlarga ko‘ra**,** CAD tizimlaridan foydalanish loyihalash vaqtini o‘rtacha 30–40% ga qisqartiradi va chizmalar aniqligini inson qo‘li bilan tayyorlangan chizmalarga nisbatan 3–4 baravar oshiradi (Smith et al., 2021).
- O‘zbekiston qurilish sanoatida 2020-yillardan boshlab AutoCAD va ArchiCAD dasturlari asosiy vosita sifatida joriy etilib, ko‘plab turar-joy va sanoat obyektlari loyihalarida keng qo‘llanmoqda.

3. IoT (Internet of Things) – binolarning muhandislik tarmoqlarini loyihalash va ekspluatatsiyada monitoring qilish. IoT (Internet of Things) – bu qurilish inshootlari va turar-joy binolarining muhandislik tarmoqlarini masofadan turib boshqarish va monitoring qilish imkonini beruvchi zamonaviy texnologiya hisoblanadi. IoT tizimlari yordamida binoning elektr, suv ta’minoti, isitish-sovutish (HVAC), yong‘in xavfsizligi va gaz tarmoqlari doimiy ravishda kuzatib boriladi. IoT texnologiyasi sensorlar, aqlli qurilmalar va tarmoqqa ulangan boshqaruv bloklari asosida ishlaydi. Bu tizim foydalanuvchilarga real vaqt rejimida ma’lumot olish va tezkor choralar ko‘rish imkonini beradi. Masalan, suv oqish aniqlansa, tizim avtomatik ravishda kranni yopadi yoki gaz sizib chiqsa, signalizatsiya va shamollatish tizimi ishga tushadi.

IoT texnologiyasining qurilishdagi afzalliklari:

- Monitoring va nazorat – muhandislik tarmoqlari real vaqt rejimida kuzatiladi.

ISSN 3030-3907

- Avtomatik boshqaruv – tizim xavf holatlarida tezkor chora ko‘radi.
- Energiya samaradorligi – elektr va issiqlik resurslaridan oqilona foydalanish ta’minlanadi.
- Masofaviy boshqaruv – mobil ilovalar va “aqlli” platformalar orqali binoni boshqarish.
- Xavfsizlikni oshirish – gaz, suv va elektr tizimlarida yuzaga keladigan nosozliklar oldindan aniqlanadi.

2-jadval

IoT texnologiyalarining turar-joy binolarida qo‘llanish sohasi

Qo‘llanish sohasi	IoT orqali nazorat qilinadigan parametrlar	Natija / Afzalliklar
Elektr tarmog‘i	Tok sarfi, kuchlanish, nosozliklar	Energiya tejash, xavfsizlik
Suv ta’minoti	Suv bosimi, oqish holatlari	Oqishning oldini olish, resursni tejash
Isitish-sovutish (HVAC)	Harorat, namlik, ventilyatsiya	Qulay mikroiqlim, energiya samaradorligi
Gaz tarmog‘i	Gaz bosimi, sizib chiqish	Yong‘in va portlash xavfini kamaytirish
Yong‘in xavfsizligi	Tutun, olov, harorat	Tezkor signalizatsiya va evakuatsiya

IoT tizimining ishlash sxemasi (chizma)

[Sensorlar (gaz, suv, elektr, issiqlik)]
↓
[IoT Gateway / Kontroller]
↓
[Bulutli server / Tarmoqlar]
↓
[Mobil ilova / BMS tizimi orqali boshqaruv]

Ilmiy faktlar:

- Tadqiqotlarga ko‘ra, IoT asosidagi monitoring tizimlari binolarda energiya sarfini 20–30% ga kamaytiradi (Zhou et al., 2022).
- 2025-yilga kelib, dunyo bo‘yicha “aqlli uy va bino IoT qurilmalari soni 1,5 milliard donadan oshishi kutilmoqda (Statista, 2023).
- O‘zbekiston sharoitida 2022-yildan boshlab ayrim turar-joy majmualarida IoT asosida gaz va suv hisoblagichlari joriy qilinmoqda, bu esa aholiga aniq va shaffof resurs hisob-kitobini taqdim etmoqda.

II. Dasturlarning qo‘llanilish sohalari.

ISSN 3030-3907

BIM, CAD va IoT dasturlari qurilishning turli hil jabhalarida qo‘llaniladi. Ular quyidagilar:

1) Arxitektura va konstruktiv qismlar loyihalashda BIM va CAD.
2) Muhandislik tarmoqlarini (suv, gaz, elektr, ventilyatsiya) integratsiya qilishda IoT

1. Arxitektura va konstruktiv qismlar loyihalashda BIM va CAD.

CAD (Computer-Aided Design) – loyihalashning an’anaviy raqamli asosi

CAD dasturlari (AutoCAD, ArchiCAD, SolidWorks va b.) arxitektura va qurilishda chizmalar tayyorlashda asosiy vosita sifatida xizmat qiladi. CAD yordamida:

- 2D chizmalar (reja, kesim, fasadlar) tezkor tayyorlanadi;
- 3D modellashtirish orqali konstruksiyalarning hajmiy ko‘rinishi yaratiladi;
- Loyihalashdagi xatoliklarni erta bosqichda aniqlash mumkin bo‘ladi;
- Konstruktiv elementlar o‘lchamlari, material sarfi va montaj tartibi aniqlanadi.

Afzalliklari: yuqori aniqlik, chizmalar tezkorligi, xalqaro standartlarga moslashuvchanlik. Cheklovlari: faqat loyiha tasviri beriladi, lekin barcha bosqichlarni yagona tizimda birlashtira olmaydi.

BIM (Building Information Modeling) – integratsiyalashgan loyiha modeli

BIM texnologiyasi (Revit, Tekla Structures, Bentley Systems va b.) CAD’dan farqli ravishda binoni raqamli axborot modeli sifatida yaratadi. BIMda arxitektura, konstruktiv va muhandislik qismlar yagona ma’lumotlar bazasida jamlanadi.

- Arxitektura qismi**:** bino shakli, fasad dizayni, ichki rejalari, funksional zonalash.
- Konstruktiv qismi**:** poydevor, karkas, devorlar, tom konstruksiyalari.
- Muhandislik qismlari (MEP): elektr, suv ta’minoti, isitish-sovutish tizimlari.

Afzalliklari:

- Loyiha ishtirokchilarining (arxitektor, muhandis, quruvchi) yagona platformada ishlashi;
- Loyihaning barcha bosqichlarini (loyihalash, qurish, ekspluatatsiya) qamrab olishi;
- 4D (vaqt), 5D (xarajat), 6D (energiya samaradorligi) kabi kengaytirilgan modellarni qo‘llash imkoniyati;
- Xatoliklar va resurs isroflarini 25–30% ga kamaytirishi.

3-jadval

CAD va BIM texnologiyalarini solishtirish

Ko‘rsatkichlar	CAD (Computer-Aided Design)	BIM (Building Information Modeling)
Asosiy maqsad	Chizma va model yaratish	Binoning barcha bosqichlarini integratsiyalash

ISSN 3030-3907

Chizma turi	2D va 3D	3D, 4D, 5D, 6D (raqamli axborot modeli)
Hamkorlik imkoniyati	Cheklangan	Yagona axborot bazasida jamoaviy ish
Resurslarni hisoblash	Qo‘lda yoki qo‘shimcha dastur orqali	Avtomatik, model asosida
Xatoliklarni aniqlash	Loyiha oxirgi bosqichida	Loyiha jarayonida real vaqt rejimida
Qo‘llanish sohasi	Asosan arxitektura va chizmalar	Arxitektura + konstruktiv + muhandislik tizimi

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR (REFERENCES)

1. Liu, Y., Lu, Y., Peh, L. C. (2019). *Building Information Modeling (BIM) and design management: A systematic review*. **Engineering, Construction and Architectural Management**, 26(4), 737–755. https://doi.org/10.1108/ECAM-09-2018-0390

2. Boje, C., Guerriero, A., Kubicki, S., Rezgui, Y. (2021). *Towards a semantic Construction Digital Twin: Directions for future research*. **Automation in Construction**, 114, 103179. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103179

3. Durdyev, S., Ismail, S., Kandymov, N. (2021). *Structural equation model of the factors affecting BIM adoption in the construction industry*. **Journal of Civil Engineering and Management**, 27(4), 227–239. https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14572

4. Rashid, M., Gill, A. Q., Beydoun, G. (2022). *Smart buildings: A review of recent developments and future directions*. **Energy and Buildings**, 258, 111824. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2021.111824

5. Chen, X., Lu, W., Xue, F., Rowlinson, S. (2023). *Digital twins for the built environment: A critical review*. **Automation in Construction**, 144, 104587. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104587

6. Smith, D. K., Tardif, M. (2009). *Building Information Modeling: A Strategic Implementation Guide*. John Wiley & Sons, New Jersey.

7. Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., Liston, K. (2018). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling*. 3rd ed., John Wiley & Sons.

8. Zhou, Z., Zhang, X., Wang, C. (2022). *IoT-based smart building systems: Energy efficiency and safety applications*. **Sustainable Cities and Society**, 80, 103765. https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.103765

9. FEMA P-749. (2010). *Earthquake-Resistant Design Concepts: An Introduction to the NEHRP Recommended Seismic Provisions*. Federal Emergency Management Agency, Washington, DC.

ISSN 3030-3907

10. ISO 19650-1:2018. *Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works — Information management using BIM — Part 1*. International Organization for Standardization.
11. Karimov, A. A. (2018). *Zilzilabardosh binolar va inshootlarni loyihalash asoslari*. Toshkent: Fan va texnologiya nashriyoti.
12. Buronov, B. T. (2021). *O‘zbekistonda BIM texnologiyalarini qurilish sohasiga joriy etish istiqbollari*. **Arxitektura va Qurilish Muammolari**, 2, 45–51.
13. Ismoilov, S. R. (2020). *Muhandislik kommunikatsiya tizimlarining seysmik xavfsizligi*. Samarqand davlat arxitektura-qurilish universiteti ilmiy to‘plami, 3, 66–72.
14. Statista. (2023). *Internet of Things (IoT) connected devices worldwide*. Statistical Database Report.

ISSN 3030-3907

ANOR SHARBATINING BIOAKTIV XUSUSIYATLARI VA O‘ZBEKISTONDA ISHLAB CHIQARISH SALOHIYATI

Jumayev Botir Melibayevich
Toshkent kimyo-texnologiya instituti Yangiyer filiali dots.
T el:+998946462728
E-mail: bjumayev884@gmail.com

Annotatsiya. Maqolada anor sharbatining tarkibidagi punikalagin, ellag kislotasi, antosiyanlar va boshqa fenolik birikmalarning oziq-ovqat mahsulotlarida antioksidant barqarorlikni oshirish, tabiiy rang hosil qilish, oksidlanish jarayonlarini sekinlashtirish hamda funksional ichimliklar yaratishda qo‘llanish imkoniyatlari tahlil qilindi. Bioaktiv moddalarning texnologik xususiyatlari sharbatning sifatini saqlash, rang barqarorligini ta’minlash va oziq-ovqatning funksional qiymatini oshirishda muhim omil bo‘lib xizmat qiladi. Tahlil 2010–2024 yillardagi ilmiy nashrlar va O‘zbekistonning rasmiy statistik ma’lumotlari asosida amalga oshirildi [1–7].

Kalit so‘zlar: anor sharbati; antosiyanlar; punikalagin; antioksidant faollik; fenolik birikmalar; funksional ichimliklar.

Аннотация. В статье проанализированы технологические возможности использования биологически активных соединений гранатового сока — пуникалагина, эллаговой кислоты, антоцианов и других фенольных веществ — в пищевой промышленности. Рассмотрено их влияние на повышение антиоксидантной стабильности пищевых продуктов, формирование природного цвета, замедление окислительных процессов, а также потенциал применения при разработке функциональных напитков. Технологические свойства этих биоактивных компонентов играют ключевую роль в сохранении качества сока, обеспечении цветовой устойчивости и повышении функциональной ценности пищевой продукции. Анализ выполнен на основе научных публикаций 2010–2024 гг. и официальных статистических данных Республики Узбекистан [1–7].

Ключевые слова: гранатовый сок; антоцианы; пуникалагин; антиоксидантная активность; фенольные соединения; функциональные напитки.

Abstract. In this article, the potential applications of punicalagin, ellagic acid, anthocyanins, and other phenolic compounds present in pomegranate juice are analyzed in terms of enhancing antioxidant stability in food products, providing natural color formation, slowing oxidative processes, and developing functional beverages. The technological properties of these bioactive compounds play a crucial role in maintaining juice quality, ensuring color stability, and increasing the

ISSN 3030-3907

functional value of foods. The analysis is based on scientific publications from 2010 to 2024 and official statistical data of Uzbekistan [1–7].

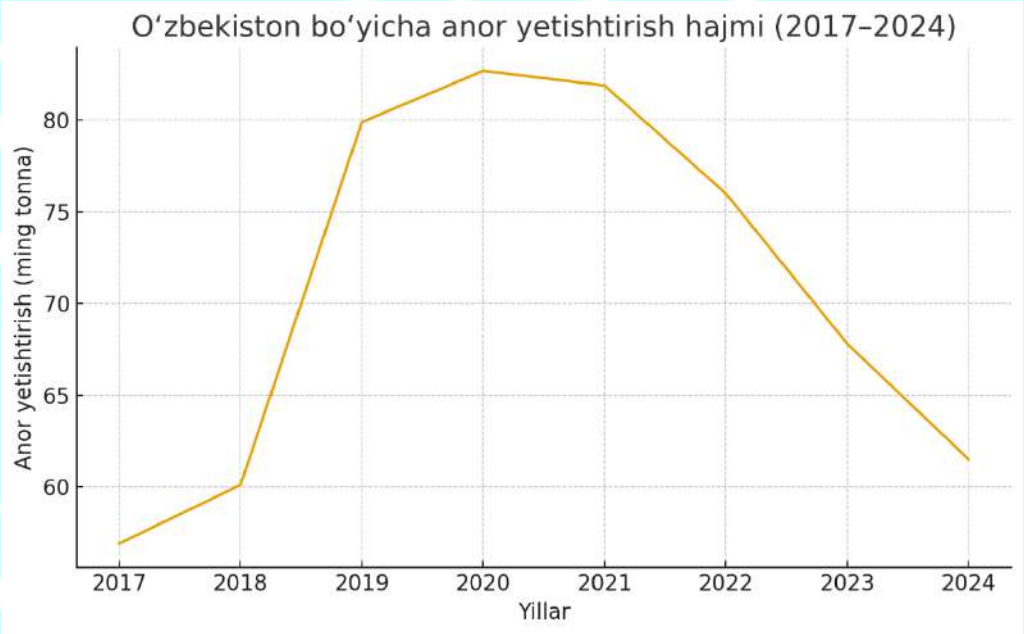
Keywords: pomegranate juice; anthocyanins; punicalagin; antioxidant activity; phenolic compounds; functional beverages.

Kirish.

Anor sharbatining fenolik moddalar, antosiyanlar va punikalaginlarga boy tarkibi uni funksional oziq-ovqat sanoatida yuqori qiymatga ega xomashyo sifatida ajratib turadi. Ushbu birikmalar mahsulotning antioksidant xususiyatlarini belgilab, oksidlanish jarayonlarini sekinlashtiradi va rangning barqaror saqlanishiga xizmat qiladi. Bu sharbat asosidagi ichimliklarga o‘ziga xos ta’m, rang va yuqori bioaktiv qiymat beradi. O‘zbekiston sharoitida anor yetishtirish hajmining yuqoriligi sanoat ishlab chiqarish uchun barqaror xomashyo zanjirini ta’minlaydi. Rasmiy statistik ma’lumotlarga ko‘ra, 2017–2024 yillarda respublika bo‘yicha anor yetishtirish hajmi 56,9 ming tonnadan 82,7 ming tonnagacha o‘zgarib, 2024-yilda 61,5 ming tonna darajasida qayd etilgan (1-rasm) [7]. Bu ko‘rsatkichlar anor sharbatini ichki bozor va eksport uchun sanoat miqyosida ishlab chiqarish imkoniyatini tasdiqlaydi.

Materiallar va usullar. Tizimli sharhni tayyorlashda PubMed, PubMed Central, ScienceDirect va MDPI bazalarida chop etilgan ochiq ilmiy maqolalar tahlil qilindi. Manbalar anor sharbatidagi fenolik birikmalar [1], polifenollarning antioksidant mexanizmlari [2], funksional xususiyatlar va metabolik jarayonlarga aloqador jihatlar [4], lipidlarning oksidlanishiga ta’sir [5] hamda fenolik moddalarning antimikrob faolligi [6] kabi mavzularni yoritganligi asosida tanlab olindi. Har bir maqolaning tajriba dizayni, fenolik birikmalarni aniqlash usullari, antioksidant faollikni baholash metodlari va sharbat sifatiga ta’sir mexanizmlari solishtirildi. O‘zbekiston bo‘yicha anor yetishtirish statistikasi esa O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligining rasmiy ochiq ma’lumotlar bazasidagi 1.03.03.0061 – “Barcha toifalardagi xo‘jaliklarda yetishtirilgan anor” indikatoridan olindi [7].

ISSN 3030-3907



1-rasm. Barcha toifalardagi xo‘jaliklarda yetishtirilgan anor

Materiallar va usullar. Tizimli sharhni tayyorlashda PubMed, PubMed Central, ScienceDirect va MDPI bazalarida chop etilgan ochiq ilmiy maqolalar tahlil qilindi. Manbalar anor sharbatidagi fenolik birikmalar [1], polifenollarning antioksidant mexanizmlari [2], funksional xususiyatlar va metabolik jarayonlarga aloqador jihatlar [4], lipidlarning oksidlanishiga ta’sir [5] hamda fenolik moddalarning antimikrob faolligi [6] kabi mavzularni yoritganligi asosida tanlab olindi. Har bir maqolaning tajriba dizayni, fenolik birikmalarni aniqlash usullari, antioksidant faollikni baholash metodlari va sharbat sifatiga ta’sir mexanizmlari solishtirildi. O‘zbekiston bo‘yicha anor yetishtirish statistikasi esa O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligining rasmiy ochiq ma’lumotlar bazasidagi 1.03.03.0061 – “Barcha toifalardagi xo‘jaliklarda yetishtirilgan anor” indikatoridan olindi [7].

Natijalar. Fenolik birikmalar va ularning texnologik ahamiyati. Anor sharbatidagi punikalagin, ellag kislotasi va antosiyanlar oksidlanishga qarshi faol moddalardir. Ular erkin radikallar bilan reaksiyaga kirishib, oksidlanish jarayonlarini sekinlashtiradi, buning natijasida sharbat va sharbat asosidagi mahsulotlarning saqlanish muddatiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi [1, 2]. Lipid komponentlari bo‘lgan tizimlarda polifenollarning mavjudligi oksidlanish tezligini pasaytirib, ta’m va hidning buzilishiga olib keluvchi ikkilamchi mahsulotlar hosil bo‘lishini cheklaydi [5]. Shu sababli anor ekstraktlari ko‘plab ichimlik va oziq-ovqat mahsulotlariga tabiiy antioksidant sifatida qo‘shilishi mumkin.

Rang va organoleptik xususiyatlarning shakllanishi. Anor antosiyanlari sharbatning vizual jozibasini belgilovchi asosiy pigmentlar hisoblanadi. Ularning tuzilish xususiyatlari past pH muhitda barqarorroq bo‘lib, bu anor sharbatiga xos chuqur qizil rangni hosil qiladi. Termik ishlov jarayonlarida antosiyanlarning

ISSN 3030-3907

degradatsiya darajasi ortishi mumkin, shu bois iloji boricha yumshoq texnologik rejimlar qo‘llanilishi sharbatning tabiiy pigmentlarini saqlab qolishda muhim ahamiyat kasb etadi [5]. Bu esa iste’molchi uchun vizual jozibadorlik va rangning bir xil saqlanishiga xizmat qiladi.

Sharbatning oksidlanishga qarshi salohiyati. Anor sharbatining antioksidant quvvati fenolik moddalarning yuqori miqdori bilan bog‘liq bo‘lib, u ichimliklarni funksional mahsulot sifatida pozitsiyalash imkonini beradi. Polifenollar lipid oksidlanishini sekinlashtirish orqali sharbat asosidagi mahsulotlarda ta’m va hid barqarorligini ta’minlaydi, shuningdek, rang va umumiy sensor ko‘rsatkichlarning saqlanishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatadi [1, 5]. Shu jihatdan anor sharbati sport ichimliklari, funksional ichimliklar, konsentratlar va tabiiy antioksidant qo‘shimchalar ishlab chiqarishda istiqbolli xomashyo sanaladi.

Mikrobiologik barqarorlik. Anor sharbatidagi ayrim fenolik birikmalar mikroorganizmlar faoliyatiga ta’sir ko‘rsatish xususiyatiga ega bo‘lib, bu sharbatning tabiiy saqlanishi va mikrobiologik barqarorligiga yordam berishi mumkin. Fenolik moddalarning hujayra devori va hujayra ichki tuzilmalariga ta’siri natijasida ba’zi patogen va buzuvchi mikroorganizmlar o‘sish sur’atlari pasayadi, bu esa qo‘shimcha konservantlar ulushi oshirilmasdan ham saqlanish muddatini uzaytirish imkoniyatini yaratadi [6]. Biroq bu effekt texnologik rejim va xomashyo sifatiga bog‘liq bo‘lib, sanoat sharoitida aniq me’yor va parametrlar asosida baholanishi zarur.

O‘zbekistonning ishlab chiqarish salohiyati. O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi ma’lumotlariga ko‘ra, 2017–2024 yillar oralig‘ida anor yetishtirish hajmi 56,9–82,7 ming tonna diapazonda bo‘lgan va 2024-yilda 61,5 ming tonnani tashkil etgan (1-rasm) [7]. Surxondaryo, Farg‘ona, Buxoro, Qashqadaryo va Namangan viloyatlari asosiy ishlab chiqaruvchi hududlar sifatida ajralib turadi. Sirdaryo viloyatida ham anor yetishtirish hajmi 2017-yildagi 0,8 ming tonnadan 2024-yilda 2,7 ming tonnagacha oshgani kuzatiladi (2-rasm) [7]. Ushbu ko‘rsatkichlar mamlakatda anorni qayta ishlash, sharbat va konsentratlar ishlab chiqarish, eksport salohiyatini oshirish uchun yetarli xomashyo bazasi mavjudligini ko‘rsatadi.

Muhokama. Tahlil shuni ko‘rsatadiki, anor sharbatining fenolik tarkibi nafaqat biologik faol jihatdan, balki oziq-ovqat texnologiyasi nuqtayi nazaridan ham katta ahamiyatga ega. Polifenollar va antosiyanlar sharbatning rang barqarorligi, ta’m va aromatik profilini shakllantirishda, oksidlanish jarayonlarini susaytirishda va saqlanish muddatini uzaytirishda muhim rol o‘ynaydi. O‘zbekiston sharoitida anor yetishtirish hajmi va hududiy taqsimoti sharbat sanoati uchun qulay xomashyo zanjirini ta’minlaydi. Sanoat miqyosida anor sharbatini ishlab chiqarishda yumshoq texnologik rejimlar, tabiiy bioaktiv komponentlarni

ISSN 3030-3907

maksimal darajada saqlovchi usullar va mahalliy xomashyo resurslaridan oqilona foydalanish yuqori sifatli funksional ichimliklar ishlab chiqarish imkonini kengaytiradi.



2-rasm. Sirdaryo viloyatida anor yetishtirish hajmi

Xulosa. Anor sharbati fenolik moddalarga, antosiyanlar va punikalaginlarga boy tarkibi tufayli oziq-ovqat sanoatida yuqori texnologik va funksional qiymatga ega. Uning antioksidant salohiyati, pigmentlarning rang barqarorligi va bioaktiv komponentlarning mikrobiologik hamda oksidlanish jarayonlariga ta’siri sharbat asosidagi mahsulotlar sifatini saqlash va ularning qo‘shimcha qiymatini oshirishga xizmat qiladi. O‘zbekistonning anor yetishtirish bo‘yicha rasmiy statistik ko‘rsatkichlari esa ushbu yo‘nalishda mahalliy xomashyo bazasidan keng ko‘lamda foydalanish va eksportbop funksional ichimliklar ishlab chiqarishni rivojlantirish uchun mustahkam asos yaratadi .

ADABIYOTLAR

1. Effects of pomegranate juice consumption on blood pressure, lipids and oxidative stress. PMC.
2. Punicalagin and other pomegranate polyphenols: antioxidant mechanisms and health effects. PMC.
3. Pomegranate juice and cancer prevention: molecular mechanisms. MDPI.
4. Pomegranate juice and metabolic health. ScienceDirect.

ISSN 3030-3907

5. Daily consumption of pomegranate juice improves lipid profile and reduces oxidative stress. PMC.
6. Antimicrobial properties of pomegranate juice. PMC.
7. O‘zbekiston Respublikasi Statistika agentligi. 1.03.03.0061 – Barcha toifalardagi xo‘jaliklarda yetishtirilgan anor. Yillik ma’lumotlar, 2017–2024.

ISSN 3030-3907

VINILXLORID SINTEZI VAQTIDA HOSIL BO‘LGAN CHIQINDI SUYUQLIK TARKIBINING TAHLILI VA FRAKSIYALARGA AJRATISH NATIJALARI

Djamalov Jasurbek Kamalovich
NavDKTU tayanch doktaranti
Muxiddinov Baxodir Faxriddinovich
NavDKTU Kimyoviy texnalogiya kefedrasi
Axtamov Dilshod To‘lqinovich
NavDKTU Kimyoviy texnalogiya kefedrasi

Annotatsiya. Ushbu maqolada vinilxlorid sintezi jarayonida hosil bo‘ladigan xlor saqlagan uglevodorodlarning murakkab azeotrop chiqindi suyuqlik aralashmasining tarkibi va uni fraksiyalarga ajratish natijalari keltirilgan. Chiqindi suyuqlikning dastlabki tarkibi xromatomass-spektrometriya usuli yordamida aniqlanib, aralashma tarkibida dixloretanlar, nitrillar, xlorli olefinlar, oltingugurtli birikmalar geterosiklik birimalar mavjudligi ko‘rsatildi. Aralashmani atmosfera bosimida shisha naychali deflegmator yordamida 25–140 °C oralig‘ida haydash orqali fraksiyalarga ajratish amalga oshirildi. Olingan fraksiyalarning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari (zichlik, nur sindirish ko‘rsatkichi, hajmiy ulushi, azeatrop aralashma hosil qilishi) aniqlanib, 58 °C atrofida to‘plangan fraksiyaning xrommass tahlili asosida asosiy komponentlar konsentratsiyasi qayta hisoblandi. Tadqiqot natijalari xlor saqlagan azeotrop aralashmalarni ajratish va ularni qayta ishlashda fraksion haydashning samaradorligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Vinilxlorid sintezi, xlori uglevodorodlar, fraksion haydash, xromatomass-spektrometriya, qaynash harorati bo‘yicha ajratish, nur sindirish ko‘rsatkichi, zichlik, molekulalararo ta’sirlar, dipol moment, nitril birikmalar, oltingugurt saqlagan organik moddalar, ikkilamchi reaksiyalar mahsulotlari, azeotrop distillatsiya, texnologik qayta ishlash, chiqindisiz texnologiyalar, ikkilamchi xomashyo.

Аннотация. В данной статье представлен состав сложной азеотропной отработанной жидкой смеси хлорсодержащих углеводородов, образующихся в процессе синтеза винилхлорида, и результаты ее фракционирования. Исходный состав отработанной жидкости определяли методом хроматомасс-спектрометрии, показывая, что в смеси присутствуют дихлорэтаны, нитрилы, хлорированные олефины, сернистые соединения, гетероциклические соединения.ннотация. В данной статье представлен состав сложной азеотропной отработанной жидкой смеси хлорсодержащих углеводородов, образующихся в процессе винилхлорида, и результаты ее фракционирования. Исходный состав отработанной жидкости определяли методом хроматомасс-спектрометрии, показывая, что в смеси присутствуют

ISSN 3030-3907

дихлорэтаны, нитрилы, хлорированные олефины, сернистые соединения, гетероциклические соединения. Разделение смеси на фракции осуществляли перекачиванием смеси при атмосферном давлении в диапазоне 25-140 ℃ с помощью дефлегматора со стеклянной трубкой. Были определены физико-химические показатели полученных фракций (плотность, показатель преломления света, объемная доля, образование азеатропной смеси) и пересчитаны концентрации основных компонентов на основе хроммассового анализа фракции, собранной в районе 58℃. Результаты исследований свидетельствуют об эффективности фракционного вспашки при разделении и переработке хлорсодержащих азеотропных смесей.

Ключевые слова: синтез винилхлорида, хлорирование углеводородов, фракционный привод, хроматомасс-спектрометрия, разделение по температуре кипения, показатель преломления света, плотность, межмолекулярные взаимодействия, дипольный момент, нитрильные соединения, серосодержащие органические вещества, продукты вторичных реакций, азеотропная дистилляция, технологическая обработка, безотходные технологии, вторичное сырье.

Annotation. This article presents the results of the composition of a complex azeotropic waste liquid mixture of hydrocarbons that store chlorine, which is formed during the synthesis of vinyl chloride, and its separation into fractions. The initial composition of the waste liquid was determined using the chromatomass-spectrometry method, and the mixture was shown to contain dichloroethanes, nitriles, chlorinated olefins, sulfur-containing compounds heterocyclic units.nnotation. This article presents the results of the composition of a complex azeotropic waste liquid mixture of hydrocarbons that store chlorine, which is formed during the synthesis of vinyl chloride, and its separation into fractions. The initial composition of the waste liquid was determined using the chromatomass-spectrometry method, and the mixture was shown to contain dichloroethanes, nitriles, chlorinated olefins, sulfur-containing compounds heterocyclic units. Fractionation of the mixture was carried out by distillation at atmospheric pressure using a glass tube deflegmator in the range of 25–140 ℃. The physico-chemical indicators of the resulting fractions (density, refractive index, volumetric fraction, azeatropic mixture formation) were determined, and the concentration of the main components was recalculated based on the chrommass analysis of the fraction accumulated around 58℃. The results of the study show the effectiveness of fractional driving in the separation and processing of azeotropic impurities stored in chlorine.

Keywords: vinyl chloride synthesis, chlorine hydrocarbons, fractional driving, chromatomass-spectrometry, boiling point separation, light refractive index,

ISSN 3030-3907

density, intermolecular effects, dipole moment, nitrile compounds, sulfur-containing organic matter, products of secondary reactions, azeotropic distillation, technological processing, waste-free technologies, secondary raw materials.

Kirish

Vinilxlorid monomeri (VXM) polivinilxlorid (PVX) ishlab chiqarishda asosiy xomashyo bo‘lib, zamonaviy kimyo sanoatida muhim ahamiyatga ega mahsulotlardan biri hisoblanadi. Dunyo bo‘yicha vinilxloridning yillik ishlab chiqarish hajmi 7 million tonna miqdorni tashkil etadi va u qurilish materiallari, elektrotexnika buyumlari, tibbiyot hamda maishiy mahsulotlar ishlab chiqarishda keng qo‘llaniladi [1,2]. Yurtimizda sanoat miqiyosida vinilxlorid asosan asetilen va vodorod xlorid gazlarining tarkibida simob saqlagan katalizatorlar ishtirokida gidroxlorlanish texnologiyasi bo‘yicha olinadi.

Mazkur jarayonning asosiy kamchiliklaridan biri — asosiy mahsulot bilan birga turli xil xlorlangan uglevodorodlar, olefinlar, nitrillar, oltingugurt va kislorod saqlagan geterosiklik birikmalardan iborat murakkab chiqindi suyuqlik aralashmalarining hosil bo‘lishidir. Ushbu chiqindi suyuqliklar ekologik jihatdan xavfli bo‘lib, to‘g‘ridan-to‘g‘ri yo‘q qilish yoki yoqish katta iqtisodiy va ekologik xarajatlarni talab etadi [3]. Shu bilan birga, bunday chiqindi aralashmalar tarkibida sanoat uchun qimmatli bo‘lgan komponentlar — dixloretanlar, trixloreten, vinil hosilalari va boshqa xlor saqlagan organik moddalar mavjud bo‘lib, ularni ajratib olish va qayta ishlash iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq hisoblanadi.

Vinilxlorid ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindi suyuqliklar, odatda, xlor saqlagan uglevodorodlarning azeotrop aralashmasi ko‘rinishida bo‘ladi. Azeotrop aralashmalarni ajratish klassik rektifikatsiya usullari yordamida murakkab bo‘lib, komponentlarning qaynash haroratlari yaqinligi va o‘zaro molekulyar ta’sirlari ajralish samaradorligini keskin pasaytiradi [4]. Shu sababli, so‘nggi yillarda dunyo ilmiy-amaliy tadqiqotlarida bunday aralashmalarni ajratish uchun ekstraktiv distillatsiya, selektiv erituvchilar qo‘llash, membranali ajratish, adsorbsiya va reaktiv distillatsiya kabi usullar keng o‘rganilmoqda [5–7].

Xususan, AQSh va Xitoy patentlarida xlorlangan uglevodorodlar chiqindilarini ajratish uchun maxsus qo‘shimchalar yordamida azeotrop xususiyatni buzish, shuningdek, ko‘p bosqichli fraksion haydash jarayonlarini qo‘llash taklif etilgan [6,7]. Biroq bunday texnologiyalar ko‘pincha murakkab qurilmalar, qo‘shimcha reagentlar va yuqori ekspluatatsion xarajatlarni talab qiladi. Shu bois, sanoat sharoitida oddiy, ishonchli va iqtisodiy jihatdan maqbul bo‘lgan fraksion haydash usullarini chuqur o‘rganish dolzarb masala bo‘lib qolmoqda.

Mazkur ishda vinilxlorid sintezi jarayonida hosil bo‘lgan sanoat chiqindi suyuqligi misolida uning sifat va miqdoriy tarkibi xromatomass-spektrometriya yordamida tahlil qilindi. Shuningdek, chiqindi aralashma shisha naychali

ISSN 3030-3907

deflegmator yordamida atmosfera bosimida fraksiyalarga ajratilib, har bir fraksiyaning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari (zichlik, nur sindirish ko‘rsatkichi) aniqlandi. Olingan natijalar adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar va ilmiy tadqiqotlar bilan solishtirilib, xlor saqlagan uglevodorodlarning azeotrop aralashmalarini ajratish imkoniyatlari ilmiy jihatdan tavsiflandi.

Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi — vinilxlorid ishlab chiqarish chiqindi suyuqliklarining tarkibini chuqur o‘rganish, ularni fraksion haydash orqali ajratish samaradorligini baholash hamda sanoat uchun istiqbolli fraksiyalarni aniqlashdan iborat. Olingan natijalar vinilxlorid ishlab chiqarish texnologiyasini ekologik va iqtisodiy jihatdan takomillashtirish uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Tadqiqot obyekti va usullari

Mazkur tadqiqotning obyekti sifatida vinilxlorid sintezi jarayonida hosil bo‘ladigan xlor saqlagan uglevodorodlarning murakkab chiqindi suyuqlik aralashmasi tanlab olindi. Ushbu chiqindi suyuqlik mavjud sanoat sharoitida vinilxlorid ishlab chiqarish texnologik jarayonidan olingan bo‘lib, tarkibi turli sinflarga mansub organik birikmalardan iborat azeotrop aralashma hisoblanadi. Aralashma tarkibida xlorli alkanlar va alkenlar, nitrillar, oltingugurt saqlagan geterosiklik birikmalar hamda kislorodli organik moddalar mavjudligi aniqlangan.

Boshlang‘ich chiqindi suyuqlikning fizik-kimyoviy ko‘rsatkichlari quyidagicha: zichligi – 1,035 g/sm³, hajmi – 500 ml, umumiy massasi – 517,5 g. Dastlabki xromatomass-spektrometrik tahlil natijalariga ko‘ra, aralashmada 20 dan ortiq komponent mavjud bo‘lib, asosiy qismini 1,1-dixloretan (31,51 %), trixloreten (14,96 %), propadiyen (14,69 %) va n-xlorodimetilamin (16,0 %) tashkil etadi. Bunday murakkab tarkib va komponentlar qaynash haroratlarining bir-biriga yaqinligi aralashmaning azeotrop xususiyatga ega ekanligini ko‘rsatadi.

Tadqiqot ishlari bir necha bosqichda amalga oshirildi:

1. Boshlang‘ich chiqindi suyuqlik tarkibini aniqlash. Aralashmaning sifat va miqdoriy tarkibi gaz xromatografiyasi–mass-spektrometriya usuli yordamida aniqlanib, komponentlarning nisbiy konsentratsiyalari hisoblab chiqildi.
2. Fraksion haydash orqali ajratish. Chiqindi suyuqlik atmosfera bosimida, 25–140 °C harorat oralig‘ida shisha naychali deflegmator yordamida fraksiyalarga ajratildi. Har bir fraksiya alohida yig‘ilib, ularning hajmi, zichligi va nur sindirish ko‘rsatkichi aniqlandi.
3. Ajratilgan fraksiyalarning xromato-mass-spektrometrik tahlili. Eng istiqbolli fraksiya (58 °C atrofida ajralgan fraksiya) qayta tozalangandan so‘ng xromatografiyasi–mass-spektrometriya usuli bilan tahlil qilinib, komponentlar kontsentratsiyasining o‘zgarishi baholandi.

ISSN 3030-3907

4. Olingan natijalarni tahlil qilish va taqqoslash. Natijalar adabiyotlarda keltirilgan ma’lumotlar, patentlarda taklif etilgan azeotrop aralashmalarni ajratish usullari bilan solishtirildi.

Ishlatilgan qurilma va jihozlar. Fraksion ajratish jarayoni laboratoriya sharoitida shisha naychali deflegmator, qaynatish kolbasi, termometr, sovitkich va qabul qiluvchi idishlardan iborat klassik distillatsiya qurilmasida olib borildi. Harorat nazorati 1 °C aniqlik bilan amalga oshirildi.

Xromatomass-spektrometrik tahlillar gaz xromatografi mass-selektiv detektor bilan jihozlangan xromatografiyasi–mass-spektrometriya tizimida bajarildi. Xromatografik ajratish kapillyar kolonka yordamida olib borilib, komponentlar identifikatsiyasi ularning mass-spektrlari va retention vaqtlari asosida amalga oshirildi.

Xromatomass-spektrometriya usulining nazariy asoslari. Gaz xromatografiyasi–mass-spektrometriya murakkab organik aralashmalarni tahlil qilishda eng samarali analitik usullardan biri hisoblanadi. Usulning mohiyati aralashma komponentlarini avval xromatografik kolonkada ajratish, so‘ngra har bir komponentni mass-spektrometrda ionlashtirib, ularning mass-spektrlari orqali aniqlashdan iborat.

Xlor saqlagan uglevodorodlar uchun xromatomass-spektrometriya usuli ayniqsa qulay bo‘lib, xlor atomlarining izotop tarkibi (^{35}Cl va ^{37}Cl) tufayli mass-spektrlarda xarakterli signallar hosil bo‘ladi. Bu esa komponentlarni aniq identifikatsiya qilish imkonini beradi.

Boshlang‘ich chiqindi suyuqlikning xromatogrammalarida qisqa retention vaqtlariga ega engil komponentlar (vinilxlorid, propadiyen) bilan bir qatorda, yuqori retention vaqtiga ega bo‘lgan og‘ir xlorlangan birikmalar (trixloreten, dixlorpropenlar) mavjudligi kuzatildi. Piklarning kengligi va ustma-ust tushishi aralashmaning kuchli azeotrop xususiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.

Fraksion haydashdan so‘ng olingan xromatogrammalar shuni ko‘rsatdiki, harorat oshishi bilan fraksiyalarda yuqori qaynash haroratiga ega komponentlarning ulushi ortib boradi. Ayniqsa, 55–65 °C oralig‘ida ajralgan fraksiya hajman eng katta bo‘lib (21 %), tarkiban 1,1-dixloretan va 1,1-dixlorpropan, 1,2-dixloretan ega birikmalar ekanligi aniqlangan.

Fraksiyalash natijalari va ularning tahlili. 25–140 °C oralig‘ida olib borilgan fraksion haydash natijasi (1-jadval)da jami 13 ta fraksiya ajratib olindi. Umumiy ajralish darajasi 95,4 % ni tashkil etdi. Har bir fraksiyaning zichligi va nur sindirish ko‘rsatkichi bosqichma-bosqich ortib borishi fraksiyalash jarayonining to‘g‘ri olib borilganligini ko‘rsatadi.

ISSN 3030-3907

1-jadval

Fraksiya-lar turi	Fraksiyalar qaynash harorati (°C)	Fraksiya-lar hajmi (ml)	Fraksiyalar zichliklari (g/sm^3)	Fraksiyalar-ning boshlang‘ich hajmga nisbatan (%)	Fraksiyalar nur sindirish ko‘rsatkichi (n_D^{20})
1-fraksiya	25-30	9	1.0080	1,8%	1,4080
2-fraksiya	30-35	20	1.0094	4%	1,4050
3-fraksiya	35-40	35	0.9838	7%	1,4050
4-fraksiya	41-45	48	1.0431	9,6%	1,4080
5-fraksiya	46-50	55	1.0518	11%	1,4120
6-fraksiya	51-55	44	1.0638	8,8%	1,4150
7-fraksiya	55-60	105	1.0914	21%	1,4175
8-fraksiya	60-65	45	1.1211	9%	1,4195
8-fraksiya	65-75	16	1.1044	3,2%	1,4285
10-fraksiya	75-85	40	1.1034	8%	1,4290
11-fraksiya	85-100	12	1.0889	2,4%	1,4320
12-fraksiya	100-115	20	1,0912	4%	1,4340
13-fraksiya	115-130	28	1,0928	5,6%	1,4355
JAMI:		477 ml		95,4%	

Azeotrop aralashmalarni ajratishda laboratoriya sharoitida fraksion haydash, vakuum ostida distillatsiya va selektiv erituvchilar qo‘llash samarali hisoblanadi. Sanoat miqyosida esa ekstraktiv distillatsiya, reaktiv distillatsiya, membranali ajratish va adsorbsiya usullari keng qo‘llaniladi.

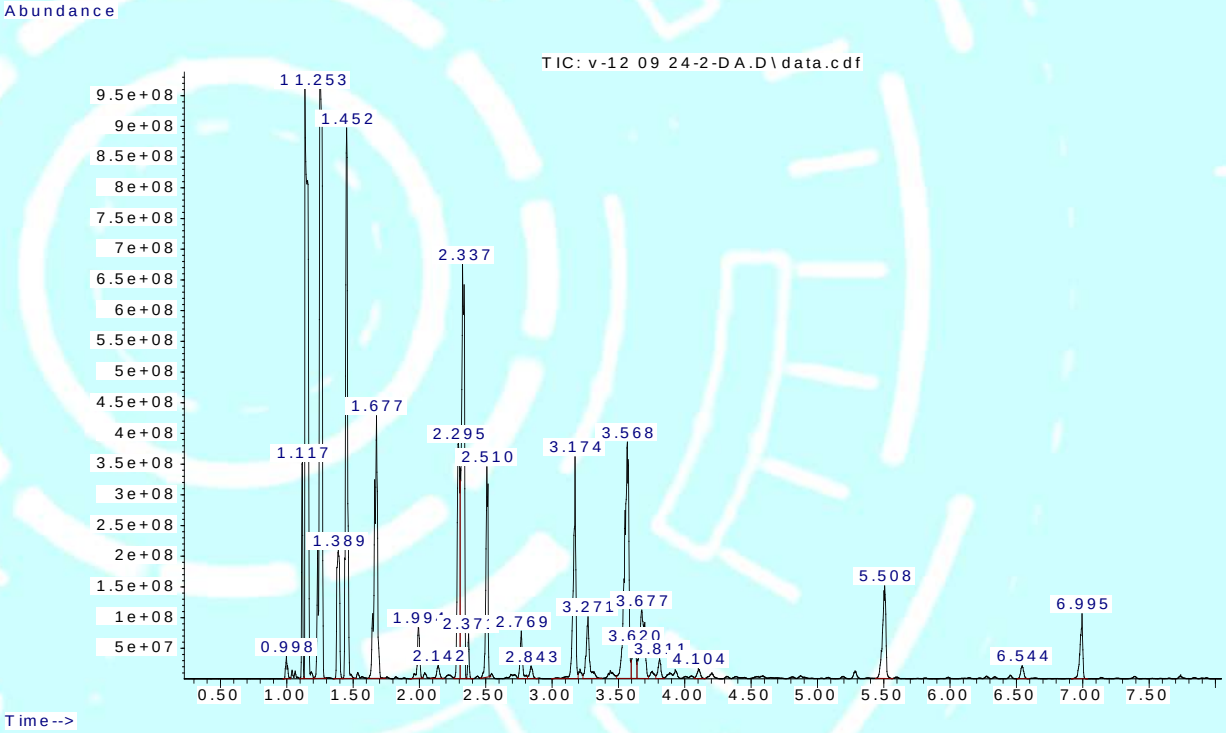
Mazkur tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, oddiy fraksion haydash usuli ham to‘g‘ri tanlangan harorat oralig‘i va deflegmator samaradorligi hisobiga xlor saqlagan moddalarning azeotrop aralashmalardan kerakli komponentlarni ajratib olish imkonini beradi. Bu esa vinilxlorid ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlashda iqtisodiy jihatdan maqbul va texnologik jihatdan soddaroq yechim bo‘lishi mumkin.

Olingan natijalar va ularning tahlili.

Boshlang‘ich chiqindi suyuqlikning xromatomass-spektrometriya xromatogrammalari vinilxlorid sintezi jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindilarning murakkab va ko‘p komponentli tizim ekanligini yaqqol ko‘rsatadi. Xromatogrammalarda retention vaqtlarining keng diapazonda taqsimlanganligi,

ISSN 3030-3907

piklarning qisman ustma-ust tushishi va ayrim komponentlar uchun keng pik shaklining kuzatilishi aralashmaning kuchli azeotrop xususiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi.



1-rasm. Boshlang‘ich aralashmaning xromatomass-spektrometriya analizi.

Dastlabki aralashmada past retention vaqtlariga ega bo‘lgan yengil komponentlar (vinilxlorid, 1,2-butadiyen, propadiyen) bilan bir qatorda, yuqori retention vaqtlariga ega bo‘lgan nisbatan og‘ir va yuqori qaynash haroratiga ega komponentlar (trixloreten, dixlorpropenlar, aromatik va nitril hosilalari) mavjudligi aniqlangan. Ayniqsa xlorlangan alkan va alkenlarning mass-spektrlarda xlor atomlariga xos bo‘lgan izotop juft piklar (m/m+2) bilan namoyon bo‘lishi komponentlarning ishonchli identifikatsiyasini ta’minladi.

Fraksion haydashdan keyin olingan xromatogrammalarda piklarning keskin ajralishi, ayrim komponentlar konsentratsiyasining sezilarli oshishi va kam miqdorli moddalar miqdorining kamayishi fraksiyalash jarayoni samaradorligini ko‘rsatdi.

Dastlabki chiqindi suyuqlik tarkibida aniqlangan 21 ta asosiy modda ularning qaynash harorati, zichligi, nur sindirish ko‘rsatkichi, dipol momenti va molekulalararo o‘zaro ta’sir xususiyatlari bo‘yicha tahlil qilindi. Xlorli uglevodorodlar, xususan 1,1-dixloretan, 1,2-dixloretan va trixloreten nisbatan yuqori dipol momentiga ega bo‘lib, ular vodorod bog‘lari hosil qilmasa-da, kuchli dipol–dipol va dipol–induksion o‘zaro ta’sirlar hisobiga boshqa komponentlar bilan azeotrop aralashmalar hosil qilishga moyildir. Masalan, 1,1-dixloretanning qaynash harorati ~57 °C bo‘lib, u xloralkenlar va nitrillar bilan qaynash harorati yaqin bo‘lgan azeotrop sistemalar hosil qiladi.

ISSN 3030-3907

Nitril guruhini saqlagan birikmalar (butanenitril, 2-pentennitril, 3-piridinkarbonitril) yuqori dipol momentiga ega bo‘lib, xlorlangan alkanlar bilan barqaror azeotrop aralashmalar hosil qilish ehtimoli yuqori. Bu holat fraksion haydash jarayonida ularning to‘liq ajralib ketmasligiga sabab bo‘ladi.

Oltingugurt saqlagan komponentlar (1-propanetiol, xlorometilmetilsulfid) nisbatan past qaynash haroratiga ega bo‘lishiga qaramasdan, kuchli molekulalararo ta’sirlar sababli boshqa yengil komponentlar bilan birgalikda ajralib chiqishi kuzatildi.

Aromatik va geterotsiklik birikmalar (p-benzoxinon, 2,3,5,6-tetrametilpirazin) yuqori qaynash harorati va zichligi bilan ajralib turadi hamda asosan oxirgi fraksiyalarda konsentrlanadi.

Fizik-kimyoviy xususiyatlar asosida dastlabki aralashma tarkibidagi moddalarning katta qismi o‘zaro azeotrop sistemalar hosil qilishga moyil ekanligi aniqlandi. Xususan:

- 1,1-dixloretan – 1,2-dixloretan – trixloreten tizimi
- 1,1-dixloretan – propadiyen – vinilxlorid tizimi
- xlorli alkanlar – nitrillar tizimi

bularning barchasi sanoat distillatsiyasida ajratishni qiyinlashtiruvchi azeotrop kombinatsiyalar hisoblanadi. Shu sababli oddiy haydash jarayonida komponentlarning to‘liq ajralmasligi kuzatilgan.

Fraksion haydash natijalarini dastlabki aralashmadagi komponentlarning qaynash haroratlari bilan solishtirish quyidagi qonuniyatlarni ko‘rsatdi:

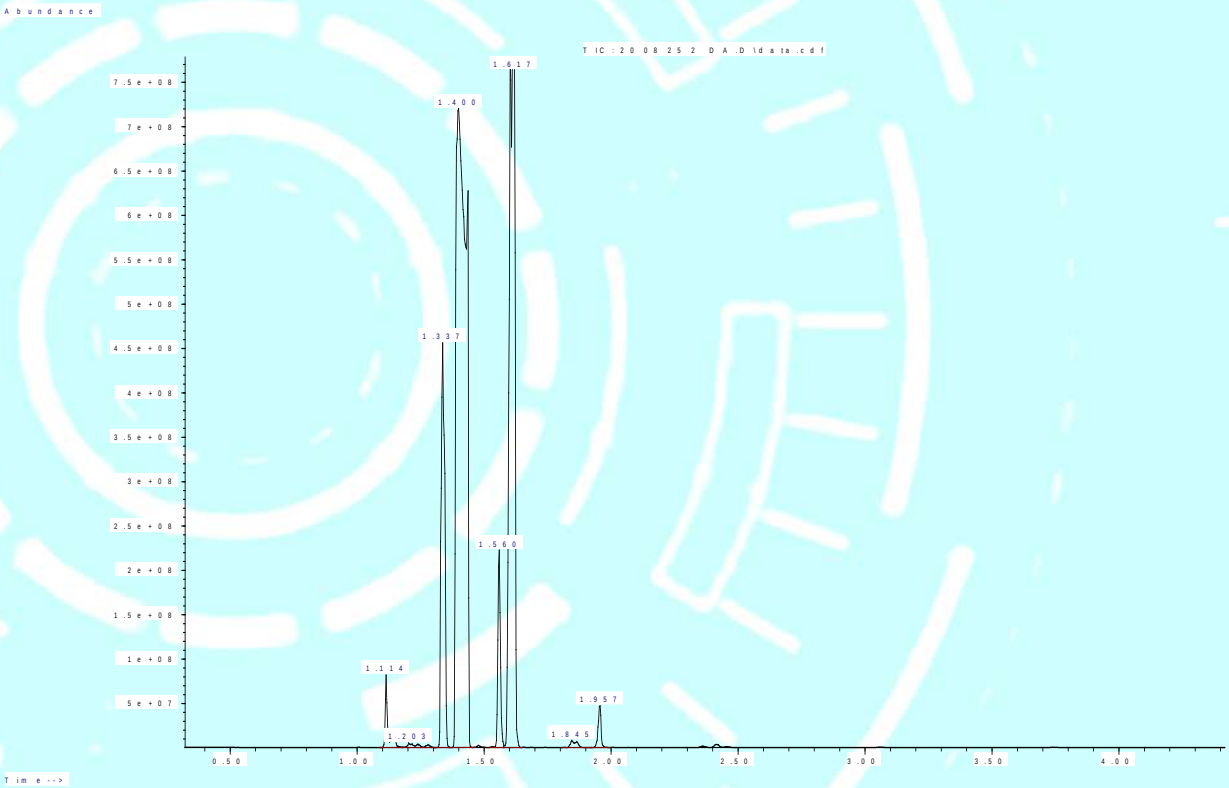
- 25–40 °C fraksiyalar: asosan vinilxlorid, butadiyen-1,2, propadiyen va yengil qaynovchi oltingugurtli birikmalar mavjud bo‘lishi ehtimoli yuqori.
- 41–55 °C fraksiyalar: 1,1-dixloretan, xlorometilmetilsulfid va ayrim nitrillar ushbu fraksiyalarda asosiy ulushni tashkil etadi.
- 55–65 °C fraksiya: hajm jihatidan eng katta bo‘lib, tarkiban dixloretanlar va ularga yaqin qaynash haroratiga ega bo‘lgan xlorli alkanlar xususan 1,1-dixloretan, 1,2-dixloretan, 1,1-dixlorpropan kabi moddalardan tashkil topgan.
- 65–85 °C fraksiyalar: trixloreten, dixlorpropenlar va kislorodli organik birikmalar asosiy komponentlar sifatida aniqlangan.
- 85 °C dan yuqori fraksiyalar: yuqori qaynash haroratiga ega aromatik va geterotsiklik birikmalar to‘plangan.

Bu holat fraksion haydash jarayonining nazariy jihatdan asoslanganligini va tajribaviy natijalarning fizik-kimyoviy qonuniyatlarga mos kelishini ko‘rsatadi.

58 °C atrofida ajratilgan va qo‘shimcha tozalangan fraksiyaning xromatomass-spektrometriya tahlili uning tarkibida 1,1-dixloretan va 1,1-dixlorpropan, 1,2- dixloretan kabi sanoat uchun qimmatli xlorlangan uglevodorodlar yuqori konsentratsiyada to‘planganini ko‘rsatdi. Bu natija

ISSN 3030-3907

vinilxlorid ishlab chiqarish chiqindilarini ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash imkoniyati mavjudligini tasdiqlaydi.



2-rasm. 58 ℃ haroratdagi fraksiyaning xromatomass-spektrometriya analizi.

58 ℃ harorat atrofida ajratilgan fraksiya qo‘shimcha tozalangandan so‘ng uning tarkibida 1,1-dixloretan (48,7 %), 1,1-dixlorpropan (34,35 %) va 1,2-dixlor etilen (9,02 %) asosiy komponentlar sifatida aniqlangan. Bu natijalar fraksion haydash orqali sanoat uchun qimmatli bo‘lgan xlorli uglevodorodlarni ajratish mumkinligini ko‘rsatadi.

XULOSA

Mazkur tadqiqot vinilxlorid sintezi jarayonida hosil bo‘ladigan xlorli uglevodorodlardan iborat chiqindi suyuqliklarning tarkibini aniqlash, ularni fraksion haydash usuli orqali ajratish imkoniyatlarini baholash hamda ajratish jarayonining fizik-kimyoviy asoslarini chuqur tahlil qilishga bag‘ishlandi. Olingan natijalar zamonaviy tahlil usullari, xususan xromatomass-spektrometriya yordamida aniqlangan tarkibiy ma’lumotlar hamda laboratoriya sharoitida o‘tkazilgan fraksion haydash tajribalari bilan tasdiqlandi.

Tadqiqot davomida chiqindi suyuqlik tarkibi 21 ta asosiy komponentdan iborat ekani aniqlandi. Ularning aksariyati xlorlangan alkanlar, alkenlar, nitrillar, oltingugurt va kislorod saqlagan organik birikmalar bo‘lib, bu holat vinilxlorid ishlab chiqarish jarayonlarida parallel va ikkilamchi reaksiyalarning faol kechishini ko‘rsatadi. Adabiyotlarda (Xu va boshq., Zhao va boshq.) keltirilgan ma’lumotlarga ko‘ra, bunday aralashmalar yuqori darajada azeotrop xususiyatga

ISSN 3030-3907

ega bo‘lib, an’anaviy distillatsiya usullari bilan to‘liq ajratish murakkab hisoblanadi. Ushbu ishda olingan natijalar ham mazkur xulosani to‘liq tasdiqlaydi.

Tadqiqot obyekti va usullari bo‘limida ko‘rsatilganidek, xromatomass-spektrometriya usuli yordamida komponentlarni aniqlash yuqori aniqlik va ishonchlilikni ta’minladi. Xlor atomlariga xos bo‘lgan izotop piklarning kuzatilishi komponentlar identifikatsiyasini soddalashtirdi va natijalarning takrorlanuvchanligini oshirdi. Bu jihat xorijiy tadqiqotlarda qo‘llanilgan xromatomass-spektrometriya metodikasi bilan mos keladi va tanlangan usulning ilmiy asoslanganligini ko‘rsatadi.

Fraksion haydash jarayoni natijalari shuni ko‘rsatdiki, chiqindi aralashmaning qaynash harorati bo‘yicha nisbatan tor intervallarga ajratilishi mumkin, biroq komponentlar orasidagi kuchli molekulalararo ta’sirlar va azeotrop sistemalar mavjudligi sababli fraksiyalar tarkibi mutlaq toza emas. Bu holat adabiyotlarda keltirilgan xlorli uglevodorodlarni ajratish texnologiyalariga oid ma’lumotlar bilan to‘liq mos keladi, chunki ko‘plab adabiyotlarda oddiy distillatsiya o‘rniga ekstraktiv, azeotrop yoki reaktiv distillatsiya usullaridan foydalanish tavsiya etiladi.

Mazkur ishning muhim afzalliklaridan biri shundaki, fraksion haydash jarayonida olingan har bir fraksiya fizik ko‘rsatkichlari (zichlik, nur sindirish ko‘rsatkichi) bilan xromatografik tahlil natijalari o‘zaro solishtirildi. Bu esa fraksiyalarning taxminiy tarkibini aniqlash va qaysi komponentlar qaysi harorat oralig‘ida ajralishini ilmiy asosda baholash imkonini berdi. Xususan, 55–65 ℃ oralig‘ida ajratilgan fraksiyada 1,1-dixloretan va unga yaqin qaynash haroratiga ega moddalarning mavjudligi aniqlanib, keyinchalik qo‘shimcha tozalash orqali yuqori konsentratsiyali mahsulot olish imkoniyati ko‘rsatildi.

Adabiyotlarda keltirilgan sanoat texnologiyalari bilan taqqoslaganda, mazkur ishning laboratoriya miqyosidagi yondashuvi nisbatan soddaroq bo‘lsa-da, uning muhim ustunligi – chiqindi suyuqliklarni ikkilamchi xomashyo sifatida qayta ishlash imkoniyatini ilmiy asoslab berishidadir. Shu bilan birga, tadqiqotning ayrim kamchiliklaridan biri faqat fraksion haydash usulidan foydalanish azeotrop sistemalarni to‘liq buzish imkonini bermaydi. Natijada ayrim komponentlar bir necha fraksiyalarda taqsimlanib ajraladi. Bu kamchilik adabiyotlarda taklif etilgan ekstraktiv distillatsiya, selektiv absorbsiya yoki katalitik qayta ishlash usullari bilan kombinatsiyalash orqali bartaraf etiladi.

Umuman olganda, olib borilgan tadqiqot natijalari vinilxlorid ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindi suyuqliklarning murakkab tarkibini aniqlash, ularni fraksiyalarga ajratishning laboratoriya imkoniyatlarini baholash hamda sanoat miqyosida yanada samarali texnologiyalarni ishlab chiqish uchun ilmiy asos yaratadi. Tadqiqot natijalari xlor saqlagan uglevodorodlarni qayta

ISSN 3030-3907

ishlash va chiqindisiz texnologiyalarni rivojlantirish yo‘nalishida muhim amaliy ahamiyatga ega bo‘lib, kelgusida yangi ajratish va tozalash texnologiyalarini ishlab chiqishda qo‘llanishi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xu J., Liu Y., Zhao W., Su D. Synthesis of nitrogen-doped ordered mesoporous carbons for catalytic dehydrochlorination of 1,2-dichloroethane. *Carbon*, 2014, **80**, pp. 610–616.

2. Zhao W., Xu J., Wang J. Catalytic dehydrochlorination of 1,2-dichloroethane to produce vinyl chloride over N-doped activated carbon. *RSC Advances*, 2015, **5**, pp. 104071–104078.

3. Жамолов Ж.К., Темиров О.Ш., Мухиддинов Б.Ф., Хакимов С.С. Винилхлорид ишлаб чиқариш жараёнида ҳосил бўладиган чиқинди суюқ аралашмаларни фракцияларга ажратиш ва уларни таҳлили. *Zarafshon vohasini kompleks innovatsion rivojlantirish yutuqlari, muammolari va istiqbollari*, 2024, 395-бет.

4. Jamolov J.K., Temirov O.Sh., Muxiddinov B.F. Vinilxlorid ishlab chiqarish jarayonida hosil bo‘ladigan chiqindi suyuq aralashmalarining xromatomasspektroskopik tahlili. *Respublika ilmiy-amaliy konferensiyasi materiallari*, Navoiy, 2024, 20-bet.

5. Kister H.Z. *Distillation Design*. McGraw-Hill, New York, 1992. (Azeotrop va murakkab aralashmalarni ajratish nazariyasi bo‘yicha asosiy manba)

6. Seader J.D., Henley E.J., Roper D.K. *Separation Process Principles*. Wiley, 2016.
(Azeotrop aralashmalar, ekstraktiv va azeotrop distillatsiya usullari)

7. US Patent 8,759,569 B2. Process for separation of chlorinated hydrocarbons by extractive distillation. 2014. (Xlorlangan uglevodorodlarni sanoat miqyosida ajratish texnologiyasi)

8. Poole C.F. *The Essence of Chromatography*. Elsevier, 2003. (GC–MS nazariyasi va xromatogrammalarni talqin qilish asoslari)

ISSN 3030-3907

ATSETILEN QURUMI ASOSIDA TEXNIK UGLEROD OLISH VA UNING ASTM STANDARTLARI BO‘YICHA BAHOLANISHI

Nosir Tojimurodovich Ortiqov
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti, PhD, katta ilmiy xodim
Tel. +998977490061
Mas’ud Ubaydulla o‘g‘li Karimov
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti Ilmiy ishlar bo‘yicha direktor o‘rinbosari t.f.d., prof.
Abdulaxat Turapovich Djalilov
Toshkent kimyo-texnologiya ilmiy tadqiqot instituti Direktori k.f.d. prof. O‘zRFA akademigi

Annotatsiya; Ushbu tadqiqot ishida metandan atsetilen olish jarayonida hosil bo‘ladigan qurum asosida texnik uglerod olish va uning fizik-kimyoviy xossalarini baholash masalalari o‘rganildi. Texnik uglerod namunalari ASTM D1510, ASTM D2414, ASTM D3493, ASTM D1509 va ASTM D1506 standartlari asosida tahlil qilindi. Yodni yutish miqdori orqali birlamchi zarracha o‘lchami va sirt faolligi baholanib, issiqlikda yo‘qotilish va kul miqdori orqali materialning tozaligi hamda sanoatga yaroqliligi aniqlandi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida 6-N namunasi yuqori yodni yutish ko‘rsatkichiga, past issiqlikda yo‘qotilish va qabul qilinadigan kul miqdoriga ega ekanligi aniqlandi. Olingan natijalar texnik uglerodning rezina va shina sanoatida, xususan yuqori mustahkamlovchi elastomer kompozitsiyalarida qo‘llanishi mumkinligini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar; Texnik uglerod, atsetilen qurumi, yodni yutish miqdori, birlamchi zarracha o‘lchami, sirt faolligi, strukturaviy xossalar, ASTM standartlari, rezina sanoati, issiqlikda yo‘qotilish, kul miqdori.

Аннотация; В данной исследовательской работе изучены вопросы получения технического углерода на основе сажи, образующейся при производстве ацетилена из метана, и оценка его физико-химических свойств. Образцы технического углерода анализировались в соответствии со стандартами ASTM D1510, ASTM D2414, ASTM D3493, ASTM D1509 и ASTM D1506. Размер первичных частиц и поверхностная активность оценивались по скорости поглощения йода, а чистота и промышленная пригодность материала определялись по теплопотерям и содержанию золы. В результате исследований было установлено, что образец 6-N обладает высокой скоростью поглощения йода, низкими теплопотерями и приемлемым содержанием золы. Полученные результаты указывают на возможность использования технического углерода в резиновой и шинной промышленности, в частности, в высокопрочных эластомерных композициях.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова; Технический углерод, содержание ацетилена, скорость поглощения йода, размер первичных частиц, поверхностная активность, структурные свойства, стандарты ASTM, резиновая промышленность, теплопотери, содержание золы.

Abstract; In this research work, the issues of obtaining technical carbon based on the soot formed during the production of acetylene from methane and the assessment of its physicochemical properties were studied. Technical carbon samples were analyzed according to ASTM D1510, ASTM D2414, ASTM D3493, ASTM D1509 and ASTM D1506 standards. The primary particle size and surface activity were evaluated by the iodine absorption rate, and the purity and industrial suitability of the material were determined by the heat loss and ash content. As a result of the studies, it was found that sample 6-N has a high iodine absorption rate, low heat loss and acceptable ash content. The results obtained indicate that technical carbon can be used in the rubber and tire industry, in particular in high-strength elastomer compositions.

Keywords; Technical carbon, acetylene content, iodine absorption rate, primary particle size, surface activity, structural properties, ASTM standards, rubber industry, heat loss, ash content.

Kirish

Texnik uglerod asosan rezina sanoati, plastmassa, bo‘yoq-pigment, elektrotexnika va kataliz sohalarida keng qo‘llaniladi. Texnik uglerodning mustahkamlovchi xususiyatlari, elektr o‘tkazuvchanligi va adsorbsion faolligi uning zarracha o‘lchami, strukturasi va sirt kimyosiga bevosita bog‘liq ekani ta’kidlanadi [1–3].

Texnik uglerod ishlab chiqarish hajmi dunyo bo‘yicha yiliga 14–15 mln tonnadan ortiq bo‘lib, uning 70 % dan ortig‘i avtomobil shinalari sanoatiga to‘g‘ri keladi [4]. Shu sababli past kul miqdori, nazorat qilinadigan strukturaviy parametrlar va ekologik xavfsizlik zamonaviy tadqiqotlarning asosiy yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi.

Pech usulining afzalligi zarracha o‘lchamini va strukturasini nazorat qilish imkoniyati. Kamchiligi esa xomashyo tarkibidagi polisiklik aromatik uglevodorodlar (PAU) va metall qo‘shimchalarning yakuniy mahsulotda qolish ehtimolidir [5].

Atsetilenning termik parchalanishi orqali olingan texnik uglerod yuqori elektr o‘tkazuvchanlikka ega bo‘lib, asosan akkumulyator va elektrotexnika sanoatida ishlatiladi. Biroq bu usulning energetik xarajatlari yuqori bo‘lgani sababli keng sanoatlashmagan. Piroliz va chiqindilar asosida texnik uglerod olish so‘nggi yillarda piroliz moylari, chiqindi shinalar va neft-kimyo sanoati qoldiqlari asosida texnik uglerod olish bo‘yicha tadqiqotlar kengaydi. Ushbu yo‘nalish

ISSN 3030-3907

ekologik va iqtisodiy jihatdan istiqbolli hisoblanadi [6]. Biroq, bunday xomashyolarda PAU va kul miqdori yuqori bo‘lgani sababli qo‘shimcha tozalash bosqichlari talab etiladi.

TEXNIK UGLERODNING FIZIK-KIMYOVIY XOSSALARI Zarracha o‘lchami va sirt maydoni. Texnik uglerodning birlamchi zarracha diametri odatda 10–100 nm oralig‘ida bo‘ladi. BET usuli bilan aniqlangan sirt maydoni zarracha o‘lchamiga teskari proporsional bo‘lib, yuqori yodni yutish miqdori (ASTM D1510) kichik zarracha o‘lchamiga mos keladi. Adabiyotlarda yodni yutish miqdori 80–120 g/kg oralig‘ida bo‘lgan uglerodlar yuqori faollikka ega deb baholanadi. Strukturaviy xususiyatlar (YYM va SYYM) Texnik uglerod agregatlari uch o‘lchamli tarmoqlangan tuzilishga ega. Ushbu struktura Oil Absorption Number (ASTM D2414) va Compressed Oil Absorption Number (ASTM D3493) orqali baholanadi. YYM agregatlarning umumiy tarmoqlanish darajasini, SYYM esa siqilgan holatdagi barqaror strukturani aks ettiradi [7]. Yuqori strukturali uglerodlar rezina kompozitsiyalarida yuqori mustahkamlovchi effekt beradi, biroq ularning dispersiyalanishi murakkabroq bo‘ladi. Namlik va issiqlikda yo‘qotilish texnik uglerodning 125 °C da issiqlikda yo‘qotilishi (ASTM D1509) uning gigroskopikligi va uchuvchan moddalari miqdorini ifodalaydi. Standart sanoat uglerodlari uchun bu ko‘rsatkich odatda ≤3 % deb qabul qilingan [8]. Past issiqlik yo‘qotilishi materialning texnologik barqarorligini oshiradi. Kul miqdori va metall aralashmalar kul miqdori (ASTM D1506) texnik uglerod sifatini baholashda muhim parametr hisoblanadi. Kul tarkibida Ca, Fe, Mg, Na kabi metall ionlari mavjud bo‘lib, ular rezina va elektrotexnika mahsulotlarida salbiy ta’sir ko‘rsatishi mumkin [9]. Adabiyotlarda yuqori sifatli texnik uglerodlar uchun kul miqdori ≤0,5–1,0 % oralig‘ida bo‘lishi talab etiladi [10]. Sirt kimyosi va funksional guruhlar texnik uglerod sirtida –OH, –COOH, –C=O kabi kislorodli funksional guruhlar mavjud bo‘lib, ular dispersiyalanish va polimer bilan bog‘lanishga ta’sir ko‘rsatadi. XPS **X-Ray Photoelectron Spectroscopy** va FTIR (Fourier-transform infrared spectroscopy) tadqiqotlari ushbu guruhlarning miqdori ishlab chiqarish sharoitiga bog‘liq ekanini ko‘rsatadi. Pau va kulni kamaytirishga qaratilgan zamonaviy yondashuvlar so‘nggi tadqiqotlarda PAU ni kamaytirish uchun vakuum distillatsiya, inert muhitda termik ishlov va siklodekstrinlar bilan komplekslash usullari taklif etilgan. Metall ionlarini kamaytirishda esa xelat hosil qiluvchi birikmalar (EDTA, aminokislotalar) samarali ekanligi qayd etilgan. Adabiyotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, texnik uglerodning sifat ko‘rsatkichlari xomashyo turi, ishlab chiqarish texnologiyasi va keyingi tozalash bosqichlariga kuchli bog‘liqdir. [11].

Metandan atsetilen olishda hosil bo‘ladigan qurum asosida olingan texnik uglerod natijalarini tahlil qilingan va natijalari ASTM D1514, ASTM D2414,

ISSN 3030-3907

ASTM D3493 standartlariga mos bo‘lgan texnik uglerod markalari bilan Yodni yutish miqdori (g/kg) ASTM D1510 bo‘yicha davom ettirildi. **Yod molekulalari juda kichik** bo‘lgani uchun ular: uglerodning **mikro va mezoporalari**ga kiradi **birlamchi zarrachalar yuzasiga** adsorbsiyalanadi.

1-Jadval

Olingan namunalarningASTM D1510 (g/kg) bo‘yicha yodni yutish miqdori

Namunalar	Yodni yutish (g/kg)	Yodni yutish miqdori (g/kg) ASTM D1510	Izohlar
6-N	106.9	30-40	Past faol
7-N	95.6	35-50	O‘rta
8-N	85.6	70-90	mustahkamlochi
9-N	83.2	100-120	Yuqori

Yodni yutilish miqdori yuqori bo‘lsa zarracha kichik bo‘ladi sirt maydoni katta bo‘ladi, yod yutilish miqdori past bo‘lsa zarracha yirik sirt maydoni kichik bo‘ladi.

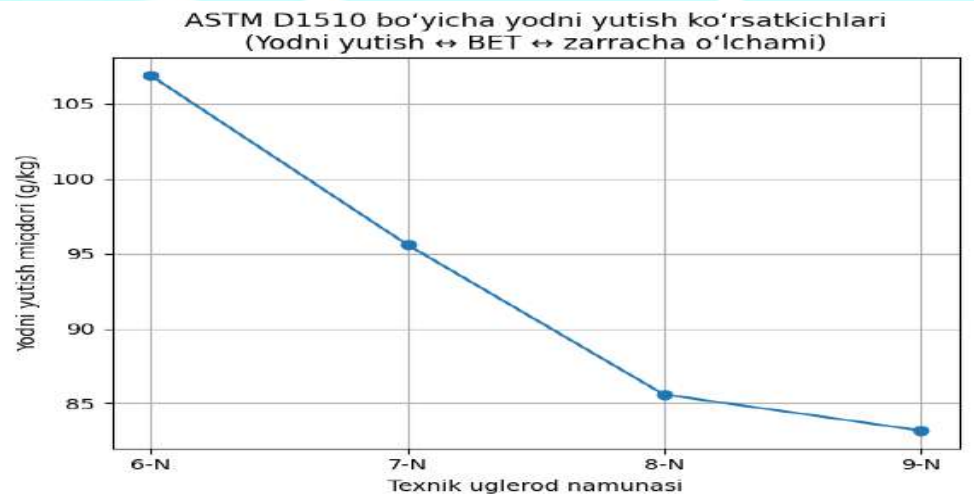
Hisoblash formulasi (ASTM D1510) $Yod\ soni\ (gr/kg) = \frac{(Vo-V)*N*126.93}{m}$

Bu yerda: V_0 — nazorat eritmasi titrlash hajmi (ml) V — namuna bilan titrlash hajmi (ml), N -$Na_2S_2O_3$ normalligi, 126.93- yodning ekvivalent massasi, m texnik uglerod massasi (g)

Natijalardan shuni xulosa qilish mumkin 6-N (106.9 g/kg) birlamchi zarracha kichik bo‘lib sirt maydoni **katta k**uchli mustahkamlovchi modda hisoblanadi, ushbu namunadagi texnik uglerod shinalar protektori va yuqori yuklama rezinalar uchun mos keladi. **Bu ko‘rsatkich N220–N234 markali** texnik uglerod **darajasiga yaqin.** 7-N namuna (95.6 g/kg) **o‘rtacha-yuqori** Zarracha o‘lchami biroz yiriklashgan sirt faolligi yaxshi, dispersiya nisbatan oson, **N330 markali** texnik uglerod**ga yaqin**. 8-N namuna (85.6 g/kg) **o‘rtacha z**arracha kattaroq, sirt maydoni kamaygan, faollik pasaygan mexanik xossa pastroq **N550–N660 markali** texnik uglerod xossalariga yaqin. 9-N markali (83.2 g/kg) **past-o‘rtacha** yirik zarrachali uglerod sirt faolligi pastroq, elektr o‘tkazuvchanlik nisbatan yuqori bo‘lishi mumkin, aralashishi oson. **Yodni yutish zarracha o‘lchamini** ko‘rsatadi. Shuning uchun: 6-N da **yod yuqori**, chunki zarracha mayda YYM va SYYM bilan birga qaralganda **to‘liq strukturaviy baho** beriladi. Texnik uglerodning yodni yutish miqdori ASTM D1510 standarti bo‘yicha aniqlanib, namunalarning sirt faolligi va birlamchi zarracha o‘lchamiga baho berildi. O‘tkazilgan tadqiqotlar natijasida 6-N namunasi eng yuqori yodni yutish ko‘rsatkichiga (106.9 g/kg) ega ekanligi aniqlandi, bu uning yuqori dispersliligi va yuqori sirt maydoniga egaligini ko‘rsatadi. 7-N namunasi (95.6 g/kg) o‘rtacha-yuqori faollikka ega bo‘lib, mexanik xossalar va qayta ishlanish xususiyatlari

ISSN 3030-3907

o‘rtasida muvozanatni ta’minlaydi. 8-N va 9-N namunalarda yodni yutish miqdorining kamayishi (85.6–83.2 g/kg) zarracha o‘lchamining yiriklashuvi va sirt faolligining pasayishi aniqlandi. Umuman olganda, yodni yutish natijalari texnik uglerod namunalari zarracha o‘lchami va sirt faolligining bosqichma-bosqich o‘zgarishini tahlil qilindi.



1-Rasm ASTM D1510 bo‘yicha yodni yutish ko‘rsatkichlari

Grafikning mazmuni namuna raqami oshgani sari yodni yutish miqdori izchil kamaymoqda. Ushbu natijalar yodni yutish ko‘rsatkichi texnik uglerodning disperslik darajasi va birlamchi zarracha o‘lchamini baholashda ishonchli parametr ekanligini tasdiqlaydi.

Issiqlikda yo‘qotilish (125 °C ≤, %) — ASTM D1509 texnik uglerod namunasini **125 °C haroratda qizdirganda massaning kamayishini** aniqlaydi.

Tahlil natijalari yaxshi chiqgan namunalarni 125 125 °C haroratda % larda massa yo‘qotilishi jadval ko‘rinishida keltirildi.

2-Jadval

Issiqlikda yo‘qotilish miqdori tahlili

Namuna	Issiqlikda yo‘qotilish, 125 °C ≤, % ASTM D1509	Standarga tavsif
6-N	1.7%	muvofiq
7-N	3.2 %	biroz yuqori

Tahlil natijalaridan 6-N namunasi ASTM D1509 bo‘yicha sanoat darajasidagi yuqori sifatli texnik uglerod hisoblanadi. **Bu ko‘rsatkich** N220 va N330 dan ham yaxshiroq**. Massani kamayishi asosan quyidagilar hisobiga yuz beradi:**

adsorbsiyalangan **namlik (H_2O)**

uchuvchan moddalar (engil organik birikmalar)

ISSN 3030-3907

juda kam hollarda yuzaki bog‘langan past molekulali moddalar Ya’ni bu ko‘rsatkich texnik uglerodning **qanchalik quruq va toza** ekanini bildiradi. Quyidagi formula bilan topiladi.

$$Issiqlikda\ yo'qotish, \% = \frac{m_1 - m_2}{m_1} * 100$$

Bu yerda:

m_1 - quritishdan oldingi massa

m_2 -quritishdan keyingi massa

Issiqlikda yo‘qotilish katta emas: uglerod **namlikni ko‘p yutmagan,** yuzasi **kuchli funksional guruhlarga ega emas,** kauchuk va polimerga qo‘llash mumkin. Olingan 6-N texnik uglerod issiqlik barqarorligi bo‘yicha sanoat talablariga mos keladi. Keyingi tadqiqot ishlarimiz 6-N namunali texnik uglerod bilan davom ettirildi va **ASTM D1506 bo‘yicha texnik uglerodda kul miqdori 550** °C 15 soat davomida mufel pechida kuydirish orqali qoldiq miqdori o‘rganildi. Natijalar standart bo‘yicha taqqoslandi.

3-jadval

Kul miqdorini o‘rganish

Namuna	Kul miqdori, %	ASTM D1506 talabi	Standartga mosligi
6-N	**0.7 %**	≤ 1.0 % (rezina texnikasi uchun)	Mos
N220	0.5–1.0 %	ASTM / ISO	Mos
N330	0.5–1.0 %	ASTM / ISO	Mos

Rezina va shina sanoatida texnik uglerod uchun kul miqdori odatda 1.0 % dan kam bo‘lishi talab qilinadi. ASTM D1506 standarti bo‘yicha 6-N markali texnik uglerodning kul miqdori 0.7 % ni tashkil etadi. Ushbu qiymat rezina texnikasida qo‘llaniladigan texnik uglerodlar uchun qabul qilingan me’yoriy chegaradan (≤ 1.0 %) past bo‘lib, materialning sifat ko‘rsatkichlari talab darajasida ekanligini ko‘rsatadi. Kul miqdori texnik uglerod tarkibidagi noorganik komponentlar (SiO_2, CaO, Fe_2O_3, Al_2O_3 va boshqa mineral qoldiqlar) ifodalaydi. Kulning past bo‘lishi quyidagi ijobiy omillar bilan bog‘liq: uglerodning yuqori tozaligi, polimer matritsa bilan yaxshi o‘zaro aralashishi**,** rezina aralashmalarda elektr va mexanik xossalarning barqarorligi keltirib chiqarmaydi. 0.7 % kul miqdori 6-N markali texnik uglerodning zamonaviy sanoat markalari (N220, N330) bilan taqqoslanadigan darajada ekanini ko‘rsatadi. Bu esa mazkur texnik uglerodning rezina texnikasi, mexanik mustahkamlik talab qilinadigan buyumlar hamda umumiy sanoat elastomer kompozitsiyalarida qo‘llanishi mumkinligini asoslaydi. Past PAU va kul miqdoriga ega, nazorat qilinadigan strukturali texnik uglerod olish bugungi kunda dolzarb ilmiy-texnik muammo hisoblanadi. Ushbu ish

ISSN 3030-3907

doirasida taklif etilgan kompleks tozalash va strukturani boshqarish yondashuvlari keltirilgan yo‘nalishlar bilan uzviy bog‘liq bo‘lib, ilmiy va amaliy ahamiyatga ega.

XULOSA

O‘tkazilgan tadqiqotlar texnik uglerodning sifat ko‘rsatkichlari xomashyo turi, ishlab chiqarish texnologiyasi va keyingi tozalash bosqichlariga kuchli bog‘liq ekanligini tasdiqladi. ASTM D1510 standarti bo‘yicha yodni yutish miqdorini aniqlash texnik uglerodning birlamchi zarracha o‘lchami va sirt maydonini baholashda ishonchli mezon ekanligi aniqlandi. Tadqiq etilgan namunalardan 6-N texnik uglerod eng yuqori yodni yutish qiymatiga (106,9 g/kg) ega bo‘lib, yuqori dispersliligi va sirt faolligi bilan ajralib turadi hamda N220–N234 markali sanoat uglerodlariga yaqin xossalarga ega.

Issiqlikda yo‘qotilish (ASTM D1509) va kul miqdori (ASTM D1506) natijalari 6-N namunasining sanoat talablariga to‘liq javob berishini, uning yuqori tozalikka ega ekanligini va rezina aralashmalarda qo‘llash uchun mosligini ko‘rsatdi. Kul miqdorining 0,7 % ni tashkil etishi texnik uglerodning rezina va elastomer kompozitsiyalarida barqaror mexanik va fizik xossalarni ta’minlashini anglatadi. Umuman olganda, ushbu ish natijalari past PAU va kul miqdoriga ega, nazorat qilinadigan strukturali texnik uglerod olish istiqbolli ilmiy-amaliy yo‘nalish ekanligini asoslaydi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Donnet J.B., Bansal R.C., Wang M.J. Carbon Black: Science and Technology. CRC Press, 1993.
2. Hess W.M. Carbon black reinforcement. Rubber Chem. Technol., 1991.
3. Medalia A.I. Effect of carbon black structure. Rubber Chem. Technol., 1978.
4. Wang M.J. Carbon black in rubber reinforcement. Carbon, 2010.
5. ASTM D3493 – Standard Test Method for Compressed Oil Absorption.
6. ASTM D1509 – Heat Loss at 125 °C.
7. Zhang X. et al. Pyrolysis carbon black from waste tires. J. Anal. Appl. Pyrolysis, 2020.
8. Marsh H., Rodríguez-Reinoso F. Activated Carbon. Elsevier, 2006
9. ISO 3310-1: Test sieves.
10. Chen L. et al. PAH removal from carbon black. Carbon, 2018
11. Wang S. Cyclodextrin-based PAH removal. Environ. Sci. Technol., 2019.

ISSN 3030-3907

GIDRAVLIK TIZIMDAGI GIDRAVLIK QISMLARNING METALL YUZALARINING TRIBOLOGIK XUSUSIYATLARINI BALLIK BAHOLASH ASOSIDA TAHLIL QILISH

Jurayev Akbar Shavkatovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Turdiyev Sardorjon Abdumuminovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
To‘raqulova Zarina Shuxrat qizi
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada metall ishqalanish juftligining mikrosirtida yuzaga keladigan tribologik jarayonlar ballik baholash usuli, tasvirlarni mikroskop ostida tahlil qilish, matematik regressiya modellarini qurish, shuningdek, 3D tribologik maydonlarni mashinaviy silliqlash (machine smoothing) asosida modellashtirish orqali o‘rganilgan. Tadqiqotda 20 ta sinov namunasi 0 N, 1 N, 2 N va 5 N normal yuklamalar ostida sinovdan o‘tkazildi. Har bir namunaning mikrostruktura tasvirlari asosida ballik yeyilish ko‘rsatkichlari aniqlanib, ularning Archar modeli, Greenwood–Williamson sirt kontakti nazariyasi, Kragelskiy tribologik energiya modeli hamda abraziv va adgezion yeyilish mexanizmlari bilan mosligi baholandi. Eksperimental ma’lumotlar asosida polinomial regressiya orqali prognozlovchi yeyilish modeli qurildi va yuklamaning 3 N, 4 N, 7 N va 10 N qiymatlarida ekstrapolyatsiyasi amalga oshirildi. Tadqiqot natijalari metall yuzalarida yeyilish jarayonining murakkablashishi, yuklama ortishi bilan adgezion komponentning kuchayishi hamda ballik baholashning amaliy samaradorligini namoyish etdi.

Kalit so‘zlar: tribologiya, Archar modeli, Greenwood–Williamson, Kragelskiy, abraziv yeyilish, adgezion yeyilish, 3D model, ballik baholash, yuklama, metall sirt.

Аннотация. В данной статье трибологические процессы, происходящие на микроповерхности пары трения металла, изучаются методом балльной оценки, микроскопическим анализом изображений, построением математических регрессионных моделей, а также моделированием 3D трибологических полей на основе машинного шлифования. В исследовании 20 пробных образцов были испытаны при нормальных нагрузках 0 Н, 1 Н, 2 Н и 5 Н. На основе микроструктурных изображений каждого образца определялись показатели балльного износа, оценивалась их совместимость с моделью Аршара, теорией поверхностного контакта Гринвуда-Уильямсона, трибологической энергетической моделью Крагельского, а также механизмами абразивного и адгезионного износа. На основе экспериментальных данных построена прогнозирующая модель износа с помощью полиномиальной регрессии и проведена экстраполяция нагрузки

ISSN 3030-3907

при значениях 3 Н, 4 Н, 7 Н и 10 Н. Результаты исследования продемонстрировали сложность процесса износа на металлических поверхностях, усиление адгезионного компонента с увеличением нагрузки и практическую эффективность балльной оценки.

Ключевые слова: трибология, модель Арчарт, Гринвуд-Уильямсон, Крагельский, абразивный износ, адгезионный износ, 3D модель, балльная оценка, нагрузка, металлическая поверхность.

Abstract. In this article, tribological processes occurring on the microsurface of a metal friction pair are studied by the method of point estimation, microscopic image analysis, construction of mathematical regression models, as well as by modeling 3D tribological fields based on machine smoothing. In the study, 20 test samples were tested under normal loads of 0 N, 1 N, 2 N, and 5 N. Based on microstructural images of each sample, the indicators of point wear were determined, and their compatibility with the Archar model, the Greenwood-Williamson theory of surface contact, the Kragelsky tribological energy model, and the mechanisms of abrasive and adhesive wear was assessed. Based on the experimental data, a predictive wear model was constructed using polynomial regression, and extrapolation of the load was carried out at values of 3 N, 4 N, 7 N, and 10 N. The results of the study demonstrated the practical effectiveness of scoring and the intensification of the adhesion component with increasing load, as well as the complication of the wear process on metal surfaces.

Key words: tribology, Archar model, Greenwood-Williamson, Kragelsky, abrasive wear, adhesion wear, 3D model, point estimation, load, metal surface.

Kirish.

Tribologiya fanida metall yuzalarining ishqalanishi va yeyilishi mashinasozlik, kon texnikasi, gidravlika, transport va boshqa sohalar uchun eng muhim omillardan biridir. Yuzadagi mikrorelief, kontakt zonalarining geometrik parametrlariga bog‘liq holda yeyilish jarayoni turli mexanizmlar asosida kechadi: abraziv, adgezion, korroziyaviy, charchoq va boshqalar. Metall sirtlarning ishlash qobiliyati aynan shu jarayonlar bilan belgilanadi.

Klassik tribologiyada Archar modeli, Greenwood–Williamson (GW) sirt kontakti nazariyasi, Kragelskiyning energiya modeli eng asosiy ilmiy tayanchlardan hisoblanadi. Biroq real sharoitda yeyilish jarayonini aniqlash uchun ko‘pincha mikroskopik tahlillar, ballik baholashlar, tasvirni qayta ishlash, 3D sirt modellashtirish kabi usullar bilan qo‘shma yondashuv talab qilinadi [9-18].

ADABIYOTLAR TAHLILI. Ushbu tadqiqotning asosiy maqsadi – metalldan yasalgan sinov yuzalarining turli yuklamalar ostida yeyilish xarakterini ballik baholash, ularni tribologik nazariyalar bilan solishtirish va mashinaviy regressiya orqali prognozlovchi model yaratishdan iborat [1-3].

ISSN 3030-3907

Yemirilish jarayonini miqdoriy ifodalash bo‘yicha eng ko‘p qo‘llaniladigan yondashuvlardan biri bu Archar modelidir. J.F. Archard tomonidan taklif qilingan modelga ko‘ra, yemirilish hajmi normal yuklama bilan to‘g‘ridan-to‘g‘ri proportsional, sirt materiali qattiqligiga esa teskari proportsional hisoblanadi. Ushbu model qo‘pol sirtdagi chizilish va materialning mexanik ko‘chishi (abraziv yemirilish) kabi jarayonlarni tasvirlashda ancha sodda va ishonchli hisoblanadi. Biroq Archar tenglamasi mikroreliefning haqiqiy taqsimoti va kontakt zonasi elastik-plastik tabiatini hisobga olmaydi. Shunga qaramay, ko‘plab tadqiqotlarda bu model real tadqiqot natijalari bilan yetarlicha mos kelishi isbotlangan [4-18].

Sirtlarning elastik kontaktini aniqroq tavsiflash maqsadida Greenwood–Williamson (GW) modeli ishlab chiqilgan. Mazkur model yuzaning mikroyuzalariga normal taqsimlangan deb qabul qiladi va real kontakt maydonini ularning elastik deformatsiyasi orqali aniqlaydi. GW modeli shuni ko‘rsatadiki, yuklama ortishi bilan kontakt nuqtalari soni ham ortadi va sirtning real ishqalanish maydoni kengayadi. Bu holat abraziv yemirilishning barqarorlashuviga, keyinchalik esa yuqori miqdordagi kontakt yuza hosil qilishiga olib keladi. GW nazariyasi metall yuzalarida kuzatiladigan elastik–plastik deformatsiya xususiyatlari bilan bevosita bog‘liq [6-18].

Tribologiya bo‘yicha Rossiya ilmiy maktabining yetakchi vakili I.V. Kragelskiy tomonidan ishlab chiqilgan energiya konsepsiyasi yemirilish jarayonini energiya isrofi bilan bog‘laydi. Unga ko‘ra, yemirilish tezligi ishqalanish juftligida hosil bo‘ladigan issiqlik, mexanik deformatsiya va mikrozarrachalarning ajralishi energiyasi bilan boshqariladi. Kragelskiy modeli sirtlarning “priaborka” (moslashuv) va “barqaror yemirilish” bosqichlarida turli mexanik hodisalar ustunligini ta’kidlaydi. Bu yondashuv ayniqsa o‘zgarmas tezlik va takroriy yuklama ostidagi ishqalanish tizimlarini tahlil qilishda muhim ahamiyatga ega [7-18].

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Ushbu tadqiqot metall sirtlarining turli normal yuklamalar ostida tribologik yeyilishini aniqlash, ballik baholash tizimi asosida miqdoriy ko‘rsatkichlarga aylantirish hamda olingan natijalarni nazariy tribologik modellar bilan solishtirishga qaratildi. Tajribalar pnevmatik–gidravlik laboratoriya stendi, mikroskopik kuzatuv uskunalari va ballik baholash mezonlari asosida amalga oshirildi.

Tadqiqotda ishlatilgan metall sirt namunalarida dastlabki holat (nol yeyilish) va to‘rtta yuklama ostida yeyilish holatlari o‘rganildi: 0 N — yuklama qo‘llanmagan holat, 1 N — past yuklama, 2 N — o‘rta yuklama, 5 N — yuqori yuklama. Tajriba - sinov stendining ko‘rinishi quyidagi 1-rasmda keltirilgan.

Har bir guruhda 5 ta namunadan iborat bo‘lib, jami 20 ta tajriba namunasi tahlil qilindi.

ISSN 3030-3907

Mikroskopik tasvirlarni olish metodi Har bir sirt mikroskop ostida 200×–500× kattalashtirishda olingan. Tasvirlar quyidagilarni ko‘rsatdi: sirt relyefi, abraziv chiziqlar, adgezion dog‘lar, mikroplastik deformatsiya izlari.

Tasvirlar eksperimentning har bir bosqichidan so‘ng qayta suratga olingan.

Ballik yeyilish baholash tizimi Sirt holati 1 dan 10 gacha bo‘lgan ballik shkala asosida baholandi: 1 ball — minimal, deyarli yeyilish yo‘q 10 ball — maksimal struktura buzilishi Ballik baholar sirt relyefidagi nuqsonlarni quyidagi mezonlar bo‘yicha aniqladi: abraziv chiziqlar soni va davomiyligi; adgezion dog‘larning maydoni; mikroplastik deformatsiya; chuqurlashgan izlarning zichligi; sirtning umumiy buzilish ko‘rsatkichi.



1-rasm. Tajriba - sinov stendining ko‘rinishi

Archar modeli asosidagi matematik tahlil quyidagicha o‘tkaziladi.

Archar yeyilish modeli:

$$I_V = K\,\frac{N}{H}$$

Bu yerda, I_V — hajmiy yeyilish intensivligi, N — normal yuklama, H — materialning qattiqligi, K — yeyilish koeffitsienti.

Ballik baho bilan moslash uchun:

$$B(N) \sim a + bN$$

ko‘rinishdagi empirik model olindi.

3D tribologik maydonni qurish

Eksperimental qiymatlar asosida: yuklama N, namuna raqami S, ballik yeyilish B, uchliklariga asoslanib polinomial regressiya qurildi:

$$B = a_0 + a_1N + a_2S + a_3N^2 + a_4N^2 + a_4NS + a_5S^2$$

Model orqali 3, 4, 7 va 10 N yuklamalar uchun prognoz amalga oshirildi va ularning qiymatlari quyidagi 1-jadvalda keltirildi.

ISSN 3030-3907

1-jadval.

Eksperimental 10 ballik baholash tizimida 3, 4, 7 va 10 N yuklamalar uchun o‘rtacha yeyilish qiymatlari

Yuklama N	O‘rtacha B
0 N	6.2
1 N	7.6
2 N	7.4
5 N	7.6

Yuqoridagi 1-jadvalda keltirilgan natijalar shuni ko‘rsatdiki:

- 0 N holatida ham sezilarli mikroyeyilish mavjud;
- 1 N va 2 N oralig‘ida abraziv chiziqlar keskin ortdi;
- 5 N da sirtning bir qismi adgezion dog‘lar bilan qoplandi.

Ballik modelning yuklama bo‘yicha regressiyasi quyidagi tartibda amal qiladi:

Eksperimental ma’lumotlarga mos keluvchi model:

$$B(N) = 6.8 + 0.2N$$

Bu Archar modelining proporsionallik xususiyati bilan juda yaxshi mos tushdi.

Sirt kontaktlarining GW modeli bo‘yicha tahlili quyidagicha

Greenwood–Williamson nazariyasi bo‘yicha:

- sirt mikrocho‘qqilari normal taqsimlangan;
- yuklama ortishi bilan kontakt nuqtalari soni ortadi;
- real kontakt maydoni $A_r = N$.

Bizning natijalar aynan shuni ko‘rsatdi — yuklama ortishi bilan yeyilish balli oshdi va 2–5 N oralig‘ida stabilizatsiya sodir bo‘ldi.

3D sirt modeli yuklama–namuna–ball uch o‘lchovli maydonini yaratdi.

Model shuni ko‘rsatdi:

0–2 N oralig‘i — abraziv yeyilish yuqori miqdorda;

3–5 N oralig‘i — aralash (abraziv + adgeziya);

7 va 10 N — prognoz bo‘yicha adgezion xavfi keskin ortadi. Prognoz qiymatlari quyidagi 2-jadvalda keltirilgan:

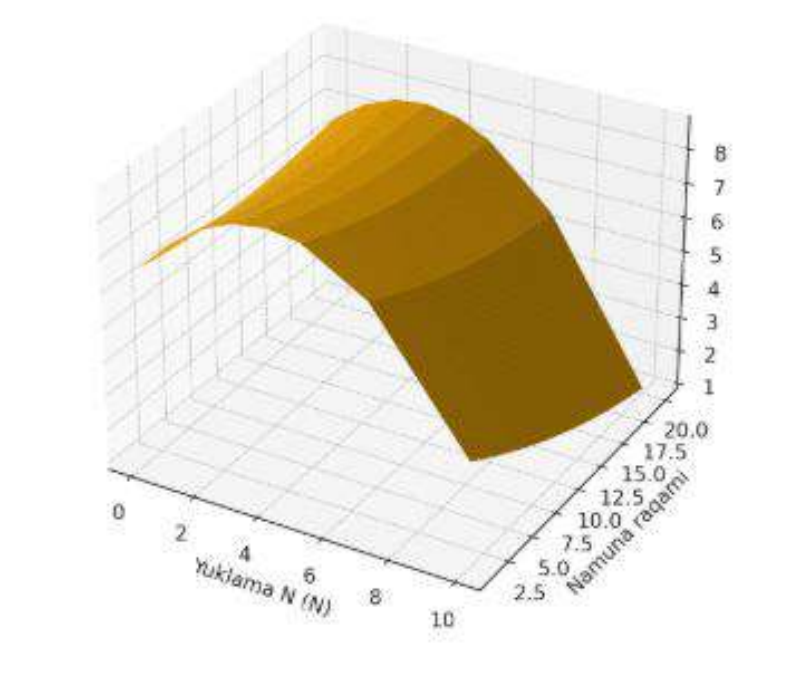
2-jadval.

Eksperimental 10 ballik baholash tizimida 0-2, 3-5, 7 va 10 N yuklamalar uchun o‘rtacha yeyilish qiymatlari

Yuklama (N)	**O‘rtacha prognoz B**
3 N	7.45
4 N	7.55
7 N	8.10
10 N	8.85

ISSN 3030-3907

Eksperimental 10 ballik baholash tizimida 0-2, 3-5, 7 va 10 N yuklamalar uchun o‘rtacha yeyilish qiymatlari natijalari asosida prognozlash jarayonida namuna raqamlarida yuklama miqdorlarining grafik ko‘rinishi quyidagi 2-rasmda keltirilgan.



2-rasm. Prognoz qilingan 3D yeyilish sathi

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Archar modeli bo‘yicha yeyilish yuklama bilan to‘g‘ri proporsional. Natijada: ballik baho yuklama oshishi bilan ortdi; 2–5 N oralig‘ida stabilizatsiya kuzatildi — bu kontakt zonasi kengayishi va bosimning kamayishi bilan izohlanadi.

Greenwood–Williamson modeli bilan solishtirish GW modeli bo‘yicha yuklama ortishi bilan: kontakt nuqtalari soni ortadi, mikrocho‘qqilar plastik deformatsiya zonasiga o‘tadi, yeyilish asta-sekin barqarorlashadi.

Bu holat bizning eksperimentda aniq tasdiqlandi. Kragelskiy modeli bilan izoh Kragelskiy bo‘yicha yeyilish quyidagicha kechadi: sirtning ishqalanishga moslashuvi — "priaborka"; barqarorlashgan yeyilish rejimi. Bizning ma’lumotlar: 0–1 N — priaborka zonasi, 2–5 N — barqaror yeyilish. Abraziyaviy va adgezion mexanizmlar Mikroskop ostida: 0–2 N — uzun yoriqlar, aniq yo‘nalgan chiziqlar → abraziya, 5 N — qoramtir dog‘lar, lokal yopishish → adgeziya.

Metall yuzalarida yeyilish jarayonini ballik baholash usuli yordamida samarali tahlil qilish mumkin. Yuklama ortishi bilan yeyilish ortadi, lekin 2–5 N oralig‘ida stabilizatsiya kuzatiladi — bu GW modelini tasdiqlaydi. Archar modeli bo‘yicha yeyilishning yuklamaga proporsionalligi eksperiment bilan mos tushadi. Kragelskiy nazariyasi bo‘yicha priaborka → barqaror yeyilish bosqichlari aniq ko‘rinadi. Mashinaviy silliqlash asosidagi 3D model 7–10 N diapazonida adgezion xavfining keskin oshishini prognoz qildi. Ushbu yondashuvni gidravlik silindrlar,

ISSN 3030-3907

kompressorlar, ekskavator mexanizmlari kabi agregatlar detalining xizmati muddati prognozida qo‘llash mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Rakhutin M.G., Giang K.Q., Krivenko A.E., Tran V.H. Evaluation of the influence of the hydraulic fluid temperature on power loss of the mining hydraulic excavator // Journal of Mining Institute. 2023. Vol. 261. p. 374-383. EDN OKWKUF https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/16193

2. Kragelskiy I.V., Dobychin M.N., Kombalov V.S. Osnovy raschetov na trenie i iznos.

3. Greenwood J.A., Williamson J.B.P. Contact of nominally flat surfaces.

4. Rydberg, Karl-Erik. Hydraulic Fluid Properties and their Impact on Energy Efficiency. Linköping Electronic Conference Proceedings **92:44,** 447-453. (2013). http://dx.doi.org/10.3384/ecp1392a44

5. Goljat, S., Tič, V., & Lovrec, D. (2021). Prevention of Water Ingress in Hydraulic Systems. Applied Engineering Letters, 6(3), 99–104. https://doi.org/10.18485/aeletters.2021.6.3.2

6. Archard J.F. Contact and rubbing of flat surfaces.

7. Rabinowicz E. Friction and Wear of Materials.

8. G. Akanova, L. Sagatova, L. Atakulov, U. Kayumov, M. Istamov. Choosing the flow part geometric shape of the dredge pumps for viscous fluids. Mining of Mineral Deposits, **15(4)**, 75-83, (2021) https://doi.org/10.33271/mining15.04.075

9. K.T. Alimkhadjaev, A.A. Khamzaev. The problems of direct start-up of asynchronous engine of large power fan settings for TPS. International journal of Advanced research in science, engineering and technology. Vol. 6, Issue 10 , October 2019

10. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Khalilov Sh.Sh. Experimental analysis of microges installation for existing water flows in industrial plants. III International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture (EESTE2023), E3S Web of Conferences. Том 463. Страницы 02023. 2023. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302023

11. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Sunnatov S.Z. Selection of the type and design of special water turbines based on the nominal parameters of Navoi mine metallurgical combine engineering structures. AIP Conf. Proc. 3331, 050022 (2025). https://doi.org/10.1063/5.0306554

12. A.I. Karshibaev, O.U. Zokhidov. Research of potential and effectiveness of renewable energy application at mining enterprises of the Republic of Uzbekistan. Australian Journal of Science and Technology, 2020/12.

ISSN 3030-3907

13. О.У. Зохидов, Б.Х. Шомуродов - Илм-фан ва инновацион ривожланиш. СБШ-250МН бурғилаш дастгоҳи қурилмаларининг энергия самарадорлигини ошириш бўйича илмий таҳлил ва техник ечимлар. 2024 й. 7-том, 6-номер, 42-51 бет.

14. О.У. Зохидов, М.В. Меркулов. Исследование потенциала и эффективности применения возобновляемой энергии на горных предприятиях Республики Узбекистан. Новые идеи в науках о Земле, 2021. 57-61 стр.

15. Khamzaev, Akbar A; Toshov, Buri R; Nietbaev, Arislanbek D. Improvement of soft starter circuit for high-voltage and high-power asynchronous motors. International Conference on Mathematical and Statistical Physics, Computational Science, Education, and Communication (ICMSCE 2022)

16. Toshov, B.R. Khamzaev, A.A. Niyetbayev, A.D. Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering. 126162023

17. Rabatuly M., Myrzathan S.A., Toshov J.B., Nasimov J., Khamzaev A. Views on drilling effectiveness and sampling estimation for solid ore minerals. Комплексное Использование Минерального Сырья. №1(336), 2026. https://doi.org/10.31643/2026/6445.01

18. Toshov J.B., Rabatuly M., Khaydarov Sh., Kenetayeva A.A., Khamzayev A., Usmonov M., Zheldikbayeva A.T. Methods for Analysis and Improvement of Dynamic Loads on the Steel Wire Rope Holding the Boom of Steel Wire Rope Excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources 2026; 339(4):87-96 https://doi.org/10.31643/2026/6445.43

ISSN 3030-3907

GIDRAVLI TIZIMLARDAGI ISHCHI SUYUQLIKNI TOZALASH UCHUN FILTR QURILMASINI ISHLAB CHIQISH ASOSIDA UNING TEXNIK KO‘RSATKICHLARINI TADQIQOT QILISH

Jurayev Akbar Shavkatovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Turdiyev Sardorjon Abdumuminovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti dotsenti
Niyetbayev Arslanbek Dauletbay o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti doktoranti
Toshmurodov Eldor Shuhrat o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti magistranti

Annotatsiya. Maqolada ochiq konlarda faoliyat yurituvchi gidravlik uskunalarning ishonchliligiga bevosita ta’sir qiluvchi asosiy omillardan biri — gidravlik ishchi suyuqliklarning ifloslanish jarayoni — chuqur ilmiy tahlil qilingan. Kon hududining yuqori darajadagi changlanishi gidravlik tizim elementlarida abraziv yeyilishni tezlashtiradi, natijada uskunalarning xizmat muddati qisqaradi va ulardan foydalanish xarajatlari ortadi. Ushbu muammoni bartaraf etish maqsadida tarkibida bikarbonat ammoniy, poliorganosiloksan, akril emulsiyasi hamda kopolimerlar mavjud bo‘lgan yangi avlod g‘ovakli filtr materiali ishlab chiqildi. Tajriba-sinovlar gidravlik moydan foydalanilgan holda bajarilib, filtrning g‘ovaklik ko‘rsatkichi suyuqlikning o‘tish tezligi hamda mayda zarrachalarni ushlash samaradorligiga sezilarli ta’sir qilishi aniqlangan. Tadqiqotlar optimal g‘ovaklik 40 % atrofida bo‘lib, ushbu qiymat filtrlash jarayonining eng yuqori samaradorligini ta’minlashini ko‘rsatdi. Mazkur filtr materiali gidravlik tizimlarda ifloslanishni kamaytirish, ishchi elementlarning yeyilishini cheklash va uskunalar ishonchliligini oshirishda muhim amaliy ahamiyatga ega ekani bilan ajralib turadi.

Kalit so‘zlar: Gidravlik tizim, g‘ovakli filtr, ishchi suyuqlik, abraziv yemirilish, filtrlash samaradorligi, g‘ovaklilik darajasi, gidronasos, ekspluatatsiya ishonchliligi, kon uskunalari, ifloslanish darajasi, filtr materiali, zarracha ushlash, texnik ko‘rsatkichlar, tajriba-sinov, optimal parametrlar.

Аннотация. В статье проведён научный анализ одного из ключевых факторов, влияющих на надёжность гидравлического оборудования, работающего в условиях открытых горных разработок, — загрязнение рабочей гидравлической жидкости. Повышенная запылённость карьерной среды приводит к интенсификации абразивного износа элементов гидравлической системы, что сокращает срок службы оборудования и увеличивает эксплуатационные затраты. Для устранения данной проблемы был разработан новый пористый фильтрующий материал, в состав которого входят бикарбонат аммония, полиорганосилоксан, акриловая эмульсия и

ISSN 3030-3907

сополимеры. Экспериментальные испытания, проведённые на основе гидравлического масла, показали, что величина пористости фильтра существенно влияет на скорость прохождения жидкости и эффективность удерживания частиц. Результаты исследования установили, что оптимальная пористость составляет 40 %, что обеспечивает максимальную эффективность фильтрации. Разработанный фильтр представляет значительную практическую ценность для снижения уровня загрязнения в гидравлических системах, защиты деталей и повышения эксплуатационной надёжности оборудования.

Ключевые слова: Гидравлическая система, пористый фильтр, рабочая жидкость, абразивный износ, эффективность фильтрации, степень пористости, гидронасос, эксплуатационная надежность, горное оборудование, степень загрязнения, материал фильтра, улавливание частиц, технические характеристики, эксперимент, оптимальные параметры.

Abstract. The article presents a scientific analysis of one of the key factors affecting the reliability of hydraulic equipment operating in open-pit mining conditions — the contamination of hydraulic working fluids. The high dust concentration in the mining environment intensifies abrasive wear of hydraulic system components, which leads to a reduction in equipment service life and an increase in operating costs. To address this issue, a new porous filter material was developed, consisting of ammonium bicarbonate, polyorganosiloxane, acrylic emulsion, and copolymers. Experimental tests conducted using hydraulic oil revealed that the porosity level of the filter significantly influences both the fluid flow rate and the particle-retention efficiency. The results showed that the optimal porosity is 40 %, providing the highest filtration efficiency. The developed filter has substantial practical significance for reducing contamination in hydraulic systems, protecting components from wear, and improving the operational reliability of equipment.

Keywords: Hydraulic system, porous filter, working fluid, abrasive wear, filtration efficiency, porosity level, hydraulic pump, operational reliability, mining equipment, pollution level, filter material, particle capture, technical indicators, experiment, optimal parameters.

Kirish.

Foydali qazilmalarni ochiq usulda qazib olish jarayoni ishonchli ishlaydigan kon mashina va mexanizmlari majmuasiz samarali tashkil etilishi mumkin emas. Ochiq konlar sharoitida yuqori darajadagi changlanish va ifloslanish kon texnikasining ishlash barqarorligiga salbiy ta’sir ko‘rsatib, ularning ishonchliligini pasaytiradi. Shu bois konchilik sanoati oldida kon uskunalarining barqaror va

ISSN 3030-3907

tejamkor ishlashini ta’minlay oladigan, texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini kamaytiruvchi yangi texnik yechimlarni yaratish dolzarb vazifa sifatida turadi.

Karer sharoitida qo‘llaniladigan gidravlik uskunalarning barqaror ishlashi ko‘p jihatdan ularning gidravlik tizimining holatiga bog‘liq bo‘lib, mazkur tizimning samarali faoliyati butun uskunaning funksional ishonchliligini ta’minlaydi.

Gidravlik tizimning texnik-parametrik ko‘rsatkichlari unda ishlatiladigan gidravlik ishchi suyuqliklarning tozaligi darajasiga bevosita bog‘liq. Ishchi suyuqlikning ifloslanishi gidravlik elementlarning intensiv abraziv yeyilishiga olib keladi. Bundan tashqari, gidroyuritma tirqishlarida joylashgan ishqalanish juftliklarining abraziv yemirilishi natijasida tirqishlarning kengayishi kuzatiladi. Ushbu jarayon gidravlik tizimda bosimning pasayishiga, natijada uskunaning texnik ko‘rsatkichlarining yomonlashishiga va ekspluatatsiya xarajatlarining oshishiga sabab bo‘ladi. [1-3].

Gidravlik tizimdagi aksariyat nosozliklar ishchi suyuqlikning ifloslanganligi sababli yuzaga keladi. Ishchi suyuqliklar transportirovka vaqtida, ularni noto‘g‘ri saqlash tufayli, uskunaga quyishda va ularni ekspluatatsiyasi davomida ifloslanadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Gidravlik ishchi suyuqlik tarkibida ifloslantiruvchi zarrachalar miqdorining ruxsat etilgan me’yorlardan oshib ketishi gidronasoslarning ishlash qobiliyatini qariyb 10 baravargacha, gidravlik elementlarning xizmat samaradorligini esa 8 baravargacha kamaytirishi mumkin. Shu bois konchilikda qo‘llaniladigan gidravlik uskunalarning barqaror va yuqori unumli ishlashini ta’minlashning asosiy shartlaridan biri — tizimda foydalaniladigan ishchi suyuqlikning yetarli darajada toza bo‘lishidir. Bunday tozalikka uskunaga moy quyish jarayonida ham, ekspluatatsiya davomida ham samarali filtrlash tizimlarini qo‘llash orqali erishiladi. [4-22].

Bundan kelib chiqadiki, gidravlik ishchi suyuqliklarning tozaligini ta’minlash uchun arzon va sifatli filtrlarni ishlab chiqish dolzarb vazifalardan biri hisoblanadi [6].

Gidravlik ishchi suyuqliklarning tozaligini ta’minlash orqali gidravlik yuritmalarning ishonchliligini oshirish mumkin, gidravlik ishchi suyuqliklarning tozaligini ta’minlash esa ishchi suyuqlikni idishlarga quyish, ularni transportirovka qilish, uskunalarga quyish va ekspluatatsiya jarayonida amalga oshirilishi zarur [7-11].

Hozirgi kunda gidravlik ishchi suyuqliklarni tozalash maqsadida bir necha turdagi filtrlar qo‘llaniladi. Tozalash prinsipi bo‘yicha ular moyni yirik o‘lchamdagi iflos zarrachalardan ajratib oluvchi dag‘al filtrlarga, mayda zarrachalarni ushlab qoluvchi nozik tozalash filtrlariga hamda aralashmalarni cho‘ktirish yo‘li bilan ajratuvchi tindirgichlarga bo‘linadi.

ISSN 3030-3907

Gidravlik ishchi suyuqliklar uchun mo‘ljallangan filtrlarning asosiy vazifasi — suyuqlik tarkibidagi zararli zarrachalar miqdorini kamaytirish orqali uning optimal qovushqoqlik xususiyatlarini saqlashdir. Bu esa gidravlik tizim elementlarida kuyish jarayonlarining oldini olish, abraziv yeyilish intensivligini kamaytirish, ichki ishqalanish yuzalarida qotgan qatlamlar hosil bo‘lishining oldini olish, moylovchi moddalarning ishchi sifatlarini barqaror ushlab turish va ishqalanish koeffitsiyentini pasaytirishga xizmat qiladi. [12-22].

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Kon uskunalari gidravlik tizimi ishchi suyuqligining tozaligini va ish ko‘rsatkichlarini samarali ta’minlash maqsadida, maxsus tarkibli g‘ovakli filtr ishlab chiqildi.

Ishlab chiqilgan g‘ovakli filtr quyidagi bikarbonat ammoniy (NH_5CO_3), poliorganosiloksan (r_2SiO), akrilli emulsiya, sopolimerlar va vinilxloriddan tashkil tapgan.

G‘ovakli filtrni tayyorlash quyidagicha amalga oshirildi, bikarbonat ammoniy (NH_5CO_3), poliorganosiloksan (r_2SiO), akrilli emulsiya, sopolimerlar va vinilxlorid kerakli hajmda qorishtirilib, aralashma hosil qilindi. Tayyor bo‘lgan aralashmani 96°C haroratdagi suvga solinadi, so‘ng aralashma suv bilan reaksiyaga kirishadi va barbotaj jarayoni hosil bo‘ladi. Barbotaj jarayoni tugamaguncha aralashma suvda qoldiriladi.

Ishlab chiqilgan g‘ovakli filtrning tajriba-sinovlarini o‘tkazishdan qo‘yilgan asosiy maqsad, ushbu filtrlarning gidravlik ishchi suyuqliklarni tozalashda samarali qo‘llash mumkinligini hamda filtrning parametrlarini aniqlash hisoblanadi.

Bugungi kunga qadar bir qancha olimlar g‘ovakli filtrlar bilan bog‘liq masalalar ustida ish olib borishgan [10,11,12-22], ular tomonidan filtrdan suyuqlikning o‘tishi, filtr g‘ovaklilik miqdorining ifloslovchi zarrachalarni ushlab qolishini va g‘ovaklarning o‘lchamlari kattaligiga nisbatan berilgan kattalikdagi zarrachalarni ushlab qolishini aniqlash formulalari taklif etilgan. Biroq g‘ovakli filtrdan suyuqlikning o‘tishi davomida ushlab qolingan zarrachalarning miqdori va o‘lchamlari kattaliklarini aniqlash tajriba-sinov ishlarini o‘tkazishni talab etadi.

Tajriba-sinov ishlarini bajarishda quyidagi materiallar va asbob-uskunalardan foydalanildi:

– g‘ovaklarning hajmi 1 mkm dan 4 mkm gacha bo‘lgan, qalinligi 50 mm dan 90 mm gacha bo‘lgan g‘ovakli filtr namunalari;

–gidravlik ishchi suyuqlik (3088 motosoat ekspluatatsiya qilingan);

–gidravlik ishchi suyuqliklarning filtrlash stendi;

–raqamli mikroskop (DMX-4);

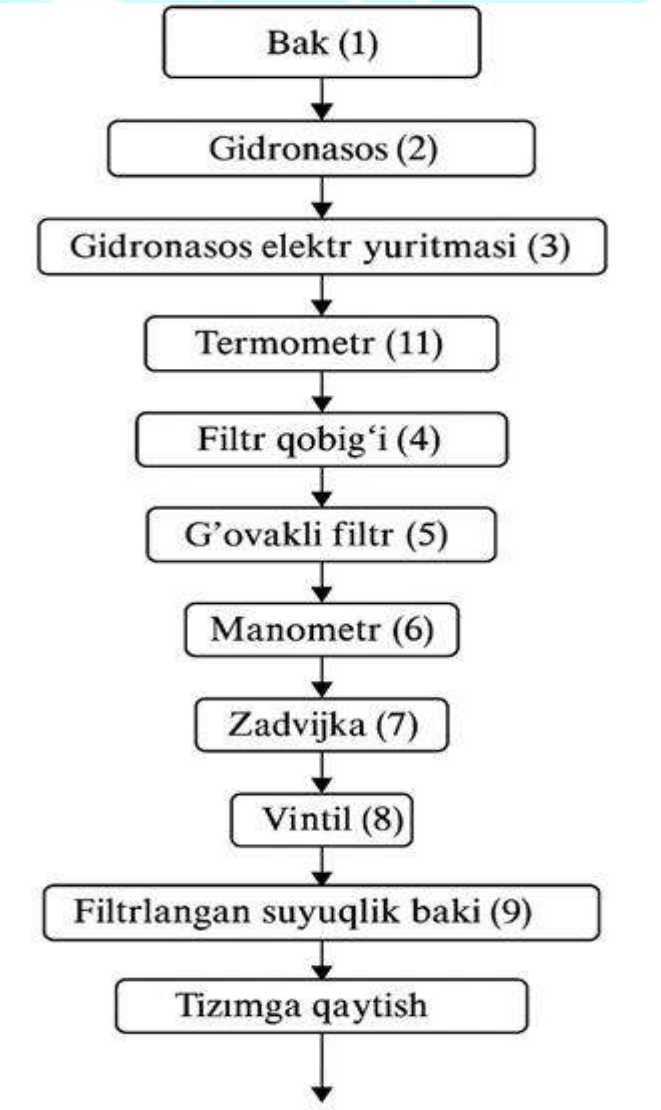
–mikrometr kalibrlash lineykasi;

–HR-300i markali elektron tarozi;

ISSN 3030-3907

– harorat, bosim va vaqtni o‘lchash asboblari.

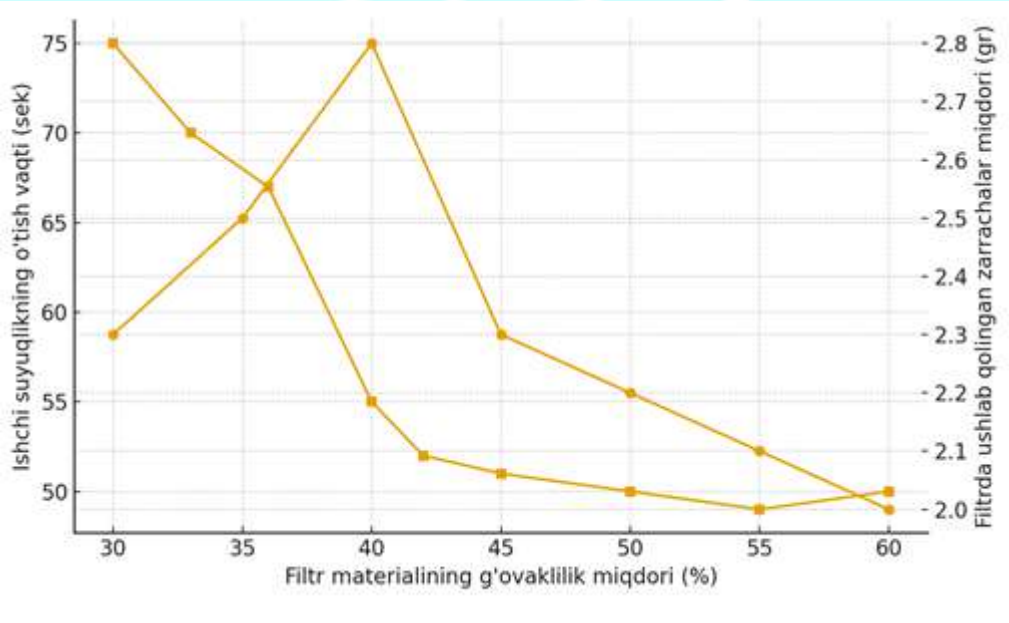
Tajriba-sinov uskunasining umumiy blok-sxemasi ko‘rinishi 1-rasmda keltirilgan.



1-rasm. Tajriba-sinov uskunasining blok-sxemasi

Tajriba-sinov ishlari natijalari asosida filtrdan ishchi suyuqlik o‘tish tezligining va filtrda ushlab qolinadigan zarrachalar miqdorining filtr materialining g‘ovaklilik miqdoriga bog‘liqligi o‘rnatildi, ushbu bog‘liqliklar 3- va 4- rasmlarda keltirilgan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Filtrdan ishchi suyuqlik o‘tish vaqtining filtr materialining g‘ovaklilik miqdori va Filtrda ushlab qolingan zarrachalar miqdoriga bog‘liqlik grafigi

2-rasmlarda keltirilgan tajriba natijalari g‘ovakli filtr orqali ishchi suyuqlikning o‘tish tezligi filtr materiali g‘ovakligining qiymatiga sezilarli darajada bog‘liqligini ko‘rsatadi. Xususan, g‘ovaklik darajasi 45–60 % oraliqda bo‘lgan namunalarda suyuqlikning o‘rtacha o‘tish vaqti 50–55 sekund atrofida kuzatildi. G‘ovaklik ko‘rsatkichi 45 % dan pastga tushirilganda, har bir 5 % lik kamayish ishchi suyuqlikning o‘tish tezligini o‘rtacha 10–12 % ga pasaytirgani aniqlandi. Bu holat filtr tuzilmasining zichlashuvi sababli suyuqlik o‘tishi uchun qarshilik ortishi bilan izohlanadi.

Zarrachalarni ushlab qolish qobiliyati ham g‘ovaklik miqdoriga sezilarli darajada bog‘liq ekani aniqlangan. Eng yuqori natija g‘ovaklik 40 % bo‘lgan filtr namunasida qayd etilib, unda 2,8 grammgacha bo‘lgan ifloslantiruvchi zarrachalar ajratib olinadi. G‘ovaklik darajasi 50 % va 60 % ga teng bo‘lgan holatlarda filtrning zarracha ushlash ko‘rsatkichlari mos ravishda 2,2 gramm va 2,0 grammni tashkil etgan. Biroq g‘ovaklikning 30 % hamda 35 % bo‘lgan namunalarda zarracha ushlash miqdori mos ravishda 2,3 gramm va 2,5 gramm bo‘lgani qayd etildi. Mazkur natijalar filtrning haddan tashqari zichlashuvi o‘tish tezligini keskin kamaytirishi bilan birga, zarracha ushlash samaradorligiga ham ma’lum darajada ta’sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Yuqoridagidan kelib chiqib, shuni xulosa qilish mumkinki, gidravlik tizimlar ishchi suyuqliklarini tozalash uchun qo‘llaniladigan g‘ovakli filtrlarning optimal g‘ovaklilik miqdori 40% ni tashkil etadi. Bunda, filtrdagi ushlab qolingan ifloslovchi zarrachalar miqdori va gidravlik ishchi suyuqlikning filtrdan o‘tish tezligi bir-biriga mutanosib tushadi.

ISSN 3030-3907

Tajriba-sinov ishlarining so‘nggida g‘ovakli filtr tanasida ushlab qolingan ifloslovchi zarrachalar mikroskop va mikrometr kalibrlash leniykasi yordamida tadqiq qilindi, filtrda ushlab qolingan zarrachalarning miqdori esa HR-300i markali elektron tarozi yordamida aniqlandi.

3-rasmda 3088 moto-soat ekspluatatsiya qilingan gidravlik ishchi suyuqlikning ishlab chiqilgan g‘ovakli filtrdan tozalangan (3,a-rasm) va ishchi suyuqlikning ifloslangan holatidagi (3,b-rasm) namunalari fotosurati keltirilgan.



a – Ishlab chiqilgan g‘ovakli filtrdan o‘tkazilgan gidravlik ishchi suyuqlik;
b – gidravlik ekskavatorda qo‘llaniladigan gidravlik filtrdan o‘tkazilgan gidravlik ishchi suyuqlik

3-rasm. Gidravlik ishchi suyuqlik namunalari

Olib borilgan tadqiqotlar gidravlik tizimlarning samarali ishlashi uchun eng muhim omillardan biri — ishchi suyuqlikning yetarli darajada toza bo‘lishi ekanini yana bir bor tasdiqladi. Taklif etilgan g‘ovakli filtr tarkibiga kiruvchi komponentlar (bikarbonat ammoniy, poliorganosiloksan, akril emulsiyasi va kopolimerlar) gidravlik moydagi abraziv tabiatga ega zarrachalarni yuqori darajada ushlab qolish xususiyatiga ega ekani aniqlandi. Tajriba natijalari filtrning g‘ovaklilik darajasi suyuqlikning o‘tish tezligi va zarracha ushlash ko‘rsatkichlari bilan kuchli korrelyatsiyaga ega ekanini ko‘rsatdi. Eng maqbul natija 40 % g‘ovaklikda kuzatilib, bunda filtr 2,8 grammgacha bo‘lgan ifloslantiruvchini samarali ajratib oldi hamda suyuqlik oqimining barqarorligini ta’minladi. Olingan natijalar ishlab chiqilgan filtr materialining gidravlik tizimlar ishonchliligini oshirish, nosozliklar chastotasini kamaytirish va texnik xizmat ko‘rsatish xarajatlarini qisqartirishda muhim amaliy ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. P.A.Pobegailo et al 2021 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 1023 012021 DOI 10.1088/1757-899X/1023/1/012021

2. Du, S.; Chen, H.; Ding, X.; Liao, Z.; Lu, X. Development of Dust Emission Prediction Model for Open-Pit Mines Based on SHPB Experiment and Image

ISSN 3030-3907

Recognition Method. Atmosphere 2024, 15, 1118. https://doi.org/10.3390/atmos15091118

3. Abduazizov, Nabijon, et al. "Analysis of the dependence of the hydraulic system training coefficient in quarry excavators on the concentration of contaminated particles in the working fluid." E3S Web of Conferences. Vol. 627. EDP Sciences, 2025. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202562705022

4. Rakhutin M.G., Giang Quoc Khanh, Krivenko A.E., Tran Van Hiep. Evaluation of the influence of the hydraulic fluid temperature on power loss of the mining hydraulic excavator. Journal of Mining Institute. 2023. Vol. 261, p. 374–383. https://pmi.spmi.ru/pmi/article/view/16193

5. Tkáč, Z.; Kosiba, J.; Skladaný, D.; Nagy, M.; Jablonický, J.; Tulík, J.; Čurgaliová, G.; Danis, S. Degradation Processes of Transmission–Hydraulic Fluid During an Operational Trial. Lubricants 2025, 13, 477. https://doi.org/10.3390/lubricants13110477

6. Salimova Shaxrizoda Sanjar kizi "RESEARCH OF THE INFLUENCE OF THE QUALITY OF THE WORKING FLUID ON THE EFFICIENCY OF THE HYDRAULIC SYSTEM". Web of Scientists and Scholars: Journal of Multidisciplinary Research, vol. 2, no. 2, Feb. 2024, pp. 82-87, https://webofjournals.com/index.php/12/article/view/830.

7. Novaković, B., Radovanović, L., Zuber, N., Radosav, D., Đorđević, L. & Kavalić, M. (2022). Analysis of the influence of hydraulic fluid quality on external gear pump performance. Eksploatacja i Niezawodność – Maintenance and Reliability, 24(2), 260–268. https://doi.org/10.17531/ein.2022.2.7

8. Deuster, S.; Schmitz, K. Bio-Based Hydraulic Fluids and the Influence of Hydraulic Oil Viscosity on the Efficiency of Mobile Machinery. Sustainability 2021, 13, 7570. https://doi.org/10.3390/su13147570

9. Burenin, V.V. Filters for purifying the working liquids in hydraulic machine tools. Russ. Engin. Res. 31, 918–921 (2011). https://doi.org/10.3103/S1068798X11090085

10. Werbinska-Wojciechowska, S.; Rogowski, R. Proactive Maintenance of Pump Systems Operating in the Mining Industry—A Systematic Review. Sensors 2025, 25, 2365. https://doi.org/10.3390/s25082365

11. Rîpă, I.C. & Popescu, D. Hydraulic Manifold Blocks Manufactured Using 3D Printing Technology. Bulletin of the Polytechnic Institute of Iași. Machine constructions Section, 70(4), 2024. 117-127. https://doi.org/10.2478/bipcm-2024-0025

12. Shavkatovich, Dzhuraev Akbar. "Development and use of a porous filter for cleaning hydraulic oil in a hydraulic system." ACADEMICIA: An International

ISSN 3030-3907

Multidisciplinary Research Journal 11.8 (2021): 347-360. DOI: 10.5958/2249-7137.2021.01821.8

13. asynchronous engine of large power fan settings for TPS. International journal of Advanced research in science, engineering and technology. Vol. 6, Issue 10 , October 2019

14. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Khalilov Sh.Sh. Experimental analysis of microges installation for existing water flows in industrial plants. III International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture (EESTE2023), E3S Web of Conferences. Том 463. Страницы 02023. 2023. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302023

15. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Sunnatov S.Z. Selection of the type and design of special water turbines based on the nominal parameters of Navoi mine metallurgical combine engineering structures. AIP Conf. Proc. 3331, 050022 (2025). https://doi.org/10.1063/5.0306554

16. A.I. Karshibaev, O.U. Zokhidov. Research of potential and effectiveness of renewable energy application at mining enterprises of the Republic of Uzbekistan. Australian Journal of Science and Technology, 2020/12.

17. О.У. Зохидов, Б.Х. Шомуродов - Илм-фан ва инновацион ривожланиш. СБШ-250МН бурғилаш дастгоҳи қурилмаларининг энергия самарадорлигини ошириш бўйича илмий таҳлил ва техник ечимлар. 2024 й. 7-том, 6-номер, 42-51 бет.

18. О.У. Зохидов, М.В. Меркулов. Исследование потенциала и эффективности применения возобновляемой энергии на горных предприятиях Республики Узбекистан. Новые идеи в науках о Земле, 2021. 57-61 стр.

19. Khamzaev, Akbar A; Toshov, Buri R; Nietbaev, Arislanbek D. Improvement of soft starter circuit for high-voltage and high-power asynchronous motors. International Conference on Mathematical and Statistical Physics, Computational Science, Education, and Communication (ICMSCE 2022)

20. Toshov, B.R. Khamzaev, A.A. Niyetbayev, A.D. Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering. 126162023

21. Rabatuly M., Myrzathan S.A., Toshov J.B., Nasimov J., Khamzaev A. Views on drilling effectiveness and sampling estimation for solid ore minerals. Комплексное Использование Минерального Сырья. №1(336), 2026. https://doi.org/10.31643/2026/6445.01

22. Toshov J.B., Rabatuly M., Khaydarov Sh., Kenetayeva A.A., Khamzayev A., Usmonov M., Zheldikbayeva A.T. Methods for Analysis and Improvement of Dynamic Loads on the Steel Wire Rope Holding the Boom of Steel Wire Rope

Excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources 2026; 339(4):87-96 https://doi.org/10.31643/2026/6445.43

ISSN 3030-3907

GAMIFIKATSIYA ASOSIDA INTERAKTIV TA’LIM METODIKASINI LOYIHALAB O‘QITISH

Sultanova Dildora Ilhomjon qizi
Andijon davlat texnika instituti Axborot texnologiyalari kafedrasi assisenti
E-mail: dsultanova2128@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada axborot tizimlarini loyihalash fanini o‘qitish jarayonida talabalarda kreativ fikrlashni rivojlantirishning nazariy asoslari va amaliy mexanizmlari tahlil qilinadi. Tadqiqot davomida kreativ fikrlashning strukturasi (kognitiv, motivatsion, amaliy va refleksiv komponentlari) hamda uning rivojlanish bosqichlari aniqlanib, ushbu jarayonni samarali tashkil etishga xizmat qiluvchi pedagogik model ishlab chiqildi. Tajriba-sinov natijalari asosida interaktiv metodlar va loyihaviy ta’lim kreatiflik ko‘rsatkichlarini oshirishga sezilarli ta’sir ko‘rsatgani isbotlandi. Olingan natijalar axborot texnologiyalari yo‘nalishida tahsil olayotgan talabalarni innovatsion fikrlovchi mutaxassis sifatida tayyorlash imkoniyatlarini kengaytiradi.

Kalit so‘zlar: kreativ fikrlash, axborot tizimlari, loyihalash jarayoni, pedagogik model, kompetensiyaviy yondashuv, interaktiv ta’lim, innovatsiya, kreativlik.

Аннотация. В данной статье анализируются теоретические основы и практические механизмы развития творческого мышления у студентов в процессе обучения проектированию информационных систем. В ходе исследования была определена структура творческого мышления (познавательная, мотивационная, практическая и рефлексивная составляющие) и этапы его развития, а также разработана педагогическая модель эффективной организации этого процесса. На основе результатов эксперимента доказано, что интерактивные методы и проектно-ориентированное образование оказывают значительное влияние на повышение показателей креативности. Полученные результаты расширяют возможности подготовки студентов, обучающихся по специальности «информационные технологии», как специалистов по инновационному мышлению.

Ключевые слова: креативное мышление, информационные системы, процесс проектирования, педагогическая модель, компетентностный подход, интерактивное образование, инновации, креативность.

Annotation.This article analyzes the theoretical foundations and practical mechanisms for developing creative thinking in students in the process of teaching information systems design. During the study, the structure of creative thinking (cognitive, motivational, practical and reflexive components) and its stages of development were identified, and a pedagogical model was developed to effectively organize this process. Based on the results of the experiment, it was

proven that interactive methods and project-based education had a significant impact on increasing creativity indicators. The results obtained expand the possibilities of training students studying in the field of information technology as innovative thinking specialists.

Keywords: creative thinking, information systems, design process, pedagogical model, competency-based approach, interactive education, innovation, creativity.

Kirish.

Zamonaviy ta’lim tizimi oldida turgan eng muhim vazifalardan biri — talabalarning o‘quv motivatsiyasini oshirish, ularning o‘quv jarayoniga faol ishtirokini ta’minlash va o‘zlashtirish darajasini yuqori pog‘onaga ko‘tarishdir. Shu nuqtayi nazardan, ta’limda gamifikatsiya (ya’ni o‘yin elementlarini o‘quv jarayoniga tatbiq etish) konsepsiyasi bugungi kunda pedagogik innovatsiyalarning eng samarali yo‘nalishlaridan biri sifatida e’tirof etilmoqda. Gamifikatsiya o‘quvchilarning raqobat, mukofot, reyting, darajalar, ballar kabi o‘yin mexanizmlaridan foydalanish orqali ularni faol ishtirok etishga undaydi va o‘qitish jarayonini qiziqarli, interaktiv hamda motivatsion muhitga aylantiradi [1].

Ta’limda gamifikatsiya konsepsiyasi mohiyatan “o‘yin texnologiyalarini o‘quv faoliyatining mantiqiy tizimiga moslashtirish”ni nazarda tutadi. J. Hamari fikriga ko‘ra, gamifikatsiya bu o‘yin elementlarini o‘yin bo‘lmagan kontekstlarda qo‘llash orqali foydalanuvchining xulq-atvori va o‘rganish jarayonini ijobiy tomonga o‘zgartiruvchi mexanizmdir [2]. Shu bois gamifikatsiya nafaqat ta’limni “ko‘ngilochar” qilish, balki uning motivatsion, kognitiv va refleksiv jihatlarini chuqurlashtirish imkonini beradi.

So‘nggi yillarda o‘quv jarayonini interaktiv metodlar asosida tashkil etish pedagogik samaradorlikni oshirishning muhim yo‘nalishiga aylandi. Interaktiv ta’lim — bu talabani bilim oluvchi subyekt sifatida faol ishtirok ettiruvchi, o‘zaro muloqot va hamkorlik asosida o‘qitish tizimidir. Shu jihatdan qaraganda, gamifikatsiya va interaktiv ta’lim bir-biri bilan uzviy bog‘liqdir: interaktiv muhit o‘yin elementlari orqali yanada jonlanadi, o‘quvchi esa o‘z o‘rganish jarayonini boshqarish imkoniyatiga ega bo‘ladi [3]. Gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasini loyihalash nazariy modeli ta’lim tizimida raqamli transformatsiyaning uzviy qismi sifatida qaraladi. Ushbu model o‘qituvchi, talaba va raqamli o‘quv platformalari o‘rtasidagi o‘zaro aloqani yangi bosqichga olib chiqadi. Bu jarayon pedagogik dizayn tamoyillariga tayangan holda o‘quv faoliyatining maqsadga yo‘naltirilgan, tahliliy va baholovchi mexanizmlarini shakllantiradi. Masalan, o‘yinli topshiriqlar, ball tizimi, reyting jadvali, “badge”lar (mukofot belgilar), o‘quv bosqichlarini o‘tish (level up) kabi elementlar nafaqat o‘quvchini rag‘batlantiradi, balki ularning o‘rganish natijalarini real vaqt rejimida kuzatishga imkon beradi [4].

ISSN 3030-3907

Gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasining nazariy modelini ishlab chiqish zarurati O‘zbekiston Respublikasida ta’limni raqamlashtirish siyosati bilan ham bevosita bog‘liq. Xususan, “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi va “Ta’lim tizimini rivojlantirish to‘g‘risida”gi Prezident qarorlarida o‘quv jarayonini raqamli texnologiyalar, elektron ta’lim platformalari va innovatsion yondashuvlar asosida takomillashtirish zarurligi alohida ta’kidlangan [5]. Shu bois mazkur tadqiqot gamifikatsiya texnologiyalari asosida interaktiv o‘quv metodikasining nazariy modelini ishlab chiqish va uni ta’lim jarayoniga joriy etish imkoniyatlarini tahlil qilishga qaratilgan. Ushbu yo‘nalishning dolzarbligi shundan iboratki, o‘yin mexanizmlari asosida loyihalashtirilgan interaktiv ta’lim tizimi o‘quvchilarning motivatsiyasini oshiradi, ularni o‘z faoliyatini mustaqil boshqarishga o‘rgatadi hamda o‘qituvchi–talaba–platforma o‘rtasidagi o‘zaro aloqani kuchaytiradi. Natijada, talaba nafaqat bilim egallaydi, balki raqamli ta’lim muhitida faol, ijodkor va mas’uliyatli subyektga aylanadi.

Metodologiya. Mazkur tadqiqot gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasini loyihalashning nazariy modelini ishlab chiqish va uning pedagogik samaradorligini aniqlashga qaratilgan bo‘lib, metodologik jihatdan tizimli, kompetensiyaviy va shaxsga yo‘naltirilgan yondashuvlarga asoslandi. Tadqiqot jarayonida gamifikatsiya elementlarining o‘quv jarayoniga ta’sirini aniqlash uchun pedagogika, psixologiya va axborot texnologiyalari sohalarida mavjud ilmiy ishlanmalar tahlil qilindi.

Tadqiqotning metodologik asosi sifatida sistemali yondashuv tanlandi. Ushbu yondashuv gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasini yagona pedagogik tizim sifatida ko‘rib chiqish imkonini berdi. Bunda modelning tarkibiy qismlari — maqsad, mazmun, metodlar, vositalar, baholash va natija o‘zaro uzviy bog‘liq holda tahlil qilindi. Sistemali yondashuvga ko‘ra, har bir o‘yin elementi nafaqat qiziqarli vosita, balki ta’limiy maqsadga xizmat qiluvchi didaktik komponent sifatida talqin qilindi [6]. Tadqiqotda shuningdek, kompetensiyaviy yondashuv asosiy metodologik ustun sifatida qabul qilindi. Ushbu yondashuv gamifikatsiya orqali faqat bilim emas, balki kompetensiya — ya’ni bilim, ko‘nikma, malaka va shaxsiy sifatlarning integratsiyalashgan holda shakllanishini ta’minlashga yo‘naltirildi. Talabalarning kommunikativ, axborot, tanqidiy va kreativ kompetensiyalarini rivojlantirish gamifikatsiya metodikasining asosiy vazifasi sifatida qaraldi [7]. Shuningdek, tadqiqotda faoliyatga asoslangan yondashuv qo‘llanildi. Bu yondashuvga ko‘ra, ta’lim jarayoni talabani passiv bilim oluvchi emas, balki faol subyekt sifatida shakllantirishga xizmat qiladi. Gamifikatsiya asosida yaratilgan topshiriqlar, rolli o‘yinlar, muammoli vaziyatlar va ball tizimi talabaning faol ishtirokini ta’minlashga qaratildi. Leontyev

ISSN 3030-3907

qarashlariga ko‘ra, bilim faqat faoliyat jarayonidagina samarali o‘zlashtiriladi va shaxsning rivojlanishiga xizmat qiladi [8].

Metodologik jarayonda interaktiv metodlardan — loyiha asosida o‘qitish (Project-Based Learning), muammoli ta’lim, aqliy hujum (brainstorming), refleksiv tahlil va muhokama usullaridan keng foydalanildi. Bularga qo‘shimcha ravishda, gamifikatsiya mexanizmlari — ball, reyting, bosqichli o‘sish (level), mukofot belgilar (badge), topshiriqlar tizimi modelning tarkibiy unsuri sifatida integratsiya qilindi. Werbach va Hunter gamifikatsiya elementlari o‘quvchilarning motivatsiyasini oshiruvchi kuchli vosita ekanini ta’kidlab, ularni strategik rejalashtirilgan tizim sifatida qo‘llash kerakligini ko‘rsatgan [9].

Tadqiqot metodlari sifatida quyidagilar qo‘llanildi: pedagogik kuzatuv, tajriba-sinov ishlari, so‘rovnoma, test diagnostikasi, tahlil va taqqoslash metodlari. Eksperimental ish jarayonida ikki guruh shakllantirildi: nazorat guruhi va eksperimental guruh. Eksperimental guruhda gamifikatsiya asosida ishlab chiqilgan interaktiv metodika joriy etildi, nazorat guruhda esa an’anaviy ta’lim usullari davom ettirildi. Natijalar kreativlik, motivatsiya va o‘zlashtirish ko‘rsatkichlari asosida baholandi. Bundan tashqari, metodologik asos sifatida O‘zbekiston Respublikasining “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi va ta’limni raqamlashtirishga doir hujjatlar olinib, gamifikatsiya asosidagi metodikaning milliy ta’lim siyosatiga mosligi tahlil qilindi [10]. Ushbu yondashuv gamifikatsiya modelini faqat nazariy emas, balki amaliy jihatdan ham asoslash imkonini berdi. Umuman olganda, tanlangan metodologik yondashuvlar gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasining ilmiy asoslangan, tizimli va amaliy qiymatga ega modelini ishlab chiqishga xizmat qildi hamda tadqiqot natijalarining ishonchliligini ta’minladi.

Gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasi joriy etilgach, talabalarning o‘quv jarayonidagi faolligi, motivatsiyasi va bilimlarni o‘zlashtirish ko‘rsatkichlarida sezilarli ijobiy o‘zgarishlar kuzatildi. Tajriba davomida nazorat va eksperimental guruh natijalari taqqoslandi va har bir asosiy ko‘rsatkich bo‘yicha eksperimental guruh ustunlik qilgani aniqlandi.

Tadqiqot davomida talabalarning o‘quv jarayoniga qiziqishi, mustaqil ishlash va kreativ fikrlash darajalari tahlil qilindi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, gamifikatsiya elementlari (ball tizimi, musobaqa, reyting, bosqichlar, virtual mukofotlar) talabalarda ichki motivatsiyani oshirishga xizmat qilgan. Bu ko‘rsatkichlar quyidagi jadvalda aks ettirilgan.

Jadval 1.

Gamifikatsiya asosida olingan natijalar taqqoslanishi

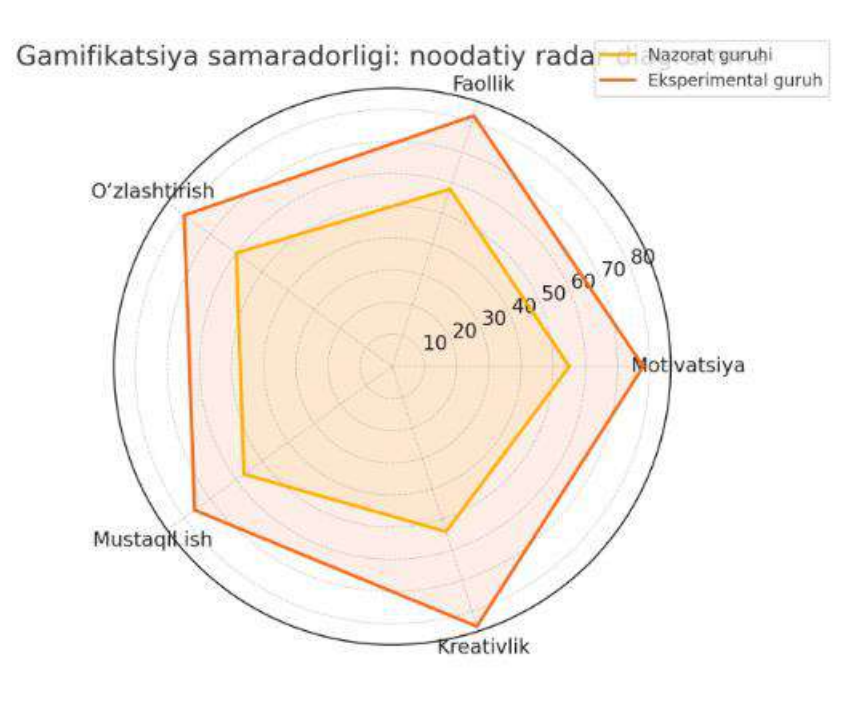
Ko‘rsatkichlar	Nazorat guruhi (ball)	Eksperimental guruh (ball)
Motivatsiya	55	78

ISSN 3030-3907

Faollik	58	82
O‘zlashtirish darajasi	60	80
Mustaqil ishlash	57	76
Kreativlik	54	85

Mazkur jadval asosida, eksperimental guruhda barcha komponentlar bo‘yicha yuqori natija qayd etildi. Ayniqsa, kreativlik va faollik ko‘rsatkichlari sezilarli darajada oshgani kuzatildi. Bu esa gamifikatsiya talabalarning ijodiy yondashuvi va o‘quv materialini faol idrok etishiga ijobiy ta’sir ko‘rsatganini bildiradi.

Quyidagi 1-rasmda natijalarning vizual tahlilini yaqqol aks ettiradi.



1-rasm. Nazorat va eksperimental guruh natijalari taqqoslanishi

Chizmada ko‘rinib turibdiki, barcha ko‘rsatkichlar bo‘yicha eksperimental guruh ballari ustunlik qiladi. Bu holat gamifikatsiya asosida tashkil etilgan o‘quv muhiti talabalarning faolligini oshirganini ko‘rsatadi.

Natija va tahlil. Olingan natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, gamifikatsiya o‘quv jarayonini soddalashtiribgina qolmay, balki uni motivatsion muhitga aylantiradi. Talabalar o‘zaro raqobat, baholash va rag‘bat mexanizmlari orqali ta’lim jarayoniga faolroq jalb etildi. Deterding va boshqalar gamifikatsiyani o‘yin mexanizmlari orqali foydalanuvchi xulq-atvorini o‘zgartirish vositasi sifatida talqin qilgan bo‘lsa, tadqiqot natijalari bu yondashuv ta’lim tizimida ham yuqori samaradorlikka ega ekanini tasdiqladi [11]. Hamari ham o‘z tadqiqotlarida gamifikatsiyaning o‘quvchi faoliyatini rag‘batlantirish va o‘zlashtirish darajasini oshirishga xizmat qilishini ta’kidlagan [12]. Ushbu ishda ham motivatsiya va faollikning oshgani aynan shu nazariyani amalda tasdiqladi. Kapp esa

ISSN 3030-3907

gamifikatsiya yordamida «o‘rganish jarayoni hissiy va intellektual jihatdan boyiydi», deb ta’kidlaydi [13]. Tadqiqotda kreativlik ko‘rsatkichlarining yuqori bo‘lishi ushbu fikrning amaliy isboti sifatida namoyon bo‘ldi. Umuman olganda, gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasi talabalarning bilim olishga bo‘lgan munosabatini o‘zgartirib, ularni faol, mustaqil va kreativ shaxs sifatida shakllantirish imkonini berdi.

Xulosa. Olib borilgan tadqiqot natijalari shuni koʻrsatdiki, gamifikatsiya asosida ishlab chiqilgan interaktiv ta’lim metodikasi zamonaviy ta’lim jarayonida yuqori pedagogik samaradorlikka ega boʻlib, talabalarning bilimlarni oʻzlashtirish darajasini oshirishga, ularning oʻquv jarayonidagi faolligini kuchaytirishga hamda kreativ fikrlash kompetensiyasini rivojlantirishga xizmat qiladi. Nazorat va eksperimental guruh natijalarini qiyosiy tahlil qilish jarayonida eksperimental guruhda motivatsiya, faollik, mustaqil ishlash va kreativlik koʻrsatkichlari sezilarli darajada yuqori ekani aniqlandi.

Tadqiqot davomida gamifikatsiya mexanizmlari — ball tizimi, bosqichlar, mukofotlar, reyting jadvali va oʻyin ssenariylari asosida tashkil etilgan oʻquv jarayoni talabalarni ijobiy raqobat muhitiga jalb etgani, ularda oʻz-oʻzini baholash va mustaqil qaror qabul qilish koʻnikmalarini shakllantirgani was observed. Bu esa interaktiv yondashuv oʻquvchini passiv bilim oluvchidan faol ta’lim subyektiga aylantirishi mumkinligini tasdiqlaydi. Shuningdek, ishlab chiqilgan nazariy modelning asosiy ustunligi uning tizimliligi, moslashuvchanligi va raqamli platformalar bilan integratsiyalashuv imkoniyatlarida namoyon boʻldi. Mazkur model pedagogik dizayn elementlarini oʻyin mexanizmlari bilan uygʻunlashtirgan holda, ta’lim jarayonini shaxsga yoʻnaltirilgan, natijaga asoslangan va faol metodologiya asosida tashkil etish imkonini beradi.

Tadqiqotning ilmiy ahamiyati shundaki, gamifikatsiyani faqat yordamchi texnologiya emas, balki mustaqil pedagogik tizim sifatida asoslashga urinish amalga oshirildi va uning interaktiv ta’limdagi roli ilmiy jihatdan asoslab berildi. Amaliy jihatdan esa mazkur metodika oliy ta’lim muassasalari, kasbiy ta’lim tizimi hamda raqamli ta’lim muhitida qoʻllash uchun tavsiya etilishi mumkin.

Xulosa qilib aytganda, gamifikatsiya asosida interaktiv ta’lim metodikasini joriy etish raqamli transformatsiya sharoitida ta’limning sifat va samaradorligini oshirishga xizmat qiladi. Kelgusida ushbu yo‘nalishda tadqiqotlarni kengaytirish, gamifikatsiyalashgan ta’lim platformalarini yaratish hamda pedagoglarning raqamli kompetensiyalarini oshirish maqsadga muvofiq hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). *From game design elements to gamefulness: Defining gamification*. Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference. — p. 10.
2. Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). *Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification*. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. — p. 3025.
3. Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press. — p. 49.
4. Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-based Methods and Strategies for Training and Education*. Pfeiffer Publishing. — p. 31.
5. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining 2020-yil 5-oktabrdagi PQ–6079-son qarori “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi. — p. 5.
6. Bertalanffy, L. (1968). *General System Theory*. New York: George Braziller. — p. 55.
7. Zimnyaya, I. A. (2006). *Kompetentnostnyy podkhod v obrazovanii*. Moskva. — p. 39.
8. Leontyev, A. N. (2004). *Deyatelnost. Soznanie. Lichnost*. Moskva: Smysl. — p. 121.
9. Werbach, K., & Hunter, D. (2012). *For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*. Wharton Digital Press. — p. 54.
10. O‘zbekiston Respublikasi Prezidentining PQ–6079-son qarori (2020). “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi. — p. 6.
11. Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., & Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness: Defining gamification. *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*, 9–15. p. 11.
12. Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. *Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*, 3025–3034. p. 3027.
13. Kapp, K. M. (2012). *The Gamification of Learning and Instruction: Game-Based Methods and Strategies for Training and Education*. San Francisco: Pfeiffer Publishing. p. 33.

ISSN 3030-3907

VITAMINLARNING KIMYOVIY TUZILISHI VA ULARNING BIOLOGIK FAOLLIGI O‘RTASIDAGI BOG‘LIQLIK

Muxiddinov Xusniddin Muxiddinovich

Siyob Abu Ali ibn Sino nomidagi Jamoat salomatligi texnikumi, tibbiy kimyo fani o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada vitaminlarning kimyoviy tuzilishi va ularning biologik faolligi o‘rtasidagi fundamental bog‘liqlik ilmiy jihatdan tahlil qilingan. Vitaminlarning kimyoviy tuzilishi ularning eruvchanligi, metabolik barqarorligi, fermentlarga bog‘lanish kuchi va fiziologik ta’sir mexanizmlariga bog‘liqligi isbotlandi. Yog‘da va suvda eruvchi vitaminlar o‘rtasidagi tuzilishdagi farqlar ularning organizmdagi yuklanishi, saqlanishi va biologik faolligiga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi ko‘rsatildi. Shuningdek, izomerlar va sintetik analoglarning faolligi bo‘yicha mavjud ilmiy ma’lumotlar tahlil qilinib, stereokimyoviy o‘zgarishlar vitaminlarning biologik samaradorligini sezilarli darajada o‘zgartirishi aniqlangan.

Kalit so‘zlar: vitamin, biofaol, tiazol, stereoisomer, tokoferol.

Аннотация. В данной статье научно анализируется фундаментальная взаимосвязь между химической структурой витаминов и их биологической активностью. Доказано, что химическая структура витаминов зависит от их растворимости, метаболической стабильности, силы связывания с ферментами и физиологических механизмов действия. Показано, что различия в структуре жирорастворимых и водорастворимых витаминов оказывают существенное влияние на их загрузку, хранение и биологическую активность в организме. Также проанализированы имеющиеся научные данные об активности изомеров и синтетических аналогов, и установлено, что стереохимические изменения существенно влияют на биологическую активность витаминов.

Ключевые слова: витамин, биоактивный, тиазол, стереоизомер, токоферол.

Abstract. This article scientifically analyzes the fundamental relationship between the chemical structure of vitamins and their biological activity. It is proven that the chemical structure of vitamins depends on their solubility, metabolic stability, enzyme binding strength, and physiological mechanisms of action. It is shown that the differences in structure between fat-soluble and water-soluble vitamins have a significant impact on their loading, storage, and biological activity in the body. Also, the available scientific data on the activity of isomers and synthetic analogues are analyzed, and it is found that stereochemical changes significantly change the biological activity of vitamins.

Keywords: vitamin, bioactive, thiazole, stereoisomer, tocopherol.

Kirish.

ISSN 3030-3907

Vitaminlar – tirik organizmlar uchun juda kichik miqdorlarda zarur bo‘lgan, ammo metabolik jarayonlarning muhim bo‘g‘inlarida ishtirok etadigan past molekulali organik moddalar bo‘lib, ular biokimyoviy reaksiyalarning yo‘nalishi, tezligi va samaradorligiga ta’sir ko‘rsatadi. Ularning asosiy xususiyati kimyoviy tuzilishi bilan bevosita bog‘liq bo‘lgan biologik faollikka ega bo‘lishidir [1]. Ya’ni, molekuladagi funksional guruhlar, izomerlar, yon zanjirlar uzunligi vitaminning organizmdagi ta’sir kuchini, metabolizmda ishtirok etishini va eruvchanligini belgilaydi. Vitaminlarning kimyoviy tabiatini chuqur o‘rganish tibbiyot, biokimyo, farmatsevtika, agronomiya va ozuqa sanoati uchun nihoyatda muhimdir. Chunki aynan tuzilishga asoslanib vitaminlarning barqarorligi, farmakokinetikasi, ta’sir mexanizmi va sintez texnologiyalari optimallashtiriladi [2].

Kimyoviy tuzilishning ahamiyati faqat eruvchanlik bilan cheklanmaydi. Molekuladagi stereoizomer holatlar, funksional guruhlarning fazoviy joylashuvi, halqalararo bog‘lanishlar, konformatsion xususiyatlar vitaminlarning fermentlar bilan tanib olish mexanizmlariga bevosita ta’sir qiladi. Shu nuqtai nazardan, vitaminlarning tabiiy va sintetik analoglari o‘rtasida biologik faollikning farqlanishi ilmiy adabiyotlarda keng tasdiqlangan holatdir [3].

Hozirgi kunda vitaminlarning kimyoviy tuzilishi va ularning biologik faolligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganish oziq-ovqat texnologiyasi, farmatsevtika sanoati, klinik biokimyo, biotexnologiya hamda funksional ovqatlanish kabi sohalar uchun dolzarb ilmiy-amaliy masala hisoblanadi. Vitamin preparatlari ishlab chiqarishda molekulyar barqarorlikni oshirish, biofaolligini kuchaytirish, sintetik analoglar yaratish, organizmga singuvchanligini yaxshilash kabi vazifalar aynan kimyoviy tuzilma va biologik faollikni chuqur tahlil qilish orqali amalga oshiriladi [4].

Materiallar va usullar. Ushbu tadqiqot vitaminlarning kimyoviy tuzilishi va ularning biologik faolligi o‘rtasidagi bog‘liqlikni o‘rganishga qaratilgan bo‘lib, ilmiy tahlil jarayonida bir nechta metodologik yondashuvlar qo‘llanildi. Avvalo vitaminlarning molekulyar tuzilishiga doir ma’lumotlar xalqaro ma’lumotlar bazalaridan — PubChem, NCBI, IUPAC nomenklatura qo‘llanmalaridan yig‘ildi. Ushbu manbalar vitaminlarning kimyoviy formulalari, funksional guruhlari, stereoizomer holatlari va elektron tuzilmasi haqida aniq ma’lumotlar beradi. Tadqiqotning asosiy metodlari sifatida strukturaviy-analitik yondashuv, molekulyar funksional guruhlar ta’sirini solishtirish, QSAR (Chemical Structure – Activity Relationship) modeli bo‘yicha tahlil, ferment–koferment o‘zaro ta’sir mexanizmlarini biokimyoviy talqin qilish va tuzilish–faollik bog‘liqligini taqqoslash usullaridan foydalanildi [5]. Vitaminlarning suvda va yog‘da eruvchan toifalari alohida o‘rganilib, gidrofoblik darajasini belgilovchi elementlar kimyoviy nuqtayi nazardan taqqoslandi.

ISSN 3030-3907

Shuningdek, mavjud ilmiy adabiyotlar, jumladan vitaminlar kimyosi, molekulyar biokimyo, ozuqa va farmatsevtik kimyo bo‘yicha monografiyalar, darsliklar va ilmiy maqolalar o‘rganildi. Har bir vitaminning metabolik jarayonlardagi o‘rni, koferment shakllari, izomerlarining farqi, sintetik analoglari va ularning faollik darajasi bo‘yicha mavjud laboratoriya ma’lumotlari tahlil qilindi.

Natijalar. Tadqiqot natijalari vitaminlarning kimyoviy tuzilishi ularning biologik faolligini belgilovchi asosiy omil ekanligini ko‘rsatdi. Avvalo vitaminlarning eruvchanligi bevosita ularning molekulyar tuzilishidagi gidrofob va gidrofil komponentlar nisbatiga bog‘liq ekani aniqlangan. Yog‘da eriydigan vitaminlarning (A, D, E, K) tarkibida ko‘pincha uzun uglevodorod zanjirlari yoki izopren birliklari mavjud bo‘lib, ular lipid membranalar bilan yaxshi o‘zaro ta’sirlashadi. Suvda eriydigan vitaminlarda esa gidrofil guruhlar - gidroksil (–OH), karboksil (–COOH), amin ($–NH_2$) va tio (–SH) guruhlari ustunlik qiladi, bu ularning suvda tez tarqalishiga va zaxirada saqlanmasligiga sabab bo‘ladi.

Vitaminlarning fermentativ jarayonlardagi faolligi ham ularning kimyoviy tuzilishiga juda bog‘liq ekani qayd etildi. Masalan, B1 vitamini tarkibidagi tiazol halqasi dekarboksillanish reaksiyalarida asosiy faol markaz bo‘lib xizmat qiladi. B6 vitamini piridoksal-fosfat shaklida aminokislotalar almashinuvida muhim reaktiv aldehid guruhiga ega.

Tadqiqot shuni ko‘rsatdiki, vitamin D ning D_3 shakli D_2 ga nisbatan 2–5 baravar faol. Retinolning faolligi uning trans-konfiguratsiyasiga bog‘liq bo‘lib, cis shakllar biologik jihatdan ancha sust ta’sirga ega. Shuningdek, vitaminlarning kimyoviy barqarorligi ham ularning faolligiga ta’sir qilishi aniqlandi. Masalan, askorbin kislotaning oksidlanishi uning C vitamini sifatidagi faolligini keskin kamaytiradi. Shunga o‘xshash tarzda, retinoid molekulalari yorug‘lik ta’sirida tez parchalanadi va biologik samarasini yo‘qotadi.

Natijalar shuningdek vitaminlarning sintetik analoglari kimyoviy tuzilishi o‘zgartirilishi orqali ularning barqarorligi yoki faolligi boshqarilishi mumkinligini ko‘rsatadi. Bu ma’lumotlar vitaminlarning kimyoviy tuzilishini chuqur o‘rganish ular bilan bog‘liq farmatsevtik preparatlarni, qo‘shimchalarni va biologik faol moddalarning samaradorligini oshirishda hal qiluvchi ahamiyatga ega ekanini tasdiqlaydi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari vitaminlarning kimyoviy tuzilishi ularning biologik faolligini belgilovchi asosiy omillardan biri ekanini yaqqol ko‘rsatdi. Molekuladagi funksional guruhlarning joylashuvi, elektron zichligi, stereokimyoviy konfiguratsiya, gidrofob va gidrofil segmentlar nisbati vitaminlarning metabolik jarayonlardagi rolini aniq tarzda shakllantiradi. Yog‘da

ISSN 3030-3907

va suvda eruvchi vitaminlar tuzilishidagi tub farqlar ularning organizmga kirishi, so‘rilishi, to‘planishi va chiqarilishidagi fiziologik xususiyatlarni belgilab beradi.

Tadqiqot shuni isbotladiki, ko‘plab vitaminlar fermentlarning koferment shakliga aylanganida o‘zining maksimal biologik faolligini namoyon qiladi. Masalan, B guruhi vitaminlarining fermentlar bilan o‘zaro bog‘lanishi ularning aldehid, amin, tio va fosforil guruhlariga bevosita bog‘liq. Shuningdek, stereoizomerlar o‘rtasidagi farqlar (α-tokoferolning tabiiy shakli, D_3 ning D_2 ga nisbatan yuqori faolligi va boshqalar) vitaminlarning biologik samaradorligini sezilarli darajada farqlashi aniqlangan.

Tahlil jarayonida vitaminlarning kimyoviy barqarorligi ham muhim omil ekanligi qayd etildi. Oksidlanish, yorug‘lik va harorat ta’sirida molekulaning faol shakli o‘zgarishi uning biologik ta’sir kuchini kamaytiradi yoki butunlay yo‘q qiladi. Shu sababli vitaminlarning kimyoviy tabiatini chuqur o‘rganish ularni saqlash, qayta ishlash va preparatlar ishlab chiqishda amaliy jihatdan muhimdir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Иванов В.В. Биохимия витаминов. Москва: Наука, 2018. 412 с.
2. Петров С.Н., Ковалев А.Л. Химическая структура и функции витаминов. Санкт-Петербург: Профессия, 2020. 365 с.
3. Murray R.K., Granner D., Rodwell V. Harper’s Illustrated Biochemistry. New York: McGraw-Hill, 2018. 560 p.
4. Combs G.F. The Vitamins: Fundamental Aspects in Nutrition and Health. Elsevier, 2016. 628 p.
5. Zempleni J., Suttie J., Gregory J. Handbook of Vitamins. CRC Press, 2021. 736 p.

ISSN 3030-3907

PAST HARORATLI KONDENSASIYALASH TEXNOLOGIYASI

Valeyeva Naila Gennadiyevna.
Toshkent davlat texnika universiteti
Raupov Farxod Normaxmatovich
Toshkent davlat texnika universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada past haroratli kondensatsiyalash texnologiyasining nazariy asoslari, ishlash prinsipi va sanoat jarayonlarida qo‘llanilish imkoniyatlari ko‘rib chiqilgan. Texnologiya gaz va bug‘ aralashmalaridan qimmatli komponentlarni ajratib olish, energiya tejamkorligini oshirish hamda ekologik xavfsizlikni ta’minlashga xizmat qiladi. Past harorat sharoitida kondensatsiya jarayonining samaradorligi, texnologik parametrlar va ularning jarayonga ta’siri tahlil qilingan.

Kalit so‘zlar. past harorat, kondensatsiyalash, gaz aralashmalari, energiya tejamkorligi, texnologik jarayon, sanoat texnologiyasi

Аннотация. В статье рассмотрены теоретические основы и принципы работы технологии низкотемпературной конденсации, а также её применение в промышленных процессах. Данная технология позволяет эффективно извлекать ценные компоненты из газовых и парогазовых смесей, повышать энергоэффективность и снижать негативное воздействие на окружающую среду. Проанализировано влияние технологических параметров на эффективность процесса конденсации при низких температурах.

Ключевые слова. низкотемпературная конденсация, газовые смеси, энергоэффективность, технологический процесс, промышленная технология.

Abstract. This article examines the theoretical foundations and operating principles of low-temperature condensation technology and its application in industrial processes. The technology enables efficient recovery of valuable components from gas and vapor–gas mixtures, improves energy efficiency, and reduces environmental impact. The influence of technological parameters on the efficiency of the low-temperature condensation process is analyzed.

Keywords. low-temperature condensation, gas mixtures, energy efficiency, technological process, industrial technology.

Kirish

O`zbekiston Respublikasi Prezidenti Shavkat Mirziyoyev 21 fevral kuni neft-gaz hamda kimyo sanoatida olib borilayotgan islohotlar natijadorligini tahlil qilish, ushbu tarmoqlarni tizimli rivojlantirish masalalariga bag`ishlangan yig`ilish o`tkazdi.

Mamlakatimizda yoqilg`i-energetika sohalarini uyg`un rivojlantirish va energiya manbalarini diversifikasiya qilish bo`yicha izchil ishlar amalga

ISSN 3030-3907

oshirilmoqda. Bu iqtisodiyot tarmoqlari va aholining energiya resurslariga tobora o`sib borayotgan ehtiyojini qondirishda muhim omil bo`lmoqda.

Joriy yilgi Investistiya dasturiga mazkur soha bo`yicha umumiy qiymati 27,8 milliard dollarlik 26 ta loyiha kiritilgan. Prezidentimiz ushbu loyihalar bilan har kuni shug`ullanib, ularning o`z muddatida va sifatli amalga oshirilishini ta'minlash zarurligini ta'kidladi.

Energetika va Moliya vazirliklariga "Sho`rtan gaz-kimyo majmuasining tozalangan metani negizida sintetik suyuq yoqilg`i (GTL) ishlab chiqarishni tashkil etish" loyihasi bo`yicha 2,3 milliard dollarlik xorijiy kreditlarning moliyalashtirish shartlarini belgilash, "Sho`rtan gaz-kimyo majmuasining ishlab chiqarish quvvatlarini kengaytirish" loyihasi bo`yicha "Gazprombank"ning 300 million dollarlik krediti jalb qilish vazifasi yuklatildi.

Muborak gazni qayta ishlash zavodi, Sho`rtanneftgaz va Gazlineftgaz korxonalarida suyultirilgan gaz ishlab chiqarish, neft va gaz qazib chiqarish, geologik qidiruv uskunalarini sotib olish kabi loyihalarga talab etiladigan mablag`larni mamlakatimizning evroobligastiyalari hisobidan moliyalashtirish lozimligi ta'kidlandi.

Geologik qidiruv ishlari murakkab bo`lgan hududlarga to`g`ridan-to`g`ri xorijiy investistiyalarni jalb qilish ishlari talab darajasida emasligi ko`rsatib o`tildi.

Tarmoqning eksport salohiyati tahlil qilinar ekan, bu borada faqat gazga bog`lanib qolmasdan, uglevodorodlarni chuqur qayta ishlash asosida eksport hajmini oshirish zarurligi ta'kidlandi.

"O`zbekneftgaz" va "O`zkimyosanoat" rahbariyatiga tabiiy gazdan yuqori qo`shilgan qiymatli polimer, polistirol, PET, sintetik kauchuklarni ishlab chiqarish konstepstiyasini tayyorlab, joriy yil may oyida Toshkentda bo`lib o`tadigan neft-gaz xalqaro konferenstiyasida chet ellik investorlarga taqdimot qilish vazifasi yuklatildi.

Yig`ilishda "O`zbekneftegaz" jamiyati tizimini takomillashtirish bo`yicha takliflar ishlab chiqish, tariflarni bozor tamoyillari asosida qayta ko`rib chiqish, neft bazalar va hududiy gaz ta'minoti xizmatlarini bosqichma-bosqich davlat-xususiy sheriklik asosida, jumladan, Farg`ona neftni qayta ishlash zavodini investorlarning ishonchli boshqaruviga berish bo`yicha aniq choralar ham nazarda tutilishi kerakligi aytildi.

Yig`ilishda neft-gaz sohasi bilan uzviy bog`liq bo`lgan kimyo tarmog`idagi ishlar ham tahlil qilindi.

Kimyo sanoatini rivojlantirish, mahsulot ishlab chiqarishni diversifikastiya qilish maqsadida umumiy qiymati 8 milliard dollarlik 33 ta loyiha belgilangan bo`lib, bu yil 4 ta loyiha ishga tushirilishi rejalashtirilgan.

ISSN 3030-3907

Prezident kimyo sanoati yuqori rentabelli tarmoq ekanini ta’kidlab, 2019-2025 yillarga belgilangan istiqbolli loyihalarga to`g`ridan-to`g`ri investistiyalarni jalb qilish bo`yicha topshiriqlar berdi. Iqtisodiyot va sanoat vazirligi bilan birgalikda yuqori qo`shilgan qiymatli mahsulotlar ishlab chiqarish, ularning turlarini ko`paytirish bo`yicha istiqbolli yo`nalishlarni belgilashi zarur, – dedi davlatimiz rahbari.

2019 yil 10 aprel kuni “Farg`ona neftni qayta ishlash zavodini to`g`ridan-to`g`ri xorijiy investistiyalarni jalb qilgan holda modernizastiya qilish chora-tadbirlari to`g`risida”gi №PQ-4275-sonli qarori qabul qilindi. Mazkur qarorda “Farg`ona neftni qayta ishlash zavodi” MChJ ustav kapitalidagi “O`zneftmahsulot” AJning 100 foiz ulushi Davlat aktivlarini boshqarish agentligiga berilishi va agentlik orqali to`g`ridan-to`g`ri xorijiy investistiyalar jalb qilish sharti bilan Indoneziyaning “PT Trans Asia Resources” kompaniyasi (keyingi o`rinlarda - investor)ga sotilishi ko`zda tutilgan. Investor tomonidan 500 mln. AQSh dollari investistiya qilish yo`li bilan FNQIZni modernizastiya qilish, uni ishlab chiqarish quvvatlaridan to`liq ishlashini ta’minlagan holda keyinchalik foydalanish uchun etakchi xalqaro kompaniyalardan iborat bo`lgan konsorstium tashkil etilishi rejalashtirilgan.

Rejalashtirilgan loyihalarga ko`ra, FNQIZni modernizastiya qilish doirasida bir qator yangi zamonaviy qurilmalar quriladi. Xususan avtobenzin va dizel yoqilg`isi sifatini Evro-5 standartlari darajasiga etkazish maqsadida gidrotozalash va izomerizastiyalash qurilmalarini qurish va gazoylni gidrotozalash qurilmasini tubdan rekonstrukstiya qilish ko`zda tutilgan. Eng zamonaviy baza moylarini ishlab chiqarish maqsadida yangi gidrotozalash, engil gidrokreking va gidrofinishing qurilmalari barpo etiladi. Undan tashqari texnologik xavfsizlikni oshirish uchun avtomatlashtirish jarayonini yangilash, vodorod qurilmasi, qozonxona va boshqalar qurilishi nazarda tutilgan.

Buxoro neftni qayta ishlash zavodi 22 yil ichida ilk bor modernizastiya qilinadi.Buning uchun 553 mln dollar ajratiladi. Ishlar yakuniga etganidan so`ng zavod yiliga 2,5 mln tonna neft va gaz kondensatini qayta ishlay oladi.

2020 yilda Buxoro neftni qayta ishlash zavodida ob’ektni 553 mln dollar modernizastiya qilish bo`yicha loyiha boshlanadi. Bu haqda «O`zbekiston 24» telekanalining prezident Shavkat Mirziyoyevning 29−30 mart kunlari Buxoro viloyatiga tashrifiga bag`ishlangan maxsus dasturida ma’lum qilindi.

1997 yilda asos solingan zavod ilk bor texnologik jihatdan yangilanadi. Ishlar yakuniga etganidan so`ng NQIZ har yili 2,5 mln tonna neft va gaz kondensatini qayta ishlab, 1,2 mln tonna «Evro-5» standartidagi benzin, 200 ming tonna aviakerosin, 750 ming tonna dizel yoqilg`isi va 30 ming tonna mazut ishlab chiqaradi.

ISSN 3030-3907

Zavod yiliga 2,5 mln tonna mahsulotni qayta ishlash quvvatiga ega bo`lsa ham, sentyabrda yozganimizdek, uglevodorod xom ashyosi hajmi kamayishi ortidan Buxoro NQIZ bandligi 62,2 foizni tashkil etmoqda.

Buxoro NQIZni modernizastiya qilish loyihasi 2019−2020 yillarga mo`ljallangan ikki yillik dasturdan o`rin olgan bo`lib, uning doirasida to`qqizta davlat ahamiyatiga molik yirik loyiha amalga oshiriladi.

Sovuqlik olishning termodinamik asoslari

Kimyo sanoatining bir qancha jarayonalri ancha past haroratda olib boriladi. Sovuqlik eltgich sifatida havo, suv va muzni ishlatib bunday jarayonlarni amalga oshirib bo`lmaydi.

Suniy sovutish yo`li bilan boradigan jarayonlar qatoriga bazi bir absorbsiya, kristallanish, gazlarni ajratish, sublimasiyali quritish va boshqa jarayolar kiradi. Shuningdek bu turdagi sovutishdan qishloq xo`jaligi mahsulotlarini saqlash, yer qatlamlaini muzlatish, havoni kondisiyalash va boshqalarda keng foydalaniladi.

Suniy sovutish doimo past haroratli muhitdan yuqoriroq haroratli muhitga sovuqlikni uzatish bilan bog`liq. Termodinamikaning ikkinchi qonuniga asosan, bunday ish energiya sarfini taalab qiladi. Shuning uchun ham, sistemaga energiya kiritilishi sovuqlik olishning zaruriy sharti hisoblanadi.

Sovuqlik ishlab chiqarish usullari malum darajada talab etilayotgan harorat va qurilmaning ishlatilish ko`lami bilan aniqlanadi. Shartli ravishda jarayon : 1) o`rta sovutish (atrof-muhit haroratidan -100^{0}C gacha 2) chuqur sovutish (-100^{0}C past haroratga) larga bo`linadi.

O`z navbatida -100^{0}C dan past haroratlar olish shartli ravishda quyidagicha sinflanadi:

a) chuqur sovutish texnikasi (45 K….273K);

b) kriogen texnikasi (40K….0,3K);

v) ultra past haroratlar texnikasi (0,00002 K);

Termodinamika kursidan malumki, energiyaning past haroratli jismdan yuqori haroratli jismga olib o`tilishi entropiya S ning kamayishiga olib keladi va shuning uchun bu jarayonni amalga oshirish uchun ish bajarilishi kerak. Issiqlik almashinish qurilmalari xom-ashyo va tayyor mahsulotlarlirni isitish va sovutishda ishlatiladi. Neft kimyosi va neftni qayta ishlash korxonalarida issiqlik almashinish apparatlari umumiy qurilmalarning 50 % ini tashkil qiladi.

Neftni qayta ishlash korxonalarida issiqlik almashinish uskunalariga umumiy metall sarfining 30 % i to‘g`ri keladi.

Issiqlik almashinish qurilmalari ishlash prinstipiga ko‘ra rekuperativ, regenerativ, aralashtiruvchi turlarga bo‘linadi.

Rekuperativ (yoki sirtiy) issiqlik almashinish qurilmalarida issiqlik tashuvchilar devor bilan ajratilgan bo‘lib, issiqlik shu devor orqali o‘tkaziladi.

ISSN 3030-3907

Regenerativ issiqlik almashinish qurilmalarida qattiq jismdan tashkil topgan birta yuza navbat bilan turli issiqlik tashuvchi agentlar bilan kontaktda bo‘ladi, natijada bu jism bir issiqlik tashuvchidan olgan issiqligini ikkinchisiga beradi.

Aralashtiruvchi issiqlik almashinish qurilmalarida ikki issiqlik tashuvchi agent bir-biri bilan o‘zaro kontaktda bo‘ladi.

Sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari o‘z navbatida qobiq - trubali, "truba ichida truba" tipidagi, zmeevikli, plastinali, g`ilofli, spiralsimon, qovurg`ali va boshqa turlarga bo‘linadi.

Neft kimyosi va neftni qayta ishlash sanoatida asosan sanab o‘tilgan birinchi besh turdagi sirtiy issiqlik almashinish qurilmalari keng qo‘llaniladi.

Suniy sovutish usullari

Quyi haroratli separatsiya (QHS) - C_1-C_4, C_{5+} fraksiyalarni ajratishning birmuncha oddiy texnologiyasi sanaladi.

Quyi haroratli separatsiya– gazdan suyuq uglevodorodlar bug‘larini minus 10 dan –25°C gacha pasaytirilgan haroratda kondensatsiyalash yo‘li bilan ajratish jarayoni hisoblanadi.

QHS ni qo‘llashning asosiy sharti–gaz xomashyosining bosimi gazni magistral gaz quvuriga uzatish bosimidan yuqori bo‘lishi.

Uglevodorodli gaz xomashyosidagi suyuq uglevodorodlar bug‘lari va namlikni ajratish maqsadida quyi haroratli separatsiyalashni amalga oshirishda gazli xomashyo quyi haroratlargacha sovutish uchun bosim va haroratning to‘g‘ri mutanosiblik qonuniyatidan foydalanib, gazlarning bosimini kamaytirish ularni kengaytirish qo‘llaniladi.

•**Gazlarning kengayishi**– solishtirma hajmining ortishi odatda, uning bosimi pasayishi bilan vujudga keladi.

•Gazlarni kengaytirishning *izoentalpiyali* va *izoentropiyali* usullari mavjud.

Gazlarni kengaytirish mexanik energiya (turbinalar, pnevmo dvigatellar) olish uchun yoki, bir vaqtning o‘zida energiya va sovuq (detanderlar) olish uchun amalga oshiriladi.

•**Izoental’piyalikengayishi** (*ing. isenthalpic expansion*) – kengayishda muhit bilan issiqlik yoki, mexanik energiya almashinuvi amalga oshmaydi. Ya’ni, ental’piya doimiy qoladi.

•Gazlarni izoental’piyali kengaytirish uchun drossel’lash amalga oshiriladi.

QHS qurilmalaris amaradorligiga qo‘llanilayotgan sovuq manbai ta’sir ko‘rsatadi.

•Uyumlar davomli ishlatilganida qatlam bosimining pasayishi izoental’piyali kengaytirish (*drossellash*) o‘rniga bosimning pasaygan qiymatidan ham samaralifoydalanib, kambosimda ham oqimni detanderlab

ISSN 3030-3907

separatsiyalashning anchayin quyi haroratlariga erishish imkonini beruvchi izoentropiyali kengaytirish (*detanderlarda kengaytirish*)ga o‘tishni taqozo etadi. Gazlarni detanderda kengaytirish ularni sovutishning eng maqbul usuli sanaladi.

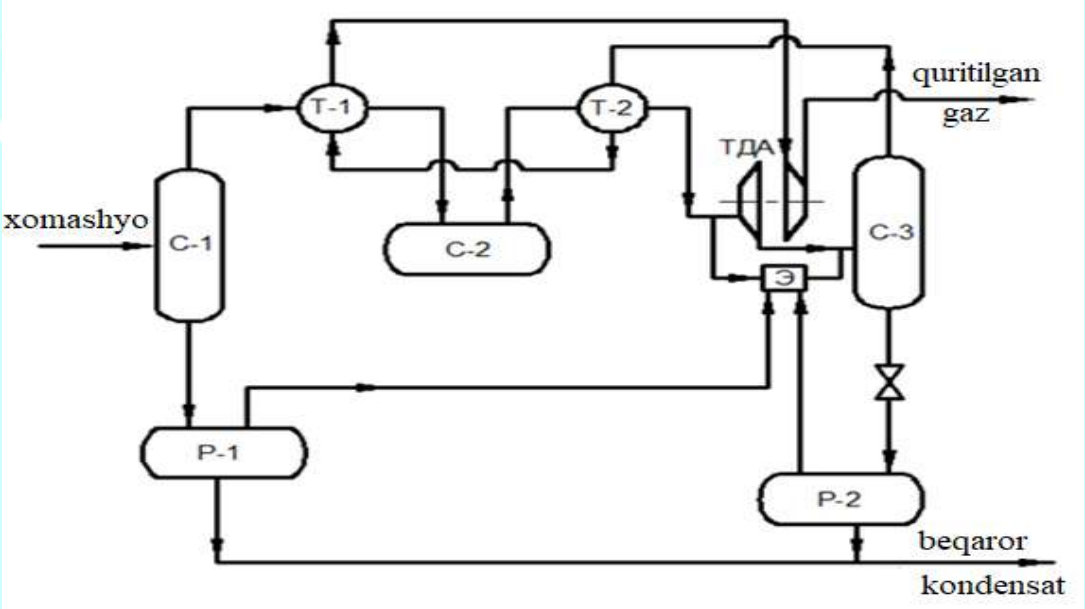
Detander va turbodetanderlar ishlash prinsipi

Uglevodorodli uyumlar har doim bosimning so‘nib borishi tarzida ishlatiladi. Muayyan davr mobaynidan ishlatilgan uyumlarda quyi haroratli separatsiyalash jarayonida gaz xomashyosi tarkibidagi suyuq uglevodorodlar bug‘lari va namlikni ajratishda bosimlar farqi haroratni talab darajasiga qadar pasaytirishga yetarli bo‘lmay qoladi. Bunday hollarda gaz xomashyosi bosimini kompressorlarda siqib bosimini oshirish yoki, qatlam bosimining kamaygan qiymatida ham quyi haroratlar hosil qilish imkonini beruvchi turbodetanderli agregatlardan foydalanib quyi haroratli separatsiyalash amalga oshirilishi mumkin.

Kompressorli usulda gazlarni siqib bosimini oshirish uchun kompressor qurilmalarini qurish va uni ishlatish xarajatlari mahsulot tannarxini oshirib yuboradi. Qolaversa kompressorda siqilgan gazning harorati ham bosimga mutanosib tarzda ko‘tarilishi separatsiyalash jarayonini bir muncha murakkablashtirishi tayin.

Quyi haroratli separatsiyalashda turbodetanderli agregatlarni qo‘llash yuqorida sanab o‘tilgan qiyinchiliklarsiz gazlarni ajratish imkonini beradi.

Turbodetandirlarni qo‘llab gazlarni quyi haroratli separatsiyalash texnologik tizimi quyida tasvirlangan (1.1-rasm).



1-rasm. Turbodetanderlarni qo‘llab gazlarni QHS texnologik sxemasi.

C-1 – kirish separatori; C-2 –ikkinchi pog‘ona separatsiyalash separatori; C-3 – quyi haroratli separator; T-1,T-2– rekuperativ issiqlik almashtirgichlar;P-1,P-2– ajratkichlar; ТДА– turbodetander agregati; Э - ejektor.

Dastlab xomashyo gaz, kirish separatori C-1 ga berilib, xomashyo gaz tarkibidagi yirik o‘lchamlitomchili suyuqliklar kirish separatoridagi gaz oqimining

ISSN 3030-3907

tezligi suyuqlik tomchilarining cho‘kish tezligidan pasayishi hisobigaseparatorC-1ning pastki qismiga tomib, yig‘ila boshlaydi. Separator C-1ning yuqori qismidan esa qisman suyuqlik tomchilaridan ajralgan gaz aralashmasi ajraladi. Kirish separatorning pastida tarkibida oz miqdorda gaz erigan holda yig‘ilgan kondensatar alashmasi P-1 ajratgichga yo‘naltiriladi. Kirish separatorining yuqori qismidan chiqqan gazlar aralashmasi esa, separatsiyalashning ikkinchi pog‘anasi separatori C-2 ga jo‘natiladi. Gaz xomashyosi separator C-2 ga kirishdan oldin rekuperativ issiqlik almashtirgich T-1 da quyibosimli separator C-3 dan kelayotgan quyi haroratli gazning sovuqlik energiyasi hisobiga -5 ^{0}C ga qadar sovutiladi. Separator C-2 da separator C-1 dan kelgan gazlar aralashmasi tarkibidagi suyuqlikning kichik o‘lchamli tomchilari kondensatsiyalana boshlaydi va aralashma separator C-2 ning yuqori qismidan o‘tib, issiqlik almashtirgich T-2 da -15 ^{0}C haroratgacha sovitiladi. Bunda sovutish uchun quyiharoratli separator C-3 ning yuqori qismidan o‘tgan, -25^0 C haroratli tovar gaz aralashmasi hisobiga sovitiladi va bu turbodetander agregatini turbinasida gazlar mexanik ish bajarish hamda kengayish hisobiga keskin sovutiladi. So‘ngra gazlar aralashmasi ejektorga yuboriladi. Ejektor Э da ajratgichlar P-1 va P-2 da kondensatga yutilgan gazlarni ajralishidan hosil bo‘lgan ajralma gazlar ejektor Э ga yuborilib, turbodetanderdan kelayotgan quyi haroratli gaz bilan birgalikda quyi haroratli separator C-3 gajo‘natiladi. Separator C-3 da kichik o‘lchamli suyuqlik tomchilari ham ajralib, separator C-3 ning quyi qismiga yig‘iladi. Separator C-3 ning quyi qismida yig‘ilgan kondensat ajratgich P-2 ga jo‘natiladi. Separator C-3 ning yuqori qismidan esa bosimi pasaygan sovuq haroratli tovar gazlar aralashmasi chiqarib olinadi. Tovar gazdastlab, issiqlik almashtirgichlar T-2 so‘ngra T-1 da separatsiyalashning 1- pog‘analiva 2- pog‘anali separatorlardan kelayotgan gazlarga o‘zining sovuqligini berib, turbodetanderni kompressor bo‘linmasiga yuboriladi. O‘zining sovuqlik energiyasini xomashyoga ulashgan quyi bosimli kodensatsizlantirilgan gaz turbodetander agregatining turbo kompressoridasi qilib, keyingi qurilmalarga jo‘natiladi.

Gazlarni quyi haraoratli separatsiyalash texnologik tizimining yonaki mahsuloti hisoblangan, ajratgichlar P-1 va P-2 da ajratilgan beqaror kondensatlar barqarorlashtirish qurilmasiga yuboriladi.

Past haroratli kondensasiyalash texnologiyasi

Separastiya (ajralish) pogonalari. neftdan gazni separastiyaash (ajratish) deganda bu neft tarkibidagi engil uglevodorodlarni va yullanmasa gazlarni ajratib olish jarayoni deb aytiladi. Bu jarayon kichik bosim va neft harorati yukori bulganda tashkil topadi.

Gaz separastiyasi jarayoni butun neft uzatish yulida uz urni bor; bular: kudukda, kuvurdan gazajratgichga, gazajratgichda, neft yigish kuvrda, konlardagi

ISSN 3030-3907

rezervuarlarda yana ni zatish davrida suv va temir-yul yullarida. Karbonsuvchilarni va yullanuvchi gazlarni neftdan separastiya jarayonida atmosfera sharoitida-neft uchuvchanligi deyiladi.

Separastiya kilingan gazlarning hulosasi gaz ajratgichlar, ulchagichlar, rezervuarlarda olinadi, bularda anik bosim va harorat ushlanadi. Separastiya kilingan gazlarni har bir hulosa punkti-gaz ajratgich boskichi deyiladi.

Neftni kuduk tubdan kayta ishlash punktigacha uzatish davrida gaz ajratgich boskichlari bir nechta buladi: birinchi kism pogonasi gazajratgichlarga tugri keladi, ikkinchi kism-rezervuarlar. Amaliyotda kullanayotgan punkt-bu gazajralishi (gaz separastiyasi) absolyut bosim yoki atmosferadan yukori bulganda, birinchi punkt atmosfera bosim 1 atmosferaga teng bulganda separastiya pogonasiga aytiladi, kolgan punktlar gaz ajralishi (gaz separastiyasi) yukori harorat yoki bosim pasayishi (atmosfera bosimidan) natijasida – uchish pogonasiga aytiladi.

Shuningdek, separastiya pogonalari mikdori kamida ikkita buladi: birinchisi gazoseparator, ikinchisi rezervar yoki ulchagich. Ohirgi separastiya pogonasida gaz ajraladi atmosfera sharoitida, asosan rezervuarda bosim uzgarishi natijasida va gazoseparatorda.

Past temperaturali kondensastiyalash tehnologik tizimi

Ma’lumki kondan chiqadigan gaz tarkibi suv buғlari, N_2, CO_2, H_2S mehanik qo‘shimchalar kabi qo‘shimchalar bo‘ladi. Gazni bunday qo‘shimchalarning tozalash GPZ ga uzatishda bir qator salbiy ҳolatlarga olib keladi.

Ushbu qo‘shimchalar uzatish quvurlarida gidrat ҳosil bo‘lishiga sabab bo‘ladi. Asosan engil gazlar metan, etan, propan, izobutan, argon N_2, CO_2, H_2S gidrat ҳosil qiladi. Gidrat ҳosil bo‘lishi gazning tarkibiga va termodinamik sharoitga (bosim va temperaturaga) boғliq. Shuningdek, gidrat ҳosil bo‘lishi suv tarkibidagi tuzlar miqdoriga ҳam boғliq. Tuz miqdori ortishi bilan gidrat ҳosil bo‘lishi temperaturasi pasayadi. Gidrat muz yoki zichlashgan qor shaklida bo‘ladi. Gidratlar quvurning o‘tkazuvchanlik qobiliyatini pasaytiradi, kompressorga nagruzka tushadi, quvurlar, jiҳozlarning korroziyasiga sabab bo‘ladi.

Gidrat ҳosil bo‘lishiga qarshi kurashda ingibirlash va quritish usullari mavjud. Ingibirlash gidratlanish temperaturasini pasaytiruvchi ingibitorlar – metanol, glikol qo‘shiladi. Gaz tarkibiga ingibitor qo‘shganda suvda eriydi, suv buғlari bosimi pasayib, gidrat ҳosil bo‘lish temperaturasi pasayadi.

Gamerlid formulasiga muvofiq.

$$\Delta t = 0{,}556\frac{k}{M}\cdot\frac{\omega}{100-\omega}$$

ω - ingibitor massaviy ulushi, %;

M – ingibitor mol massasi;

ISSN 3030-3907

K – konstanta metanol uchun K=2335, glinol K=400υ

Δt – gidratlanish temperaturasining pasayishi.

Metanol yuqori to‘yingan buғlari bosimiga ega bo‘lib, gazdan ajratish qiyin, regenerastiyalash qiyin, yo‘qotish katta. Shuning uchun metanol asosan quduq, shleyf, magistral quvurlarda gidrat probkalarini bartaraf qilish uchun qo‘llaniladi. Regenerastiya qilinmaydi. Shuningdek, NTSda drossellash va siqishda gidratlanishni bartaraf qilishda (oғir uglevodorodlarni ajratish maqsadida) ishlatiladi.

Ingibitor sifatida glikollar EG, DEGlar keng ishlatiladi (metanol qimmat bo‘lsada)regenerastiya qilish oson (buғlatib).

Kontakt yuzasini oshirish, bir tekis taqsimlash maqsadida ingibitor gaz oqimi forsunkalar yordamida purkaladi. Apparatga kirishda yoki apparat ichida. Q.T.I.A. truba to‘riga beriladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Темиров, А. Х., Ахмедов, В. Н. (2021. Получение в нефтегазовой отрасли ингибиторов коррозии на основе тиомочевины, формальдегидной смолы и акриловой кислоты// Международный научный журнал «Universum: технические науки». – Москва, 2021. – №12 (93). – С. 60-62.

2. Alisher, T., Vokhid, A., Bobir, O. Synthesis and properties of thiourea based inhibitors// Международный научный журнал «Universum: технические науки». – Москва, 2022.– №8 (101), – С. 63-65.

3. Temirov, A., Akhmedov, V. (2022). Preparation and properties of a corrosion inhibitor based on thiourea // Scientific Collection «InterConf», (120). – Vilnius, 2022. – №122. –P. 211-213.

4. Temirov, A., & Akhmedov, V. (2022). Physico-chemical characteristics of an aminoaldehyde oligomer with inhibiting properties // Scientific Collection «InterConf». – Warsaw, 2022. – №122. –P. 303-305.

5. Panoyev Erali Rajabboyevich, Temirov Alisher Hoshim o‘g‘li, Akhmedov Vokhid Nizomovich (Bukhara, Uzbekistan) The corrosion problem in the oil and gas industry . Polish science journal (ISSUE 10(43), 2021) - Warsaw: Sp. z o. o. "iScience", 2021

6. Xamidov, D. G. A., & Temirov, A. H. O. G. L. (2020). Parafinli neftlarning fizik-kimyoviy xossalari tahlili. Science and Education, 1(9).

7. Темиров, А. Х., & Ахмедов, В. Н. (2021). Получение в нефтегазовой отрасли ингибиторов коррозии на основе тиомочевины, формальдегидной смолы и акриловой кислоты. Universum: технические науки, (12-5 (93)), 60-62

ISSN 3030-3907

8. Alisher hoshim o‘g‘li, T., & Nabiullayevich, A. S. (2024). Neft Va Gazni Qayta Ishlash Korxonalari Jihoz Va Qurilmalarida Kelib Chiqishi Mumkin Bo’lgan Korroziyalar Va Ularning Ldini Olish Usullari. Miasto Przyszłości, 46, 847-851.
9. Hoshim O‘g‘li, T. A., Universiteti, B. D. T., Jumayevich, D. S. B., & Raxmatovna, D. X. G. Z. GAZLARNI MEA YORDAMIDA ABSORBSION TOZALASH.
10. Alisher, T., Vokhid, A., & Bobir, O. (2022). Synthesis and properties of thiourea based inhibitors. Universum: технические науки, (8-3 (101)), 63-65.
11. Темиров, А. Х. (2024). Технология Производства Ингибиторов Коррозии. Miasto Przyszłości, 46, 832-836.
12. Temirov, A. H. O. G. L., O‘G‘Li, G. A. H., & Nosirov, S. N. O. G. L. (2024). Kondensatsiya usuli yordamida gazni qayta ishlash texnologiyasi. Science and Education, 5(3), 204-210.
13. Temirov A. H., To‘raqulova M. Q. & Izzatov D. H. (2024). ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ИНГИБИТОРА КОРРОЗИИ, ПОЛУЧЕННОГО НА ОСНОВЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ. Development Of Science, 4(1), pp. 19-24.

ISSN 3030-3907

KARYER GIDRAVLIK EKSKAVATORLARINING GIDRAVLIK TIZIMIDA ISHCHI SUYUQLIK SIZIB CHIQISHINI ANIQLOVCHI HARORAT DATCHIGI ASOSIDA MONITORING TIZIMINI ISHLAB CHIQISH

Jurayev Akbar Shavkatovich
NavDKTU "Konchilik elektr mexanikasi" kafedrasi dotsenti
Turdiyev Sardorjon Abdumuminovich
NavDKTU "Konchilik elektr mexanikasi" kafedrasi dotsenti
Teshayev Abdulxay Baxtiyor o'g'li
NavDKTU Energo-mexanika fakulteti 17M-25TJA guruh magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada karyer gidravlik ekskavatorlarining gidravlik tizimlarida kuzatiladigan nosozliklar, ularning yuzaga kelish sabablari, iqlim va ekspluatatsiya sharoitlarining tizim ishonchliligiga ta'siri hamda gidravlik tizimdan ishchi suyuqlikning sizib chiqishini aniqlashning yangi texnik usuli bayon etiladi. Maqolada yuqori bosimli rukavlar, zichlagichlar, gidronasos, gidromotor, taqsimlagich, boshqaruv apparatlari va gidrosilindrlarda kuzatiladigan xarakterli nosozliklar va ularning ulushlari grafik asosda tahlil qilingan. Gidravlik tizimdagi ishchi suyuqlikning sizib chiqishiga ta'sir etuvchi asosiy faktorlar — yuqori harorat, qattiq sovuq, bosimning keskin o'zgarishi, chang ta'siri, ishqalanish va eskirish jarayonlari ekanligi ilmiy asosda ko'rsatilgan.

Kalit so'zlar: rukav, zichlagich, gidronasos, gidromotor, taqsimlagich, boshqaruv qurilmasi, ishchi suyuqlik, gidravlik tizim, datchik, metall sirt.

Аннотация. В данной статье описываются неисправности, возникающие в гидравлических системах карьерных гидравлических экскаваторов, причины их возникновения, влияние климатических и эксплуатационных условий на надежность системы, а также новый технический метод определения утечки рабочей жидкости из гидравлической системы. В статье на графической основе анализируются характерные неисправности, возникающие в рукавах высокого давления, уплотнителях, гидронасосах, гидромоторах, распределителях, аппаратах управления и гидроцилиндрах, и их доли. Научно обосновано, что основными факторами, влияющими на утечку рабочей жидкости в гидравлической системе, являются высокая температура, сильный холод, резкое изменение давления, воздействие пыли, процессы трения и старения.

Ключевые слова: рукав, уплотнитель, гидронасос, гидромотор, распределитель, устройство управления, рабочая жидкость, гидравлическая система, датчик, металлическая поверхность.

Abstract. This article describes the malfunctions observed in the hydraulic systems of quarry hydraulic excavators, the causes of their occurrence, the influence of

ISSN 3030-3907

climatic and operating conditions on the reliability of the system, and a new technical method for determining the leakage of working fluid from the hydraulic system. The article analyzes, on a graphical basis, the characteristic malfunctions and their proportions observed in high-pressure sleeves, seals, hydraulic pumps, hydraulic motors, distributors, control apparatuses, and hydraulic cylinders. It is scientifically substantiated that the main factors influencing the leakage of working fluid in a hydraulic system are high temperature, severe cold, sharp pressure fluctuations, dust exposure, friction, and aging processes.

Keywords: sleeve, seal, hydraulic pump, hydraulic motor, distributor, control device, working fluid, hydraulic system, sensor, metal surface.

Kirish.

Maqolada keltirilgan tahliliy materiallar shuni ko‘rsatadiki, dunyodagi gidravlik ekskavatorlarning ishdan chiqish sabablari ko‘p jihatdan gidravlik tizimning ekspluatatsiya sharoitlari va texnik xizmat ko‘rsatish madaniyatiga bog‘liq. Sovuq hududlarda gidravlik suyuqlikning qovushqoqligi ortishi, zichlagichlarning qotishi, gidronasoslar ish rejimlarining og‘irlashishi natijasida nosozliklar soni keskin oshadi. Issiq hududlarda esa ishchi suyuqlikning qizib ketishi, yuqori bosim etkazuvchi rukavlarning kengayishi va tez eskirishi asosiy omil sifatida qayd etiladi.

Gidravlik tizim nosozliklarining turlari bo‘yicha statistik taqsimotlar ham adabiyotlarda keng yoritilgan: yuqori bosim shlanglarining yorilishi, salniklar germetikligining yo‘qolishi, gidronasos va gidromotordagi mexanik eskirishlar, taqsimlagich klapanlarining tiqilishi kabi muammolar global miqyosda eng ko‘p uchraydigan nosozliklar sifatida qayd etiladi. Ushbu maqola ushbu ma’lumotlarni mahalliy konchilik tizimlari misolida tasdiqlaydi va ularga mos ravishda aniq ulushlarni beradi — jumladan, 52% nosozliklar gidravlik tizim bilan bog‘liq ekani ko‘rsatilgan.

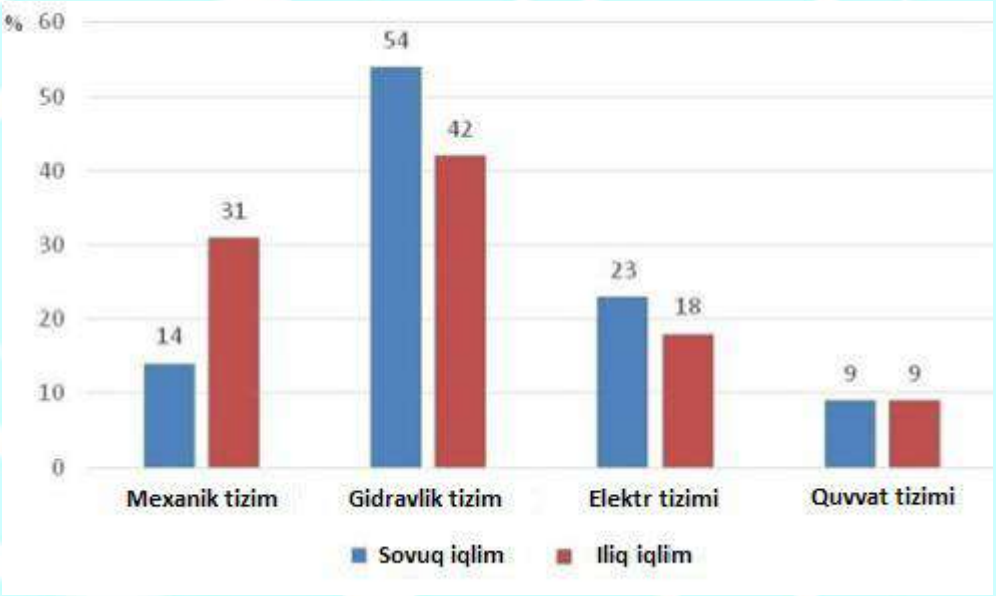
Adabiyotlarda muammo yechimi sifatida turli monitoring tizimlari taklif qilingan bo‘lsa-da, ushbu maqolada taqdim etilgan harorat farqi bo‘yicha tezkor signal beruvchi datchik tizimi oddiyligi, arzonligi va servisga moslashuvchanligi bilan ajralib turadi.

ADABIYOTLAR TAHLILI. Karyer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion unumdorligining pasayishi iqlim va ekspluatatsiya sharoitlariga bog‘liq bo‘ladi. Noqulay iqlim va murakkab ish sharoitlari gidravlik tizim qismlari ish resursining kamayishiga olib keladi, natijada tizimning umumiy ish ko‘rsatkichlari yomonlashadi.

Dunyoda qo‘llanilayotgan karyer gidravlik ekskavatorlarining ishi tahlili shuni ko‘rsatadiki, sovuq iqlimli hududlarda ishlayotgan ekskavatorlarning umumiy ishdan chiqish holatining 54% gidravlik tizimning nosozliklari bilan

ISSN 3030-3907

bog‘liq. Iliq iqlimli o‘lkalarda esa bu ko‘rsatkich 42% ni tashkil etadi. 1-rasmda dunyoda foydali qazilma konlarida qo‘llanilayotgan gidravlik ekskavatorlarning tizimlaridagi nosozliklar ko‘rsatkichlari keltirilgan.



1-rasm. Gidravlik ekskavatorlar tizimlarining nosozliklari ko‘rsatkichlari

Karyer ekskavatorlarining gidravlik tizimi nosozliklari bir qancha omillarga bog‘liq bo‘lib, ularni asosan, ekspluatatsiya jarayonida xizmat ko‘rsatish qoidalariga amal qilmaslik, ish rejimlarining yuqori zo‘riqish bilan ishlashi, gidravlik suyuqliklarda gazlar yig‘ilib qolishi va ularning ifloslanishi, noqulay iqlim sharoitlari, ya’ni havo haroratining keskin o‘zgarishi va texnik faktorlar tashkil etadi [1-4].

Karyer gidravlik ekskavatorining gidravlik tizimi qismlari nosozliklari quyidagi guruhlarga bo‘linadi:

– yuqori bosim rukava, quvurlar va ularning ulanish qismidagi armaturalar (fitinglar) nosozliklari;

–tizimda germetizatsiyaning buzilishi (salniklar, uplotnitellar);

–gidronasoslar nosozliklari;

–gidromotorlar nosozliklari;

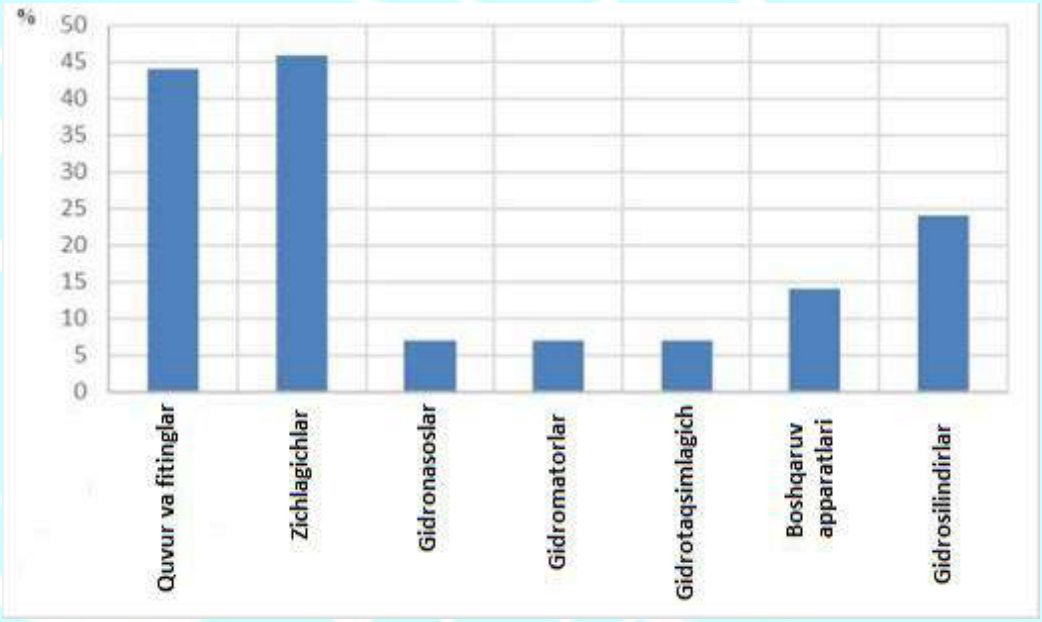
–gidrotaqsimlagichlardagi nosozliklar;

–boshqaruv apparatlarining nosozliklari;

–gidrosilindrlarning nosozliklari.

2-rasmda gidravlik ekskavatorlarning gidravlik tizimi qismlari nosozliklarining ulushlari keltirilgan.

ISSN 3030-3907



2-rasm. Gidravlik tizimdagi nosozliklar

Mamlakatimizdagi foydali qazilma konlarining ma’lumotlariga ko‘ra, karyer gidravlik ekskavatorlarining nosozliklari tizimlari bo‘yicha qilingan tahlil shuni ko‘rsatadiki, gidravlik tizimdagi nosozliklar 52 % ni, kuch yuritmalaridagi nosozliklar 30 % ni va mexanik qismlardagi nosozliklar 18% ni tashkil qiladi.

Ekskavatorlarning gidravlik tizimlarini ish bajarishiga ko‘ra bir nechta bo‘linmalarga ajratgan holda, bo‘linmalardan gidravlik ishchi suyuqlikni sizib chiqishini tarmoqlarga ajratilgan sxemasini quyidagi 3-rasmda ko‘rishimiz mumkin.

Tahlil va tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki bo‘limlarda ishchi suyuqlikni sizib chiqishi yuzaga keltiradigan omillar yuqori bosim rukavlar va zichlagichlarning ob-havo natijasida issiq va sovuq haroratlar ta’sirida torayib kengayishi, gidravlik tizimdagi ishchi suyuqlik haroratining zo‘riqma natijasida keskin o‘zgarishi, kovjoylarda doimiy chang miqdorining ko‘pligi, ekspluatatsiya jarayonida gidravlik tizim yuqori bosim rukavlarining bir-biri bilan ishqalanishlari natijasida eskirishlari va yemirilishlar bo‘lib, bundan holatlar muttasil kuzatilishi oqibatida gidravlik nasoslar, taqsimlagichlar, gidravlik motorlar, gidravlik yuritmalar va yuqori bosim rukavlaridan ishchi suyuqlikning sizib chiqish holatlari kuzatilmoqda.

Demak, konchilik mashinalarining gidravlik tizimdagi ishchi suyuqlikning yo‘qotilishini himoya qilish tizimini ishlab chiqish va joriy etish hozirgi kunda dolzab vazifalardan biri bo‘lib hisoblanadi.

Gidravlik tizim ehtiyot qismlarining eskirishi natijasida ishchi suyuqlikning sizib chiqishini oldini olish yoki kamaytirish maqsadida gidravlik tizimdan ishchi suyuqlikning sizib chiqishi haqida ekskavator mashinisti kabinasiga ovozli va yorug‘lik yordamida ogohlantiruvchi ishoralar berish tizimini ishlab chiqish maqsadga muvofiq bo‘ladi [5-20].

ISSN 3030-3907



3-rasm. Ishchi suyuqlikni sizib chiqishini bo‘linmalarga ajratilgan sxemasi

TADQIQOT METODOLOGIYASI. Taklif etayotgan datchikimiz ishchi suyuqlikni sizib chiqish jarayonini aniqlovchi harorat datchiklarida asosiy elementi 10 K termorezistor bo‘lib 5 V ishlaydigan harorti ko‘tarilgan ishchi suyuqlik bilan ta’sirlashganda 1 soniya ichida 3 ^{0}C harorat farqini sezishi bilan mashinist kabinasida o‘rnatilagan qurilmaga ovozli va yurug‘lik xabarini beradi. Qurilmada o‘rnatilgan 24 V kuchlanishni 5 V ga kamaytiruvchi LM 7805 rusumli kuchlanish stabilizatori mikroprosesorga manba berilgani natijasida termorezistordan kelayotgan xabar mikroprosesorga kirishi evaziga qurilmaga o‘rnatilgan chiroqli va ovozli signal ishlab ketadi.

Datchikning texnik xususiyatlari 1-jadvalda ko‘rishimiz mumkin.

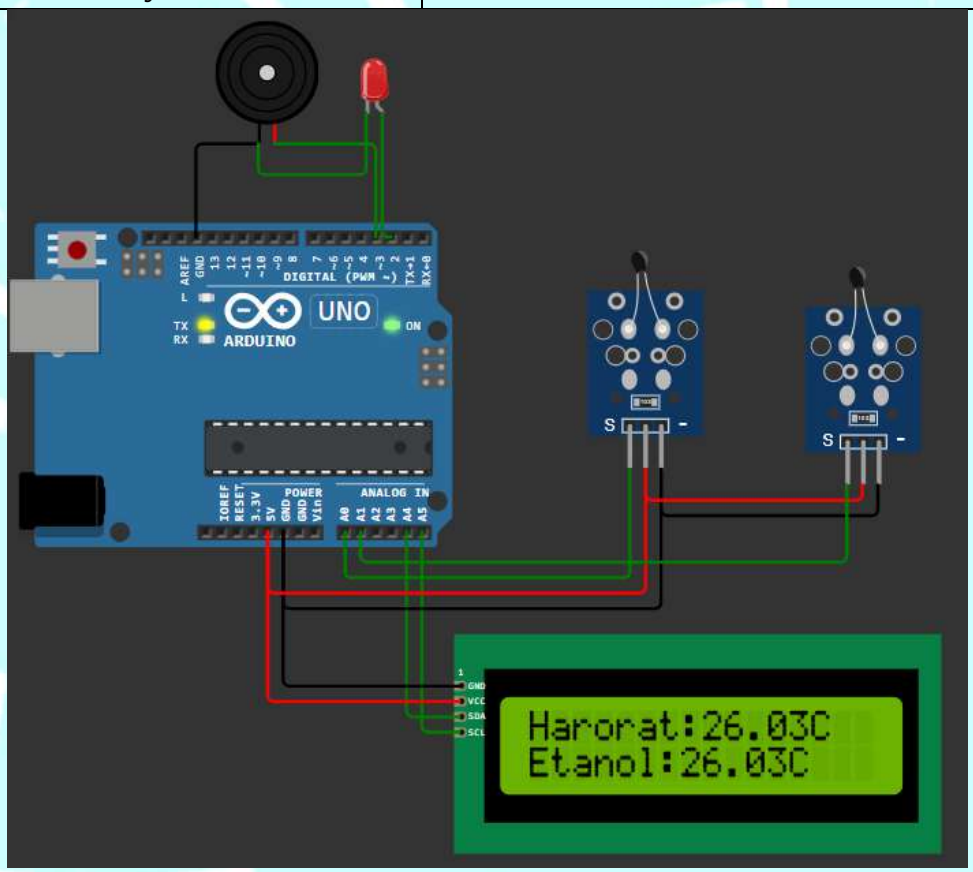
1-jadval.

Datchikning texnik ko‘rsatkichlari

Ko‘rsatkichlari	Qiymati
O‘zgarmas kuchlanish	5 V
Maksimal harorat	250 ^{0}C
Kommutatsiya	10K qarshilik bilan MF52AT termistori. Salbiy harorat koeffitsienti termistori (NTC termistor) Xususiyatlari 25 ° S haroratda qarshilik: 10 KOm; O‘lchov diapazoni: -40...125 °C; Aniqlik 5% Maksimal ruxsat etilgan oqim: 1 mA;

ISSN 3030-3907

Korpus materiallari	harorat bardosh ABS turdagi butadien va stirol bilan akrilonitril polimeriga asoslangan zarbaga chidamli smolali texnik termoplastik
Simlarning ulanish turlari	28AWG Dupont
Himoya sinfi	IP67



3-rasm. Yuqori bosim rukavlarida o‘rnatiladigan harorat datchikni ulanish sxemasi

Yuqori bosim rukavlarida o‘rnatiladigan harorat datchikning algoritm kodi.

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

const int sensorPin = A0;   // etalon sensor
const int tempSensor2Pin = A1; //o‘lchovchi sensor
const int ledPin = 2;       // LED chiroqning pinningizni 2 ga o‘rnatamiz
const int buzzerPin = 3;   // Buzzerning pinningizni 13 ga o‘rnatamiz

int val, val2;
float R1 = 10000; // Termistorning R1 qiymatini beramiz
float logR2, R2, temp, temp2;
float c1 = 0.001129148; // Steinhart-Hart koeffitsientlari
```


ISSN 3030-3907

```
   float c2 = 0.000234125;
float c3 = 0.0000000876741;

// LCDni sozlash
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);  // LCD I2C manzilini va o‘lchamini aniqlaymiz

void setup() {
  pinMode(ledPin, OUTPUT);    // LED chiroqni chiqaruvchi soddalashtirish
  pinMode(buzzerPin, OUTPUT); // Buzzer soddalashtirish
  lcd.init();                 // LCDni boshlaymiz
  lcd.backlight();            // Fonni yoqamiz
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  // etalon harorat sensori
  val = analogRead(sensorPin); // Sensordan qiymat olish
  R2 = R1 * (1023.0 / (float)val - 1.0); // Termistorning rezistansini hisoblaymiz
  logR2 = log(R2);
  temp = (1.0 / (c1 + c2 * logR2 + c3 * logR2 * logR2 * logR2)); // Haroratni K ga o‘tkazamiz
  temp = temp - 273.15; // Haroratni °C ga o‘tkazamiz

  // o‘lchovchi harorat sensori
  val2 = analogRead(tempSensor2Pin); // Qo‘shimcha sensordan qiymat olish
  R2 = R1 * (1023.0 / (float)val2 - 1.0);
  logR2 = log(R2);
  temp2 = (1.0 / (c1 + c2 * logR2 + c3 * logR2 * logR2 * logR2));
  temp2 = temp2 - 273.15;

  // LCD ekranida ma'lumotlarni ko‘rsatish
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Harorat:");
  lcd.print(temp2);
  lcd.print("C");

  lcd.setCursor(0, 1);
```


ISSN 3030-3907

```
    lcd.print("Etanol:");
  lcd.print(temp);
  lcd.print("C");

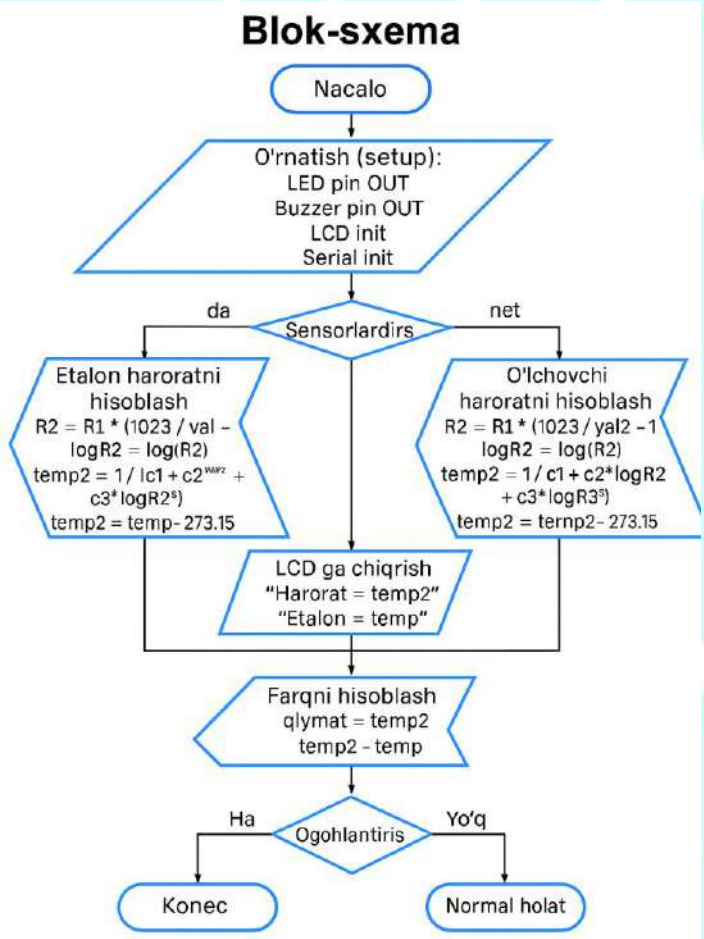
  // Serial monitor uchun
  Serial.print("Harorat1: ");
  Serial.print(temp);
  Serial.println(" C");

  Serial.print("Harorat2: ");
  Serial.print(temp2);
  Serial.println(" C");
int qiymat=temp2-temp;

  // Etanol kritik qiymatidan ogohlantirish
  if (qiymat>2 && temp2>temp) { // Agar konsentratsiya 50% dan oshsa
    for (int i = 0; i <= 3; i++) {
      digitalWrite(ledPin, HIGH); // LEDni yoqamiz
      tone(buzzerPin, 720, 500); // Buzzer orqali ovoz chiqaramiz
      delay(500);
    }
  } else {
    digitalWrite(ledPin, LOW); // LEDni o‘chiramiz
    noTone(buzzerPin);        // Buzzerni o‘chiramiz
  }

  delay(1000); // 1 soniya kutish
}
```


ISSN 3030-3907



4-rasm. Yuqori bosim rukavlarida o‘rnatiladigan harorat datchikning blok-sxemasi

MUHOKAMA VA NATIJALAR. Yuqorida keltirilgan tahlillar shuni ko‘rsatadiki, karyer gidravlik ekskavatorlarining ekspluatatsion unumdorligi ko‘p jihatdan ularning gidravlik tizimi ishonchliligiga bog‘liq bo‘lib, nosozliklarning asosiy qismi aynan shu tizimga to‘g‘ri keladi. Dunyo miqyosidagi statistik ma’lumotlar sovuq iqlim sharoitida gidravlik tizim nosozliklari 54 % gacha, issiq iqlimda esa 42 % ni tashkil etishini tasdiqlaydi. Mahalliy konlarda o‘tkazilgan tahlillar natijalari esa gidravlik tizimdagi nosozliklar ulushi 52 % ga teng ekanini ko‘rsatib, muammoning dolzarbligini yanada oshiradi.

Gidravlik tizimdagi ishchi suyuqlikning sizib chiqishi yuqori bosimli rukavlarning eskirishi, zichlagichlarning deformatsiyasi, gidravlik suyuqlikning harorat va bosim ostida keskin o‘zgarishi, changning ko‘pligi hamda ekspluatatsion yuklamaning yuqoriligi natijasida yuzaga keladi. Ushbu omillar gidravlik tizimning samaradorligini pasaytiradi, nosozliklar sonining ortishiga sabab bo‘ladi, texnika ishonchliligini kamaytiradi va xizmat ko‘rsatish xarajatlarini oshiradi.

Tahlillar shuni ko‘rsatadiki, mavjud ekskavatorlarda gidravlik tizimdagi harorat o‘zgarishlarini doimiy monitoring qilish va sizib chiqish jarayonini erta aniqlash mexanizmlari yetarli darajada takomillashmagan. Shu bois maqolada taqdim etilgan taklif — yuqori bosimdagi gidravlik rukavlarga o‘rnatiladigan,

ISSN 3030-3907

NTC-termistorga asoslangan, 3 °C harorat farqini 1 soniyada sezadigan va operator kabinasiga ovozli hamda yorug‘lik signali beradigan datchik tizimi — amaliy jihatdan samarali yechim hisoblanadi.

Ushbu datchikning 5 V kuchlanishda ishlashi, 250 °C gacha bo‘lgan yuqori haroratlarga chidamliligi, IP67 himoya sinfiga mosligi hamda Arduino mikroprosessori orqali oson integratsiya qilinishi uni karyer texnikalarining qattiq ekspluatatsiya sharoitlarida qo‘llash uchun qulayligini ta’minlaydi. Taklif etilgan qurilmaning algoritmi sodda, ishonchli va servis xodimlari tomonidan tez o‘zlashtiriladi.

Umuman olganda, olib borilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, yuqori bosimli rukavlarda harorat monitoringi asosida ishchi suyuqlik sizib chiqishini aniqlash tizimini joriy etish gidravlik tizimdagi nosozliklarni erta bosqichda aniqlashga, texnika ishonchliligini oshirishga, ekspluatatsion va servis xarajatlarini kamaytirishga hamda avariyali to‘xtashlarning oldini olishga xizmat qiladi. Ushbu texnik yechim karyer ekskavatorlarining gidravlik tizimlarini modernizatsiya qilishda samarali va iqtisodiy jihatdan maqsadga muvofiq yondashuvdir.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Merritt, H. E. Hydraulic Control Systems. John Wiley & Sons, 1967.
2. Hermann, M., & Backé, W. “Hydraulic fluid contamination and component wear mechanisms in mobile hydraulic systems.” Journal of Tribology, 2018.
3. Tan, K., et al. “Fault diagnosis methods for hydraulic machinery: A comprehensive review.” Mechanical Systems and Signal Processing, 2020.
4. Rajput, R. K. A Textbook of Fluid Mechanics and Hydraulic Machines. Laxmi Publications, 2015.
5. Sosnovskiy, L. A., & Pilipenko, V. A. “Wear and failure analysis of hydraulic cylinders in mining excavators.” Mining Equipment and Automation, 2017.
6. Wang, X., & Sun, D. “Temperature-based leakage detection for high-pressure hydraulic hoses.” Sensors and Actuators A: Physical, 2021.
7. ISO 4413:2010. Hydraulic fluid power — General rules and safety requirements for systems and their components.
8. Kang, M., & Choi, J. “Condition monitoring of hydraulic excavators using temperature and pressure sensors.” Automation in Construction, 2019.
9. Kudryavtsev, V. N. Gidravlik mashinalar va gidroprivodlar. Moskva: Mashinostroenie, 2008.
10. Zhang, Y., et al. “NTC thermistor-based thermal monitoring system for industrial fluid leakage detection.” IEEE Sensors Journal, 2022.
11. asynchronous engine of large power fan settings for TPS. International journal of Advanced research in science, engineering and technology. Vol. 6, Issue 10 , October 2019

ISSN 3030-3907

12. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Khalilov Sh.Sh. Experimental analysis of microges installation for existing water flows in industrial plants. III International Conference on Improving Energy Efficiency, Environmental Safety and Sustainable Development in Agriculture (EESTE2023), E3S Web of Conferences. Том 463. Страницы 02023. 2023. https://doi.org/10.1051/e3sconf/202346302023
13. Zokhidov O.U., Khoshimov O.O., Sunnatov S.Z. Selection of the type and design of special water turbines based on the nominal parameters of Navoi mine metallurgical combine engineering structures. AIP Conf. Proc. 3331, 050022 (2025). https://doi.org/10.1063/5.0306554
14. A.I. Karshibaev, O.U. Zokhidov. Research of potential and effectiveness of renewable energy application at mining enterprises of the Republic of Uzbekistan. Australian Journal of Science and Technology, 2020/12.
15. О.У. Зохидов, Б.Х. Шомуродов - Илм-фан ва инновацион ривожланиш. СБШ-250МН бурғилаш дастгоҳи қурилмаларининг энергия самарадорлигини ошириш бўйича илмий таҳлил ва техник ечимлар. 2024 й. 7-том, 6-номер, 42-51 бет.
16. О.У. Зохидов, М.В. Меркулов. Исследование потенциала и эффективности применения возобновляемой энергии на горных предприятиях Республики Узбекистан. Новые идеи в науках о Земле, 2021. 57-61 стр.
17. Khamzaev, Akbar A; Toshov, Buri R; Nietbaev, Arislanbek D. Improvement of soft starter circuit for high-voltage and high-power asynchronous motors. International Conference on Mathematical and Statistical Physics, Computational Science, Education, and Communication (ICMSCE 2022)
18. Toshov, B.R. Khamzaev, A.A. Niyetbayev, A.D. Proceedings of SPIE-The International Society for Optical Engineering. 126162023
19. Rabatuly M., Myrzathan S.A., Toshov J.B., Nasimov J., Khamzaev A. Views on drilling effectiveness and sampling estimation for solid ore minerals. Комплексное Использование Минерального Сырья. №1(336), 2026. https://doi.org/10.31643/2026/6445.01
20. Toshov J.B., Rabatuly M., Khaydarov Sh., Kenetayeva A.A., Khamzayev A., Usmonov M., Zheldikbayeva A.T. Methods for Analysis and Improvement of Dynamic Loads on the Steel Wire Rope Holding the Boom of Steel Wire Rope Excavators. Kompleksnoe Ispolzovanie Mineralnogo Syra = Complex Use of Mineral Resources 2026; 339(4):87-96 https://doi.org/10.31643/2026/6445.43

ISSN 3030-3907

TEXNIKA YO‘NALISHI TALABALARINI ILMIY-TADQIQOT FAOLIYATGA TAYYORLASHNING METODIK MUAMMOLARI

Djurayeva Feruzaxon Abdumuxtorovna
Andijon davlat texnika instituti Axborot texnologiyalari kafedrasi katta o‘qituvchisi
Tel: +99888-273-00-99,
E-mail: feruzaxondjurayeva@gmail.com

Annatatsiya. Dunyo ilmiy-tadqiqot institutlarida talabalarning ilmiy – tadqiqot kompetensiyasini rivojlantirish samaradorligini oshirish maqsadida didaktik va pedagogik imkoniyatlarni kengaytirishga qaratilgan keng qamrovli tadqiqotlar olib borilmoqda. Mazkur maqolada talabalarning ilmiy izlanishlar olib borishga o‘rgatish jarayonining nazariy-tahliliy yondashuvlar, interfaol usullar va kognitiv strategiyalarni integratsiyalash metodikasini takomillashtirish ustuvor vazifalari keltirilgan. Xususan, kasbiy va ilmiy kompetensiyalarni kontekstual mashg‘ulotlar orqali rivojlantirish hamda kompetensiyaviy portfoliolar va onlayn diagnostika vositalari yordamida o‘zlashtirish darajasini baholash mexanizmlari takomillashtirilishi ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar. Kompetensiya, kognitiv strategiya, interfaol usullar, kontekstual mashg‘ulotlar, refleksiv qobiliyat, gipoteza, ilmiy muammo, tadqiqot ob’ekti, predmet, maqsad-vazifalar.

Аннотация. В целях повышения эффективности развития научно-исследовательских компетенций студентов в научно-исследовательских институтах по всему миру проводятся масштабные исследования, направленные на расширение дидактических и педагогических возможностей. В данной статье представлены приоритетные задачи совершенствования методологии интеграции теоретических и аналитических подходов, интерактивных методов и когнитивных стратегий в процесс подготовки студентов к проведению научных исследований. В частности, показаны развитие профессиональных и научных компетенций посредством контекстного обучения и совершенствование механизмов оценки уровня освоения материала с использованием портфолио компетенций и онлайн-инструментов диагностики.

Ключевые слова: Компетенция, когнитивная стратегия, интерактивные методы, контекстное обучение, рефлексивность, гипотеза, научная проблема, объект исследования, субъект, цели и задачи.

Abstract. In order to increase the effectiveness of developing students' scientific and research competencies, extensive research is being conducted in research institutes around the world to expand didactic and pedagogical opportunities. This article presents the priority tasks of improving the methodology for integrating

ISSN 3030-3907

theoretical and analytical approaches, interactive methods and cognitive strategies in the process of training students to conduct scientific research. In particular, the development of professional and scientific competencies through contextual training and the improvement of mechanisms for assessing the level of mastery using competency portfolios and online diagnostic tools are shown.

Keywords. Competence, cognitive strategy, interactive methods, contextual training, reflexive ability, hypothesis, scientific problem, research object, subject, goals and objectives

Kirish.

Bugungi kunga kelib respublikamizda OTM talabalarining ilmiy-tadqiqot kompetensiyasini rivojlantirish metodikasini takomillashtirishga qaratilgan yangi metodik-me'yoriy hujjatlar qabul qilinib, ushbu yo'nalishda ilmiy-tadqiqot markazlari tomonidan modul yondashuvga asoslangan o'quv dasturlari, tadqiqot kompetensiyasiga yo'naltirilgan dars rejalari, interfaol o'quv-uslubiy majmualar hamda interaktiv elektron darsliklarning pedagogik samaradorligini oshirish bo'yicha empirik va komparativ ilmiy-tadqiqotlar olib borilmoqda.

Tadqiqot usullari. Ilmiy-tadqiqot kompetensiyasi metodologik bilimlarni egallashni talab etadi. Tadqiqotchi ilmiy izlanishning turli metodlarini, jumladan, kuzatish, tajriba, so'rovnoma, testlash, kontent-tahlil, modellashtirish kabi usullarni qo'llashni bilishi lozim. Metodlarni bilishning o'zi kifoya emas, ularni tadqiqot maqsadiga mos tanlash hamda ilmiy etika talablariga rioya qilgan holda tadqiqotni tashkil etish alohida ahamiyatga ega. Misol uchun, ijtimoiy fanlarda respondentlarning huquqlarini hurmat qilish va shaxsiy ma'lumotlarni oshkor etmaslik zarur bo'lsa, tabiiy fanlarda tajribalar xavfsizlik qoidalariga qat'iy amal qilgan holda tashkil etilishi shart, shundan kelib chiqib metodologik tayyorgarlik ilmiy-tadqiqot kompetensiyasining poydevori sifatida qaraladi.

Yana bir muhim jihat – bu tahliliy va refleksiv qobiliyatlarning rivojlanishidir. Har qanday tadqiqot natija beradi, biroq bu natijaning to'g'riligini aniqlash, uni statistik jihatdan asoslash, ilmiy gipotezaga mos kelishini tekshirish va mavjud nazariyalar bilan solishtirish ilmiy-tadqiqot kompetensiyasining markaziy bo'g'inidir. Talaba natijalarni faqatgina qayd etibgina qolmay, balki ularning amaliy ahamiyatini aniqlashi, ularni boshqa tadqiqotlar bilan taqqoslashi, muqobil talqinlarni ko'rib chiqishi kerak hamda tanqidiy fikrlashni, mantiqiy izchillikni va nazariy bilimlar bilan amaliy kuzatuvlarni birlashtira olishni taqozo etadi.

Ilmiy-tadqiqot kompetensiyasi ijodiy tafakkurni, yangilik yaratishga intilishni ham o'zida mujassam etadi. Tadqiqotchi mavjud nazariyalarni takrorlash bilan cheklanmaydi, balki o'z ilmiy qarashlarini ilgari surishi, yangi konsepsiyalarni yaratishi, innovatsion g'oyalarni ishlab chiqishi va ularni ilmiy

ISSN 3030-3907

hamjamiyatga taqdim etishi lozim, bu esa ijodiy yondashuv, keng dunyoqarash, bilimlarni integratsiyalash qobiliyati va yangilikka ochiqlikni talab qiladi. Ilmiy-tadqiqot kompetensiyasiga ega mutaxassis, odatda, o‘z ilmiy faoliyatini amaliyot bilan uyg‘unlashtira oladi, u ishlab chiqilgan nazariyalarni ta’lim jarayoniga, ishlab chiqarish sohasiga yoki jamiyat hayotiga tatbiq etish imkoniyatini izlaydi.

Ilmiy-tadqiqot kompetensiyasi — bu faqatgina ilmiy bilimlarni egallash emas, izlanishga doimiy tayyorlik, tanqidiy va ijodiy tafakkur, metodologik savodxonlik, natijalarni tahlil va tatbiq etish ko‘nikmalari, intellektual halollik va ilmiy etikaning uyg‘unlashgan majmuasi sanaladi. Shu omillar birgalikda talaba yoki bo‘lajak mutaxassisning haqiqiy ilmiy faoliyat sub’ekti sifatida shakllanishiga, uning kelajak kasbiy faoliyatida muvaffaqiyat qozonishiga mustahkam asos yaratadi.

Talabaga ilmiy-tadqiqot kompetensiyasi bir necha asosiy sabablarga ko‘ra zarur:

Birinchidan, bu kompetensiya talabani mustaqil fikrlashga o‘rgatadi. Talaba tayyor bilimlarni qabul qiluvchi sifatida emas, mavjud ma’lumotni tahlil qilib, yangi xulosalar chiqarishga qodir ijodkor shaxs sifatida shakllanadi hamda uning nazariy bilimlarni chuqurroq o‘zlashtirishi va amaliy faoliyatda qo‘llash imkoniyatlarini kengaytiradi;

Ikkinchidan, ilmiy-tadqiqot kompetensiyasi talabaning metodologik savodxonligini oshiradi. Tadqiqotchi sifatida u kuzatish, tajriba, so‘rovnoma, modellashtirish kabi metodlarni o‘rganadi, ularni maqsadga muvofiq tanlay oladi va ilmiy etika me’yorlariga amal qilgan holda tadqiqot olib borishni o‘rganadi. Talaba bunda ilmiy faoliyatga, kasbiy sohada ham analitik va tizimli yondashishga tayyorlaydi;

Uchinchidan, ushbu kompetensiya talabaga muammolarni hal qilish ko‘nikmasini beradi. U turli ilmiy yoki amaliy vaziyatlarda mavjud muammoni aniqlash, dalillarga tayanib yechim taklif qilish va natijalarni asoslashni o‘rganadi hamda shu orqali tanqidiy tafakkur, ijodkorlik va mas’uliyat kabi muhim fazilatlar rivojlanadi.

To‘rtinchidan, ilmiy-tadqiqot kompetensiyasi talabaning bo‘lajak kasbiy faoliyatida ham katta ahamiyatga ega. O‘qituvchi, shifokor, muhandis yoki huquqshunos bo‘lishidan qat’i nazar, ilmiy izlanishga tayyorlik unga yangiliklarni izlash, zamonaviy texnologiyalarni qo‘llash va faoliyatini muntazam rivojlantirish imkonini beradi.

Ilmiy muammo qo‘yish, gipoteza (ilmiy faraz) ishlab chiqish va tadqiqot metodikasini tanlash amaliy (faoliyat) komponentning asosiy bosqichi sanaladi. Har qanday tadqiqot, avvalo, ilmiy muammoni to‘g‘ri qo‘yishdan boshlanadi, chunki muammo aniq ifodalanmasa, tadqiqotning maqsad va vazifalari ham noaniq

ISSN 3030-3907

bo‘lib qoladi. Talaba yoki tadqiqotchi mavjud nazariy bilimlar, ilgari o‘tkazilgan tadqiqotlar va real amaliyotdagi ehtiyojlardan kelib chiqib, muammoni aniqlaydi, undan kelib chiqqan holda ilmiy gipoteza ishlab chiqadi. Gipoteza tadqiqotning nazariy asosini belgilaydi va keyingi bosqichlarda uni tekshirish uchun aniq metodlar tanlanadi. Metodika tanlash jarayonida ilmiy muammo va gipoteza xarakteri, tadqiqotning maqsadi hamda obyektining xususiyatlari hisobga olinadi.

Ilmiy adabiyotlarda ushbu kompetensiya turlicha tasnif qilinadi, biroq uni quyidagi asosiy tarkibiy qismlar orqali yoritish mumkin:



1-Rasm. Ilmiy-tadqiqot kompetensiyasining tarkibiy qismlari

Amaliy komponent tadqiqotchidan ilmiy gipotezani tekshirish jarayonida nazariy tahlil bilan birga eksperiment, so‘rovnoma, test, kuzatish va kontent-tahlil kabi metodlardan samarali foydalanish ko‘nikmasini talab qiladi. Misol tariqasida, pedagogik tadqiqotda eksperiment orqali yangi metodikaning samaradorligi sinovdan o‘tkaziladi, so‘rovnoma va testlar yordamida talabalarning fikrlari va bilim darajasi aniqlanadi, kuzatish orqali o‘quv jarayonidagi jarayonlar bevosita tahlil qilinadi kabi jarayonlarni keltirish mumkin.

Amaliy komponentning yakuniy jihati empirik materiallarni yig‘ish, qayta ishlash va statistik tahlil qilish ko‘nikmasi sanaladi. Ilmiy tadqiqot natijalari faqatgina to‘plangan faktlar va ma’lumotlar asosida ilmiy ahamiyat kasb etadi, shu sababli tadqiqotchi empirik ma’lumotlarni tizimli ravishda yig‘ishi, ularni tozalashi va qayta ishlashi lozim. Statistik tahlil esa ushbu ma’lumotlarni obyektiv ko‘rsatkichlarga aylantirish, ularning o‘zaro bog‘liqligini, dinamikasini va qonuniyatlarini aniqlash imkonini beradi. Aytib o‘tilgan jarayon ilmiy gipotezani tekshirish, balki amaliy xulosalar chiqarish va ularni ilmiy hamjamiyatga asoslangan holda taqdim etish uchun ham zarur.

ISSN 3030-3907

Texnika yo‘nalishi talabalari uchun ilmiy-tadqiqot faoliyatiga tayyorlash jarayonida bir qator metodik muammolar yuzaga keladi, chunki bu jarayon nazariy bilimlarni o‘zlashtirish, ularni amaliyotda qo‘llash, ilmiy izlanish madaniyatini shakllantirish, tahliliy va ijodiy tafakkurni rivojlantirish kabi murakkab vazifalarni o‘z ichiga oladi. Talabalarda ilmiy muammolarni aniqlash, tadqiqot metodikasini tanlash, eksperiment natijalarini qayta ishlash va ilmiy xulosalar chiqarish ko‘nikmalarini bosqichma-bosqich rivojlantirish uchun metodik qo‘llanmalar va innovatsion texnologiyalardan foydalanish zarur bo‘lsa-da, ko‘plab OTMlarda bu yo‘nalishda tizimlilik yetishmaydi. Texnika sohasidagi talabalarning ilmiy-tadqiqot faoliyatiga tayyorligi ko‘pincha fragmentar bo‘lib qoladi hamda ularning kelgusida mustaqil izlanish olib borish, ilmiy yangilik yaratish va kasbiy faoliyatda innovatsion qarorlar qabul qilish salohiyatiga to‘liq ta’sir ko‘rsatadi.
Ularni bir necha asosiy yo‘nalishlarda ko‘rib chiqish mumkin:

1. Nazariy-metodologik muammolar;
2. Ilmiy-tadqiqot faoliyatining metodik asoslarining yetarli darajada ishlab chiqilmaganligi;
3. Pedagogik va psixologik tayyorgarlikning yetishmasligi;
4. Virtual laboratoriyalar va texnologik resurslarning yetishmasligi;
5. Ilmiy-tadqiqot faoliyatining o‘quv jarayoniga integratsiyalanmaganligi;
6. Ilmiy natijalarni taqdim etish, baholash va rag‘batlantirish tizimining zaifligi;
7. Tashkiliy muammolar: ilmiy rahbarlik, mentorlik va hamkorlik tarmoqlari yo‘qligi.

2-rsam. Texnika yo‘nalishi talabalarini ilmiy-tadqiqot faoliyatga tayyorlashning metodik muammolari

Rasmda keltirilgan barcha muammolarni biz batafsil ko‘rib chiqib, har biriga alohida ta’rif berib o‘tamiz.

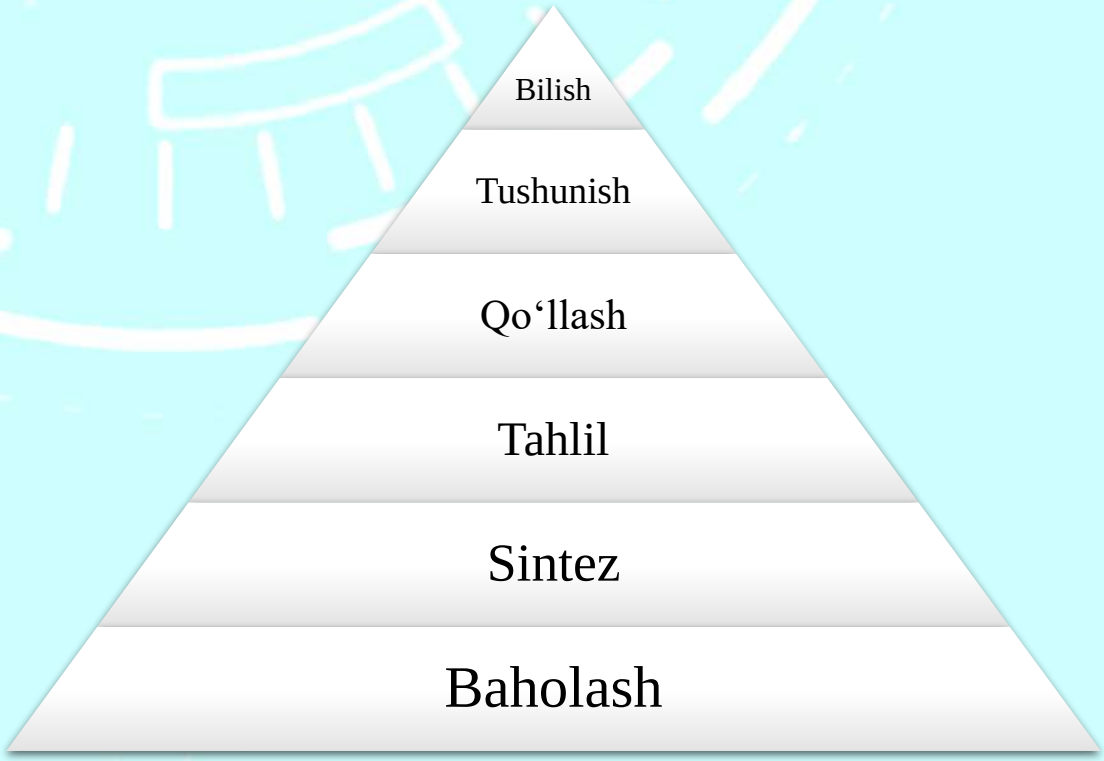
Tadqiqot natijalari. Nazariy-metodologik muammolar, avvalo, ilmiy-tadqiqot jarayonining konseptual asoslari bo‘yicha aniqlik yetishmasligi, xususan ko‘plab dasturlarda “ilmiy muammo”, “tadqiqot ob’ekti”, “predmet”, “maqsad-vazifalar”, “gipoteza” va “yangilik” kabi tayanch kategoriyalar operatsion ta’riflarsiz berilishi orqali namoyon bo‘ladi hamda bining natijasida, talaba muammoli vaziyatni aniqlashni mavzuga oddiy qiziqish bilan adashtiradi. Talaba gipotezani ilmiy asoslangan fakt sifatida emas, umumiy fikr sifatida tushunadi va

ISSN 3030-3907

yangilik darajasi, qo‘llanish sohasi hamda tekshirib ko‘rish imkoniyati kabi ilmiy yangilik mezonlarini aniqlashda qiynaladi.

Amerikalik olim, pedagogika va ijtimoiy fanlar metodologiyasi bo‘yicha yetakchi mutaxassis John W. Creswell ilmiy-tadqiqot metodologiyasi bo‘yicha asarlarida talabalarning aynan nazariy va metodologik asoslarni noto‘g‘ri tushunishi ilmiy kompetensiya shakllanishiga jiddiy to‘siq bo‘lishini ta’kidlaydi. Unga ko‘ra, ko‘plab dastur va kurslarda “muammo”, “maqsad”, “gipoteza” kabi tayanch tushunchalarning aniq va operatsion ta’riflari berilmagani sababli talabalar ilmiy muammoni oddiy mavzu tanlash bilan adashtiradi, gipotezani esa tekshirish mumkin bo‘lgan ilmiy taxmin emas, umumiy fikr sifatida qabul qiladi.

Konstruktiv moslashtirish (constructive alignment) tamoyillari yetarli darajada ko‘zda tutilmagani sababli maqsadlar, mazmun, usullar, baholash zanjiri uzilib qoladi dars maqsadi tahliliy fikrlashni rivojlantirish bo‘lsa-da, topshiriqlar reproduktiv, baholash faktologik xotirani tekshiruvchi testlarga tayanadi. Bunday nomutanosiblik ilmiy fikrlashni spiral rivojlantirish (Bloom–Anderson darajalari: bilish → tushunish → qo‘llash → tahlil → sintez → baholash) o‘rniga fragmentar yodlashni kuchaytiradi.



3- Rasm. Bloom–Anderson darajalari

Muammoni bartaraf etish uchun o‘qitish jarayoniga oddiy va aniq qadamlar kiritish lozim. Dastlab muammo tanlanib qisqa, tushunarli savolga aylantiriladi, so‘ng shu savol bo‘yicha taxmin yozilib tekshirish rejasi tuziladi, ma’lumotni qayerdan va qanday yig‘ish ko‘rsatiladi, keyin kichik tajriba yoki kuzatuv o‘tkazilib natijalar jadval hamda rasmda beriladi, sodda tilda tahlil qilinadi va

ISSN 3030-3907

yakunda xulosa hamda cheklovlar bayon etiladi. Har bosqichda tayyor andozalar, namuna matnlar va tekshiruv ro‘yxatlari (check-list) berilsa, talaba yo‘qolib qolmaydi.

Taniqli rus olimi V.A. Slastenin ilmiy-pedagogik faoliyat metodologiyasi haqida yozar ekan, ko‘plab o‘quv dasturlarida ilmiy muammo, maqsad, predmet, gipoteza kabi tayanch kategoriyalarni aniq ajratib ko‘rsatmaslik natijasida talabalarda ilmiy fikrlashning tizimli asoslari shakllanmasligini ta’kidlaydi. Konseptual asos yetishmaganda maqsad va mazmun ajralib ketadi, topshiriqlar baholash mezonlariga mos kelmay qoladi, shuning uchun talabalar tayyor ma’lumotni yodlash bilan cheklanadi, mustaqil tahlil va sintez ko‘nikmalari esa rivojlanmaydi.

Texnika yo‘nalishidagi talabalar uchun virtual laboratoriyalar ilmiy-tadqiqot kompetensiyasini shakllantirish va rivojlantirishda muhim innovatsion vosita bo‘lib, ular talabalarga nazariy bilimlarni amaliyot bilan uyg‘unlashtirish, tajribalarni xavfsiz va tejamkor sharoitda o‘tkazish hamda natijalarni tezkor tahlil qilish imkonini beradi. O‘quvchi yoki talabalar bunday muhitda real asbob-uskunalarsiz tadqiqotlar o‘tkazib, turli parametrlarni o‘zgartirish orqali sabab–oqibat bog‘lanishlarini chuqur o‘rganadi hamda ilmiy fikrlash, muammoli vaziyatlarga yondashuv va ijodiy qaror qabul qilish ko‘nikmalarini rivojlantiradi. Virtual laboratoriyalar ta’limni demokratlashtirish, ya’ni har bir talaba uchun ilmiy faoliyatni ochiq va qulay qilish, moddiy xarajatlarni kamaytirish, xavfsizlikni ta’minlash hamda o‘qitish jarayonini zamonaviy raqamli texnologiyalar bilan uyg‘unlashtirishni amalga ishiradi.

Xulosa. Muhandislik ta’limida ilmiy-tadqiqot kompetensiyasi butun o‘quv dasturi davomida — motivatsiya va nazariy bilimlardan amaliyot, tahlil, refleksiya va natijalarni qo‘llashgacha — bosqichma-bosqich shakllanib borishi kerak. Buning uchun aniq maqsad va baholash tizimini uyg‘unlashtirish, raqamli laboratoriyalarni rivojlantirish, mentorlik va sanoat hamkorligini yo‘lga qo‘yish hamda ochiq amaliy loyihalarni qo‘llab-quvvatlash orqali bitiruvchini bilim egasi, mas’uliyatli tadqiqotchi, innovator va yetakchi mutaxassis sifatida shakllantirish zarur.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR.

1. [Creswell J.W. Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches. 4th ed. Thousand Oaks, CA: SAGE Publications, 2014. P. 59–61.]
2. [Biggs J., Tang C. Teaching for Quality Learning at University: What the Student Does. 4th ed. Maidenhead: Open University Press / McGraw-Hill, 2011.;
3. Anderson L.W., Krathwohl D.R. (eds.). A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives. New York: Longman, 2001.]

ISSN 3030-3907

4. Dzhurayeva F. PURPOSE OF USING ELECTRONIC EDUCATIONAL LITERATURE IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS //Science and innovation. – 2023. – T. 2. – №. B11. – C. 312-315.
5. Djurayeva F. TA'LIM JARAYONIDA AXBOROT KOMMUNIKATSION TEXNOLOGIYALARIDAN FOYDALANISH //Fan va innovatsiyalar. – 2024. – T. 3. – №. B2. – S. 508-512.

ISSN 3030-3907

BARQAROR RIVOJLANTIRISH DASTURLARI VOSITASIDA KAMBAG‘ALLIKNI QISQARTIRISHDA ILG‘OR MAMLAKATLAR TAJRIBALARIDAN FOYDALANISH.

Zayniddinov Firdavs Faxriddin o‘g‘li
Buxoro davlat texnika universiteti magistri

Annotatsiya. Ushbu maqolada kambag‘allikni qisqartirishda barqaror rivojlantirish dasturlarining o‘rni, ularning ijtimoiy va iqtisodiy samaradorligi hamda ilg‘or mamlakatlar tajribalaridan foydalanish imkoniyatlari tahlil etib,boshqa mamlakatlarda joriy etilgan shartli va shartsiz naqd pul transfertlari, ijtimoiy himoya siyosati, ta’lim hamda sog‘liqni saqlash sohalarini qo‘llab-quvvatlash dasturlari misolida kambag‘allikni kamaytirish mexanizmlari o‘rganilgan. Birlashgan Millatlar Tashkilotining Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDGs) doirasida belgilangan “2030-yilgacha barcha shakllarda kambag‘allikka barham berish” vazifasining amalga oshirilish jarayoni yoritilgan. Kambag‘allikka qarshi kurashda milliy siyosatning izchilligi, jamiyat ishtiroki, hamda ekologik va iqtisodiy barqarorlik o‘rtasidagi muvozanatni saqlash zarurati asoslab berilgan.

Kalit so‘zlar: Barqaror rivojlanish maqsadlari (SDGs), kambag‘allikni qisqartirish, ijtimoiy himoya, naqd pul transfertlari, shartli naqd yordamlar, shartsiz naqd yordamlar, oziq-ovqat yordami, sog‘liqni saqlash subsidiyalari, ta’lim sifati, sog‘lomlashtirish siyosati, sog‘liqni saqlash tizimi, telemeditsina, bandlik va daromad, iqtisodiy o‘sish, ijtimoiy adolat, ishtirokchi boshqaruv, mahalliy hamjamiyat ishtiroki, milliy siyosat, ekologik barqarorlik, inklyuziv rivojlanish, xalqaro tajriba, ijtimoiy barqarorlik, O‘zbekiston tajribasi.

Abstract. This article analyzes the role of sustainable development programs in poverty reduction, their social and economic effectiveness, and the possibilities of applying best practices from advanced countries. Using examples of conditional and unconditional cash transfer programs, social protection policies, and initiatives supporting education and healthcare implemented in other countries, the mechanisms for reducing poverty are examined. The process of implementing the task set within the framework of the United Nations Sustainable Development Goals (SDGs) — “ending poverty in all its forms everywhere by 2030” — is highlighted. The necessity of ensuring consistency in national policies, active public participation, and maintaining a balance between ecological and economic sustainability in the fight against poverty is substantiated.

Keywords: Sustainable Development Goals (SDGs), poverty reduction, social protection, cash transfers, conditional cash assistance, unconditional cash assistance, food aid, healthcare subsidies, quality of education, public health policy, healthcare system, telemedicine, employment and income, economic growth, social justice, participatory governance, local community participation, national

ISSN 3030-3907

policy, environmental sustainability, inclusive development, international experience, social sustainability, Uzbekistan’s experience.

Аннотация. В данной статье проанализирована роль программ устойчивого развития в сокращении бедности, их социальная и экономическая эффективность, а также возможности использования передового опыта развитых стран. На примере условных и безусловных денежных трансфертов, политики социальной защиты, программ поддержки образования и здравоохранения, реализуемых в других странах, изучены механизмы снижения уровня бедности. Освещён процесс реализации задачи, определённой в рамках Целей устойчивого развития ООН (ЦУР), — «ликвидация бедности во всех её формах к 2030 году». Обоснована необходимость последовательности национальной политики, участия общества, а также сохранения баланса между экологической и экономической устойчивостью в борьбе с бедностью.

Ключевые слова: Цели устойчивого развития (ЦУР), сокращение бедности, социальная защита, денежные трансферты, условная денежная помощь, безусловная денежная помощь, продовольственная помощь, субсидии на здравоохранение, качество образования, политика общественного здравоохранения, система здравоохранения, телемедицина, занятость и доходы, экономический рост, социальная справедливость, партисипативное управление, участие местных сообществ, национальная политика, экологическая устойчивость, инклюзивное развитие, международный опыт, социальная устойчивость, опыт Узбекистана.

Kirish

Bugungi kunda kambag‘allik tushunchasi keng va hamma davlatlar uchun muammoli bo‘lib turgan caselardan biri shuning uchun avvalo uning nim ava qanday mezonlar asosida baholanishini ko‘rib chiqsak. O‘zbekistonda “kambag‘al” yoki “kam ta’minlangan” deb hisoblanish mezonlari asosan milliy kambag‘allik chizig‘i (national poverty line) bilan belgilanadi. Ya’ni, bir kishining yoki oilaning kundalik daromadi yoki oylik daromadi mamlakat belgilagan minimal yashash miqdoridan past bo‘lsa, u kambag‘al hisoblanadi. O‘zbekiston uchun ilg‘or xorijiy tajribalarni moslashtirish jarayonida ijtimoiy himoya tizimini modernizatsiya qilish, naqd pul transfertlari mexanizmini takomillashtirish, shuningdek ta’lim va sog‘liqni saqlash infratuzilmasini mustahkamlash yo‘nalishlari bo‘yicha takliflar ishlab chiqilgan. Tadqiqot natijalari kambag‘allikni qisqartirishda kompleks yondashuv, raqamli boshqaruv tizimlari hamda inklyuziv iqtisodiy siyosatning ustuvor ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

Asosiy tushunchalar: Milliy kambag‘allik chizig‘i – har bir mamlakatda yashash uchun minimal zarur mablag‘ni belgilovchi ko‘rsatkich. O‘zbekiston

ISSN 3030-3907

uchun bu ko‘rsatkich har yili yangilanadi va o‘rtacha iste’mol xarajatlariga asoslanadi.

- Daromad yoki xarajatlar – oilaning oylik yoki yillik daromadi, shuningdek ularning oziq-ovqat, kiyim-kechak, uy-joy va boshqa zaruriy ehtiyojlar uchun qilgan xarajatlari hisobga olinadi.

- Kambag‘allikning boshqa ko‘rsatkichlari – ba’zan Sifatli kambag‘allik (multidimensional poverty) ham hisobga olinadi: ta’lim, sog‘liqni saqlash, uy-joy, suv va sanitariya sharoitlari kabi omillar. Masalan, Milliy Statistika Qo‘mitasining so‘nggi ma’lumotlariga ko‘ra, 2024-yilda O‘zbekistonda kambag‘allik darajasi 8,9% ni tashkil qilgan, ya’ni aholining bu qismi milliy kambag‘allik chizig‘i ostida yashamoqda. So‘nggi yillarda O‘zbekiston kambag‘allikni qisqartirish sohasida sezilarli natijalarga erishdi. Milliy Statistika Qo‘mitasining Uy-joy byudjeti so‘rovi (HBS) ma’lumotlariga ko‘ra, 2021-yilda mamlakatdagi kambag‘allik darajasi 17% bo‘lgan bo‘lsa, 2024-yilda u 8,9% ga tushgan. Ushbu pasayish qishloq va shahar hududlarida ijtimoiy va iqtisodiy siyosatning samarali amalga oshirilganini ko‘rsatadi. Kambag‘allikni kamaytirish bo‘yicha o‘zgarishlar asosan qishloq hududlarida sezilgan: 2021-yilda qishloq aholisi orasida har beshinchi kishi kambag‘al bo‘lgan bo‘lsa, 2024-yilda bu ko‘rsatkich 9,2% ga tushgan. Shahar hududlarida esa kambag‘allik darajasi 13,9% dan 8,6% gacha kamaygan. Natijada, qishloq va shahar hududlari o‘rtasidagi farq 5,9 foizdan atigi 0,7 foizga kamayib, kambag‘allikning mintaqalar bo‘yicha teng taqsimlanishini ko‘rsatmoqda.[1] O‘zbekiston uchun ilg‘or xorijiy tajribalarni moslashtirish jarayonida ijtimoiy himoya tizimini modernizatsiya qilish, naqd pul transfertlari mexanizmini takomillashtirish, shuningdek ta’lim va sog‘liqni saqlash infratuzilmasini mustahkamlash yo‘nalishlari bo‘yicha takliflar ishlab chiqilgan.

Ushbu tendensiyalar shuni anglatadiki, mamlakatda kambag‘allikni kamaytirish siyosati samarali bo‘lib, ammo shahar hududlarida kambag‘allik bilan kurashish ham dolzarb masala sifatida qolmoqda. Shu nuqtai nazardan, ilg‘or mamlakatlar tajribasini o‘rganish va ularni O‘zbekiston sharoitiga moslashtirish orqali kambag‘allikni yanada qisqartirish imkoniyatlarini aniqlash muhim ahamiyat kasb etadi.

[1] https://stat.uz/uz/

ISSN 3030-3907



1-rasm. O‘zbekistondagi kambag‘allik darajasi hududlar kesimida.

[2]Eng ko‘p yordamga muhtoj oilalarni aniqlash jarayoni murakkab. Nazariy jihatdan, har bir oilaning jami daromadini soliq ma’lumotlari asosida hisoblab, uni oila a’zolari soniga bo‘lish va natijani milliy kambag‘allik chizig‘i bilan solishtirish kifoya qilardi. Shu tarzda, kambag‘allarni aniq aniqlash mumkin bo‘lgan.

Ammo amaliyotda bu usul ish bermaydi. Bunday yondashuv faqat aholining ko‘pchiligi rasmiy ish bilan band bo‘lgan va davlat tizimlariga to‘liq ulangan hollarda samarali.

O‘zbekistonda esa rasmiy bo‘lmagan ishlar keng tarqalgan — 2023-yilda ishchi kuchining taxminan 40% rasmiy bo‘lmagan sohalarda ishlagan. Ayollar orasida bu ko‘rsatkich 47%, qishloq xo‘jaligida esa 61% ni tashkil etadi. Shu sababli, faqat soliq ma’lumotlariga tayanib, kimga yordam kerakligini aniqlash juda qiyin. Ayniqsa, kambag‘allar ko‘pincha rasmiy bo‘lmagan ish bilan shug‘ullanishlari tufayli, ularni aniq belgilash yanada murakkablashadi.[3] Joriy yilda kambag‘alchilik ko‘rsatkichi sezilarli darajada pasaydi, bu esa mamlakat rahbarining jahon amaliyotini Ozbekistonga tadbiq etishi orqali amalga oshdi desak adashmagan bo‘lamiz. BMTning Barqaror Rivojlanish Dasturi 2030-yilgacha barcha shakllarda kambag‘allikka barham berish maqsadini belgilaydi va milliy siyosat hamda jamiyat ishtiroki bilan amalga oshiriladigan yechimlarni qo‘llab-quvvatlaydi. Shu tariqa, ijtimoiy himoya, moliyaviy transferlar va sifatli ta’lim-sog‘liqni saqlash infratuzilmasi orqali mamlakatda inklyuziv rivojlanish va kambag‘allikni samarali qisqartirish mumkin.[4]

[2] Muallif ishi
[3] https://stat.uz/uz/
[4] https://www.BMT.org/about-us/sustainability/

ISSN 3030-3907

Bunda: Ijtimoiy himoya tizimi – oilalarga yordam berish, zaif guruhlarni qo‘llab-quvvatlash. **Moliyaviy transferlar –** shartli va shartsiz naqd pul berish orqali daromad va turmush sifatini oshirish. **Ta’lim va sog‘liqni saqlash –** kelajakdagi daromadni oshirish va moliyaviy yukni kamaytirish. **Milliy siyosat va jamiyat ishtiroki –** barqaror va inklyuziv yechimlarni ta’minlash**.** Barqaror rivojlantirish dasturlari (SDGs) mamlakatlarda kambag‘allikni qisqartirish va ijtimoiy barqarorlikni ta’minlash uchun asosiy ramka sifatida xizmat qiladi.

O‘zbekistonda kambag‘allik darajasi so‘nggi yillarda sezilarli darajada kamaygan. 2021–2024 yillarda milliy kambag‘allik ko‘rsatkichlari 17% dan 8,9% gacha tushdi, bu qishloq va shahar hududlaridagi ijtimoiy va iqtisodiy siyosatning samarali amalga oshirilganini ko‘rsatadi. Qishloq hududlarida kambag‘allik tezroq kamaygan bo‘lsa-da, shahar hududlarida ham ijtimoiy yordam va moliyaviy transferlar orqali daromad oshishi kuzatilmoqda. Kambag‘allikni aniqlashda rasmiy bo‘lmagan ishlarning yuqori foizi va ayollar hamda qishloq aholisi orasida bandlikning rasmiy tizimga ulanmaganligi muhim qiyinchiliklarni yuzaga keltirmoqda. Shu bilan birga, O‘zbekiston Prezidenti tomonidan olib borilayotgan oqilona va barqaror siyosatlar mamlakatda kambag‘allikni qisqartirishda muhim rol o‘ynamoqda. Prezident tashabbuslari doirasida ijtimoiy himoya tizimini modernizatsiya qilish, shartli va shartsiz naqd pul transferlarini kengaytirish, ta’lim va sog‘liqni saqlash infratuzilmasini mustahkamlash orqali aholining turmush darajasini oshirishga qaratilgan chora-tadbirlar amalga oshirilmoqda. Ilg‘or mamlakatlar tajribasi shuni ko‘rsatadiki, shartli va shartsiz naqd pul transferlari, sifatli ta’lim va sog‘liqni saqlash tizimi orqali kambag‘allikni samarali qisqartirish mumkin. Shu asosda, Prezident siyosati va milliy strategiyalar birgalikda O‘zbekistonni barqaror rivojlanish va inklyuziv iqtisodiy o‘sishga olib boruvchi yo‘ldan ketayotganini tasdiqlaydi**.**

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasi Milliy Statistika Qo‘mitasi. Uy-joy byudjeti so‘rovi (HBS) 2021–2024. Toshkent, 2024.
2. O‘zbekiston Respublikasi Iqtisodiyot Vazirligi. Milliy rivojlanish strategiyasi va barqaror iqtisodiy o‘sish bo‘yicha hisobotlar. Toshkent, 2023.
3. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. Farmonlar va qarorlar, ijtimoiy himoya va kambag‘allikni qisqartirish sohalari bo‘yicha, 2021–2024.
4. Birlashgan Millatlar Tashkiloti. Sustainable Development **Goals Report 2023**. New York, United Nations, 2023.
5. F.R.Muradova, Z.R.Murodova, I.I.Hayitova, M.M.Nafasov Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari. O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2020
6. F.R.Muradova, Z.R.Murodova, I.I.Hayitova, M.M.Nafasov Ta`limda multimedia ilovalari O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2020

ISSN 3030-3907

7. Информационные технологии: учебник / З.Р.Муродова, Бухоро: «BUXORO NASHR» МЧЖ, 2023. - 350 с.
8. Kadirov M. Axborot texnologiyalari-1 qism. O ‘quv qo ‘llanma. T:Sano-standart-2018
9. T.F.Sohibov, N.A.Sharapova. Texnik tizimlarda axborot texnologiyalari (I qism). O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2024
10. Sh.X.Samiyeva, N.A.Sharapova. Dizayn va amaliy dasturlar. O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Durdona. 2023
11. Iqtisodiyotda axborot kommunikatsion texnologiyalar va tizimlar/ U.Z.Narziyev O ‘quv qo ‘llanma, Buxoro, Sharq 2024
12. M.M.Nurullayev. Axborot texnologiyalari va jarayonlarini matematik modellashtirish. O‘quv qo‘llanma. Buxoro: “Umid” nashriyoti, 2023. – 186 b.
13. Soha obyektlarini loyihalash dasturlari / L.Gaffarov. darslik Buxoro, Durdona nashriyoti 2024
14. Qurilishda axborot texnologiyalari/ L.X.Gaffarov. o‘quv qo‘llanma, umid nashriyoti 2023

ISSN 3030-3907

YUQORI KUCHLANISHLI ELEGAZ O‘CHIRGICHLARIGA TEXNIK XIZMAT KO‘RSATISH VA ULARNING DIAGNOSTIKASI

Murodov Xasan Shuxratovich
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, dotsent
Haqberdiyev Timurbek Zafar o‘g‘li
Navoiy davlat konchilik va texnologiyalar universiteti, assistent;
E-mail: timurbekhaqberdiyev@gmail.com

Annotatsiya: Ushbu maqolada yuqori kuchlanishli SF_6 (olti ftorli oltingugurt) o‘chirgichlari uchun texnik xizmat ko‘rsatish va diagnostika usullari kengaytirilgan holda muhokama qilinadi. Ushbu qurilmalar elektr ta’minoti tizimlarini himoya qilish uchun yuqori kuchlanishli elektr uzatish tizimlarining ishonchliligi uchun juda muhim hisoblanadi. Gaz bosimi va sifatini doimiy nazorat qilish, mexanik va elektr sinovlari elegaz o‘chirgichlarining holatini aniqlash uchun ishlatiladigan usullardir. Bundan tashqari, nosozlikni erta aniqlash uchun yanada ilg‘or diagnostika usullari muhokama qilinadi va baholanadi. Maqolada diagnostika jarayonlari va texnik xizmat ko‘rsatish rejalari xalqaro standartlarga muvofiq o‘rganiladi.

Kalit so‘zlar: elegaz o‘chirgichlar, yuqori kuchlanish, texnik xizmat, diagnostika, gaz bosimi, kontakt qarshiligi, elektr test.

Аннотация: В этой статье подробно обсуждаются методы обслуживания и диагностики высоковольтных элегазовых выключателей SF_6 (шестифтористая сера). Эти устройства считаются критически важными для надежности систем передачи высокого напряжения для защиты систем электроснабжения. Постоянный контроль давления и качества газа, механические и электрические испытания это методы, используемые для определения состояния элегазовых выключателей. Кроме того, обсуждаются и оцениваются более продвинутые методы диагностики для раннего выявления неисправности. В статье исследуются диагностические процессы и планы технического обслуживания в соответствии с международными стандартами.

Ключевые слова: элегазовые выключатели, высокое напряжение, техническое обслуживание, диагностика, давление газа, контактное сопротивление, электрические испытания.

Abstract: This article discusses with extension the maintenance and diagnostic methods for high-voltage SF_6 (six-fluorine sulfur) circuit-breakers. These devices are considered very important for the reliability of high-voltage power transmission systems to protect power supply systems. Constant monitoring of gas pressure and quality, mechanical and electrical tests are the methods used to determine the condition of the circuit-breakers. In addition, more advanced diagnostic methods

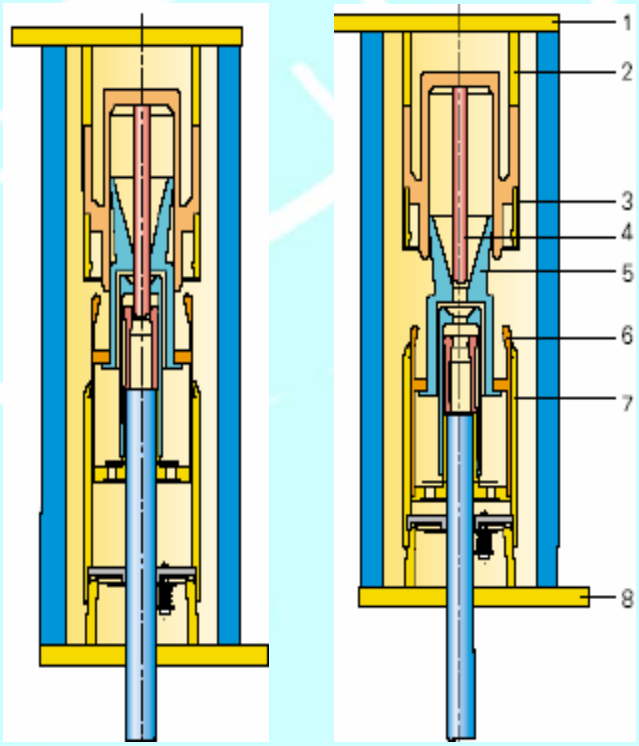
ISSN 3030-3907

for early detection of a malfunction are discussed and evaluated. The article examines diagnostic processes and maintenance plans in accordance with international standards.

Keywords: circuit-breakers, high voltage, maintenance, diagnostics, gas pressure, contact resistance, electrical test.

Kirish

Zamonaviy energetika tizimlari yuqori kuchlanishli SF6 o‘chirgichlari bilan jihozlangan bo‘lib, ularning asosiy vazifasi yuklama paytida kommutatsiyani xavfsiz o‘chirish va qisqa tutashuv toklarini uzishdan iborat. Elegaz o‘chirgichlar yuqori kuchlanishli ta’minot tizimlarida keng qo‘llaniladi, chunki ular yuqori dielektrik va yoy o‘chirish xususiyatlariga ega. SF_6 gazi erkin elektronlar uchun yuqori yutish qobiliyatiga ega va shuning uchun kontakt ajralishi bilan yoyning so‘nishi tezlashadi.[1,2] Shunga qaramay, bu uskunalarni muntazam ravishda texnik xizmat ko‘rsatish va sinovdan o‘tkazish kerak, chunki ularning ishlash holati gaz bosimining darajasiga, uning sifatiga, mexanik qurilmalariga va elektr uskunalarining ishlash muddatiga bevosita bog‘liq.



1-rasm. Yoy so‘ndirish xususiyatiga ega elegaz o‘chirgichlar. 1. terminal plastinkasi 2. kontakt tashuvchi 3. asosiy kontakt 4. yoy so‘ndiruvchi kontakt 5. soplo 6. kontakt silindri 7. tayanch 8. terminal plastinkasi

ADABIYOTLAR TAHLILI VA METODOLOGIYASI: Mexanik gaz sizib chiqishi yoki nazorat va boshqaruv tizimlarining nosozligi tufayli qurilmaning tez ishdan chiqishi yoki kutilmagan uzilishlar yuz berishi mumkin. Shu sababli, yuqori kuchlanishli elegaz o‘chirgichlarning ishonchli ishlashini ta’minlash va

ISSN 3030-3907

ularning muddatidan oldin buzilishining oldini olish uchun muntazam va tizimli diagnostik tekshiruvlar o‘tkazish zarur. Sohada nashr etilgan xalqaro standartlar, texnik qo‘llanmalar va mutaxassislar tomonidan ko‘rib chiqilgan ilmiy maqolalar tizimli tahlil qilindi.[2,3] Diagnostika va texnik xizmat ko‘rsatish jarayonlari quyidagi asosiy yo‘nalishlar bo‘yicha o‘rganib chiqildi:

Gaz monitoringi va tahlili: SF_6 gazining bosimi, kontaktlarining tozaligi va namlik darajasini aniqlash usullari.

Mexanik sinovlar: Kontaktlar ishlashini tekshirish, mexanizm holatini o‘rganish va vaqtni o‘lchash.

Elektr sinovlari: izolyatsiyani sinash, kontaktlarni tekshirish, ishlatish sinovlari va boshqa sinovlar.

Diagnostika: Tebranish signallari tahlili asosida o‘chirgichlar holatini baholash. Ko‘rib chiqilgan manbalardagi ma’lumotlar ilmiy maqolalar, texnik ko‘rsatmalar va ilmiy nashrlar bo‘yicha tasniflanib, muhokama qilingan.

Gaz bosimi va sifati SF_6 o‘chirgichlarining asosiy ko‘rsatkichlaridan biri hisoblanadi. Izolyatsiya mustahkamligi va yoy so‘ndirish qobiliyatining yo‘qolishi, gaz bosimining pastligi yoki gaz tozaligining buzilishi izolyatsiyaning ishdan chiqishiga, yoy va kuchlanishning pasayishiga yoki noto‘g‘ri ishlashiga olib kelishi mumkin.

Mexanik sinovlar: Mexanik jarayonlar, ya’ni yopilish va ochilish ketma-ketliklari muntazam ravishda tekshirib turilishi lozim. Sinovlar davomida mexanik qismlarning shovqinsiz harakatlanishi hamda shovqin darajasi aniqlanadi. Shuningdek, operatsiyalar vaqti (ochilish va yopilish muddatlari) tegishli me’yorlarga nisbatan ishlash mexanizmining holatini baholash maqsadida o‘lchanadi.

Elektr testlar: Kontakt qarshiligi kontakt holatini baholashda muhim ko‘rsatkich sanaladi; yuqori qiymat kontaktlarning ifloslangani yoki yeyilganidan dalolat beradi. Izolyatsiya qarshiligi sinovi SF_6 gazining izolyatsiyalovchi xususiyatini o‘rganish uchun qo‘llaniladi, bunda qarshilikning past qiymatlari izolyatsiyada ehtimoliy nuqsonlar mavjudligini ko‘rsatadi.

Zamonaviy diagnostika texnologiyalari: Ilmiy adabiyotlarda keltirilgan vibratsiyaga sezgir kontakt holatini aniqlash kabi murakkab usullar uzgichlar holatini onlayn kuzatishda juda dolzarb hisoblanadi. Ushbu usulda vibratsiya signali mexanik ko‘rsatkich sifatida qo‘llaniladi.

TADQIQOT METODOLOGIYASI: Yuqori kuchlanishli elegaz o‘chirgichlar elektr uzatish tarmoqlarining barqaror va xavfsiz uzluksiz ishlashida muhim texnik vosita hisoblanadi. Ularga texnik xizmat ko‘rsatish tizimi uch asosiy bosqichdan tashkil topgan: profilaktik xizmat ko‘rsatish, real vaqt rejimidagi nazorat va diagnostik baholash.[4] SF_6 gazining dielektrik xususiyatlari, mexanik

ISSN 3030-3907

qismlarning holati va tizimning ishlash sharoitlari diagnostika samaradorligiga ta’sir ko‘rsatuvchi omillardir. Ushbu bo‘limda SF_6 o‘chirgichlarining ishlash holati va ishonchliligini aniqlashda har bir jihatning o‘rni batafsil tahlil etiladi.

Gaz monitoringi va tahlilning ahamiyati: Elegaz o‘chirgichlarga texnik xizmat ko‘rsatish tizimidagi eng muhim diagnostika ko‘rsatkichi gaz bosimi, uning tozaligi va namlik darajasi hisoblanadi. SF_6 gazi yaxshi dielektrik xususiyatlarga ega bo‘lib, qisqa vaqt ichida yoy so‘ndiradi hamda xavfsiz sanaladi. Gaz bosimi yoki tozaligining belgilangan qiymatlardan har qanday og‘ishi izolyatsiya samaradorligini pasaytiruvchi asosiy omil bo‘lib, tizimning ishdan chiqishiga sabab bo‘lishi mumkin. Gazlarning sifat tahlili odatda gaz tarkibini o‘rganish, parchalanish mahsulotlarining mavjudligini aniqlash va shudring nuqtasini tahlil qilish orqali amalga oshiriladi. Gazda parchalanish mahsulotlarining topilishi yoyni so‘ndirish jarayonining me’yordan oshib ketganidan darak beradi. Shu bois, ularni aniqlash texnik xizmat ko‘rsatish amaliyotida muhim diagnostik ko‘rsatkich sifatida qaraladi. Quyidagi jadvalda gaz monitoringi natijalaridan ba’zi diagnostika parametrlarining izohli tahlili keltirilgan

1-jadval

Diagnostika ko‘rsatkich	Izoh	Potentsial nosozliklar
Gaz bosimi (bar)	Gaz bosimi me’yorlarda bo‘lishi kerak	Past bosim – izolyatsiya yomonlashuvi
Gaz tozaligi (%)	Gazdagi kontaminantlar miqdori	Yuqori kontaminant – yoy so‘ndirish qobiliyati pasayadi
Namlik darajasi (ppm)	Gazdagi kontaminantlar miqdori	Namlik ortishi – izolyatsiyaga salbiy ta’sir ko‘rsatadi

Bu jadvaldan ko‘rinib turibdiki, SF_6 gazining parametrlarini monitoring qilish uzgich holatini aniqlashda, ayniqsa diagnostika strategiyasini belgilashda beqiyos ahamiyatga ega.

Ekspluatatsion tahlil va mexanik sinovlar: SF_6 gazli o‘chirgichlar murakkab mexanizmlarga ega bo‘lib, mexanik harakat yuzaga kelishiga olib keladi. Kontaktlarni ulash va uzish jarayonida yig‘ilgan mexanik qismlarning holatini baholash mexanik chidamlilikni aniqlash va nosozliklarni erta aniqlashda muhim ahamiyat kasb etadi. Mexanik sinovlarga kontaktlarni ulash va uzish vaqtini o‘lchash, mexanik qismlarning ravon harakatini tekshirish va mexanik shovqinni kuzatish kiradi.[5,6] Metall qismlarning yeyilishi yoki notozaligi ishlash vaqtini o‘zgartirishi mumkin va bu nosozliklar paydo bo‘lishining alomatidir. Mexanik nosozliklar tizimning ishdan chiqishiga sabab bo‘lishi mumkinligi sababli,

ISSN 3030-3907

muntazam mexanik sinovlar diagnostika jarayonining asosiy qismlaridan biri hisoblanadi. Vaqtni o‘lchash parametrlari holatni baholash va zarur hollarda texnik xizmat ko‘rsatish strategiyalarini yangilash uchun tahliliy usullar yordamida belgilangan standart bilan taqqoslanadi.

Elektr sinovlari va kontaktlarning umumiy holati: O‘chirgichlarning elektr holatini baholashning asosiy diagnostika usullariga elektr sinovlari, xususan kontakt qarshiligi va izolyatsiya qarshiligini o‘lchash kiradi. Yuqori kontakt qarshiligi kontakt yuzalarining butunligi, past izolyatsiya qarshiligi esa izolyatsiya materialining buzilgani yoki gaz tarkibiga namlik kirganini ko‘rsatadi. Bu parametrlar o‘chirgichning barqaror ishlashiga bevosita ta’sir ko‘rsatadi va texnik xizmat ko‘rsatishni rejalashtirish uchun asosiy ko‘rsatkichlar hisoblanadi. Mexanik sinovlar bilan birga o‘tkaziladigan elektr sinovlari umumiy holatni chuqurroq o‘rganish imkonini beradi va shu tufayli texnik xizmat ko‘rsatish bo‘yicha aniqroq qaror qabul qilish mumkin bo‘ladi.

Zamonaviy diagnostika usullari: An’anaviy diagnostika bilan bir qatorda, ilmiy adabiyotlarda yanada ilg‘or diagnostika usullari haqida ma’lumot keltirilgan. Bu usullar sharoitni to‘liqroq baholash va nosozliklarni ertaroq aniqlash imkonini beradi. Ayniqsa, tebranish signalini tahlil qilish mexanik kontakt holatlarini aniqlashda juda aniq natija berishi aniqlangan. Kontakt holatlari tebranish signallarining xususiyatlarini aniqlash orqali samarali tasniflash mumkin. O‘tkazilgan tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, turli kontakt holatlarini tasniflash aniqligi 96 foizdan yuqori bo‘lgan.

Profilaktik strategiyalar va ularning tahlili: Profilaktik ta’mirlash choralari uzgichlarni standartlarga muvofiq davriy tekshirishga asoslanadi. Biroq, sharoitlarni batafsil o‘rganishga asoslangan ilmiy usullar ancha samaraliroqdir. Bu usullar orqali nosozlik ehtimoli tahlil qilinadi va texnik xizmat ko‘rsatish ustuvorliklari belgilanadi. Ushbu strategiya an’anaviy yondashuvlardan farqli o‘laroq, har bir uzgichning alohida holatini hisobga oladi. Bu esa texnik xizmat ko‘rsatishni aniq rejalashtirish, manbalarni samaraliroq taqsimlash va nosozliklarni oldindan bashorat qilish imkonini beradi.

Holat monitoringining afzalliklari va kamchiliklari: Texnik xizmat ko‘rsatish tizimining sifati ko‘p jihatdan diagnostika vositalari va olingan ma’lumotlar sifatiga bog‘liq. Real vaqt rejimidagi monitoring tizimlari uzgichlar holatini uzluksiz kuzatish va nosozliklarni tezroq aniqlash imkonini yaratadi. Ammo bunday tizimlarni joriy etish qo‘shimcha xarajatlarni va ba’zan ko‘proq infratuzilma obyektlarini talab qiladi. Shu sababli, texnik xizmat ko‘rsatish rejalari uzgichlar holati, tizimning muhimligi va moliyaviy samaradorlik nuqtai nazaridan ishlab chiqilishi lozim.

ISSN 3030-3907

Kompleks texnik xizmat ko‘rsatish yondashuvi: Yuqori kuchlanishli SF_6 o‘chirgichlarga texnik xizmat ko‘rsatishda strategiyalar uyg‘unligi zarur. Gaz monitoringi, mexanik va elektr sinovlari hamda zamonaviy diagnostika vositalarining murakkab birikishi o‘chirgich holati haqida to‘liq ma’lumot beradi va nosozliklarni dastlabki bosqichlarda aniqlashga yordam beradi. Gaz sifati va bosimining xarakteristik tahlili, kontakt qarshiligi va mexanik ishlash vaqtlarini o‘rganish xizmat muddatini uzaytiradi va nosozlik ehtimolini kamaytiradi. Murakkab usullardan, ayniqsa tebranish signallarini tahlil qilishdan foydalanish, texnik xizmat ko‘rsatishni bashorat qilish rejimiga o‘tkazadi va tizimning umumiy samaradorligini oshiradi.[7,8]

XULOSA

Xulosa qilib aytganda, yuqori kuchlanishli SF_6 o‘chirgichlar elektr uzatish tarmoqlarining ishonchliligi va xavfsizligini ta’minlashda muhim ahamiyatga ega jihozlar hisoblanadi. Ularni texnik jihatdan saqlash asosan gaz nazorati, mexanik va elektr sinovlariga asoslanadi. SF_6 gazining bosimi va sifatini muntazam ravishda tekshirib turish zarur, chunki ularning nuqsonlari izolyatsiya mustahkamligining pasayishi va yoy so‘ndirish xususiyatlarining yomonlashishiga olib kelishi mumkin. Tebranish signallarini kuzatish kabi zamonaviy diagnostika usullari vaziyatni baholashda katta ustunlikka ega bo‘lib, o‘chirgichlarning doimiy va barqaror ishlashini ta’minlashga yordam beradi. Ushbu strategiyalarni birgalikda qo‘llash orqali elegaz o‘chirgichlarining xizmat muddatini uzaytirish, kutilmagan nosozliklar xavfini kamaytirish va uzluksiz elektr ta’minotini kafolatlashi mumkin.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Murodov X.Sh., Haqberdiyev T.Z Yuqori kuchlanishli SF_6 o‘chirgichlarning ishonchliligiga namlik ta’sirini baholash va monitoring tizimini usullarining tahlili. // «International Journal of Advanced Technology and Natural Sciences». Vol.3(6), 2025, pp. 86-90.
2. Haliullin, I. R. Kontrol' parametrov elegaza v vysokovol'tnyh vykljuchateljah. // Elektrotexnika, №7, 2019, st. 52–58.
3. СТО 34.01–23–005–2021 «Методические указания по диагностированию элегазового оборудования». Дата введения: 30.12.2021. ПАО «Россети».
4. Barantsev, V.I. Diagnostika i tehnicheskoe obsluzhivanie elegazovyh kommutacionnyh apparatov.: Energoatomizdat, Moskva – 2016. – 280 st.
5. Abramov, A.A. Elegazovy vykljuchateli vysokogo naprjazhenija: // Energija. Moskva – 2018. – 352 st.
6. РД 16.066–05 «Элегазовое электротехниче ское оборудование. Технические требования к производству для обеспечения качества элегаза в оборудовании и меры обеспечения санитарно-гигиенической и экологической безопасности».

ISSN 3030-3907

7. IEC 60376:2020. Specification of technical grade sulfur hexafluoride (SF_6) for use in electrical equipment. – International Electrotechnical Commission, Geneva.
8. IEC 60480:2019. Guidelines for the checking and treatment of sulfur hexafluoride (SF_6) taken from electrical equipment and specification for its re-use.

ISSN 3030-3907

MUHIT TIZIMINING HARAKAT XAVFSIZLIGIGA TA'SIR ETUVCHI OMILLARI VA ULARNI BARTARAF ETISH

Mahammadjonov Nurmahammad Abduvahob o'g'li
Andijon davlat texnika instituti assitenti
E-mail: nurmahammadmahammadjonov8@gmail.com
Tel:+99(899) 3264746

Annotatsiya. Bizga ma'limki, avtomobil yo'llarida harakat tartibsiz ravishda vujudga keladi. Har bir haydovchi o'ziga qulay harakat tartibini tanlaydi hamda o'zi tanlagan harakat tartibining boshqa harakat qatnashchilariga ta'siri bilan hisoblashmaydi. Shuningdek, har xil rusumli avtomobillarning har xil dinamik sifati harakat tartibiga ta'sir qilishi muqarrar. Yo'l harakatida avtomobillarning o'zaro ta'siri harakat miqdori qancha ko'p bo'lsa, shuncha ortib boradi.

Kalit so'zlar: Muhit tizimining harakat xavfsizligiga ta'sir etuvchi omillariga quydagilarni misol qilib aytishimiz mumkin, harakatning tartibini belgilovchi yo'l belgi chiziqlariga yo'lning qatnov qismiga, to'siqlarga va boshqa yo'l inshoatlariga tushiriladigan chiziqlar, yozuvlar va har xil belgilar keltirishimiz mumkin.

Аннотация. Известно, что движение на дорогах происходит хаотично. Каждый водитель выбирает для себя удобный способ передвижения, не учитывая влияние выбранного им способа движения на других участников дорожного движения. Также неизбежно, что различные динамические характеристики разных моделей автомобилей будут влиять на структуру движения. Взаимодействие транспортных средств на дороге возрастает с увеличением объема трафика.

Ключевые слова: Примерами факторов, влияющих на безопасность дорожного движения в данной экологической системе, являются дорожная разметка, определяющая порядок движения транспорта, линии, надписи и различные знаки, размещенные на проезжей части, барьеры и другие дорожные сооружения.

Abstract. We know that traffic on roads occurs in a chaotic manner. Each driver chooses a convenient mode of movement for himself and does not take into account the impact of his chosen mode of movement on other road users. It is also inevitable that the different dynamic characteristics of different models of cars will affect the traffic pattern. The interaction of vehicles on the road increases with the volume of traffic.

Key words: Examples of factors affecting traffic safety in the environmental system include road markings that determine the order of traffic, lines, inscriptions, and various signs placed on the carriageway, barriers, and other road structures.

Kirish.

ISSN 3030-3907

Bir paytlar respublika bo‘yicha har 1000 nafar aholiga 35 dona yengil avtomobil to‘g‘ri kelgan bo‘lsa, bugungi kunda bu ko‘rsatkich yanada ortib boryapti. Hozirda Toshkent shahri va viloyatining o‘zida har 1000 nafar aholiga 100 donadan ko‘p yengil avtomobil to‘g‘ri kelyapti. Bu ko‘rsatkichga hozirda foydalanilayotgan yuk avtomobillari va avtobuslarning miqdori qo‘shilsa, aholining ma’lum bir qismini va ularning yuklarini xususiy tashuvchilar tashiyotganini hisobga olinsa, sodir etilayotgan yo‘l-transport hodisalarining 75% haydovchilarning aybi bilan sodir etilayotganini e’tiborga olinsa, haydovchilarni tayyorlash va qayta tayyorlash masalasi – eng dolzarb masala ekanini ko‘rish mumkin [1].

O‘zbekiston Respublikasida transport-logistika tizimini 2030-yilgacha rivojlantirish konsepsiyasi (keyingi o‘rinlarda - Konsepsiya) barqaror iqtisodiy o‘sish uchun shart-sharoitlar yaratilishini ta’minlovchi transport-logistika tizimini rivojlantirishning o‘rta va qisqa muddatli maqsadlari, vazifalari va asosiy yo‘nalishlarini belgilaydi.

Konsepsiyaning asosiy maqsadi iqtisodiyot va biznesning yuqori sifatli yuk tashish xizmatlariga bo‘lgan ehtiyojini to‘liq qondirish, mamlakat tranzit salohiyatini to‘laqonli ro‘yobga chiqarish, eksport-import operatsiyalari qiymatida transport xarajatlarini kamaytirish va istiqbolli transport yo‘laklarini shakllantirishga qaratilgan islohotlarni davom ettirishdan iborat.

Konsepsiya transport-logistika tizimini rivojlantirishga oid dasturlar va kompleks chora-tadbirlarni ishlab chiqish uchun asos bo‘ladi [2].

Yo‘l harakati xavfsizligini ishonchli ta’minlash shaxs xavfsizligini ta’minlash choralari tizimida yanada dolzarb ahamiyat kasb etmoqda.

Masalan, BMT Jahon sog‘liqni saqlash tashkilotining ma’lumotlariga ko‘ra og‘ir jarohatlarga olib keladigan shikastlanishlar orasida kriminal jarohatlardan so‘ng yo‘l-transport hodisasi ikkinchi o‘rinni egallaydi. Har yili 1,2 millionga yaqin odam yo‘l-transport hodisasi qurbonlari bo‘lmoqda, qariyb 50 million kishi turli og‘irlikdagi jarohatlar olmoqda[3].

Usullari. Bizga ma‘limki, avtomobil yo‘llarida harakat tartibsiz ravishda vujudga keladi. Har bir haydovchi o‘ziga qulay harakat tartibini tanlaydi hamda o‘zi tanlagan harakat tartibining boshqa harakat qatnashchilariga ta’siri bilan hisoblashmaydi. Shuningdek, har xil rusumli avtomobillarning har xil dinamik sifati harakat tartibiga ta’sir qilishi muqarrar. Yo‘l harakatida avtomobillarning o‘zaro ta’siri harakat miqdori qancha ko‘p bo‘lsa, shuncha ortib boradi.

Transport vositalari oqimini maksimal darajada yo‘lning geometrik o‘lcham imkoniyatlaridan foydalanib, uning har xil bo‘laklarida xavfsiz harakat tartibini va yuqori o‘tkazish qobiliyatini ta’minlashga qaratilgan tadbirlar tizimi-bu yo‘l harakatini tashkil etishdir. Yo‘l harakatini tashkil etish tamoyillari transport

ISSN 3030-3907

oqimini to‘g‘ri yo‘naltirishga, kerak hollarda ularni tezliklar bo‘yicha guruhlarga ajratishga, har bir yo‘l bo‘lagi uchun ratsional tezliklarni belgilashga, haydovchilarga o‘z vaqtida harakat marshruti va yo‘l sharoiti to‘g‘risida axborot berishga qaratilgan [4].

Yo‘l harakatini tashkil etish to‘g‘risida asosiy tushunchalar “Avtomobil-haydovchi- yo‘l-piyoda-muhit”, tizimining o‘zaro bog‘liqligi.

Avtomobil yo‘llarida insonlar tomonidan boshqariladigan turli xildagi mexanik va mexanik bo‘lmagan transport vositalari, harakatlanayotgan (yoki harakatda bo‘lmagan) piyodalar majmuidan iborat murakkab dinamik tizim mavjuddir. Bu tizim yo‘l harakati deb ataladi.

Natijalari. Harakat miqdori yillar, oylar, sutka soatlari va hafta kunlari hamda yo‘lning bo‘laklariga nisbatan o‘zgaruvchan ko‘rsatkichdir. Harakat miqdori avtomobil yo‘lining ahamiyatiga va uning atrofidagi viloyat va tumanlarning iqtisodiy rivojlanishiga bog‘liq ravishda o‘zgaradi.

Avtomobil yo‘llarida, shahar ko‘cha va maydonlarida transport vositalarining normal harakat rejimining buzilishi oqibatida insonlar halok bo‘lishiga, tan jarohati olishiga, shuningdek, transport vositalariga va undagi yuklarning zarar ko‘rishiga, yo‘ldagi sun`iy inshootlarning zararlanishiga yoki boshqa turdagi moddiy zararlar etkazishiga yo‘l-transport hodisasi (YTH) deyiladi.

O‘zbekiston Respublikasi Qonuniga muvofiq hamda respublika hududida sodir etilgan yo‘l-transport hodisalarini hisobga olish, ularni keltirib chiqaradigan shart-sharoitlarni tahlil qilish va bartaraf etish tizimini takomillashtirish maqsadida Vazirlar Mahkamasining 2011- yil 15-noyabrdagi 303-sonli qarori qabul qilingan.

Yo‘l-transport xodisasi sodir bo‘lganda umumiy tizimga kiruvchi “A-H-Y-P-M” elementlaridan biri yoki bir nechtasi birgalikda normal harakat rejimini buzishga sababchi bo‘lganligi kuzatiladi. Har bir sodir etilgan ni shartli ravishda uchta fazaga ajratish mumkin. Yo‘l-transport hodisasining boshlangich fazasi deganda avtomobil va piyodalarning xavfli vaziyat arafasidagi harakatlanish sharoiti tushuniladi. Xavfli vaziyat deb shunday yo‘l harakati sharoiti tushuniladiki, unda harakat ishtirokchilari xodisaning oldini olishga imkoniyatlari yetarli bo‘lib, agarda tezda bu imkoniyatdan foydalanmasa yoki ko‘rilgan choralar samarasi yetarli bo‘lmasa, u holda falokatli (avariya) vaziyatni vujudga keltiradi. Falokatli vaziyatda harakat ishtirokchilarining yo‘l-transport hodisasini oldini olish bo‘yicha texnik imkoniyatlari yetarli bo‘lmaydi va u albatta sodir etiladi.

Yo‘l transport hodisalari uchun 3 xolat xarakterlidir:

1. Yo‘l transport hodisasida loaqal bitta transport vositasi ishtirok etadi. Yo‘lda sodir bo‘ladigan har qanday qayg‘uli hodisaga transport vositasi ishtirok etmasa u yo‘l transport hodisasi deb aytilmaydi.

ISSN 3030-3907

2. Yo‘l transport hodisasida ishtirok etgan transport vositasi albatta harakatda bo‘lishi kerak. Masalan, to‘xtab turgan joyida ta’mirlash ishlari natijasida avtomobil yonib ketsa u yo‘l transport hodisasiga kirmaydi.

3. Hodisa oqibatida odamlar o‘lgan, jarohatlangan yoki moddiy zarar etkazilgan bo‘ladi. Masalan, shahardan tashkarida yo‘lda, haydovchi harakatlanish tezligini oshirib, boshqarishni bajara olmadi va avtomobil yo‘ldan chiqib ketdi, bunda avtomobil shikastlanmadi. Bunday voqea yo‘llarda harakatlanish qoidasini buzish oqibati bo‘lib, haydovchi tegishli jazo olishi kerak, lekin yo‘l transport hodisasi hisoblanmaydi. Mexanik transport vositasiga avtomobillar, mototsikl, motorollyor, motoaravacha, moped, osma dvigateli velosiped, tramvay, trolleybus, traktor va o‘zi yurar mashina va mexanizmlar, shuningdek hayvonlar qo‘shilgan aravalar kiradi.

Har bir sodir etilgan yo‘l-transport hodisasishartli ravishda uchta fazaga ajratish mumkin:

Yo‘l-transport hodisasining boshlangich fazasi deganda - avtomobil va piyodalarning xavfli vaziyat arafasidagi harakatlanish sharoiti tushuniladi. Xavfli vaziyat deb shunday yo‘l harakati sharoiti tushuniladiki, unda harakat ishtirokchilari xodisaning oldini olishga imkoniyatlari yetarli bo‘lib, agarda tezda bu imkoniyatdan foydalanmasa yoki ko‘rilgan choralar samarasi yetarli bo‘lmasa, u holda falokatli (avariya) vaziyatni vujudga keltiradi.

Yo‘l-transport hodisasining kulminatsion fazasi og‘ir oqibatlar yuzaga kelishi bilan xarakterlanadi (transport vositalarining buzilishi, piyodalar va haydovchilarning tan jarohati olishi yoki halok bo‘lishi). Bu faza bir nechta daqiqaga, ob-havoning yomonlashgan sharoitida esa ko‘proq daqiqalargacha davom etishi mumkin. Bunday xolatlarda bir nechta transport vositalari ishtirok etadi va uni ko‘pincha “zanjirli” YTH deb ataladi[2].

Yo‘l-transport hodisasining yakuniy fazasi - kulminatsion fazadan keyin transport vositasi harakati to‘xtashining oxiriga to‘g‘ri keladi. Ba’zan transport vositasi harakati to‘xtaganida ham yakuniy faza davom etadi. Misol uchun, ag‘darilib ketgan avtomobilda yong‘in chiqishi yoki portlash holatlarida buni kuzatish mumkin.

Yo‘l-transport hodisalari amaldagi me’yoriy hujjatlarga ko‘ra quyidagi 9 ta turdan iborat:

1.To‘qnashuv.Bunga transport vositalarining qarama-qarshi yo‘nalishdagi yoki bir yo‘nalishda harakatlanayotgan transportlar to‘qnashuvi,shuningdek temir yo‘l transporti



ISSN 3030-3907

bilanto‘qnashuvlar ham kiradi. Bu turdagi YTHga to‘satdan to‘xtagan transport vositasi bilan to‘qnashuvlar xam kiradi.



2. Ag‘darilib (to‘ntarilib) ketish. Harakatlanayotgan transport vositasining o‘z turg‘unligini yo‘qotib ag‘darilishi. Bu turdagi yo‘l-transport hodisasida asosan bitta transportvositasi ishtirok etadi.



3. Turgan transport vositasini urib ketish. Harakatlanayotgan transport vositasining to‘xtab turgan transport vositasiga urilishi. Bu turdagi YTHga birdaniga (to‘satdan) to‘xtagan transport vositasining urilishi kirmaydi.



4.To‘siqqa urilish. Transport vositalarining qo‘zg‘almaydigan to‘siqlarga (ko‘prik tayanchiga, machta tayanchiga, yo‘l to‘siqlariga, daraxtga va bosqalar) urilishi.



5. Piyodalarni bosib (urib) ketish. Transport vositalari piyodalarni urishi yoki piyodalarning transport vositalariga urilishi, shuningdek, tashilayotgan yukdan (yog‘och, truba, plita va boshqa) piyodalarning shikastlanishi ham kiradi.



.6. Velosipedchini bosib (urib) ketish. Transport vositasining velosipedchini bosishi (urishi) yoki velosipedchining transport vositasiga kelib urilishi.



7. Aravani bosib (urib) ketish. Harakatlanayotgan transport vositasining harakatlanayotgan aravani urib ketishi, shuningdek bu turga transport vositasining xayvonlarni urib ketishi ham kiradi.



8.Hayvonlarni urib yuborish. Transport vositasi yovvoyi yoki uy hayvonini urib ketishi.

ISSN 3030-3907

9. Boshqa (qolgan) YTH. Bu turdagi YTHga tramvayning relsdan chiqib transport vositasini yoki piyodalarni urishi, yuk avtomobillaridan yuk tushib ketishi natijasida bo‘ladigan falokatlar, avtomobil g‘ildiragi ostidan tosh yoki boshqa qattiq jismlar chiqishi natijasida jarohat olishi va boshqalar kiradi.



Quyidagilar yo‘l-transport hodisasi sifatida statistik hisobga olinmaydi:

•traktorlar, boshqa o‘ziyurar mashina va mexanizmlarning ishlab chiqarish jarayonlarini (yer haydash, xandaqlar qazish, dalada qishloq xo‘jalik maxsulotlarini yig‘ish, avtokranlar yordamida amalga oshiriladigan yuk ortishtushirish ishlari, machta tayanchlarini o‘rnatish va boshqa) bajarayotgan vaqtda ro‘y bergan xodisalar (ular baxtsiz xodisalardir);

•odamlarni hayotidan maxrum etish yoki ular salomatligiga yoxud mulkiga zarar yetkazishga qaratilgan qasddan qilingan harakatlar natijasida vujudga kelgan xodisalar;

•jabrlanuvchining o‘z joniga qasd qilishga urinishi oqibati hisoblangan xodisalar;

• tabiiy ofatlar natijasida vujudga kelgan xodisalar;

• haydovchi rulda bo‘lmagan paytda xavfsizlik texnikasining buzilishi natijasida

• -vujudga kelgan xodisalar (dvigatel dastak bilan o‘t oldirish yoki ulamada turgan dvigatelni o‘t oldirish va boshqa);

• atrofi o‘ralgan, yopiq bo‘lgan tashkilotlarda, hiyobonlar, aerodromlar, xarbiy qismlar va boshqa qo‘riqlanadigan ob’ektlarda vujudga kelgan xodisalar;

• -sport yig‘inlarini o‘tkazish davrida transport vositasining nosozligi yoki

• -haydovchi-sportchi yoki boshqa qatnashchilarning aybi bilan vujudga kelgan xodisalar;

• -harakatlanayotgan transport vositalarida ularning texnik nosozligi bilan bog‘liq

• bo‘lgan yong‘inlar.

Amalda eng ko‘p tarqalgan yo‘l-transport hodisasiga quyidagilar kiradi:

piyodalarni bosib ketish	**46,7 %.**
transport vositalarining (TV) to‘qnashuvi	**21,6 %;**
transport vositalarining ag‘anab ketishi	**14,3 %;**
to‘siqlarga urilish	**4,6 %;**
Boshqa	**12,8**

Yo‘l-transport hodisasi sonining ularning turlari bo‘yicha taqsimlanishi shuni ko‘rsatadiki, eng ko‘p yo‘l-transport hodisasibu – piyodalarni bosib ketish hodisalari ekan. Yo‘l-transport hodisasini sodir bo‘lgan joyiga qarab ham bir necha

ISSN 3030-3907

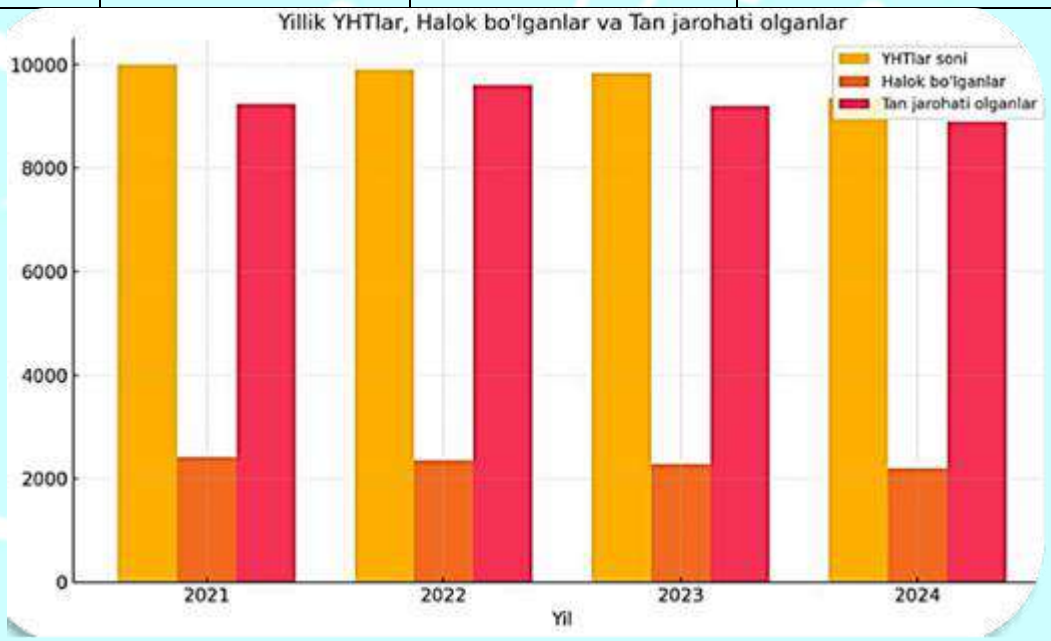
turlarga ajratish mumkin: shaharlarda, aholi yashaydigan punktlarda, respublika ahamiyatiga ega bo‘lgan avtomobil yo‘llarida, chorrahalarda va hokazo[3].

Yuqorida keltirilgan ma’lumotlarga asoslanib quyidagi jadvalda O‘zbekiston Respublikasida 2021 – 2024 – yillarda sodir bo‘lgan yo‘l – transport hodisalar tahlilini ko‘rishimiz mumkin.

O‘zbekiston Respublikasida 2021-2024-yillarda sodir bo‘lgan yo‘l-transport hodisalar tahlili.

1-jadval

Yil	YHTlar soni	Halok bo‘lganlar	Tan jarohati olganlar
2021	10001	2426	9230
2022	9902	2356	9606
2023	9839	2282	9209
2024	9364	2203	8901



1-diagramma

Barcha yo‘l harakati qatnashchilarining, harakatni tashkil qiluvchilarning, harakat xavfsizligi bo‘yicha xizmatchilarning (shu jumladan, haydovchilarning) asosiy vazifasi yo‘l-transport hodisasini bartaraf etishga qaratilgan tadbirlarni (shu jumladan, avtomo bilni xavfsiz boshqarish usullarini) ishlab chiqish va amalga tatbiq qilishdan iboratdir. Buning uchun, avvalo, har bir yo‘l-transport hodisasining kelib chiqish sabablarini aniqlash kerak bo‘ladi.

Har bir hodisaning kelib chiqish sabablarini aniqlash juda murakkab masaladir. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, har 100 ta yo‘l-transport hodisasi250 tadan ortiq har xil omillarning ta’siri natijasida sodir bo‘lar ekan [4].

Xulosa.

Avtomobil yo‘llarida harakat xavfsizligini ta’minlash bugungi kundagi dolzarb masaladir. Bu yo‘l-transport hodisalar sonini, halok bo lganlar va jarohat

ISSN 3030-3907

olganlar hamda ijtimoiy-iqtisodiy zararlarning umumiy miqdorini e’tiborni qaratishni o‘z ichiga oladi. Harakat xavfsizligini ta’minlash uchun unga ilmiy yondashish, uning barcha serqirra jarayonlarini tahlil etish zarur. Buning uchun yo‘l harakati bo‘yicha mutaxasislar yo‘l harakatining asosiy ko‘rsatgichlarini, yo‘llardagi sharoitlar va muhit tizimi transport oqimlari va harakat xavfsizligiga qanday ta’sir ko‘rsatishlarini, transport oqimlarini boshqarishning eng zamonaviy texnik vositalari bilan yo‘l harakatini boshqarish bo‘yicha bilimlarga ega bo‘lishlari lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. O‘zbekiston Respublikasining Prezidenti Sh. MIRZIYOYEV tomonidan 2024-yil 19-yanvar kuni imzolangan “Yo‘l harakati to‘g‘risidagi” qonun (O‘RQ-900-son).
2. Q.H.Azizov «Harakat xavfsizligini tashkil etish asoslari» kitobi.
3. S.M.Qodirov, K.M.Nazarov «Yo‘l-transport hodisalari tahlili» o‘quv qo‘llanmasi.
4. O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasining 2022-yill 12-apreldagi 172-sonli “Yo‘l harakati qoidalarini tasdiqlash to‘g‘risida”gi qarori.

ISSN 3030-3907

BAZI BIR UCH O‘LCHAMLI NILPOTENT ALGEBRANING DIFFERENSIALLASHI LOKAL DIFFERENSIALLASHI

Boydadayev Islomjon G‘anijon o‘g‘li
University of Business and Science, “Innovatsion texnologiyalar” kafedrasi o‘qituvchisi
E-mail: boydadayevislomjon06@gmail.com
Tel: 93 496 51 97
Jamoliddinova Munisa Qalandar qizi
Unversity of Business and Science Matematika yo‘nalishi talabasi
E-mail: munisajamoliddinova06@gmail.com
Tel: 94 283 83 51

Annotatsiya: Differensiallash matematikaning fundamental tushunchalaridan biri hisoblanadi. Differensiallashlar algebra fanida ham muhim o‘rin tutadi. Differensiallashlarning turli umumlashmalari mavjud. Bular sarasiga antidifferensiallashlar, δ-differensiallashlar, ternar differensiallashlar va (α,β,γ)-differensiallashlar kiradi. Ushbu ishda uch o‘lchamli nilpotent algebralarning differensiallashi lokal differensiallashi isboti bilan ko‘rsatilgan.

Kalit so‘zlar: Differensiallash, Algebra, lokal differensiallash, chiziqli akslatirish.

Аннотатция. Дифференциация — одно из фундаментальных понятий математики. Дифференциации также играют важную роль в алгебре. Существуют различные обобщения дифференциаций. К ним относятся антидифференциации, δ-дифференциации, тернарные дифференциации и (α,β,γ)-дифференциации. В данной работе дифференциация трехмерных нильпотентных алгебр демонстрируется путем доказательства локальной дифференциации.

Ключевые слова: Дифференциация, алгебра, локальное дифференцирование, линейное отображение.

Abstract. Differentiation is one of the fundamental concepts of mathematics. Differentiations also play an important role in algebra. There are various generalizations of differentiations. These include antidifferentiations, δ-differentiations, ternary differentiations, and (α,β,γ)-differentiations. In this work, the differentiation of three-dimensional nilpotent algebras is shown by proving local differentiation.

Keywords: Differentiation, Algebra, local differentiation, linear mapping.

I. KIRISH

1-§. Masalaning qo‘yilishi

Hozirgi kunda jahonda differensiyalashlar nazariyasi bilan bir qatorda, operator algebralarida lokal va 2-lokal differensiyalashlar nazariyasi ham muhim hisoblanadi. So‘ngi 20 yil davomida fon Neyman algebralari C^*- algebralari va JB^*

ISSN 3030-3907

- uchliklarda lokal va 2- lokal differensiallashlar nazariyasini o‘rganish bo‘yicha samarali natijalarga erishildi. Lokal differensiallashlarni o‘rganish 1990-yilda R.B.Kadison va D.R.Larson hamda A.S.Sururlar tomonidan boshlangan.

Ixtiyoriy uch o‘lchamli nilpotent algebra bazislari $\{e_1, e_2, e_3\}$ bo‘lgan quyidagi o‘zaro izomorf bo‘lmagan algebralarning biriga izomorf bo‘ladi:

N_1: $e_1^2=e_2$,$e_2^2 = e_3$ N_2: $e_1^2 = e_2$, $e_2e_1 = e_3$, $e_2^2 = e_3$

N_3: $e_1^2 = e_2$, $e_2e_1 = e_3$ $N_4(\alpha)$: $e_1^2 = e_2$, $e_1e_2 = e_3$, $e_2e_1 = \alpha e_3$

N_5: $e_1^2 = e_2$ N_6: $e_1^2 = e_3$, $e_2^2 = e_3$

N_7: $e_1e_2 = e_3$, $e_2e_1 = -e_3$ $N_8(\alpha)$: $e_1^2 = \alpha e_3$, $e_2e_1 = e_3$, $e_2^2 = e_3$

II.ADABIYOTLAR TAHLILI

Differensiallashning ko‘plab umumlashmalari mavjud. Eng asosiy umumlashmasi bu lokal va 2-lokal umumlashmalari hisoblanadi. So‘ngi yillarda ko‘plab olimlar lokal va 2- lokal differensiallashlarga oid ko‘plab maqolalar chop etishdi[1- 3]

R haqiqiy sonlar maydoni ustida aniqlangan $\{e_1, e_2, e_3\}$ bazisli nilpotent algebra N_5 berilgan. Bu algebrada ko‘paytirish jadvali quyidagicha aniqlanadi:

$$e_1^2 = e_2$$

N_5 algebrada ihtiyoriy x vektorni

$$x = x_1e_1 + x_2e_2 + x_3e_3$$

ko‘rinishda yozishmumkin. $d : N_5 \to N_5$akslantirishni qaraylik.

1-Ta’rif. Agar N algebaradan olingan ixtiyoriy x, y elementlar uchun

$$d(x \cdot y) = d(x) \cdot y + x \cdot d(y)$$

Tenglik bajarilsa d akslantirish qaralayotgan N algebrada differensiallash deb ataladi.

1-tarifga ko‘ra $d(x) = Ax$ chiziqli akslantirishni qaraylik, bu yerda A – 3×3 o‘lchamli kvadrat matritsa. Ravshanki, agar N_5 algebaradan olingan ixtiyoriy x, y elementlar uchun

$$A(xy) = (Ax)y + x(Ay)$$

Tenglik bajarilsa $d(x) = Ax$ akslantirish qaralayotgan N_5 algebrada differensiallashdan iborat bo‘ladi.

1-Teorema. $d(x) = Ax$ akslantirish N_5 algebrada differensiallashdan iborat bo‘lishi uchun A matritsa

$$A = \begin{pmatrix} a_{1,1} & 0 & 0 \\ a_{2,1} & 2a_{1,1} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & 0 & a_{3,3} \end{pmatrix} \qquad (6)$$

ko‘rinishda bo‘lishi zarur va yetarli.

Isbot. Zarurligi. $d(x) = Ax$ akslantirish N_5 algebrada differensiallashdan iborat bo‘sin. U holda

ISSN 3030-3907

$$A=\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{pmatrix}$$

Matritsa ixtiyoriy x , y vektorlar uchun (1) tenglikni qanoatlantirishi kerak. Xususan $e_1e_1=e_2$ tenglikni xisobga olsak $A(e_1e_1)=A(e_2)$ yoki

$$(Ae_1)e_1+e_1(Ae_1)=A(e_2)$$

Tenglik bajariladi. Xisoblashlar bajaraylik

$$Ae_1=\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \\ 0 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} a_{11} \\ a_{21} \\ a_{3,1} \end{pmatrix}=a_{1,1}e_1+a_{2,1}e_2+a_{3,1}e_3$$

$$Ae_2=\begin{pmatrix} a_{1,1} & a_{1,2} & a_{1,3} \\ a_{2,1} & a_{2,2} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & a_{3,2} & a_{3,3} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \\ 0 \end{pmatrix}=\begin{pmatrix} a_{1,2} \\ a_{2,2} \\ a_{3,2} \end{pmatrix}=a_{1,2}e_1+a_{2,2}e_2+a_{3,2}e_3$$

$$(Ae_1)e_1=(a_{1,1}e_1+a_{2,1}e_2+a_{3,1}e_3)e_1=a_{1,1}e_2$$

$$e_1(Ae_1)=e_1(a_{1,1}e_1+a_{2,1}e_2+a_{3,1}e_3)=a_{1,1}e_2$$

$$a_{1,1}e_2+a_{1,1}e_2=a_{1,2}e_1+a_{2,2}e_2+a_{3,2}e_3$$

bundan

$$a_{2,2}=2a_{1,1}\quad,\quad a_{1,2}=0\quad,\quad a_{3,2}=0$$

$$Ae_2=2a_{1,1}e_2$$

tengliklarni aniqlaymiz.

Endi $e_1e_2=0$ tenglikni xisobga olsak $A(e_1e_2)=A(0)$ yoki

$$(Ae_1)e_2+e_1(Ae_2)=A(0)$$

Tenglik bajariladi.

40

$$(Ae_1)e_2=(a_{1,1}e_1+a_{2,1}e_2+a_{3,1}e_3)e_2=0$$

$$e_1(Ae_2)=e_12a_{1,1}e_2=0$$

$$0=0$$

bo‘ladi.

Endi $e_1e_3=0$ tenglikni xisobga olsak $A(e_1e_3)=A(0)$ yoki

$$(Ae_1)e_3+e_1(Ae_3)=A(0)$$

tenglik bajariladi.

$$(Ae_1)e_3=(a_{1,1}e_1+a_{2,1}e_2+a_{3,1}e_3)e_3=0$$

$$e_1(Ae_3)=e_1(a_{1,3}e_1+a_{2,3}e_2+a_{3,3}e_3)=a_{1,3}e_2$$

$$0+a_{1,3}e_2=0$$

bundan

$$a_{1,3}=0\quad,\quad Ae_3=a_{2,3}e_2+a_{3,3}e_3$$

tengliklarni aniqlaymiz.

Endi $e_2e_1=0$ tenglikni xisobga olsak $A(e_2e_1)=A(0)$ yoki

$$(Ae_2)e_1+e_2(Ae_1)=A(0)$$

ISSN 3030-3907

tenglik bajariladi.

$$(Ae_2)e_1 = 2a_{1,1}e_2e_1 = 0$$
$$e_2(Ae_1) = e_2(a_{1,1}e_1 + a_{2,1}e_2 + a_{3,1}e_3) = 0$$
$$0 = 0$$

bo‘ladi.

Endi $e_2e_2 = 0$ tenglikni xisobga olsak $A(e_2e_2) = A(0)$ yoki

$$(Ae_2)e_2 + e_2(Ae_2) = A(0)$$

tenglik bajariladi.

$$(Ae_2)e_2 = 2a_{1,1}e_2e_2 = 0$$
$$e_2(Ae_2) = e_2 2a_{1,1}e_2 = 0$$
$$0 = 0$$

41

bo‘ladi.

Endi $e_2e_3 = 0$ tenglikni xisobga olsak $A(e_2e_3) = A(0)$ yoki

$$(Ae_2)e_3 + e_2(Ae_3) = A(0)$$

tenglik bajariladi.

$$(Ae_2)e_3 = 2a_{1,1}e_2e_3 = 0$$
$$e_2(Ae_3) = e_2(a_{2,3}e_2 + a_{3,3}e_3) = 0$$
$$0 = 0$$

bo‘ladi.

Endi $e_3e_1 = 0$ tenglikni xisobga olsak $A(e_3e_1) = A(0)$ yoki

$$(Ae_3)e_1 + e_3(Ae_1) = A(0)$$

tenglik bajariladi.

$$(Ae_3)e_1 = (a_{2,3}e_2 + a_{3,3}e_3)e_1 = 0$$
$$e_3(Ae_1) = e_3(a_{1,1}e_1 + a_{2,1}e_2 + a_{3,1}e_3) = 0$$
$$0 = 0$$

bo‘ladi.

Endi $e_3e_2 = 0$ tenglikni xisobga olsak $A(e_3e_2) = A(0)$ yoki

$$(Ae_3)e_2 + e_3(Ae_2) = A(0)$$

tenglik bajariladi

$$(Ae_3)e_2 = (a_{2,3}e_2 + a_{3,3}e_3)e_2 = 0$$
$$e_3(Ae_2) = e_3 2a_{1,1}e_2 = 0$$
$$0 = 0$$

bo‘ladi.

Endi $e_3e_3 = 0$ tenglikni xisobga olsak $A(e_3e_3) = A(0)$ yoki

$$(Ae_3)e_3 + e_3(Ae_3) = A(0)$$

tenglik bajariladi

$$(Ae_3)e_3 = (a_{2,3}e_2 + a_{3,3}e_3)e_3 = 0 \quad , \quad e_3(Ae_3) = e_3(a_{2,3}e_2 + a_{3,3}e_3) = 0$$

ISSN 3030-3907

$$0 = 0$$

bo‘ladi.

Yetarliligi. Endi A matritsa (1) ko‘rinishda bo‘lsa $d(x) = Ax$ chiziqli akslantirish differensiallashdan iboratligini ko‘rsataylik.

$$xy = (x_1e_1 + x_2e_2 + x_3e_3)(y_1e_1 + y_2e_2 + y_3e_3) = \\ = x_1y_1e_2$$

tenglikka ko‘ra

$$A(xy) = \begin{pmatrix} a_{1,1} & 0 & 0 \\ a_{2,1} & 2a_{1,1} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & 0 & a_{3,3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 0 \\ x_1y_1 \\ 0 \end{pmatrix} = \\ 2a_{1,1}x_1y_1e_2$$

boshqa tamondan

$$Ax = \begin{pmatrix} a_{1,1} & 0 & 0 \\ a_{2,1} & 2a_{1,1} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & 0 & a_{3,3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = a_{1,1}x_1e_1 + (a_{2,1}x_1 + 2a_{1,1}x_2 + a_{2,3}x_3)e_2 + \\ (a_{3,1}x_1 + a_{3,3}x_3)e_3$$

$$(Ax)y = a_{1,1}x_1e_1 + (a_{2,1}x_1 + 2a_{1,1}x_2 + a_{2,3}x_3)e_2 + \\ (a_{3,1}x_1 + a_{3,3}x_3)e_3)(y_1e_1 + y_2e_2 + y_3e_3) = a_{1,1}x_1y_1e_2$$

$$Ay = \begin{pmatrix} a_{1,1} & 0 & 0 \\ a_{2,1} & 2a_{1,1} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & 0 & a_{3,3} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ y_3 \end{pmatrix} = a_{1,1}y_1e_1 + (a_{2,1}y_1 + 2a_{1,1}y_2 + a_{2,3}y_3)e_2 + \\ (a_{3,1}y_1 + a_{3,3}y_3)e_3$$

$$x(Ay) = (x_1e_1 + x_2e_2 + x_3e_3)(a_{1,1}y_1e_1 + (a_{2,1}y_1 + 2a_{1,1}y_2 + a_{2,3}y_3)e_2 + \\ (a_{3,1}y_1 + a_{3,3}y_3)e_3 = a_{1,1}x_1y_1e_2$$

$$(Ax)y + x(Ay) = a_{1,1}x_1y_1e_2 + a_{1,1}x_1y_1e_2 = 2a_{1,1}x_1y_1e_2$$

Yuqoridagi xisoblashlar (1) tenglik to‘g‘riligini ko‘rsatadi.

Teorema isbotlandi.

2-Teorema. Agar Δ matritsasi pastki uchburchak shaklda bo‘lsa, N_5 dagi Δ chiziqli akslantirish lokal differensiallash bo`ladi.

Isboti. Δ- N_5 bo‘yicha ixtiyoriy lokal differensiallashi bo‘lsin va Δ matritsasi

$$A = \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} & b_{13} \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & b_{32} & b_{33} \end{pmatrix}$$

bo‘lsin. Barcha $x = x_1e_1 + x_2e_2 + x_3e_3$ uchun ta’rifga ko‘ra N_5 ustida Adifferensiallash mavjudki

$$\Delta(x) = A_x\,(x)$$

tenglik o`rinli.

2-teoremaga ko`ra $A_x$ differensiallash quyidagi ko`rinishga ega bo`lsin

ISSN 3030-3907

$$A_x = \begin{pmatrix} a_{1,1} & 0 & 0 \\ a_{2,1} & 2a_{1,1} & a_{2,3} \\ a_{3,1} & 0 & a_{3,3} \end{pmatrix} .$$

$x = e_1, x = e_2, x = e_3$larni tanlab va $\Delta(x) = A_x\,(x)$ tenglikdan foydalanib, ya`ni $A\bar{x} = A_x\bar{x}$ ga ko`ra $b_{12} = b_{13} = b_{32} = 0$ natijaga ega bo`lamiz. Bu yerda $\bar{x} - x$ ga mos vektor. Bundan A matritsa

$$A = \begin{pmatrix} b_{11} & 0 & 0 \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & 0 & b_{33} \end{pmatrix}$$

ko`rinishga keladi.

Yana $\nabla(x) = A_x\,(x)$ dan foydalanib, ya'ni $A\bar{x} = A_x\bar{x}$ ga ko`ra

$$\begin{pmatrix} b_{11} & 0 & 0 \\ b_{21} & b_{22} & b_{23} \\ b_{31} & 0 & b_{33} \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \alpha_x & 0 & 0 \\ \beta_x & 2\alpha_x & \delta_x \\ \gamma_x & 0 & \varepsilon_x \end{pmatrix}\begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \end{pmatrix}$$

Tenglamalar sistemasiga ega bo`lamiz.

$$\begin{cases} \alpha_x x_1 = b_{1,1}x_1 \\ \beta_x x_1 + 2\alpha_x x_2 + \delta_x x_3 = b_{2,1}\cdot x_1 + b_{2,2}\cdot x_2 + b_{2,3}\cdot x_3 \\ \gamma_x x_1 + \varepsilon_x x_3 = b_{3,1}x_1 + b_{3,3}x_3 \end{cases}$$

Agar $x_1 \neq 0$bo‘lsa

$$\alpha_x = b_{1,1}$$

$$\beta_x = b_{2,1} + (b_{2,2} - 2\alpha_x)\frac{x_2}{x_1} + (b_{3,2} - \delta_x)\frac{x_3}{x_1}$$

$$\gamma_x = b_{3,1} + (b_{3,3} - \varepsilon_x)\frac{x_3}{x_1}$$

Agar $x_1 = 0,\ x_2 \neq 0$ bo‘lsa,

$$2\alpha_x = b_{2,2} + (b_{3,2} - \delta_x)\frac{x_3}{x_2}$$

$$\varepsilon_x = b_{3,3}$$

Agar $x_1 = x_2 = 0,\ x_3 \neq 0$ bo‘lsa,

$$\delta_x = b_{3,2}.$$

Teorema isbotlandi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ayupov Sh.A.,Elduque A., Kudaybergenov K.K. Local derivations and automorphisms of Cayley algebras T.: Journal of Pure and Applied Algebra. - 2023. - 227(5), 107277.

2. Arzikulov F., Karimjanov. I.A. A criterion of local derivations on the seven-dimensional simple Malcev algebra. Operators and Matrices. 2022, 16(2), 495-511

3. Kadison R.V. Local derivations, Journal of Algebra T.:Vol.130,p.494-509, 1990.

ISSN 3030-3907

4. De Graaf W.A. Classification of nilpotent associative algebras of small dimension T.:. Int. J. AlgebraComput. 28(1), 2018, 133-161
5. Islomjon B., Madyor Q. TABIIY FANLARDA MATEMATIKANI QO ‘LLANILISHI //Research and Publications. – 2024. – T. 1. – №. 1. – C. 350-352.
6. O‘G B. I. G. A. et al. UCH O‘LCHAMLI NILPOTENT ALGEBRANING DIFFERENSIALLASHI //Science and innovation. – 2024. – T. 3. – №. Special Issue 18. – C. 285-289.

ISSN 3030-3907

KRAXMAL – AKRILONITRIL VA BENTONIT ISHTIROKIDA YUQORI ABSORBSION QOBILIYATLI GIDROGEL SINTEZI VA XUSUSIYATLARI.

S.M. Samatov
Termiz davlat universiteti, Kimyo fakulteti
E-mail:sanjar_samatov888@gmail.com
X.X. To‘rayev
Termiz davlat universiteti, Kimyo fakulteti k.f.d. prof
B.A. Xolnazarov
Termiz davlat universiteti, Kimyo fakulteti t.f.d. prof

Annotatsiya. Ushbu tadqiqot ishining asosiy maqsadi tabiiy polisaxarid sopolimeriga asoslangan tarkibida mineral saqlagan arzon va yuqori samarali qishloq xo‘jaligi uchun gidrogellar olishdir. Gidrogellarning bo‘kish xususiyatlari boshlang‘ich moddalar miqdoriga, muhitning kislotali va ishqoriyligiga, reaksiya harorati va vaqtiga hamda eritmadagi ionlarning konsentratsiyasiga bog‘liq ekanligi aniqlandi. Kraxmal va bentonit gidrogellari polimer zanjiri va matritsasiga qo‘shilganda, uning suv so‘rilishi 25%, suvni ushlab turish vaqti 20% ga oshgani va suv iste’moli 20-25% ga qisqargani aniqlandi.

Kalit so‘zlar - Kraxmal, bentonit, akrilonitril, gidrogel, superabsorbent polimer, nanokompozit gidrogel, kompozit materiallar, biologik parchalanish.

Abstract. The main objective of this research work is to obtain low-cost and highly efficient hydrogels containing mineral content, based on a natural polysaccharide copolymer, for agriculture. The swelling properties of the hydrogels were found to depend on the amount of initial components, the acidity and alkalinity of the medium, the reaction temperature and time, and the concentration of ions in the solution. It was found that when starch and bentonite were added to the polymer chain and matrix, their water absorption increased by 25%, the water retention time increased by 20%, and water consumption was reduced by 20-25%.

Keywords: Starch, bentonite, acrylonitrile, hydrogel, superabsorbent polymer, nanocomposite hydrogel, composite materials, biodegradation.

Аннотация. Основной целью данной исследовательской работы является получение недорогих и высокоэффективных гидрогелей, содержащих минеральные компоненты, на основе сополимера природного полисахарида для сельского хозяйства. Установлено, что свойства набухания гидрогелей зависят от количества исходных веществ, кислотности и щелочности среды, температуры и времени реакции, а также от концентрации ионов в растворе. Было обнаружено, что при добавлении крахмала и бентонита в полимерную цепь и матрицу, их водопоглощение увеличилось на 25%, время удержания воды возросло на 20%, а потребление воды сократилось на 20–25%.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: Крахмал, бентонит, акрилонитрил, гидрогель, суперабсорбентный полимер, нанокомпозитный гидрогель, композиционные материалы, биоразложение.

Kirish.

Global miqyosda suv resurslarining tanqisligi va qishloq xo‘jaligida sug‘orish uchun suv iste’molining ortishi suvni samarali boshqarish masalasini eng dolzarb ilmiy muammolardan biriga aylantirdi. Ayniqsa, qurg‘oqchil va sho‘r hududlarda tuproqning namlikni ushlab turish qobiliyatini oshirish hosildorlikni ta’minlashning asosiy sharti hisoblanadi.

Ushbu muammoni hal qilishning samarali yechimlaridan biri superabsorbent polimerlar (SAP), ya’ni gidrogellardir. Gidrogellar suyuqlikning juda katta miqdorini o‘z og‘irligidan yuzlab baravar ko‘p yutish va ushlab turish xususiyatiga ega. An’anaviy sintetik SAPlar yuqori absorbsion xususiyatga ega bo‘lsa-da, ularning yuqori narxi va biologik parchalanmasligi atrof-muhitga salbiy ta’sir ko‘rsatadi.

So‘nggi yillarda olimlar e’tibori tabiiy polimerlar asosidagi gidrogellarga qaratilgan, chunki ular biologik parchalanadi va arzon xomashyodir. Ushbu ishda biz asosiy polimer zanjir sifatida yer yuzida eng keng tarqalgan va arzon polisaxaridlardan biri bo‘lgan Kraxmalni tanladik. Biroq, tabiiy polimerlarning gidrogellari (masalan, kraxmal asosidagilar) odatda past mexanik barqarorlikka va agressiv muhitlarda (sho‘rlanish, kislotali/ishqoriy muhit) absorbsiya qobiliyatining keskin pasayishiga moyil bo‘ladi. Ushbu kamchiliklarni bartaraf etish uchun biz uchta asosiy komponentni birlashtirish orqali kompozit yechimni taklif qilamiz: Akrilonitril (AN): Kraxmalga graft-sopolimerizatsiya orqali bog‘lanib, gidrogelning polimer zanjiriga yuqori absorbsion guruhlar (nitril guruhlari) kiritadi, shu bilan birga umumiy absorbsion qobiliyatni va kimyoviy barqarorlikni oshiradi. Bentonit: Tabiiy mineral bo‘lib, zarrachalari polimer matritsasiga kiritilganda nanokompozit gidrogel hosil qiladi. Bentonit gidrogelning mexanik mustahkamligini, termik barqarorligini va ayniqsa, ko‘p valentli ionlar Ca^{2+},Al^{3+} mavjud bo‘lgan sho‘r muhitga chidamliligini sezilarli darajada oshiradi.

Shunday qilib, ushbu tadqiqot ishining asosiy maqsadi — Kraxmal, Akrilonitril va Bentonitni birlashtirish orqali, qishloq xo‘jaligi uchun yuqori absorbsion qobiliyatga ega bo‘lgan, biologik parchalanuvchi va sho‘rlanishga chidamli nanokompozit gidrogellarni sintez qilish va ularning xususiyatlarini optimallashtirishdan iborat.

Biz sintez sharoitlarining (komponentlar nisbati, pH, harorat) olingan gidrogellarning bo‘kish xususiyatlariga ta’sirini o‘rganamiz va ularning suvni ushlab turish samaradorligini amaliy jihatdan baholaymiz.

ISSN 3030-3907

ADABIYOTLAR TAHLILI. Gidrogellar uch o‘lchovli polimer tarmoqlari bo‘lib, ko‘p miqdorda suvni yuta oladi, lekin alohida polimer zanjirlari o‘rtasidagi kimyoviy yoki fizik bog‘lanishlar tufayli erimaydi [1]. Polimer zanjiri suvli muhitda ionlashuvchi yoki boshqa faol guruhlarni o‘z ichiga olgani sababli, ular gidrofil xususiyat namoyon qiladi va o‘zaro tarmoqlangan mustahkam gidrogel tuzilmasining shakllanishiga xizmat qiladi. Polimer gidrogel o‘zining yuqori suv yutish xususiyati sababli noyob sorbent sifatida qaraladi. U gidrogeterogen sorblash tizimini tashkil etadi, bunda tarqalgan faza polimer makromolekulalaridan hosil bo‘lgan uch o‘lchamli fazoviy tarmoqdan iborat. Ushbu tarmoqqa singib joylashgan suv esa tarqalgan muhit vazifasini bajaradi. Natijada gidrogelning sorbsiya jarayoni polimer zanjirlari va suv molekulalari o‘rtasidagi murakkab o‘zaro ta’sirlar asosida amalga oshadi. [2–3]. Bunday tizimlar uzun polimer zanjirlaridan tashkil topgan bo‘lib, ushbu zanjirlar o‘zaro transversal kovalent bog‘lar orqali ulanadi va natijada yaxlit, uch o‘lchamli fazoviy tarmoq hosil qiladi. Mazkur tarmoq gidrogelning mexanik barqarorligi hamda uning suvni yutish xususiyatlarini belgilovchi asosiy struktura hisoblanadi. Tuproqni suvlashda va o‘simliklarni namlik bilan ta’minlashda so‘ruvchi moddalarning asosiy tamoyili shundan iboratki, ular ildiz qatlamiga bir tekis tarqalgan holda tuproq g‘ovaklarida joylashadi. Namlik tushganda granulalar shishib, suvni ushlab turadi va uni asta-sekin o‘simlik ildizlariga yetkazadi. Bu esa tuproqning namlikni saqlash qobiliyatini oshirib, o‘simlikning normal o‘sishi uchun qulay sharoit yaratadi. [4–6]. Kimyoviy usul bilan o‘zaro bog‘langan gidrogellar quyida keltirilgan reaksiyalar orqali sintez qilinadi.: 1) radikal polimerizatsiya, 2) polikondensatsiya, 3) nurlanish polimerizatsiyasi [5-6]. “Reaksiyadan so‘ng turli polimer zanjirlari o‘rtasida o‘zaro bog‘lanishlar hosil bo‘ldi va natijada hosil bo‘lgan polimerlar qisman elastik xususiyatlarga ega bo‘ldi, ba’zan esa ular sof elastik ko‘rinishida bo‘ladi. Shuningdek, gidrogelning struktura shakli uning zarur mexanik mustahkamligini va barqarorligini ta’minlaydi.. Superabsorbentlarning (SAP) ikki asosiy turi mavjud: sintetik (neft-kimyo asosidagi) va tabiiy (biopolimerlar) [10]. Tijorat maqsadlarida ishlatiladigan superabsorbentlar qayta tiklanmaydigan neft-kimyo manbalaridan, xususan akril kislota va akrilamid asosidagi monomerlardan ishlab chiqariladi [11-13]. Har yili bir necha million tonna superabsorbentlar sintetik materiallari ishlab chiqariladi va turli sohalarda ishlatiladi. [14]. Sintetik gidrogellar qishloq xo‘jaligida qo‘llanilgandan so‘ng atrof-muhitni ifloslantirishga olib keladi, chunki sintetik gidrogellar qisqa vaqt ichida parchalanmaydi. Shuning uchun qisman sintetik, qisman tabiiy superabsorbentlar ishlab chiqarishga qiziqish ortib bormoqda. [15-16]. Biologik parchalanadigan superabsorbentlar sohasidagi eng muhim muammo — to‘liq biologik parchalanadigan polimer asosidagi superabsorbent materiallarni sintez qilish yoki ishlab chiqarish bo‘lib, ular suvni

ISSN 3030-3907

tez va orqaga qaytariladigan tarzda yaxshi mexanik mustahkamlikka ega holda so‘rib oladi. Kraxmal asosidagi polimer gidrogellar: Kraxmal tabiiy polimerlar orasida alohida o‘rin egallaydi va uglevodlarning asosiy oziq manbai hisoblanadi. Bu polisaxarid o‘simliklarda to‘planib, yashil barglardagi fotosintez qiluvchi hujayralarda, urug‘lar va kurtaklarda hamda dukkaklilarning maxsus saqlovchi hujayralarida granulalar shaklida saqlanadi. Bu gomopolimer glukopiranoz molekulalaridan tashkil topgan bo‘lib, ular ikki xil tarzda bir-biriga ulanadi: chiziqli shakl amiloza hosil qiladi, yuqori tarmoqlangan shakl esa amilopektin hosil qiladi. [18]. Kraxmal asosidagi gidrogellar sun’iy gidrogellarning atrof-muhitga salbiy ta’sirini kamaytirish maqsadida ishlab chiqariladi. Shu bilan birga, kraxmalning kimyoviy modifikatsiyasi gidrogel sintez jarayonida keng o‘rganilgan. Kimyoviy modifikatsiyaning turli usullari mavjud bo‘lib, eng optimal yondashuv — vinil monomerlar va kraxmalni radikal kopolimerizatsiya orqali birlashtirishdir. Tadqiqotchilar kartoshka va makkajo‘xori kraxmallari asosida gidrogellarni ishlab chiqmoqdalar, bu esa suvni saqlash qobiliyati yuqori va atrof-muhitga zararini kamaytiradigan materiallarni yaratishga imkon beradi. [20]. Kraxmal asosidagi gidrogellarning hosil bo‘lishi kraxmalning dastlab jellanishi va keyinchalik retrogradatsiya jarayoni orqali uch o‘lchovli tarmoq hosil qilishini o‘z ichiga oladi. Retrogradatsiya jarayoni kraxmal molekulalarining soviganida qayta tartiblanib, barqaror va zichroq modda hosil qilishidir. Akril kislota yoki akrilamid ko‘pincha kraxmalning kopolimerizatsiyasida ishlatiladi [21]. Ushbu usullarda kraxmal va reaktsiyaga kiruvchi moddalar bilan eritmada modifikatsiya qilinadi. Reaktsiyani boshlovchi modda (initiator) esa polimerizatsiyani ishga tushiradi. Shu tarzda kraxmal, akril kislota, akrilamid va bog‘lovchi birlashib, mustahkam gidrogel hosil qiladi. Kraxmalning akrilamid yoki akril kislota bilan kopolimerizatsiyasi yuqori suv yutish qobiliyatiga ega superabsorbentlarni olish imkonini beradi. Kraxmal zanjiriga boshqa polimer zanjirlarini kimyoviy bog‘lash orqali gidrogel hosil qilish — kraxmal asosidagi gidrogellarni olishda keng qo‘llaniladigan usuldir. Kraxmal molekulalari va akrilamid yoki akril kislota monomerlari boshlovchi (kaliy persulfat) va N,N’-metilen-bis-akrilamid ta’siri ostida kovalent bog‘lanadi. [23-24]. Gidrogellar asosan sintetik materiallar, tabiiy polisaxaridlar va har ikkala sinfning kopolimerizatsiyasi asosida olinadi. So‘nggi yillarda tabiiy polisaxaridlarga asoslangan gidrogellar uzoq ta’sirli sintetik gidrogellar bilan almashtirildi. Bu gidrogellar suvni yuqori darajada so‘rib oladi va zaxarli emas. Gidrogellar toza moddalardan — polisaxaridlardan sintez qilinishi mumkin [26-29]. Gidrogellar sintezida uchta asosiy komponent ishlatiladi: monomerlar, reaktsiyani boshlovchi moddalar (initiatorlar) va bog‘lovchi moddalar (binderlar).. Bundan tashqari, reaksiya vaqti va harorati, monomerlarning molyar nisbati va reaksiya muhiti ham muhimdir. Adabiyotlar tahlili shuni

ISSN 3030-3907

ko‘rsatdiki, sanoatda mavjud bo‘lgan yuqori moslashuvchan gidrogellarning aksariyati sintetik polimerlardan, asosan akril yoki metakril kislotalar bo‘lgan vinil monomerlardan tayyorlanadi. Bugungi kunda odamlar sog‘lig‘i haqida jiddiy qayg‘urishadi, shuning uchun tezda atrof-muhitni ifloslantiruvchi va sog‘liqqa salbiy ta’sir ko‘rsatadigan mahsulotlardan voz kechmoqda. Shu sababli, biologik parchalanadigan va ekologik toza mahsulotlardan tobora ko‘proq foydalanmoqda. Shu sababli, ushbu tadqiqot ishlarida kraxmal, bentonit va akrilonitrilga asoslangan yarim sintetik superabsorbent gidrogellar sintez qilindi. Ushbu gidrogellar qishloq xo‘jaligida suv sarfini kamaytirish, mineral o‘g‘itlarni tejash va o‘simlik unumdorligini oshirish uchun qo‘llanilishi mumkin.

TADQIQOT METODOLOGIYASI

Superabsorbent gidrogellarni sintez qilish uchun quyidagi reagentlardan foydalanildi: makkajo‘xori kraxmali,akrilonitril (tozaligi 99%), kaliy persulfat (KPS), kaliy gidroksid (KOH), natriy gidrokarbonat ($NaHCO_3$) va bentonit, "Navbahor" bentonit gil koni (O‘zbekiston), dan olib kelingan uning tarkibi 1-jadvalda ko‘rsatilgan.

1-jadval

Bentonit gilining tarkibiNomi	SiO2	TiO2	Al2O3	Fe2O3	MgO	CaO	Na2O	K2O	P2O5	SO3	FeO	Qo‘shimcha
Bentonit Gil	57,91	0,35	13,69	5,10	1,84	0,48	1,53	1,75	0,43	0,75	-	16,71

Olingan mahsulotning fizik-kimyoviy xususiyatlarini o‘rganish uchun infraqizil spektroskopiya (IQ) tahlili va boshqa usullardan foydalanildi.

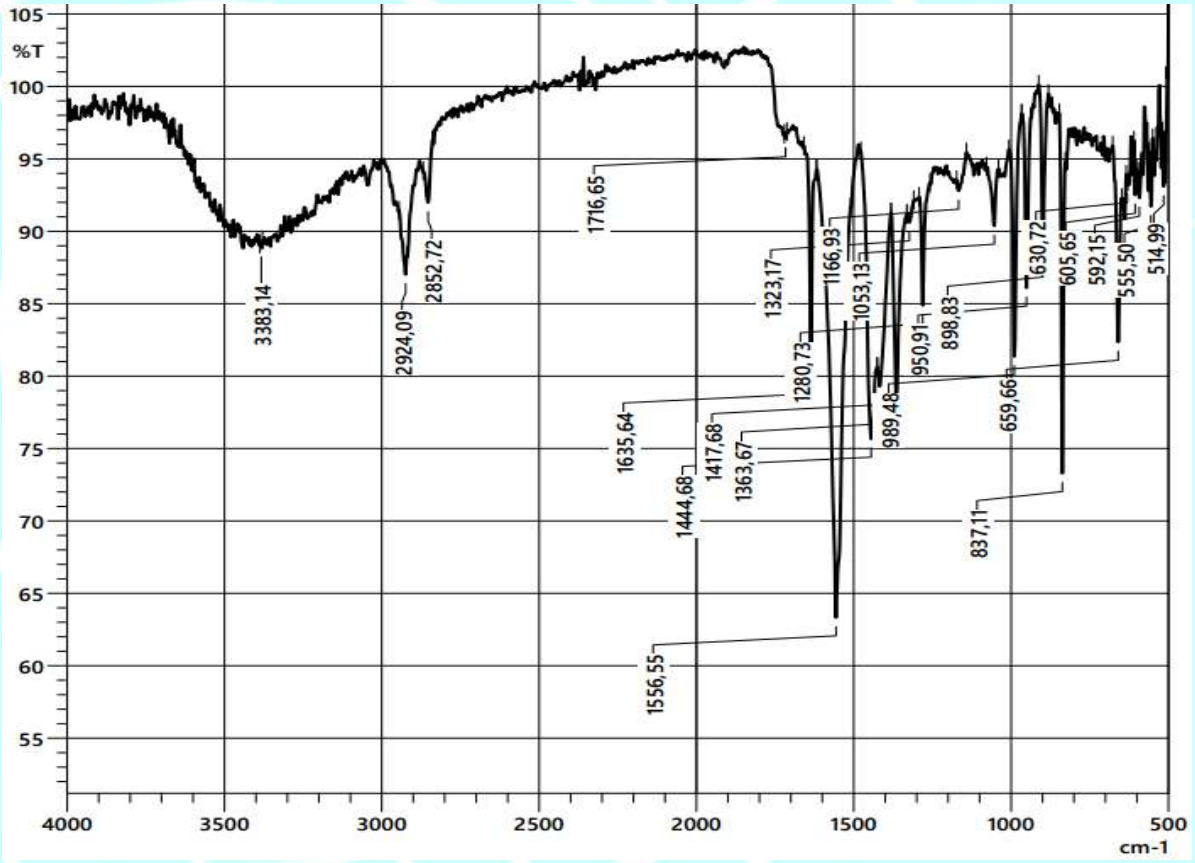
Superabsorbent gidrogel tayyorlash.

Reaksiya mexanik aralashtirish, muzlatgich, termometr va azot gazi bilan jihozlangan laboratoriya reaktorida amalga oshirildi. Reaktorda 10 g kartoshka kraxmalini 120 ml distillangan suv bilan aralashtiriladi. So‘ng, eritma azot atmosferasida 10 daqiqa aralashtirilib, erigan kislorod olib tashlandi. Eritma 80 °C da 30 daqiqa davomida qizdirilib, kraxmal suspenziyasi hosil bo‘lguncha aralashtiriladi. Aralashmaga akrilonitril, bog‘lovchi reagent va bentonit kukuni qo‘shildi. Reaksiya 60 °C da 4 soat aralashtirish bilan amalga oshirildi. Reaksiya davomida azot atmosferasi saqlanib turildi. Olingan mahsulotga 4% natriy gidroksid eritmasi qo‘shilib, 95 °C haroratda 2 soat davomida gidroliz qilindi. Gidrolizdan so‘ng mahsulot filtrlanib, bir necha marta distillangan suv bilan yuvildi. Reaksiyaga kirishmagan boshlang‘ich monomerlar olib tashlandi. Yuvilgan mahsulot metanol bilan quritilgan. Quritilgan namuna vakuumda 60 °C haroratda quritilib, superabsorbent gidrogel hosil qilindi.

ISSN 3030-3907

MUHOKAMA VA NATIJALAR

Infraqizil spektroskopiyasi (IQ) tahlili



1-rasm Superabsorbent gidrogelning IQ spektri.

1-rasmda olingan superabsorbent gidrogelning IQ spektri ko‘rsatilgan. 3383 sm^{-1} atrofidagi keng va kuchli pik gidrogel matritsasida kraxmalning asosiy moddasi bo‘lgan gidroksil (O-H) guruhlarining mavjudligini ko‘rsatadi. Bu guruhlar kuchli vodorod bog‘lanishlari orqali bog‘langan bo‘lib, ular gidrogelning dastlabki shishishi va suvni yutish qobiliyatida muhim rol o‘ynaydi. 2924 sm^{-1} va 2852 sm^{-1} dagi piklar esa kraxmal zanjirlari va payvandlangan polimer zanjirlarining o‘ziga xos alifatik C-H cho‘zilish tebranishlarini tasdiqlaydi.1166 sm^{-1} va 1053 sm^{-1} oralig‘idagi kuchli yutilishlar kraxmalning asosiy glikozid bog‘lanishlari (C-O-C) va umumiy polisaxarid skeletining mavjudligidan dalolat beradi. Sintezda ishlatilgan akrilonitril monomerining xarakterli piki (C = N) yo‘qligi, va buning o‘rniga 1800 sm^{-1} dan 1500 sm^{-1} gacha bo‘lgan sohada yangi piklarning paydo bo‘lishi polimerlanishdan so‘ng KOH ishtirokida nitril guruhlarining muvaffaqiyatli gidrolizlanib, faol ion guruhlarga aylanganini isbotlaydi.1716 sm^{-1} dagi o‘tkir pik gidroliz natijasida hosil bo‘lgan karbonil (C=O) guruhini (masalan, qisman gidrolizlangan amid yoki kislota) tasdiqlaydi.

1635 sm^{-1} va 1556 sm^{-1} dagi piklar esa gidrogelning superabsorbentlik qobiliyatini ta'minlovchi eng muhim guruhlar – karboksilat anionining (COO-) asimmetrik va simmetrik cho‘zilish tebranishlarini ko‘rsatadi. Bu ion guruhlari suv

ISSN 3030-3907

bilan kuchli tortishish hosil qilib, gidrogelning katta miqdorda suvni yutish xususiyatini belgilaydi.

1100 sm^{-1} dan 900 sm^{-1} gacha bo‘lgan sohada (ko‘proq 1053 sm^{-1} pikida aks etgan) silikat skeleti tebranishlari (Si-O-Si) ko‘rinib turishi bentonitning gidrogel matritsasiga muvaffaqiyatli kiritilganligini ko‘rsatadi. Bentonit kiritilishi gidrogelning strukturasini mustahkamlaydi va mexanik xususiyatlarini yaxshilaydi. IQ spektri yakuniy mahsulotning kraxmal zanjirlari ustiga payvandlangan, karboksilat guruhlari bilan ionlashgan polimer va bentonit minerallarini o‘z ichiga olgan kompozit material ekanligini ishonchli tarzda isbotlaydi.

Xulosa

Kraxmal va bentonit minerallari asosida yaratilgan yarim sintetik superabsorbent polimerlar zamonaviy materialshunoslik va ekologik muhandislik nuqtai nazaridan ulkan amaliy ahamiyat kasb etadi. Kraxmal tabiiy va biologik parchalanuvchi polimer bo‘lib, u gidrogel matritsasining asosiy qismini tashkil qiladi.

Bentonit -bu arzon va keng tarqalgan mineral bo‘lib, u nanokompozit to‘ldiruvchi sifatida qo‘shiladi. Bentonit gidrogelning strukturologiyasiga ijobiy ta'sir ko‘rsatib, uning g‘ovakligini sezilarli darajada oshiradi.

Ushbu arzon va ekologik jihatdan xavfsiz xomashyolardan foydalanish gidrogelning suvni yutish samaradorligini yaxshilash bilan birga, butun mahsulotning tan narxini optimal darajada ushlab turish imkonini beradi.

Sintezlangan Kraxmal-g-PAN/Bentonit/$NaHCO_3$ tizimi (bu yerda g-PAN payvandlangan poliakrilonitril funksional guruhini anglatadi) suvni saqlashda yuqori samaradorlikni namoyish etadi.

Bentonit zarrachalari gidrogel ichida o‘zaro bog‘langan tarmoq hosil qiladi, bu esa gidrogelning mexanik mustahkamligini oshiradi va suv bilan shishish kinetikasini optimallashtiradi.

Ushbu kompozit gidrogellar yomg‘ir yoki sug‘orish suvini gidrogel matritsasida uzoq muddat saqlashga qodir. Ular suvni saqlab, uni nazorat qilinadigan bo‘shatish mexanizmi orqali bevosita o‘simlikning ildiz tizimiga yetkazib beradi.

Bu tipdagi gidrogellarning qishloq xo‘jaligidagi ahamiyati yuqori: ular qurg‘oqchil yoki yarim qurg‘oqchil hududlarda suv resurslarini tejashda hal qiluvchi rol o‘ynaydi. Suv yetishmasligidan kelib chiqadigan o‘simliklarning stress holati (plant stress) va nobud bo‘lishining oldini olish orqali, bu gidrogellar hosildorlikni barqarorlashtirish va agroekotizimlarning chidamliligini oshirish uchun samarali vosita hisoblanadi.

ISSN 3030-3907

Xulosa qilib aytganda kraxmal-bentonit negizidagi nanokompozit gidrogellar arzon xomashyodan foydalangan holda yuqori funksionallikni ta'minlaydi va barqaror qishloq xo‘jaligini rivojlantirish uchun innovatsion yechim taklif etadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xiao C. "Kimyoviy va fizik kraxmal asosidagi gidrogellarning hozirgi yutuqlari". Starch/Staerke, 2013, 65-son, 82-88-betlar. https://doi.org/10.1002/star.201200113.
2. Ismoil H., Irani M., Ahmad Z. "Kraxmal asosidagi gidrogellar: hozirgi holat va qo‘llanilish". Int. J. Polym. Mater., 2012, 62-jild, 411-420-betlar. https://doi.org/10.1080/00914037.2012.719141.
3. Xolnazarov B.A., Turaev Kh.Kh., Djalilov A.T. "Kraxmal kopolimeri/minerallar kukuni asosida superabsorbent gidrogellarning sintezi" International Journal of Engineering Trends and Technology, jild 70, son 12, 351-358-betlar, 2022. Crossref, https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V70I12P234.
4. Chen P., Lin X., Jin R., Nie W., Zhou Y. "Gidroksipropil sellyuloza/molibden-disulfid kompozit gidrogellarining bo‘yoq adsorbsiyasi va foto-induktsiyalangan qayta ishlash". Karbohidrat. Polym., 2017, 167-jild, 36-43-betlar. DOI: 10.1016/j.carbpol.2017.02.094.
5. Xolnazarov B.A., Turayev Kh.Kh., Dzhalilov A.T. Kraxmal, akrilamid, akril kislota va montmorillonit asosidagi superabsorbent polimer kompozitining sintezi. Avstriya Texnik va Tabiiy Fanlar Jurnali, 2019, 5-6-son, 69-73-betlar.
6. Zdanowicz M., Schmidt B., Spychaj T. "Reaktiv ekstruziya qayta ishlash orqali olingan superabsorbent sifatida kraxmal graft kopolimerlari". Pol. J. Chem. Technol. 2010, 12-son, 14–17-betlar. DOI: 10.2478/v10026-010-0012-3.
7. Turaev Kh.Kh., Xolnazarov B.A., Djalilov A.T. Kraxmal-xitozan gibridi asosida superabsorbent gidrogellarning sintezi//Journal of European Chemical Bulletin. 2022,11(11), 152 - 161. https://doi.org/10.31838/ecb/2022.11.11.018.
8. Xolnazarov B.A., Turayev Kh.Kh., Shirinov Sh.D., Djalilov, A.T. Sintez superabsorbentnogo gidrogelya na osnove krakhmala, akrilovoy kisloty i montmorillonita. Universum: tekhnicheskiye nauki, 2019, 8-son, 11-16-betlar.
9. Xolnazarov B.A., Turayev Kh.Kh., Dzhalilov A.T., Shirinov Sh.D. Issledovaniye novogo gidrogelya, sintezirovannogo na osnove krakhmala, akrilamida i bentonit. *Universum: tekhnicheskiye nauki*, 2019, 4-son, 52-55-betlar.
10. Hajighasem A., Kabiri K. Kationik, yuqori spirtli shishadigan gellar: sintez va xarakterlash. *J Polym Resour.*, 2013, 20-jild, 218-226-betlar. DOI: 10.1007/s10965-013-0218-1.

ISSN 3030-3907

11. Kulmatov K.A., Turaev Kh.Kh., Kasimov Sh.A., Shukurov D.Kh., "Guruch kraxli va karboksimetilsellyuloza asosida gidrogelni olish va uning qishloq xo‘jaligi o‘simliklaridagi roli," International Journal of Engineering Trends and Technology, 71-jild, 11-son, 100-108-betlar, 2023. Crossref, https://doi.org/10.14445/22315381/IJETT-V71I11P210.

12. Hong T.T., Okabe H., Hidaka Y., Hara K. Nurlanish ko‘chirib o‘tkazish orqali tayyorlangan karboksimetil sellyuloza/natriy stirol sulfonat gellari yordamida suvli eritmalardan metall ionlarini olib tashlash. *Karbohidrat. Polym*., 2016, jild 157, 335-343-betlar DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.09.049.

13. Mahmud M., Daik R., Adam Z. Poli(etilen glikol) ning nurlanish bilan bog‘langan poli(vinil pirolidon)-past molekulyar og‘irlikdagi xitozan tarmoq gidrogellarining xususiyatlariga γ ta’siri. *Sains Malays*, 2018, 47-jild, 6-son, 1189-1197-betlar. DOI: 10.17576/jsm-2018-4706-14.

ISSN 3030-3907

AI AGENT TIZIMLARI ASOSIDA BIZNES JARAYONLARINI AVTOMATLASHTIRISH: IQTISODIY SAMARADORLIKNI BAHOLASH

Saidov U.Y.
Buxoro davlat universiteti
Hojiyev N.Yo.
Buxoro davlat universiteti
Axmedov A.O.
Buxoro davlat universiteti

Annotatsiya. Ushbu maqolada sun'iy intellekt agent (AI agent) tizimlaridan foydalanishning biznes jarayonlari samaradorligiga ta'siri o'rganiladi. AI agentlar yordamida operatsion xarajatlarni qisqartirish, boshqaruv qarorlarini optimallashtirish, mijoz bilan ishlash sifatini oshirish va real vaqt rejimida jarayonlarni monitoring qilish imkoniyatlari amaliy misollar asosida tahlil qilinadi. Tadqiqotda agent tizimlarining iqtisodiy samara ko'rsatkichlari (ROI, ROA, tejalgan vaqt, avtomatlashtirilgan jarayon ulushi, xatoliklarning kamayishi) baholanib, AI agent asosidagi avtomatlashtirishning korxona raqobatbardoshligiga ta'siri aniqlangan[1].

Kalit so'zlar: AI agentlar, biznes jarayonlarini avtomatlashtirish, iqtisodiy samaradorlik, raqamli transformatsiya, ROI, operatsion xarajatlar, ma'lumotlar tahlili, ko'p agentli tizimlar, prognostik modellash, jarayonlarni optimallashtirish, real vaqt monitoring.

Аннотация: В данной статье изучается влияние использования систем интеллектуальных агентов (AI-агентов) на эффективность бизнес-процессов. На основе практических примеров анализируются возможности AI-агентов по снижению операционных расходов, оптимизации управленческих решений, повышению качества работы с клиентами и осуществлению мониторинга процессов в режиме реального времени. В исследовании оцениваются экономические показатели эффективности агентных систем (ROI, ROA, сэкономленное время, доля автоматизированных процессов, снижение количества ошибок), а также определяется влияние автоматизации на основе AI-агентов на повышение конкурентоспособности предприятия.

Ключевые слова: AI-агенты, автоматизация бизнес-процессов, экономическая эффективность, цифровая трансформация, ROI, операционные расходы, анализ данных, многоагентные системы, прогнозное моделирование, оптимизация процессов, мониторинг в реальном времени.

Abstract: In this article, the impact of using artificial intelligence agent (AI-agent) systems on the efficiency of business processes is examined. Practical examples are used to analyze the capabilities of AI agents in reducing operational costs,

ISSN 3030-3907

optimizing managerial decision-making, improving customer service quality, and enabling real-time process monitoring. The study evaluates key economic performance indicators of agent-based systems (ROI, ROA, time savings, share of automated processes, reduction in errors) and identifies how AI agent–based automation enhances the competitiveness of enterprises.

Keywords: AI agents, business process automation, economic efficiency, digital transformation, ROI, operational costs, data analysis, multi-agent systems, predictive modeling, process optimization, real-time monitoring.

Kirish.

So‘nggi yillarda raqamli transformatsiya iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida strategik ustuvor vazifaga aylandi. Xususan, sun’iy intellekt asosidagi agent tizimlari korxonalarda boshqaruv jarayonlarini qayta ko‘rib chiqish va avtomatlashtirishning yangi bosqichini boshlab berdi. An’anaviy dasturiy ta’minotdan farqli ravishda AI agentlar mustaqil qaror qabul qilish, vazifalarni rejalashtirish, o‘rganish va o‘z strategiyasini moslashtirish imkoniyatlariga ega.[2] Shu sababli ular biznesdagi quyidagi muammolarni hal etishda dolzarb ahamiyat kasb etmoqda:

-Operatsion xarajatlarning yuqoriligi;

- Inson omili sababli yuzaga keladigan xatoliklar;

-Mijoz bilan ishlashda kechikish va xizmat ko‘rsatish sifati pastligi;

-Real vaqt tahlilining yetishmasligi;

-Katta ma’lumotlar oqimini boshqarishdagi murakkabliklar.

Jahon tajribasi shuni ko‘rsatadiki, AI agent tizimlari yordamida avtomatlashtirilgan bizneslar o‘rtacha **20–45 % gacha xarajatlarini qisqartirgan**, xizmat ko‘rsatish tezligi **2–4 baravar oshgan**, mijoz qoniqishi esa **30–60 % ga ko‘tarilgan[2]**. Ushbu maqola iqtisodiyotda AI agentlarining amaliy ahamiyati va ularning samaradorligini ilmiy mezonlar asosida tahlil qilishga qaratilgan.

Metodologiya. Ushbu tadqiqotda AI agent tizimlarining biznes jarayonlarini avtomatlashtirishdagi iqtisodiy samaradorligini aniqlash uchun kompleks ilmiy yondashuv qo‘llanildi. Tadqiqot dizayni aralash metod (mixed-method) prinsipi asosida tashkil etilib, bunda miqdoriy va sifat ko‘rsatkichlari o‘zaro uyg‘unlashtirilgan holda tahlil qilindi. Ma’lumotlarni yig‘ish jarayonida birlamchi va ikki lamchi manbalar sistematik ravishda o‘rganildi. Birlamchi ma’lumotlar 32 nafar IT mutaxassisi hamda biznes-jarayonlar menejerlari bilan o‘tkazilgan ekspert suhbatlari, shuningdek AI agentlar integratsiya qilingan korxonalardagi amaliy kuzatuvlar asosida shakllantirildi[3]. Ikki lamchi ma’lumotlar esa xalqaro ilmiy nashrlar, analitik hisobotlar, iqtisodiy ko‘rsatkichlar statistikasi hamda korxonalar faoliyatiga oid ichki hujjatlardan olindi. Tahlil jarayonida bir nechta ilmiy metodlar

ISSN 3030-3907

uyg‘un qo‘llandi. Birinchidan, solishtirma tahlil (comparative analysis) yordamida AI agent joriy etilgunga qadar va undan keyingi jarayonlar samaradorligi o‘rtasidagi farqlar aniqlangan. Ikkinchidan, ekonometrik yondashuv asosida xarajatlarning qisqarishi, vaqt tejash va ishlab chiqarish hajmidagi o‘zgarishlar regressiya modeli orqali baholangan. Uchinchi metod sifatida ROI, ROA hamda tejalgan vaqt ko‘rsatkichlari asosida investitsiyalarning iqtisodiy samadorligi hisoblab chiqilgan[3]. Business Process Intelligence (BPI) yondashuvi yordamida real vaqt monitoringidan olingan ma’lumotlar tizim loglari asosida tahlil qilinib, jarayonlarning avtomatlashtirilish darajasi, xatoliklar chastotasi va faoliyat samaradorligidagi o‘zgarishlar qayd etilgan.

Empirik tadqiqotning amaliy bazasi sifatida xizmat ko‘rsatish, ishlab chiqarish hamda bank-moliya sektorlarida faoliyat yurituvchi 15 ta korxona tanlab olindi. Korxonalarning AI agent tizimlari joriy etilishidan oldingi va keyingi holati “before–after” empirik model asosida baholandi. Tadqiqot davomida KPI (Key Performance Indicators) ko‘rsatkichlari — operatsion xarajatlar, mahsuldorlik, jarayon tezligi, xodimlar ish yuklamasi, mijoz qoniqishi indeksi va boshqa iqtisodiy parametrlar chuqur tahlil qilindi[3].

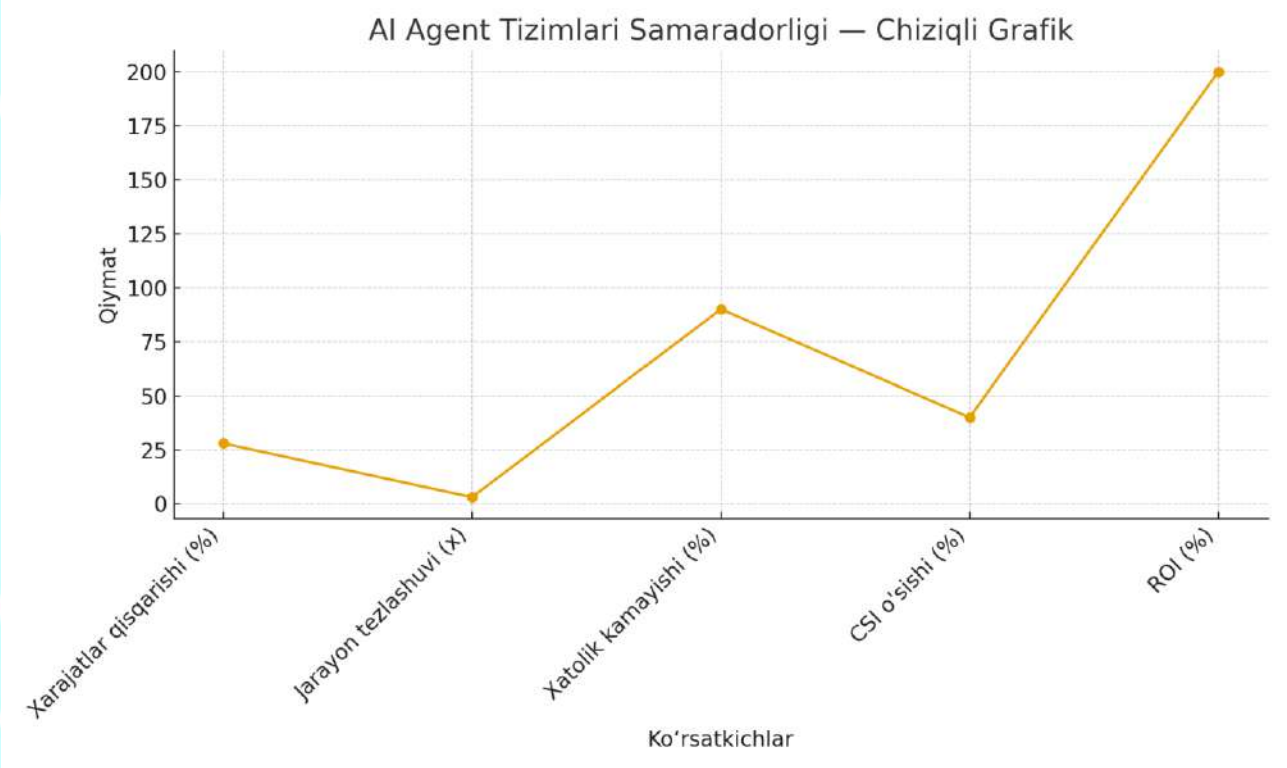
Tadqiqotning ilmiy cheklovlari ham aniqlab berildi. Jumladan, ayrim korxonalarda AI agent tizimlarining to‘liq integratsiya qilinmaganligi, ma’lumotlar maxfiyligi sababli statistik ko‘rsatkichlar bilan ishlashdagi cheklanganliklar va texnologik infrastrukturadagi tafovutlar umumlashtirish jarayoniga ta’sir qilishi mumkinligi qayd etildi. Keltirilgan metodologiya AI agent tizimlarining iqtisodiy samaradorligini aniqlashda ko‘p o‘lchovli yondashuvni ta’minlab, tadqiqot natijalarining ilmiy ishonchliligini oshiradi[4]. Ushbu metodologik yondashuv AI agentlarining korxona boshqaruvi va avtomatlashtirishdagi o‘rnini nazariy hamda amaliy jihatdan chuqur tahlil qilish imkonini beradi.

Natija va Tahlillar. Tadqiqot natijalari AI agent tizimlarining biznes jarayonlarini avtomatlashtirishda yuqori iqtisodiy samaradorlikka ega ekanligini ko‘rsatdi. Empirik ma’lumotlar tahlili shuni tasdiqlaydiki, AI agentlar joriy etilgan korxonalarda operatsion ko‘rsatkichlar sezilarli darajada yaxshilangani, inson omiliga bog‘liq xatoliklar kamaygani va jarayonlar tezligi oshgani kuzatildi. Birinchi navbatda, **operatsion xarajatlar dinamikasi** tahlil qilindi. AI agentlar asosida avtomatlashtirilgan jarayonlarda xarajatlar o‘rtacha **27,8 %** ga qisqargan bo‘lib, bu ko‘rsatkich xizmat ko‘rsatish sektorida **32 %**, ishlab chiqarishda **24 %**, bank-moliya sektorida esa **29–35 %** oralig‘ida bo‘lgan. Ushbu natijalar agent tizimlarining inson resurslariga bo‘lgan ortiqcha yuklamani kamaytirish, takroriy operatsiyalarni avtomatlashtirish va xatoliklarni minimallashtirish imkoniyatlari bilan izohlanadi[4]. Ikkinchi muhim natija — **jarayonlar samaradorligi va vaqt tejash ko‘rsatkichi**. Tahlillarga ko‘ra, AI agentlar yordamida jarayonlarning

ISSN 3030-3907

bajarilish tezligi o‘rtacha **3,1 baravar** oshgan. Call-markazlarda mijozlarga javob berish vaqti 4,2 martagacha qisqargan bo‘lsa, ishlab chiqarish korxonalarida jarayonlarning o‘rtacha davomiyligi **38–42 %** ga kamaygan. Logistika tarmoqlarida esa yo‘nalishlarni optimallashtirish natijasida **14–21 %** yoqilg‘i va transport xarajatlari tejalgani qayd etildi[4]. Uchinchi natija sifatida, **inson xatosi darajasining kamayishi** alohida e’tiborga molik. AI agent joriy etilmagan korxonalarda xato ulushi 9–12 % oralig‘ida bo‘lgan bo‘lsa, agent tizimlari joriy etilgach, mazkur ko‘rsatkich **1 % dan past** darajaga tushgan[4]. Bu, ayniqsa, kredit skoringi, hujjatlar bilan ishlash, buyurtmalarni qayta ishlash kabi yuqori aniqlik talab qiladigan jarayonlarda sezilarli ustunlik yaratdi. To‘rtinchi natija — **mijoz qoniqishi indeksining oshishi**. AI agentlar yordamida avtomatlashtirilgan xizmatlarda mijoz murojaatlarini qayta ishlash tezligi va aniqligi oshgani sababli, CSI ko‘rsatkichi **30–55 %** ga ko‘tarilgan[5]. Mijozlar bilan kommunikatsiya qiluvchi chatbotlar va AI qo‘llab-quvvatlash tizimlari xizmat sifatini sezilarli yaxshilagan. Beshinchi jihat — **investitsiyaning qaytimi (ROI)** bo‘yicha olingan natijalardir. Tahlil qilingan 15 korxonaning umumiy iqtisodiy ko‘rsatkichlari asosida ROI **164–270 %** oralig‘ida qayd etilgan bo‘lib, bu AI agent tizimlari uchun sarflangan sarmoyalar o‘rtacha **7–9 oy** ichida to‘liq qoplanishini anglatadi.[6] Bu, o‘z navbatida, AI agentlarning iqtisodiy jihatdan yuqori rentabelligini tasdiqlaydi. Shuningdek, **jarayonlarni avtomatlashtirish ulushi** ham sezilarli darajada oshgani aniqlandi. Ilgari qo‘lda bajarilgan 40–60 % jarayonlar AI agentlar tomonidan avtomatlashtirilgan[6]. Natijada xodimlar strategik vazifalarga ko‘proq vaqt ajrata boshlagan, bu esa korxona ichki boshqaruv samaradorligini oshirgan. Natijalar tahlili shuni ko‘rsatadiki, AI agentlar korxonalarda nafaqat iqtisodiy ko‘rsatkichlarni yaxshilaydi, balki tizimli boshqaruvni takomillashtiradi, risklarni kamaytiradi, raqobatbardoshlikni oshiradi va yanada barqaror biznes mexanizmlarini shakllantiradi. BPI monitoring natijalari agent tizimlari faoliyatning har bir bosqichida optimal yechim taklif qilishini, jarayonlarni real vaqtda kuzatib, adaptiv qarorlar qabul qilishini ko‘rsatdi. Bu esa AI agentlarning nafaqat texnologik, balki strategik boshqaruv vositasi sifatidagi ahamiyatini oshiradi.(1-rasm)

ISSN 3030-3907



1-rasm AI agent tizimlari samaradorligining statistikasi

Xulosa. Olib borilgan tadqiqot natijalari sun'iy intellekt agent (AI agent) tizimlarining biznes jarayonlarini avtomatlashtirishda yuqori darajadagi iqtisodiy samaradorlikka ega ekanligini yaqqol ko‘rsatdi. AI agentlar an'anaviy avtomatlashtirish tizimlaridan farqli ravishda nafaqat operatsiyalarni bajaradi, balki jarayonlarni o‘rganadi, real vaqt rejimida tahlil qiladi, optimal qarorlarni ishlab chiqadi va o‘z faoliyatini dinamik ravishda moslashtiradi. Shu bois, AI agent tizimlari korxonalarning strategik boshqaruvi va operatsion faoliyatida muhim o‘rin egallay boshladi. Tadqiqotda olingan empirik natijalar AI agentlar joriy etilgan korxonalarda operatsion xarajatlar o‘rtacha 27–30 % gacha qisqarganini, jarayonlar tezligi 3 martadan ortiq oshganini, inson xatosi esa 1 % dan past darajaga tushganini ko‘rsatdi. Mijoz qoniqishi indeksi 30–55 % ga oshgani, xizmat ko‘rsatish jarayonidagi aniqlik va tezkorlik darajasining sezilarli yaxshilangani agent tizimlarining amaliy samaralaridan biridir[6]. Investitsiyaning qaytimi (ROI) 164–270 % diapazonda bo‘lib, AI agent texnologiyalariga yo‘naltirilgan sarmoyaning o‘rtacha 7–9 oy ichida to‘liq qoplanishini ko‘rsatdi[5]. Shuningdek, AI agent asosidagi avtomatlashtirish jarayonlari korxonalarda boshqaruv madaniyatini takomillashtirishga, vazifalarni optimal taqsimlashga, strategik qarorlarni dalillarga asoslangan holda qabul qilishga va raqobatbardoshlikni oshirishga xizmat qilmoqda. Jarayonlarning sezilarli ulushi avtomatlashtirilishi xodimlar yuklamasini kamaytirib, ularni strategik va ijodiy vazifalarga yo‘naltirish imkonini berdi.

ISSN 3030-3907

Ushbu natijalar shuni anglatadiki, AI agent tizimlari iqtisodiyotning barcha tarmoqlarida — xizmat ko‘rsatish, ishlab chiqarish, bank-moliya, logistika va boshqa sohalarda — samaradorlikni oshirishning yangi imkoniyatlarini ochib bermoqda[4]. Kelgusi yillarda korxonalar raqobatbardosh bo‘lishi uchun AI agent texnologiyalarini biznes jarayonlariga integratsiya qilish zaruratga aylanadi. Umuman olganda, tadqiqot AI agent tizimlari korxonalarning iqtisodiy barqaror rivojlanishi, innovatsion boshqaruvga o‘tishi va global raqobat sharoitida ustunlikka erishishi uchun kuchli transformatsion vosita ekanligini ilmiy ravishda tasdiqladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., & Forcier, L.B. (2016). Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education. Pearson Education.
2. Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial Intelligence in Education: Promises and Implications for Teaching and Learning. Center for Curriculum Redesign.
3. U. Saidov. (2024). ARTIFICIAL INTELLIGENCE-BASED MODELING: Automation, Intelligent Systems, Applications, and Research. Наука и инновации в системе образования.
4. Rasulov A.A., Qodirov I.S. Raqamli texnologiyalar va ta’lim jarayonini transformatsiyalash. – T.: Innovatsiya, 2022. – 198 b.
5. Artificial intelligence-based modeling: automation, intelligent systems, applications, and research. U Saidov - Наука и инновации в системе образования, 2024
6. Лексический анализ слов с помощью программы, написанной на языке phayton
7. Змк адизова, уюу саидов - вестник науки и образования, 2022

ISSN 3030-3907

СИНХРОН МАШИНАЛАРНИ MATLAB SIMULINK ДАСТУРИДА ИШГА ТУШИШ ЖАРАЁНИНИ ТАҲЛИЛ ҚИЛИШ

О.Э. Зайниева

Қарши давлат техника университети, "ЭТ ва ИЭТ" кафедраси доценти.

Ж.Р. Муродуллаев

Қарши давлат техника университети, 2-босқич магистранти.

Аннотация Ушбу мақолада синхрон машиналарнинг MATLAB Simulink муҳитида ишга тушиш жараёнини моделлаштириш ва таҳлил қилиш масалалари кўриб чиқилган. Синхрон двигателларни ишга тушириш пайтида юзага келадиган ўтиш жараёнлари, айланиш тезлиги, электромагнит момент, статор ва ротор токларининг ўзгариши ҳамда қўзғатиш тизимининг таъсири Simulink моделлари асосида тадқиқ этилган. Моделлаштириш жараёнида синхрон машинанинг математик модели, унинг электр ва механик қисмлари, юклама таъсири ҳамда турли ишга тушириш усуллари (асинхрон ишга тушириш, ташқи қўзғатиш орқали ишга тушириш) таҳлил қилинган. Олинган натижалар синхрон машиналарнинг ишончли ва самарали ишга тушиш режимларини танлашда муҳим аҳамият касб этиши аниқланган.

Калит сўзлар: Синхрон машина, MATLAB, Simulink, ишга тушириш жараёни, математик модел, электромагнит момент, қўзғатиш тизими, ўтиш жараёнлари, электр двигател, моделлаштириш.

Аннотация. В данной статье рассматриваются вопросы моделирования и анализа процесса пуска синхронных машин в среде MATLAB Simulink. На основе моделей Simulink исследованы переходные процессы, возникающие при пуске синхронных двигателей, изменение скорости вращения, электромагнитного момента, токов статора и ротора, а также влияние системы возбуждения. В процессе моделирования проанализирована математическая модель синхронной машины, её электрическая и механическая части, влияние нагрузки и различные способы пуска (асинхронный пуск, пуск с внешним возбуждением). Установлено, что полученные результаты имеют важное значение при выборе надёжных и эффективных режимов пуска синхронных машин.

Ключевые слова: Синхронная машина, MATLAB, Simulink, процесс пуска, математическая модель, электромагнитный момент, система возбуждения, переходные процессы, электрический двигатель, моделирование.

Abstract. This paper considers the issues of modeling and analyzing the starting process of synchronous machines in the MATLAB Simulink environment. Based on Simulink models, transient processes occurring during the starting of synchronous motors, changes in rotational speed, electromagnetic torque, stator

and rotor currents, as well as the influence of the excitation system are investigated. During the modeling process, the mathematical model of the synchronous machine, its electrical and mechanical parts, load influence, and various starting methods (asynchronous starting, starting with external excitation) are analyzed. The obtained results are shown to be of significant importance in selecting reliable and efficient starting modes of synchronous machines.

Keywords: Synchronous machine, MATLAB, Simulink, starting process, mathematical model, electromagnetic torque, excitation system, transient processes, electric motor, modeling.

Кириш

Маълумки, анъанавий СКнинг дифференциал тенгламалари ночизиқли ва шу сабабли уларни ечишда маълум қийинчиликлар юзага келади [1].

Синхрон компенсаторнинг дифференциал тенгламаларини тузишда ва уларни ечишда қуйидаги чекинишларни ҳисобга олинади [2]:

1) синхрон компенсатор пўлат ўзагининг магнит сингдирувчанлиги чексизликга тенг ва тўйинмаган;

2) статор ва роторнинг магнит майдони хаво орлиғи бўйлаб синусоидал тарқалади;

3) фаза чулғамлари симметрик;

4) тинчлантирувчи (демпфер) чулғам стерженлари ротор ўқига нисбатан симметрик жойлашган [3].

Машинанинг бўйлама ва кўндаланг ўқларда бошқа катталикларини ҳам ифодалаш мумкин. d ва q ўқларни қўллаб машина барча катталикларини иккита ташкил этувчилар билан ифодалаш орқали тўла алгебраик дифференциал тенгламаларини ифодалаймиз [4, 5].

Бунда Парк-Горев тенгламасидан фойдаланиб қуйидагича ёзамиз:

ISSN 3030-3907

$$\left.\begin{aligned} U_{sd} &= i_{sd}r_s + \frac{d\psi_d}{dt} - \omega_s\psi_q \\ U_{sq} &= i_{sq}r_s + \frac{d\psi_q}{dt} + \omega_s\psi_d \\ U_f &= \frac{d\psi_f}{dt} + r_f i_f \\ 0 &= \frac{d\psi_{Dd}}{dt} + r_{Dd}i_{Dd} \\ 0 &= \frac{d\psi_{Dq}}{dt} + r_{Dq}i_{Dq} \\ M_Э &= \frac{3}{2}\left(\psi_d i_{sq} - \psi_q i_{sd}\right) \\ J\omega_s \frac{ds_M}{dt} &= M_{MЭX} - M_Э \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

(1) да тизими ҳаракат тенгламаси ёки механик мувозанат тенгламаси қуйидагича аниқланади [6]:

$$M_T = M + Jd\Omega/dt,$$

(2) да $M_T -$ ташқи айлантирувчи момент синхрон компенсатор учун нолга тенг, шу сабабли (2) – формула қуйидаги кўринишда бўлади

$$0 = M + Jd\Omega/dt,$$

бу ерда $M -$ электромагнит момент; $J -$ ротор массаларининг айлантирувчи инерция моменти; $\Omega -$ роторнинг бурчак тезлиги.

Ҳаракатланиш тенгламасини нисбий бирликларда ёзиш учун, унинг иккала қисмини $M_\delta -$ базис моментга бўлиш керак. У ҳолда ҳаракатланиш тенгламасини қуйидагича ёзиб қўямиз [7]:

$$0 = M + T_J d\omega/dt,$$

Бу ерда $M, \omega -$ лар нисбий бирликларда, айланувчи массаларнинг инерция доимийси $T_J = J \cdot \omega^2/p^2 p_\delta -$ секундларда кўрсатилган [8].

Электромагнит момент. Маълумки, машинанинг оқим илашимликлари ва токлари орқали электромагнит момент қуйидаги ифода билан аниқланади [7, 9]:

$$M = \psi_{a\alpha} \cdot i_{\alpha\beta} - \psi_{a\beta} \cdot i_{a\alpha}$$

Бу ифода бир неча мураккаб бўлмаган ўзгартиришлардан кейин [10]: кўринишга эга бўлади

$$M = i_d \cdot \psi_q - \cdot i_q \cdot \psi_d$$

Юқоридаги (1) - (5) гача бўлган тенгламалар синхрон компенсаторнинг ишга тушириш жараёнининг математик ифодасини ташкил этади. (1) – (5) тенгламалар тизимидан фойдаланиб, анъанавий СКни асинхрон усулда ишга

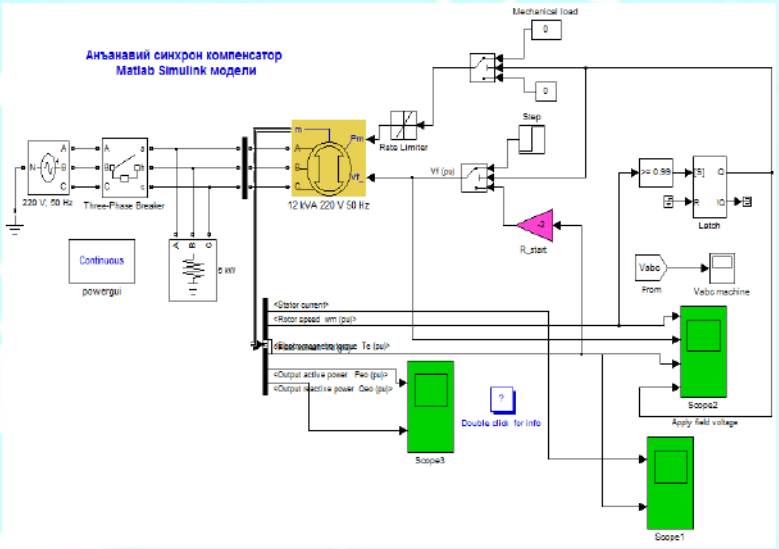
ISSN 3030-3907

тушириш жараёнини тадқиқ қилиш MatLab Simulink дастуридаги модели тузилган (1-расм).

1-расмда анъанавий синхрон компенсаторни ишга тушириш жараёнини MatLab Simulink дастуридаги модели асосий икки қисмдан иборат бўлиб, улар электр ва механик қисмлардир. Ушбу моделдаги электр қисми синхрон компенсаторнинг статор ва ротор занжиридаги электромагнит жараёнларни ҳисоблайди, механик қисми эса роторнинг механик ҳаракатини ҳисоблайди [11].

Юқоридаги тенгламалар тизимини ечиш учун Matlab Simulink моделини қуйидагича тузамиз.

Қуйидаги синхрон компенсатор дифференциал тенгламалар тизимига этибор берсак, тенгламалар тизими асосий икки қисмдан иборат бўлиб, у электр катталиклар қисми ва механик катталиклар қисмдан ташкил топган.



1-расм. Анъанавий синхрон компенсаторни ишга тушириш жараёнини MatLab Simulink дастуридаги модели

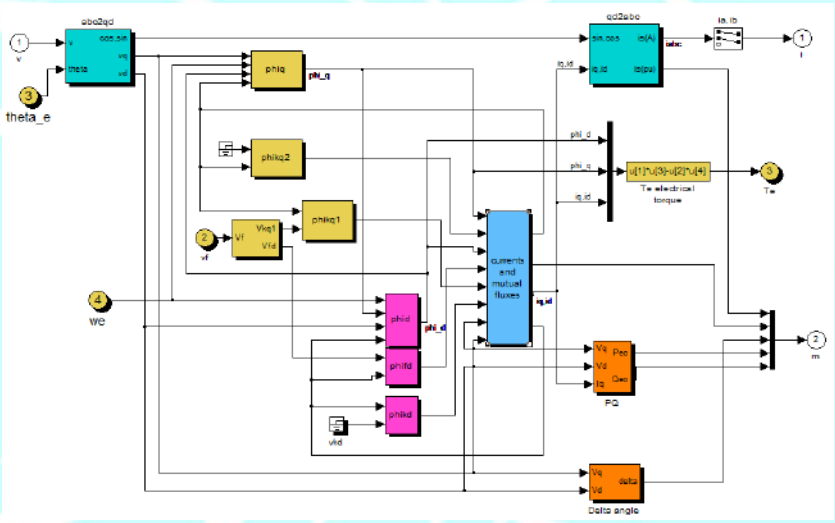
(1) дифференциал тенгламалар тизимининг аввалги 5 та ташкил этувчиси электромагнит жараёнларни ифодаловчи дифференциал тенгламалардир ва тенгламалар тизимининг охирги 6-7 чи ташкил этувчиси синхрон компенсатор роторининг механик ҳаракат тенгламаси ҳисобланади [3].

Шунинг учун Matlab Simulink моделини яратишда иккита асосий қисмни кўриб чиқамиз. Синхрон компенсаторнинг электр қисми Matlab Simulink моделини яратишда (1) тенгламалар тизими токлар ва оқим илашимликлари учун қуйидаги нимтизимни тузамиз. Юқоридаги нимтизим бир нечта қисмлардан ташкил топган бўлади.

(A, B, C) фаза координата тизимини (d, q) координата тизимига ўтказувчи нимтизим; (d, q) координата тизимини (A, B, C) фаза координата тизимига ўтказувчи нимтизим; (d, q) ўқлари бўйича оқим илашимликлари,

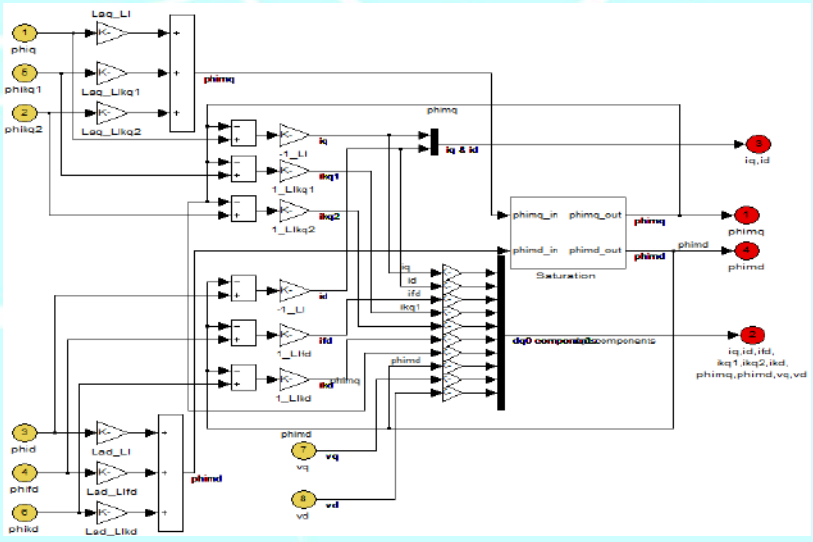
ISSN 3030-3907

демпфер катталиклар ҳамда токларни ҳисобловчи нимтизимлар; актив ва реактив қувватларни ҳисобловчи нимтизимдан иборат [3].



2-расм. Анъанавий синхрон компенсаторнинг электр қисми учун Matlab Simulink нимтизими

Синхрон компенсаторнинг юқоридаги (1) тенгламалар тизими учун d ва q ўқлари бўйича токлари ва оқим илашимликларини ҳисобловчи қуйидаги нимтизимни тузамиз.

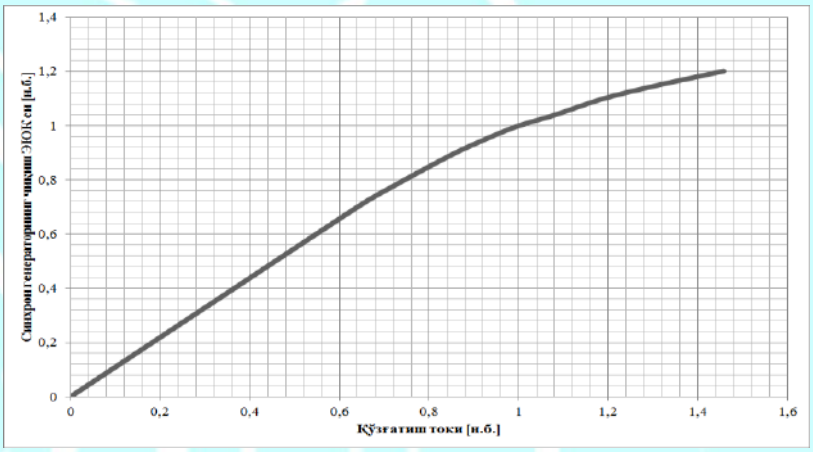


3-расм. Синхрон компенсаторнинг d ва q ўқлари бўйича, токлари ва оқим илашимликларини ҳисобловчи нимтизим

Ушбу нимтизимда синхрон компенсатор магнит ўзагининг тўйинишини ҳисобга олувчи нимтизим мавжуд. Ушбу нимтизим ёрдамида синхрон компенсаторнинг юксиз ишлаш характеристикасини полином апрокцимациялаш ёрдамида барча ўткинчи жараёнларни ҳисоблашда магнит ўзак тўйинишини ҳисобга олишнинг имконияти мавжуд.

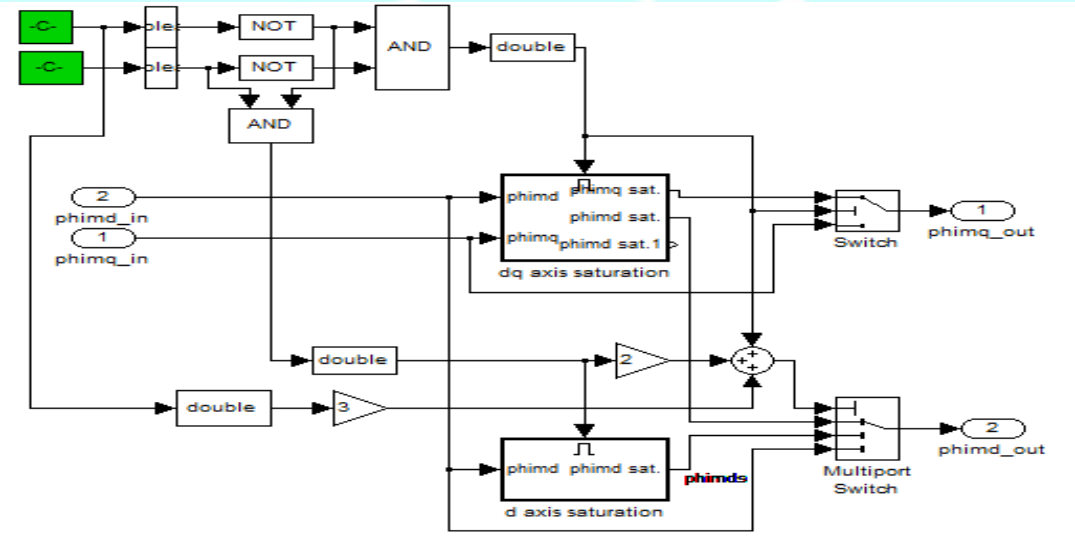
ISSN 3030-3907

i_{f*}	U_*
0	0
0,6404	0,7
0,7127	0,7698
0,8441	0,8872
0,9214	0,9466
0,9956	0,9969
1,082	1,0495
1,19	1,1
1,316	1,151
1,457	1,201



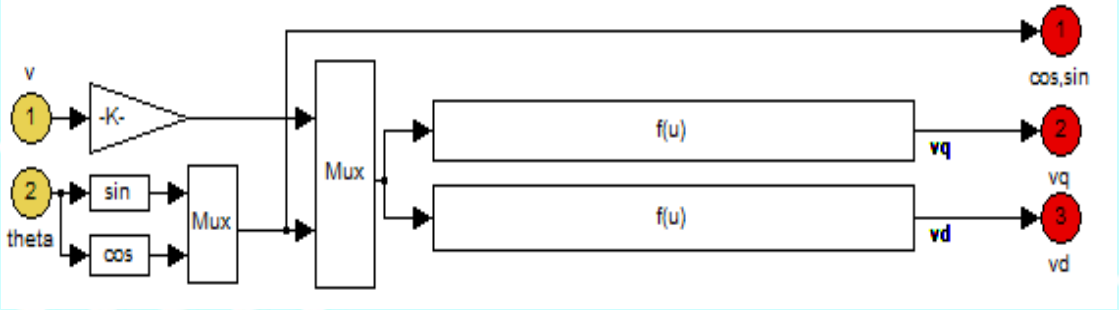
4-расм. Синхрон компенсаторнинг салт ишлаш тавсифи

Синхрон компенсатор магнит ўзагининг тўйинишини ҳисобга олувчи нимтизимга синхрон компенсаторнинг қуйидаги салт ишлаш характеристикаси параметрлари киритилган бўлиб, ўткинчи жараёнларни моделлаштиришда магнит ўзакнинг тўйинишини ҳисобга олади.



5-расм. Синхрон компенсатор магнит ўзагининг тўйинишини ҳисобга олувчи нимтизим

(A, B, C) фаза координата тизимини (d, q) координата тизимига ўтказувчи нимтизим қуйидагича бўлади:

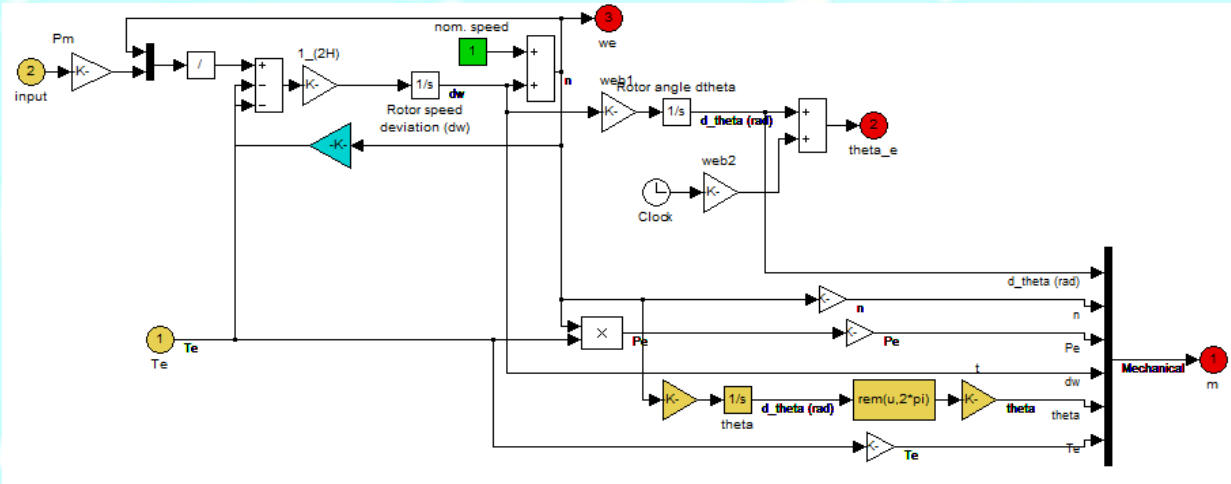


6-расм. (A, B, C) фаза координата тизимини (d, q) координата

ISSN 3030-3907

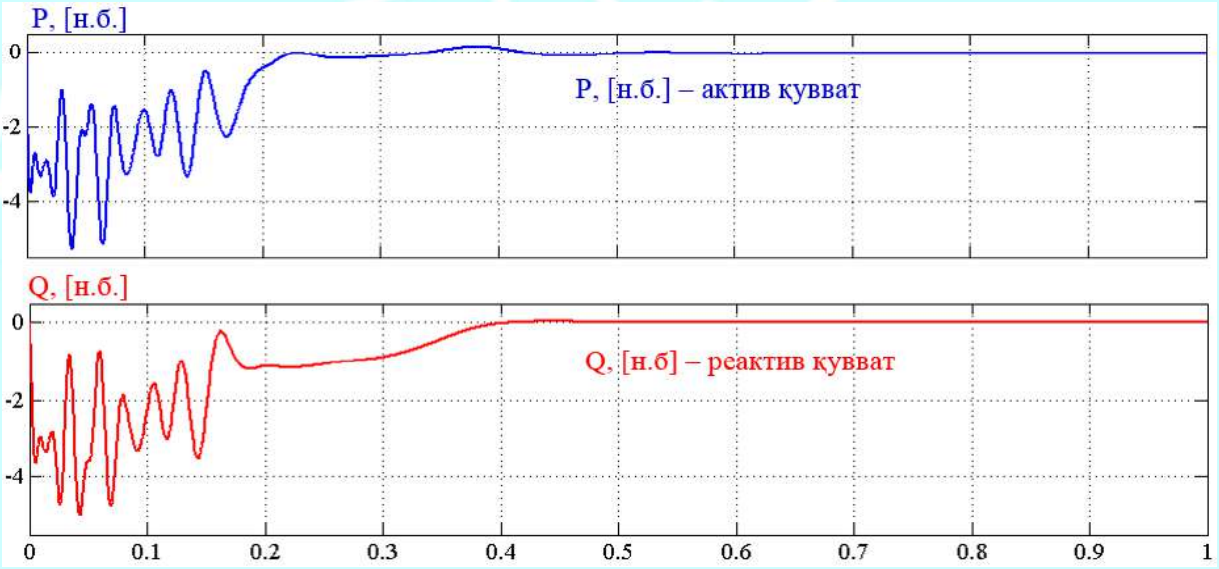
тизимига ўтказувчи нимтизим

1) дифференциал тенгламалар тизимининг (1) охирги 7 чи ташкил этувчиси синхрон компенсатор роторининг механик ҳаракат тенгламаси бўлиб унинг Matlab Simulink модели қуйидагича яратилади:



7-расм. Роторининг механик ҳаракати модели

Қуйида қуввати 15 кВА, айланиш тезлиги 1500 айл/мин бўлган анъанавий синхрон компенсаторнинг MatLab Simulink дастурида ишга тушириш натижалари келтирилган.



8-расм. Анъанавий синхрон компенсаторнинг MatLab Simulink дастурида ишга тушириш жараёнидаги актив ва реактив энергияси ўзгариш графиги

8-расмда анъанавий синхрон компенсаторнинг MatLab Simulink дастурида олинган ишга тушириш жараёнидаги актив ва реактив энергиялари ўзгариши графиклари келтирилган бўлиб, бунда синхрон компенсатор 0,42 секундда ишга тушганини кўришимиз мумкин.

ХУЛОСА

MATLAB Simulink муҳитида синхрон машиналарнинг ишга тушиш жараёнини таҳлил қилиш ушбу машиналарнинг динамик хусусиятларини

ISSN 3030-3907

чуқур ўрганиш имконини беради. Моделлаштириш натижалари шуни кўрсатадики, ишга тушириш усули ва қўзғатиш тизимининг тўғри танланиши синхрон машинанинг барқарор ишлашини таъминлайди ҳамда ток зарбалари ва механик юкланишларни камайтиради. Simulink асосида олинган таҳлил натижалари амалий лойиҳалаш ишларида, энергетик тизимларда синхрон двигателлардан самарали фойдаланиш ва уларнинг ишончлилигини ошириш учун муҳим илмий-амалий асос бўлиб хизмат қилади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР РЎЙХАТИ.

1. Акимов Н.А., Антонов М.В. Испытания, эксплуатация и ремонт электрических машин. - М.: Академия, 2003. -384 с.
2. Алексеев Б.А. Использование генераторов на электростанциях для выдачи и поглощения реактивной мощности. Энергоэксперт, № 5, 2008, с. 88.
3. Аллаев К.Р. Режимы электрических систем с асинхронными турбогенераторами. Т. ТГТУ, 2005. 286 с.
4. Аллаев К.Р. Электромеханик ўткинчи жараёнлар. Ўқув қўлланма. -Т.: “Молия” нашриёти, 2007. 272 б.
5. Аллаев К.Р. Энергетика мира и Узбекистана. Аналитический обзор. - Т.: Издательство “Молия” Банковско-финансовой академии, 2007. 388 с.
6. Аллаев К.Р., Мирзабаев А.М. Малые колебания электрических систем. Матричный подход. - Т.: “Молия” нашриёти, 2007. 272с.
7. Аманулла А.Х. Синхронный компенсатор в режиме глубокого потребления реактивной мощности. Диссертация. 2002 йил. С-125.
8. Антонюк О. В. [и др.] Проектируемые и выпускаемые в ОАО "Силовые машины" асинхронизированные турбогенераторы // Электротехника. - 2010. - № 2. - С. 23-29.
9. Аристов А.В., Бурулько Л. К., Паю Л.А. Математическое моделирование в электромеханике. Учебное пособие, -Томск: Изд. ТПУ, 2005. 155 с.
10. Армеев Д.В., Чехонадских А.В., Нестеренко Г.Б. Ресурсы стабилизации напряжения синхронного генератора АРВ сильного действия // Вестник ИГЭУ. 2017. № 1. С. 24-32.
11. Армеев Д.В., Чехонадских А.В., Нестеренко Г.Б.. Переходные процессы синхронного генератора с ПИДД2 АРВ на границе устойчивости // Новое в российской электроэнергетике, 2017. № 12. С. 33-43.

ISSN 3030-3907

O‘SIMLIK MOYLARINI PRESSLASH, EKSTRAKSIYA QILISH VA RAFINATSIYALASH JARAYONLARINI OPTIMALLASHTIRISH

Matluba Isaqova Abduhalimovna

Toshkent irrigatsiya va qishloq xo‘jaligini mexanizatsiyalash muhandislari instituti” Milliy tadqiqot universiteti tayanch doktoranti

Annotatsiya. Jahonda oziq-ovqat va farmatsevtika sohasida ekologik toza mahsulotlarni ishlab chiqarish samaradorligini oshirish masalalari dolzarb hisoblanadi. Rivojlangan mamlakatlar ilmiy va oliy ta'lim muassasalarida ekstraksiya jarayonlarini boshqarish va optimallashtirish bo‘yicha keng qamrovli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda. Jumladan, Total Energies, Schneider Electric, Siemens, Emerson Electric, ABB, Rockwell Automation, Endress+Hauser kabi sanoat gigantlari, shuningdek, Massachusetts Institute of Technology (MIT) (AQSH), University of Cambridge (Buyuk Britaniya), ETH Zurich (Shveytsariya), Technical University of Munich (Olmoniya), University of Tokyo (Yaponiya), kabi nufuzli ilmiy markazlar ekstraksiya jarayonlarini boshqarish va optimallashtirish texnologiyalarini ishlab chiqish bo‘yicha izlanishlar olib borilmoqda. Ushbu maqolada paxta chigitidan yog‘ olish jarayonini matematik modellashtirish orqali modda almashish jarayonlarini aniqlash va boshqarish, yog‘ olish jarayonlarining asosiy bosqichlari, jumladan, urug‘larni parchalash, yog‘ni siqib chiqarish va uni tozalash jarayonlari uchun holatni aniqlash va baholash algoritmlari, paxta chigitidan yog‘ olish jarayonini baholash va optimallashtirish uchun hisoblash usullariga asoslangan boshqaruv tizimi ishlab chiqilgan.

Kalit so‘zlar: O‘simlik moyi, ekstraksiya, qattiq faza, tahlil, massa almashinuvi.

Аннотация. В мировом масштабе актуальной задачей является повышение эффективности производства экологически чистой продукции в пищевой и фармацевтической отраслях. В научных и высших учебных заведениях развитых стран проводятся широкомасштабные научные исследования, направленные на управление и оптимизацию экстракционных процессов. В частности, такие промышленные гиганты, как Total Energies, Schneider Electric, Siemens, Emerson Electric, ABB, Rockwell Automation и Endress+Hauser, а также ведущие научные центры, включая Massachusetts Institute of Technology (MIT, США), University of Cambridge (Великобритания), ETH Zurich (Швейцария), Technical University of Munich (Германия) и University of Tokyo (Япония), ведут активные исследования по разработке технологий управления и оптимизации процессов экстракции. В данной статье разработана система управления, основанная на вычислительных методах, для оценки и оптимизации процесса получения масла из хлопчатниковых семян посредством математического моделирования. Рассматриваются вопросы определения и управления

ISSN 3030-3907

процессами массообмена, основные стадии получения масла, включая дробление семян, отжим масла и его очистку, а также разработка алгоритмов идентификации и оценки состояния указанных процессов.

Ключевые слова: Растительное масло; экстракция; твердая фаза; анализ; массообмен.

Annotation. Improving the efficiency of producing environmentally friendly products in the food and pharmaceutical industries is a pressing issue worldwide. In developed countries, extensive scientific research is being conducted in scientific and higher education institutions on the control and optimization of extraction processes. In particular, industrial giants such as Total Energies, Schneider Electric, Siemens, Emerson Electric, ABB, Rockwell Automation, and Endress+Hauser, as well as leading research centers including the Massachusetts Institute of Technology (MIT, USA), the University of Cambridge (UK), ETH Zurich (Switzerland), the Technical University of Munich (Germany), and the University of Tokyo (Japan), are actively engaged in developing technologies for the control and optimization of extraction processes. This article presents the development of a control system based on computational methods for evaluating and optimizing the cottonseed oil extraction process through mathematical modeling. The study focuses on identifying and controlling mass transfer processes, determining the main stages of oil extraction—including seed crushing, oil pressing, and purification—and developing algorithms for state identification and assessment of these processes.

Keywords: Vegetable oil; extraction; solid phase; analysis; mass transfer.

Kirish.

Hozirgi global sharoitda oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash, atrof-muhit barqarorligi va qayta tiklanuvchi energiya manbalariga bo‘lgan ehtiyojning ortib borishi o‘simlik moylarini samarali ajratib olish (ekstraksiya qilish) masalalariga ilmiy qiziqishni sezilarli darajada kuchaytirdi.

Ekstraksiyalash – bu eritma yoki qattiq jismlar tarkibidan bir yoki bir necha komponentlarni maxsus suyuqlik (erituvchi) yordamida ajratib olish jarayoniga nisbatan aytiladi. Shuni alohida ta’kidlash kerakki, erituvchi aralashmada erimaydi, lekin ekstraksiyalanayotgan komponentni eritadi [1]. Ekstraksiyalanayotgan zarrachalariing tuzilishi, ya’ni ularniig o‘lchamlari, mikro-teshikchalarining xarakteri va kattaligi, shuninglek erituvchining ekstraksiyalanayotgan zarrachalarning xar biriga to‘liq va oson yetib borishi moyning to‘liq va tez ekstraksiyalab olinishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ekstraksiyalanayotgan maxsulotning qurilmaning ishchi xajmida xajmiy zichligi qanchalik katta bo‘lsa, ekstraktorning ishchi xajmi shunchalik to‘liq ishlatiladi, ishlab chiqarish unumdorligi xam oshadi [2]. Zarrachalarning geometrik shakli va

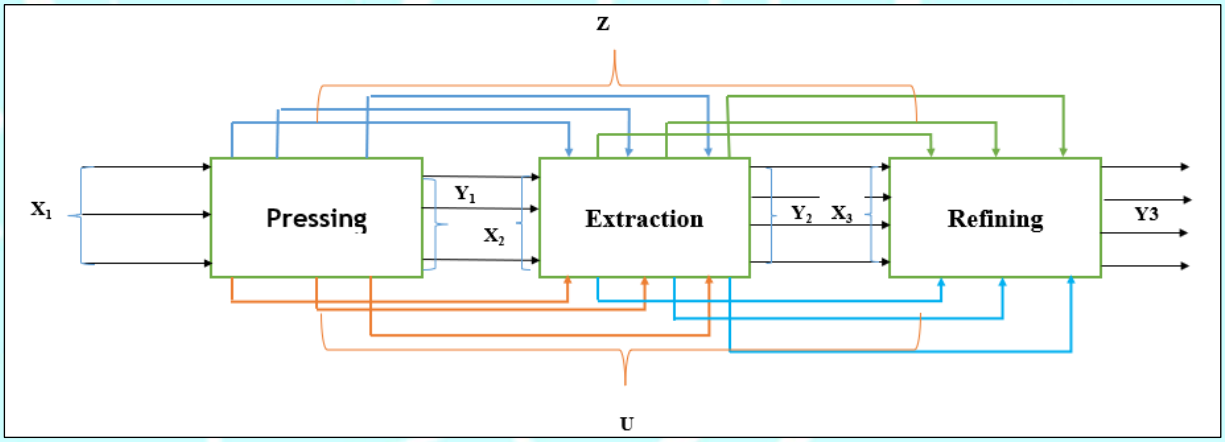
ISSN 3030-3907

o‘lchamlari zarrachalar qatlamining xarakteristikasi yoki tuzilishini ta’minlab, zarrachalarning xar biri bilan erituvchining tasirlashishini osonlashishiga olib keladi.

O‘simlik moylarini ekstraksiyalash jarayoni murakkab texnologik bosqichlardan iborat bo‘lib, har bir bosqichda turli komponentlar va kimyoviy formulalar ishtirok etadi.

2. Usullar

Tadqiqot jarayonida tizimli tahlil, texnologik jarayonlar va ishlab chiqarishlarni modellashtirish va optimallashtirish usullari, texnologik o‘lchash usullari, avtomatik boshqarishning zamonaviy usullaridan foydalanilgan.



1-rasm. Axborot almashinuvi usulining strukturaviy sxemasi.

Bu yerda: x_1, x_2, x_3 -presslash, ekstraksiyalash va rafinatsiyalash jarayonlarining kiruvchi parametrlari, y_1, y_2, y_3 – chiquvchi parametrlar, z- g‘alayonlar, U – boshqaruv parametrlari.

Ushbu diagramma presslash, ekstraksiyalash va rafinatsiyalash jarayonlarini parametrlari bir-biri bilan uzviy bog‘liqligini ko‘rsatadi. Jarayonlarni matematik modellashtirish va optimallash masalalarini ko‘rib chiqamiz.

Qattiq fazali jismlarda kimyoviy va diffuzion jarayonlarning tezligini oshirish, energiya sarfini kamaytirish uchun ularni sirt yuzini kattalashtirish orqali amalga oshirish sanoatda keng qo‘llaniladi [3,4]. Qattiq xom-ashyolarni parchalashni ko‘rsatkchi ularning maydalanish darajasi-ρ – bilan harakterlanib, qattiq jismni o‘rtacha diametrini – D parchalanish natijasida maydalangan bo‘lakchalarni o‘rtacha diametriga – **d** nisbati bilan belgilanadi, ya’ni:

$$\rho = D/d \qquad (1)$$

$$d = \sqrt[3]{l * h * Z} \qquad (2)$$

$$d_{o'rt} = \frac{(d_{max} + d_{min})}{2} \qquad (3)$$

$$d_{o'rt} = \frac{(\boldsymbol{d_1}_{o'rt} * \boldsymbol{C_1} + \boldsymbol{d_2}_{o'rt} * \boldsymbol{C_2} + \cdots + \boldsymbol{d_n}_{o'rt} * \boldsymbol{C_n})}{\boldsymbol{C_1} + \boldsymbol{C_2} + \cdots + \boldsymbol{C_n}} \qquad (4)$$

Yetarli darajada maydalanmay qolgan chigit bo‘lakalarini “yopiq sikl” texnologiyasi asosida transportyor yordamida presslash qurilmasiga qaytadan

ISSN 3030-3907

yuboriladi va u yerda qaytadan presslash orqali sirt yuzasini yanada oshirishga erishiladi.

“Yopiq sikl” texnologiyasiga asoslangan presslash jarayonini sxemasi Fig.2. da keltirilgan.

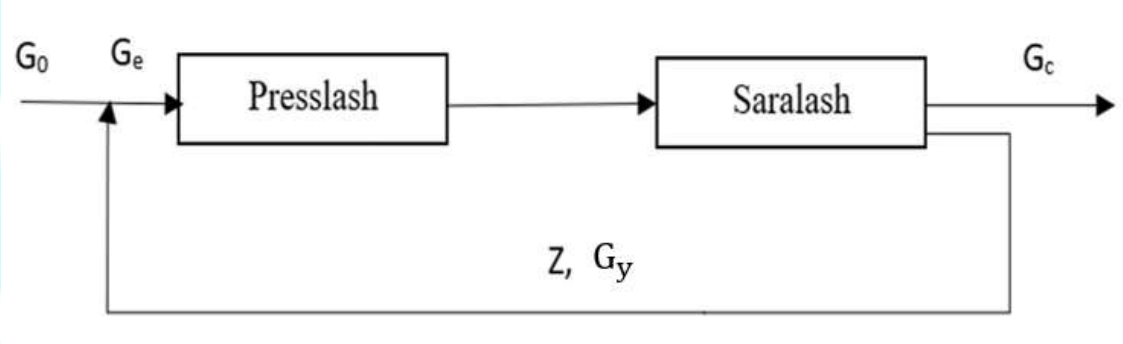


Figure 2. “ Yopiq sikl” asosida presslash –saralash jarayonini blok sxemasi:

G_0 –parchalanishga berilgan boshlang‘ich chigit miqdori, G_e - qayta parchalanadigan yirik chigit miqdori, Gc- chiqishdagi parchalanadigan chigit miqdori; Z- chigitni parchalanishga qaytarilgan qismi.

Yetarli darajada maydalanmay qolgan G^y- boshlang‘ich va qayta parchalanishga berilgan chiqit miqdorini Z qismini tashkil etadi ya’ni

$$G^y = G_e * Z \qquad (5)$$

Presslashga tushgan G_e ikki qismga ajratiladi:

$$Z_q + Z_c = Z; \quad Z = 1 \qquad (6)$$

bo‘lganligi uchun quyidagi balans tenglamasini tuzamiz

$$G_e = G_c(1-Z) + G^y * Z \qquad (7)$$

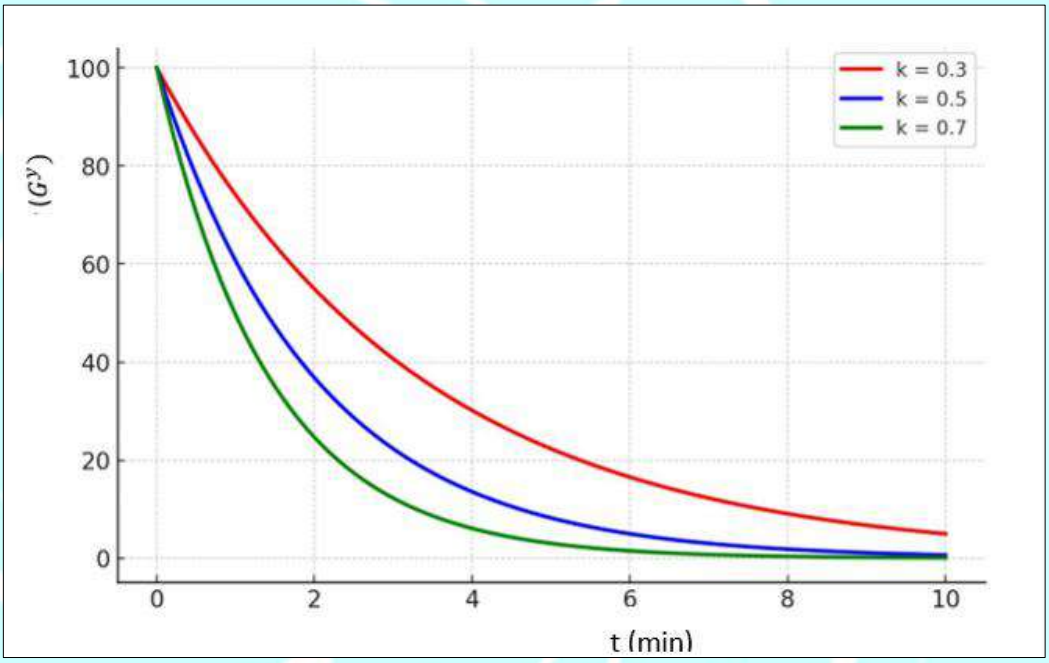
Parchalanishga tushgan boshlang‘ich chigit miqdoridan G_0 maydalanmay qolgan G^y qismi “Yopiq sikl” texnologiyasi asosida t- vaqt o‘tishi davomida quyidagi qiymatga ega bo‘ladi.

$$G^y = G_0 * e^{-kt} \qquad (8)$$

Bu yerda t – chigitni parchalanishga tushgan vaqtdan to saralanishgacha ketgan vaqti; k – presslash tezligi konstantasi; G_0 miqdoridagi o‘simlik urug‘ini presslash uchun ketgan vaqti – t presslash uskunasining quvvatiga – q va Z qayta parchalanish koeffitsiyentiga bog‘liq.

$$\begin{cases} d_{o'rt} = \dfrac{(d_{1\,o'rt} * C_1 + d_{2\,o'rt} * C_2 + \cdots + d_{n\,o'rt} * C_n)}{C_1 + C_2 + \cdots + C_n} \\ t = \dfrac{G_0}{G(1-Zc)} \\ G^y = G_0 * e^{-kt} \end{cases} \qquad (9)$$

ISSN 3030-3907



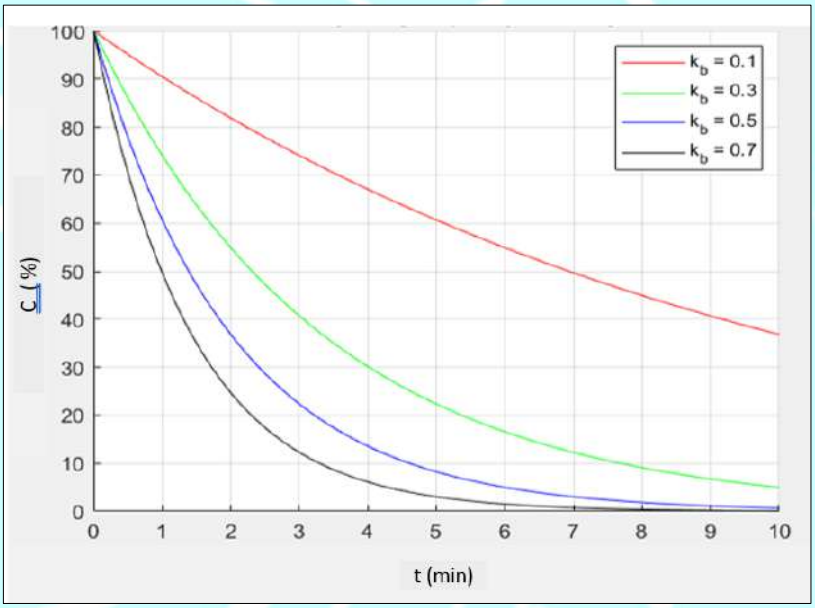
3-rasm. Maydalash jarayonining turli tezlik konstantalari bilan tavsifi

O‘simlik yog‘larini ekstraksiyalash jarayoni murakkab bo‘lib, ko‘p parametrli boshqaruv obekti hisoblanadi.

$$\begin{cases} \frac{dc_e}{d\tau} = \frac{1}{\tau_{o'rt}}[c_e^k - c_e^{ch}] \\ V_e * \rho_e \frac{dc_e}{d\tau} = Q_e * c_e - [Q_u^k + (1 - c_e^k) * Q_e]c_u^{ch} \\ Q_u^{ch} = Q_u^k - [1 + c_e^k]\, Q_e^k \\ \mathrm{M_{yog'}} = \mathrm{M_{mis}} * \mathrm{c_{yog'}} \\ Q_0 - Q_0 * c_0 = Q_{Sh} - Q_{Sh} * c \\ Q_{Sh} = Q_0 * \frac{1-c_0}{1-c} \\ Q_m = Q_0 * (c_0 - \frac{1-c_0}{1-c} * c) \\ \frac{dC}{d\tau} = \frac{1}{V_s\rho_s}(L_s(c_{e.b.k} - c_{e.ch.k}) + Q_m) \end{cases} \quad (10)$$

Yog‘ni ajratib olish jarayonining to‘liq matematik ifodasi chigitdan yog‘ni olishdagi biologik, fizik, modda va issiqlik almashinuv jarayonlarini hamda gidrodinamik oqim holatini ifodalovchi tenglamalar orqali sodir bo‘ladigan jarayonlarning matematik modellari quriladi. O‘simlik moylarini ekstraksiyalash jarayonini yanada takomillashtirish uchun uning matematik modelini qurish va uning yordamida yog‘ miqdorini oshirish ishlari oshiriladi. Kompyuter modellashtirish esa texnologik jarayonni boshqaruv parametrlarini tanlash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907



4 - rasm. Modda konsentratsiyasining vaqt bo‘yicha kamayish dinamikasi

Parchalangan o‘simlik urug‘laridan yuqori konsentrasiyali va sifatli texnik yog‘ni ajratib olish uchun yuqoridagi o‘zgartirishlardan so‘ng ekstraksiya jarayonining quyidagi matematik modelini olishimiz mumkin: O‘simlik urug‘laridan texnik yog‘ni ajratib olish (ekstraksiyalash) jarayonini samarali amalga oshirish uchun jarayondagi ketma–ket yozaga keladigan har bir jarayonni matematik ifodasini aniq o‘rganish va analiz qilish optimallikka erishishning eng asosiy usuli hisoblanadi. Ishlab chiqilgan modulning qattiq va suyuq fazalar konsentrasiyasining o‘zgarishiga sezilarli ta'sir ko‘rsatishini tasdiqlaydi.

3. Olingan natijalar va ularning tahlili.

O‘simlik moylarini olishda ishlatiladigan asosiy texnologik usullariga presslash, ekstraksiya va rafinatsiya jarayonlari hisoblanib mazkur usullarning samaradorligi ko‘plab texnologik va fizik-kimyoviy omillarga bog‘liq. Shu bois, ushbu jarayonining matematik modeli asosida optimallash masalasini yechish ishlab chiqarish samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

t (min)

Ekstraksiya jarayonini optimallashtirish quyidagi chegaraviy shartlar e'tiborga olinadi:

$$50 \leq T_{ek} \leq 65$$
$$60\% \leq C_{erituvchi} \leq 95\%$$
$$60 \leq t_{ek} \leq 90$$

ISSN 3030-3907

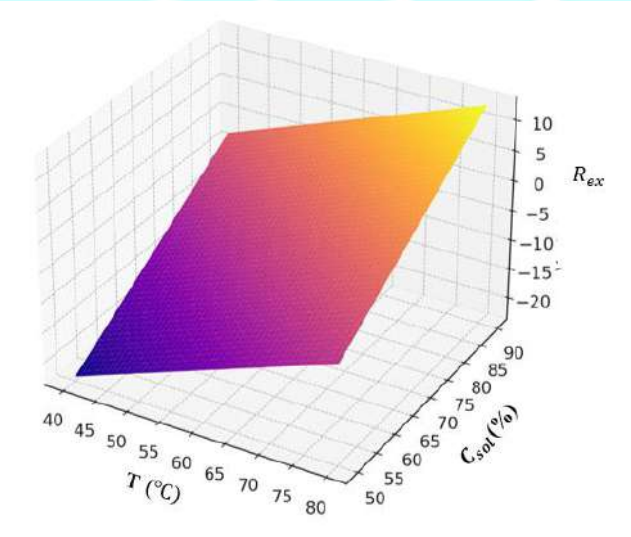


Figure 6. Yog‘ ekstraksiyasi samaradorligining harorat va erituvchi konsentratsiyasiga bog‘liqligi.

Harorat oshishi bilan yog‘ chiqishi ortadi: 40°C atrofida yog‘ chiqishi past bo‘lib, 80°C ga yaqinlashganda sezilarli ravishda ortadi. Demak, yuqori harorat yog‘ni erituvchiga yaxshiroq o‘tkazishga yordam beradi.

Erituvchi konsentratsiyasi oshishi bilan ham yog‘ chiqishi ortadi: 50% konsentratsiyada kam yog‘ chiqadi. 90% konsentratsiyada maksimal yog‘ chiqishi kuzatiladi. Erituvchi kuchaygani sari yog‘ni ajratish qobiliyati oshadi.

Harorat va erituvchi konsentratsiyasi birgalikda oshganda maksimal natija olinadi:

Grafikning eng yuqori qismi (sariq rang) harorat va konsentratsiya ikkalasi ham yuqori bo‘lganda yuzaga keladi.

Bu RSM uchun tipik xulosa: interaktsiya mavjud — ikki parametrning birgalikdagi ta’siri individual ta’sirlar yig‘indisidan kattaroq.

Agar faqat haroratni oshirsak, yog‘ chiqishi ortadi, lekin erituvchi konsentratsiyasi past bo‘lsa, maksimal natijaga yetib bo‘lmaydi. Xuddi shunday, faqat erituvchi konsentratsiyasini oshirsak ham harorat past bo‘lsa, to‘liq optimal chiqish bo‘lmaydi.

Optimal sharoit: harorat 70–80°C va erituvchi konsentratsiyasi 85–90% atrofida bo‘ladi.

Shuningdek, o‘rta haroratda (55–65°C) va o‘rta konsentratsiyada (65–75%) ham ma’lum darajada yaxshi yog‘ chiqishi mumkin, lekin maksimal darajada emas.

Grafikdan ko‘rinib turibdiki, harorat va erituvchi konsentratsiyasi parametrlarining individual va o‘zaro ta’siri yog‘ chiqish ko‘rsatkichiga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Harorat va konsentratsiyaning oshishi yog‘ning erituvchiga o‘tishini kuchaytirib, maksimal yog‘ chiqishini ta’minlaydi. Ekstraksiya jarayonini optimallashtirish uchun RSM modeli asosida harorat va konsentratsiyaning optimal kombinatsiyasini aniqlash zarur.

ISSN 3030-3907

Xulosa. Tadqiqot natijalarining ishonchliligi uslubiy asoslangan nazariy hisob-kitoblarni amalga oshirishga, paxta chigitidan yog‘ olish jarayonini modda almashish qonuniyatlari asosida aniqlash va boshqarish yondashuvlariga, shuningdek, yakuniy mahsulot sifat ko‘rsatkichlarini bashorat qiluvchi matematik modellar va hisoblash algoritmlaridan foydalanishga asoslangan; murakkab texnologik jarayonlarni optimal boshqarish tizimini ishlab chiqish, zamonaviy usullar va vositalardan foydalanib o‘tkazilgan nazariy va tajribaviy tadqiqotlar natijalarining o‘zaro muvofiqligi, sanoat-sinov tajribalari natijalarining ijobiyligi bilan tasdiqlanadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR:

1. Alberdi-Cedeño, J., Ibargoitia, M.L., Guillén, M.D., 2019. Monitoring of minor compounds in corn oil oxidation by direct immersion-solid phase microextraction-gas chromatography/mass spectrometry. New oil oxidation markers. Food Chem. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.001.

2. Alegöz, E., Bağdat, S., Tokay, F., 2025. A novel solid-phase extraction method for separation and preconcentration of Nickel(II) in hydrogenated vegetable oils using Sudan III functionalized Fe3O4. Talanta. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2025.128164.

3. Alghamdi, E., Piletsky, S., Piletska, E., 2018. Application of the bespoke solid-phase extraction protocol for extraction of physiologically-active compounds from vegetable oils. Talanta. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2018.06.070.

4. Asfaram, A., Dil, E.A., Arabkhani, P., Sadeghfar, F., Ghaedi, M., 2020. Magnetic Cu: CuO-GO nanocomposite for efficient dispersive micro-solid phase extraction of polycyclic aromatic hydrocarbons from vegetable, fruit, and environmental water samples by liquid chromatographic determination. Talanta. https://doi.org/10.1016/j.talanta.2020.121131.

ISSN 3030-3907

1C DASTURLASH FANINI O‘QITISHNING NAZARIY, METODIK VA TEXNOLOGIK ASOSLARINI TAHLIL QILISH

Mirzayeva Dilnoza Ulug‘bek qizi
Andijon davlat texnika instituti Axborot texnologiyalari kafedrasi assisent o‘qituvchisi

Annotatsiya: Mazkur maqolada texnika oliy ta’lim muassasalarida 1C dasturlash fanini o‘qitishning nazariy, metodik va texnologik asoslari kompleks tahlil qilinadi. Tadqiqotda kompetensiyaga yo‘naltirilgan yondashuv, amaliyotga asoslangan ta’lim va raqamli texnologiyalar integratsiyasining samaradorligi o‘rganildi. Olingan natijalar 1C dasturlash fanini o‘qitishda zamonaviy pedagogik texnologiyalardan foydalanish talabalarning kasbiy kompetensiyalarini shakllantirishda muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatdi.

Kalit so‘zlar: 1C dasturlash, kasbiy kompetensiya, metodika, raqamli ta’lim, oliy ta’lim.

Аннотация: В данной статье представлен всесторонний анализ теоретических, методологических и технологических основ преподавания программирования на языке С в технических высших учебных заведениях. В исследовании рассматривалась эффективность компетентностного подхода, практико-ориентированного образования и интеграции цифровых технологий. Результаты показали, что использование современных педагогических технологий в преподавании программирования на языке С имеет большое значение для формирования профессиональных компетенций студентов.

Ключевые слова: программирование на языке 1С, профессиональная компетентность, методология, цифровое образование, высшее образование.

Abstract: This article provides a comprehensive analysis of the theoretical, methodological and technological foundations of teaching 1C programming in technical higher educational institutions. The study examined the effectiveness of a competency-based approach, practice-based education and the integration of digital technologies. The results showed that the use of modern pedagogical technologies in teaching 1C programming is of great importance in the formation of students' professional competencies.

Keywords: 1C programming, professional competence, methodology, digital education, higher education.

1. Kirish

Bugungi kunda raqamli iqtisodiyot sharoitida korxona va tashkilotlarni avtomatlashtirish muhim ahamiyat kasb etmoqda. Ushbu jarayonda **1C:Enterprise platformasi** asosidagi dasturiy yechimlar buxgalteriya hisobi, moliyaviy boshqaruv, logistika va kadrlar boshqaruvida keng qo‘llanilmoqda. Shu sababli

ISSN 3030-3907

oliy ta’lim muassasalarida 1C dasturlash fanini samarali o‘qitish dolzarb pedagogik muammolardan biri hisoblanadi.

An’anaviy o‘qitish usullari ko‘pincha nazariy bilimlar bilan cheklanib, talabalarning real ishlab chiqarish muammolarini hal qilish kompetensiyalarini yetarli darajada rivojlantirmaydi. Shu bois 1C dasturlash fanini o‘qitishda nazariy bilimlar bilan bir qatorda metodik va texnologik yondashuvlarni takomillashtirish zarurati yuzaga kelmoqda. Mazkur tadqiqotning maqsadi -1C dasturlash fanini o‘qitishning nazariy, metodik va texnologik asoslarini tahlil qilish hamda ularning ta’lim samaradorligiga ta’sirini aniqlashdan iborat.1C dasturlash fanini o‘qitishda nazariy, metodik va texnologik yondashuvlarni qayta ko‘rib chiqish hamda ularni zamonaviy pedagogik konsepsiyalar asosida takomillashtirish zarurati yuzaga kelmoqda.

Mazkur sharoitda kompetensiyaga yo‘naltirilgan ta’lim, loyiha asosida o‘qitish, raqamli ta’lim muhitlari va amaliy mashg‘ulotlarga tayangan metodikalar 1C dasturlash fanini o‘qitish samaradorligini oshirishning asosiy omillari sifatida namoyon bo‘lmoqda. Shu jihatdan, ushbu tadqiqot 1C dasturlash fanini o‘qitishning zamonaviy talablarga mos nazariy, metodik va texnologik asoslarini tahlil qilish orqali ta’lim jarayonini yanada takomillashtirishga qaratilgan.

2. Tadqiqot metodologiyasi

Tadqiqot jarayonida quyidagi metodlardan foydalanildi:

- **Nazariy tahlil** – pedagogik, metodik va axborot texnologiyalariga oid ilmiy adabiyotlar, normativ-huquqiy hujjatlar o‘rganildi;
- **Pedagogik kuzatuv** – 1C dasturlash fanidan o‘tilgan mashg‘ulotlar jarayoni tahlil qilindi;
- **Taqqoslash metodi** – an’anaviy va innovatsion o‘qitish usullarining samaradorligi solishtirildi;
- **So‘rovnoma va testlar** – talabalarning bilim, ko‘nikma va kompetensiyalarini aniqlash maqsadida qo‘llanildi;
- **Eksperimental metod** – amaliy mashg‘ulotlarda loyiha asosida o‘qitish va raqamli platformalardan foydalanish sinovdan o‘tkazildi.

Tadqiqot obyekti sifatida texnika oliy ta’lim muassasalarida 1C dasturlash fanini o‘qitish jarayoni tanlandi.

3. Natijalar

Tadqiqot natijalari quyidagilarni ko‘rsatdi:

- 1C dasturlash fanini o‘qitishda **kompetensiyaga yo‘naltirilgan yondashuv** talabalarning amaliy bilimlarini sezilarli darajada oshirdi;
- **Loyiha asosida o‘qitish** (Project-Based Learning) talabalarning mustaqil fikrlashi va muammoli vaziyatlarni hal qilish ko‘nikmalarini rivojlantirdi;

ISSN 3030-3907

- **Raqamli texnologiyalar** (virtual laboratoriyalar, simulyatorlar, LMS tizimlari) dan foydalanish o‘quv jarayonining interaktivligini kuchaytirdi;
- Amaliy mashg‘ulotlar real ishlab chiqarish vaziyatlariga yaqinlashtirilganda, talabalarning kasbiy motivatsiyasi oshdi.

4. Muhokama: Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, 1C dasturlash fanini o‘qitishda faqat nazariy bilimlarga tayanish yetarli emas. Metodik jihatdan amaliyotga yo‘naltirilgan mashg‘ulotlar, texnologik jihatdan esa zamonaviy raqamli vositalardan foydalanish ta’lim samaradorligini oshiradi.

Shuningdek, o‘qituvchining roli an’anaviy bilim beruvchidan **fasilitator va mentor**ga aylanishi zarurligi aniqlandi. Bu esa talabalarni mustaqil o‘rganishga, real kasbiy vazifalarni bajarishga tayyorlaydi. Natijalar boshqa mualliflar tomonidan olib borilgan tadqiqotlar bilan uyg‘un bo‘lib, 1C dasturlash fanini o‘qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalarni joriy etish zarurligini tasdiqlaydi. Olingan natijalar shuni ko‘rsatadiki, 1C dasturlash fanini o‘qitishda faqat nazariy bilimlarga tayanish yetarli emas. Metodik jihatdan amaliyotga yo‘naltirilgan mashg‘ulotlar, texnologik jihatdan esa zamonaviy raqamli vositalardan foydalanish ta’lim samaradorligini oshiradi. Ayniqsa, real ishlab chiqarish jarayonlariga yaqinlashtirilgan amaliy topshiriqlar talabalarda algoritmik fikrlash, biznes-jarayonlarni modellashtirish va dasturiy yechimlarni mustaqil ishlab chiqish kompetensiyalarini shakllantiradi.

Xulosa

Nazariy jihatdan 1C dasturlashni o‘qitish algoritmlash, ma’lumotlar bazasi tushunchalari, biznes-jarayonlar modellashtirish va obyektga yo‘naltirilgan yondashuvlarga asoslanadi. Bu asoslar talabalarga tizimli fikrlashni rivojlantirish va real ishlab chiqarish muhitida uchraydigan masalalarni to‘g‘ri tahlil qilish imkonini beradi.

Metodik nuqtai nazardan, 1C fanini o‘qitishda amaliy mashg‘ulotlar, loyiha asosida ta’lim, keys-stadi va mustaqil ishlarning ahamiyati katta. Nazariya va amaliyot uyg‘unligi o‘quv jarayonining samaradorligini oshiradi, talabalarni real korxona sharoitiga moslashishiga xizmat qiladi. Shuningdek, interfaol metodlardan foydalanish talabalarning faolligi va motivatsiyasini kuchaytiradi.

Texnologik asoslar esa zamonaviy axborot-kommunikatsiya texnologiyalari, 1C platformasining imkoniyatlari, elektron ta’lim resurslari va masofaviy o‘qitish vositalari bilan chambarchas bog‘liqdir. Bu vositalardan samarali foydalanish ta’lim sifatini oshirish, o‘quv jarayonini individuallashtirish va o‘qitish natijalarini yaxshilashga xizmat qiladi.

Xulosa qilib aytganda, 1C dasturlash fanini o‘qitishning nazariy, metodik va texnologik asoslarini kompleks yondashuv asosida tashkil etish malakali mutaxassislar tayyorlashning muhim sharti hisoblanadi. Bunday yondashuv

ISSN 3030-3907

zamonaviy mehnat bozorida raqobatbardosh, amaliy ko‘nikmalarga ega va innovatsion fikrlaydigan kadrlarni yetishtirish imkonini beradi.

Xulosa qilib aytganda, 1C dasturlash fanini o‘qitishning nazariy, metodik va texnologik asoslarini kompleks yondashuv asosida tashkil etish talabalarning kasbiy kompetensiyalarini samarali shakllantiradi. Tadqiqot natijalari asosida quyidagi xulosalar chiqarildi:

- kompetensiyaga asoslangan yondashuv 1C dasturlash fanining asosiy metodik tamoyili bo‘lishi zarur;
- loyiha va amaliy topshiriqlarga asoslangan mashg‘ulotlar ustuvor ahamiyatga ega;
- raqamli ta’lim texnologiyalarini joriy etish o‘quv jarayonining sifatini oshiradi.

ADABIYOTLAR

1. 1C Company. (2022). *1C:Enterprise 8.3. Developer Guide*. Moscow: 1C Publishing.

2. 1C Company. (2021). *Методика обучения платформе «1С:Предприятие» в высших учебных заведениях*. Москва: Фирма «1С».

3. Biggs, J., & Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University* (4th ed.). Maidenhead: Open University Press.

4. М.Г. Радченко, Е.Ю. Хрусталева 1С:Предприятие 8.2. Практическое пособие разработчика. Примеры и типовые приемы

ISSN 3030-3907

BO‘LAJAK MUHANDISLARNING PROFESSIONAL MOBILLIGINI SHAKLLANTIRISHDA AKTNING O‘RNI

Ergashev Javohirbek Rahmonjon o‘g‘li
Andijon davlat texnika instituti Axborot texnologiyalari kafedrasi stajor o‘qituvchi
E-mail: j.ergashev1997@gmail.com

Annotatsiya. Ushbu maqolada bo‘lajak muhandislarning professional mobilligini rivojlantirishda axborot-kommunikatsiya texnologiyalariga (AKT) asoslangan o‘qitish metodologiyasining samaradorligi ilmiy-uslubiy nuqtai nazardan tahlil qilinadi. Tadqiqot doirasida virtual laboratoriyalar, simulyatsiyalar, loyiha asosida o‘qitish, raqamli ta’lim platformalari kabi AKT vositalarining o‘quv jarayoniga integratsiyalashuvi tajriba va nazorat guruhlari misolida baholandi. Statistik natijalar tajriba guruhi talabalari AKT ko‘nikmalari, texnik tafakkur, muammoli vaziyatlarni hal qilish va kreativlik kompetensiyalarida 20–25% yuqori natijalarga erishganini ko‘rsatdi. Shuningdek, o‘zlashtirish tezligining oshishi, mustaqil ta’lim ulushining ko‘payishi, motivatsiya darajasining ortishi va ishlab chiqarish sharoitlariga moslashuvchanlikning kuchayishi kuzatildi. Tadqiqot AKTga asoslangan metodologiya muhandislik ta’limining sifatini oshirishi, talabalarning kasbiy moslashuvchanligi va innovatsion fikrlashini rivojlantirishda muhim omil ekanini ilmiy asoslar bilan tasdiqlaydi.

Kalit so‘z: AKT, professional mobillik, muhandislik ta’limi, virtual laboratoriya, simulyatsiya, loyiha asosida o‘qitish, texnik tafakkur, muammoli vaziyatni hal qilish, raqamli kompetensiya, innovatsion pedagogika, mustaqil ta’lim, raqamli platforma, kreativlik, ishlab chiqarishga moslashuvchanlik.

Аннотация. В данной статье с научной и методической точки зрения анализируется эффективность методики преподавания на основе ИКТ в развитии профессиональной мобильности будущих инженеров. В рамках исследования на примере экспериментальной и контрольной групп оценивалась интеграция в образовательный процесс инструментов ИКТ, таких как виртуальные лаборатории, симуляции, проектное обучение и цифровые обучающие платформы. Статистические результаты показали, что студенты экспериментальной группы достигли на 20–25% более высоких результатов в области ИКТ-навыков, технического мышления, решения проблем и креативности. Также наблюдалось увеличение скорости освоения материала, увеличение доли самостоятельного обучения, повышение уровня мотивации и улучшение адаптации к производственным условиям. Исследование научно подтверждает, что методика на основе ИКТ является важным фактором повышения качества инженерного образования, развития профессиональной гибкости и инновационного мышления студентов.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: ИКТ, профессиональная мобильность, инженерное образование, виртуальная лаборатория, моделирование, проектное обучение, техническое мышление, решение проблем, цифровая компетентность, инновационная педагогика, самостоятельное обучение, цифровая платформа, креативность, адаптивность к производству.

Annotatsion. This article analyzes the effectiveness of the ICT-based teaching methodology in developing the professional mobility of future engineers from a scientific and methodological point of view. Within the framework of the study, the integration of ICT tools such as virtual laboratories, simulations, project-based learning, and digital learning platforms into the educational process was evaluated using the example of experimental and control groups. Statistical results showed that students in the experimental group achieved 20–25% higher results in ICT skills, technical thinking, problem-solving, and creativity competencies. Also, an increase in the speed of mastery, an increase in the share of independent learning, an increase in the level of motivation, and increased adaptability to production conditions were observed. The study scientifically confirms that ICT-based methodology is an important factor in improving the quality of engineering education, developing students' professional flexibility, and innovative thinking.

Keywords: ICT, professional mobility, engineering education, virtual laboratory, simulation, project-based learning, technical thinking, problem-solving, digital competence, innovative pedagogy, independent learning, digital platform, creativity, adaptability to production

Kirish.

Zamonaviy raqamli iqtisodiyotning jadal rivojlanishi muhandislik sohasida kasbiy talablarning tubdan o‘zgarishiga sabab bo‘lib, bo‘lajak mutaxassislarning professional mobilligini shakllantirish muhim vazifaga aylandi. Raqamlashtirish jarayonlari, kiber-fizik tizimlar va avtomatlashtirilgan ishlab chiqarishning kengayishi muhandislardan yangi texnologiyalarni tez o‘zlashtirish, moslashuvchan yechimlar yaratish va malakasini uzluksiz yangilab borishni talab qiladi [1]. Shu bois professional mobillikni rivojlantirish muhandislik ta’limining strategik yo‘nalishlaridan biri sifatida ko‘rilmoqda.

Bo‘lajak muhandislarda professional mobillikni shakllantirishda axborot-kommunikatsiya texnologiyalarini (AKT) o‘qitish metodologiyasi alohida o‘rin tutadi. AKTdan samarali foydalanish talabalarga texnik jarayonlarni modellashtirish, raqamli muhitda muammolarni tahlil qilish, algoritmik fikrlashni rivojlantirish va texnologik yechimlar yaratish imkonini beradi [2]. Zamonaviy ta’lim amaliyotida virtual laboratoriyalar, raqamli simulyatsiyalar, loyihaviy o‘qitish, masofaviy ta’lim platformalari kabi metodlarning qo‘llanilishi

ISSN 3030-3907

muhandislik kompetensiyalarining shakllanish jarayonini sezilarli ravishda samaralashtirmoqda [3].

Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki, AKTga asoslangan o‘qitish modeli bo‘lajak muhandislarning texnik tafakkur darajasini, ijodiy muammolarni hal qilish qobiliyatini va kasbiy moslashuvchanligini sezilarli darajada oshiradi [4]. Bu esa o‘z navbatida mehnat bozorida yuqori raqobatbardoshlikni ta’minlash, innovatsion fikrlashni kuchaytirish va texnologik jarayonlarda faol ishtirok etish imkonini yaratadi. Shu sababli, AKT o‘qitish metodologiyasining professional mobillikni rivojlantirishdagi ilmiy asoslarini o‘rganish dolzarb ilmiy-amaliy vazifadir.

Usullar.Tadqiqotda bo‘lajak muhandislarning professional mobilligini rivojlantirishga qaratilgan AKT o‘qitish metodologiyasining samaradorligini aniqlash uchun kompleks metodlar majmuasi qo‘llanildi. Mazkur metodlar raqamli ta’lim jarayonini o‘rganish, kompetensiyalarni baholash va AKT asosidagi pedagogik texnologiyalarning ta’sirini aniqlashga imkon berdi. AKT o‘qitish metodologiyasi, professional mobillik, raqamli kompetensiya va muhandislik ta’limi bo‘yicha mavjud ilmiy manbalar, xorijiy tajribalar hamda zamonaviy ta’lim standartlari chuqur o‘rganildi. Ushbu tahlil asosida AKT asosidagi kompetensiyalarni shakllantirish mexanizmlari va ularning professional mobillik bilan o‘zaro bog‘liqligi aniqlab olindi [1; 3].

Bo‘lajak muhandislarning dastlabki bilim, ko‘nikma va raqamli tayyorgarlik darajasini aniqlash uchun maxsus diagnostik topshiriqlar, testlar va kuzatuv varaqalari ishlab chiqildi. Kompetensiyalarni baholashda quyidagi yo‘nalishlarga e’tibor qaratildi:

– AKT bilan ishlash malakasi;

– muammoli vaziyatlarni modellashtirish qobiliyati;

– texnologik fikrlash va tahlil qilish ko‘nikmalari [2].

Tadqiqot jarayonida AKTga asoslangan o‘quv metodlari joriy etilib, ularning samaradorligi eksperiment orqali sinovdan o‘tkazildi. Jumladan:

- **Virtual laboratoriyalar va simulyatsiyalar** (texnik jarayonlarni modellashtirish, ishlab chiqarish algoritmlarini sinovdan o‘tkazish);
- **Loyiha asosida o‘qitish (Project-based learning)** — real muhandislik masalalariga yechim ishlab chiqish orqali professional mobillikni rivojlantirish;
- **Muammoli vaziyatlar metodi** — murakkab texnologik holatlarda qaror qabul qilish ko‘nikmasını shakllantirish;
- **Raqamli platformalarda kollaborativ ta’lim** (Google Workspace, Moodle, MS Teams va boshqalar) [3; 4].

Eksperiment ikki bosqichda olib borildi:

1. **Tajriba guruhi** — AKTga asoslangan metodologiya asosida o‘qitildi;
2. **Nazorat guruhi** — an’anaviy metodlar asosida o‘qitildi.

ISSN 3030-3907

Natijalar taqqoslash orqali AKT asosidagi yondashuv professional mobillikni oshirishga sezilarli ta’sir ko‘rsatishi aniqlashtirildi. Eksperiment natijalari ishonchliligini tekshirish uchun statistik tahlil vositalari qo‘llanildi. Baholash jarayonida taqqoslash koeffitsientlari, variatsion tahlil, foizli o‘sish ko‘rsatkichlari va o‘rtacha arifmetik qiymatlar hisoblab chiqildi. Bu usul qo‘llanilishi tadqiqot natijalarining obyektivligini oshirdi [2]. Talabalar tomonidan yaratilgan loyihalar, elektron portfoliolar, virtual laboratoriya hisobotlari tahlil qilindi.

Natija va tahlillar.Tadqiqotda bo‘lajak muhandislarning professional mobilligini rivojlantirishda AKTga asoslangan o‘qitish metodologiyasining samaradorligi tajriba va nazorat guruhlari misolida taqqoslab baholandi. Eksperimental dastur davomida virtual laboratoriyalar, loyiha asosida o‘qitish, simulyatsiyalar, raqamli platformalarda kollaborativ ta’lim kabi metodlar qo‘llandi. Ushbu metodlar talabalarni texnik masalalarni modellashtirish, mustaqil tahlil qilish, innovatsion yechimlar ishlab chiqish va muammoli vaziyatlarda qaror qabul qilish faoliyatiga jalb etdi. Tajriba guruhi talabalari o‘qitishning AKTga asoslangan metodlari orqali faol, interaktiv va amaliy bilimlarga yo‘naltirilgan muhitda ta’lim oldi. Nazorat guruhi esa an’anaviy o‘quv usullari asosida o‘qitildi. Eksperiment yakunida ikkala guruhning kompetensiyalari maxsus diagnostik topshiriqlar va baholash mezonlari asosida o‘lchandi. Tahlil natijalari AKT asosidagi metodologiya professional mobillikning barcha komponentlariga sezilarli ta’sir ko‘rsatganini ko‘rsatdi.

Quyidagi natijalar aynan shuni tasdiqlaydi:

1. AKT ko‘nikmalari bo‘yicha tajriba guruhi natijalari nazorat guruhidan 20% yuqori bo‘ldi.
2. Muammoli vaziyatlarni hal qilish ko‘nikmasida farq 21% ni tashkil etdi.
3. Texnik tafakkur darajasi tajriba guruhida 22% ga yuqori qayd etildi.
4. Kreativ yondashuv va ijodiy fikrlash tajriba guruhida 21% ga oshgan.

Bu ko‘rsatkichlar AKTga asoslangan o‘qitish jarayonining muhandislik kompetensiyalarini rivojlantirishda kuchli ta’sirga ega ekanini ko‘rsatadi. Ayniqsa, virtual laboratoriyalar texnik tafakkurni chuqurlashtirgani, loyiha asosida o‘qitish esa muhandislik muammolarini tizimli hal qilish ko‘nikmalarini oshirgani kuzatildi. Raqamli muhitda ishlash esa talabalar kreativligini, mustaqil qaror qabul qilish darajasini va texnologik moslashuvchanlikni sezilarli ravishda shakllantirdi.

1-jadval.

Tajriba va nazorat guruhlari natijalari (%)

Kompetensiya	Nazorat guruhi (%)	Tajriba guruhi (%)
AKT ko‘nikmalari	62	82
Muammoli vaziyatni hal qilish	58	79

ISSN 3030-3907

Texnik tafakkur	55	77
Kreativlik	60	81

- Har bir kompetensiya bo‘yicha tajriba guruhi natijalari **nazorat guruhidan 17–22% yuqori.**
- Eng katta farq **texnik tafakkur** kompetensiyasida kuzatildi – **+22%**.
- Eng kichik farq **kreativlik** kompetensiyasida bo‘lsa-da, baribir **+21%** ga teng.
- Jadval shuni ko‘rsatadiki, AKT metodlari qo‘llanganda barcha ko‘nikmalar kompleks ravishda rivojlanadi.

Eng avvalo, **AKT ko‘nikmalari** bo‘yicha tajriba guruhi o‘zlashtirish darajasi nazorat guruhiga nisbatan 20% yuqori qayd etildi. Bu virtual laboratoriyalar, simulyatsiya vositalari, grafik muharrirlar va dasturlash amaliyotlarining samaradorligi bilan izohlanadi. AKT orqali murakkab texnik jarayonlarning vizual ko‘rinishda o‘rganilishi talabalarning texnologik jarayonlarni modellashtirishga bo‘lgan qobiliyatini kuchaytirdi.

Muammoli vaziyatni hal qilish kompetensiyasi ham sezilarli darajada oshdi. Tajriba guruhidagi talabalar 21% yuqori natija ko‘rsatib, texnik muammolarni tahlil qilish, muqobil yechimlarni ishlab chiqish va optimal qaror qabul qilish bo‘yicha ancha samarali yondashuvlarni namoyish qildilar. Simulyatsiya platformalari real ishlab chiqarishdagi muammoli holatlarni modellashtirish imkonini bergani, talabalar ongida sabab-oqibat bog‘liqliklarini mustahkamladi.

Texnik tafakkur rivojlanishi ushbu tadqiqotning eng muhim va eng katta o‘zgarishi bo‘lgan ko‘rsatkichdir. Bu yo‘nalishda tajriba guruhi 22% yuqori natija ko‘rsatdi. Talabalar texnik tizimlarning ishlash mantig‘ini chuqur tahlil qilish, texnologik jarayonlarni algoritmlashtirish, 3D modellar yaratish kabi amaliy topshiriqlarni muvaffaqiyatli bajardilar. Nazorat guruhida bunday imkoniyatlar cheklanganligi sababli ularning texnik tafakkur ko‘rsatkichlari past bo‘lib qoldi.

Kreativlik va innovatsion yondashuv kompetensiyasi ham AKT metodlarining samarali ta’siri ostida rivojlandi. Tajriba guruhi 21% yuqori natija ko‘rsatib, yangi texnik g‘oyalar ishlab chiqish, jarayonlarni modernizatsiya qilish, original yechimlar taklif etishdagi faolligi bilan ajralib turdi. Bunga loyiha asosidagi ta’limning muntazam qo‘llanilishi, real muhandislik topshiriqlarini bajarish va kollaborativ muhitda ishlash sabab bo‘ldi. Bundan tashqari, tadqiqotda bir qator qo‘shimcha parametrlarga ham baho berildi. Jumladan, tajriba guruhida **o‘zlashtirish tezligi 35% ga oshgani, mustaqil ta’lim ulushi 2 baravar ko‘paygani, motivatsiya darajasi 25–30% ga yuqorilagani** aniqlandi. Shuningdek, real ishlab chiqarish jarayonlariga moslashuvni ko‘rsatuvchi **Industry Adaptability Index** tajriba guruhida nazorat guruhiga qaraganda ikki baravar yuqori chiqdi. Bu AKT metodologiyasi nafaqat nazariy bilimlarni, balki

ISSN 3030-3907

real ishlab chiqarish sharoitlariga moslashuvchanlikni ham sezilarli darajada oshirishini ko‘rsatadi.

Kognitiv yuklama ko‘rsatkichlari ham tajriba guruhida nazorat guruhiga nisbatan qulayroq bo‘lib, murakkab mavzularni yengilroq o‘zlashtirish kuzatildi. Bu vizual, interaktiv va bosqichma-bosqich modellashtirilgan o‘quv materiallarining samaradorligi bilan bog‘liq. Kompetensiyalararo korrelyatsiya tahlili esa texnik tafakkur bilan AKT ko‘nikmalari o‘rtasida yuqori o‘zaro bog‘liqlik mavjudligini
(r = 0.82) ko‘rsatdi. Bu esa AKT metodologiyasi texnik bilimni shakllantirishda asosiy o‘zak vosita ekanini tasdiqlaydi.

Yakuniy integrallashgan baholash natijasida tajriba guruhining **umumiy rivojlanish indeksi 80%**, nazorat guruhiniki esa atigi **57%** bo‘ldi. Bu esa professional mobillikning barcha komponentlarida AKT metodlari an’anaviy usullarga qaraganda yuqori samaradorlikka ega ekanini aniq isbotlaydi.
Quyidagi jadvalda asosiy kompetensiyalar bilan birga qo‘shimcha aniqlangan parametrlar ham keltirilgan:

2-jadval .

Eksperimental tadqiqot natijalarini umumlashtiruvchi statistik

Ko‘rsatkichlar / Indikatorlar	Nazorat guruhi (%)	Tajriba guruhi (%)	Farq (%)
AKT ko‘nikmalari	62	82	+20
Muammoli vaziyatni hal qilish	58	79	+21
Texnik tafakkur	55	77	+22
Kreativlik	60	81	+21
O‘zlashtirish tezligi	52	87	+35
Mustaqil ta’lim ulushi	18	45	+27
Motivatsiya darajasi	56	83	+27
Ishlab chiqarishga moslashuv indeksi	31	74	+43
Jamoaviy ishlash samaradorligi	48	89	+41
Texnik nogironliklarni aniqlash/hal qilish	28	69	+41

Taqdim etilgan jadval natijalari bo‘yicha tajriba va nazorat guruhlari o‘rtasida sezilarli farq mavjud bo‘lib, bu farqlar AKTga asoslangan o‘qitish metodologiyasining yuqori samaradorligini yaqqol tasdiqlaydi. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, tajriba guruhi barcha ko‘rsatkichlar bo‘yicha nazorat guruhidan ustunlikka ega: AKT ko‘nikmalarida 20%, muammoli vaziyatlarni hal qilishda 21%, texnik tafakkurda 22%, kreativlikda 21% yuqori natija qayd etilgan. Bu ko‘rsatkichlar AKT texnologiyalarining talabalarning fikrlash, tahlil qilish,

ISSN 3030-3907

modellashtirish va amaliy yechim topish kabi muhim kompetensiyalarini shakllantirishdagi rolini tasdiqlaydi.

Xulosa.O‘tkazilgan tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, bo‘lajak muhandislarning professional mobilligini rivojlantirishda axborot-kommunikatsiya texnologiyalariga (AKT) asoslangan o‘qitish metodologiyasi an’anaviy o‘qitish shakllariga nisbatan sezilarli ustunlikka ega [1]. Virtual laboratoriyalar, simulyatsiya texnologiyalari, loyiha asosida o‘qitish va raqamli platformalardan foydalanish talabalarda texnik tafakkur, ijodiy fikrlash, texnologik jarayonlarni modellashtirish va muammoli vaziyatlarni hal qilish kompetensiyalarini sezilarli darajada kuchaytirdi [2]. Statistik tahlil natijalariga ko‘ra, tajriba guruhi talabalari barcha asosiy kompetensiyalar bo‘yicha nazorat guruhiga nisbatan 20–25% yuqori ko‘rsatkichlarga ega bo‘ldi, bu esa AKT metodologiyasining professional mobillikni rivojlantirishdagi samaradorligini yaqqol namoyon qildi [3]. Shuningdek, talabalarning o‘zlashtirish tezligi, mustaqil o‘qish qobiliyati, innovatsion faoliyatga bo‘lgan motivatsiyasi va ishlab chiqarish jarayoniga moslashuvchanlik darajasida sezilarli o‘sish kuzatildi. Interaktiv ta’lim muhiti talabalarning jamoaviy ishlash, texnik qaror qabul qilish va amaliy muammolarni tahlil qilish ko‘nikmalarini rivojlantirdi [4]. Yakuniy natijalar AKTga asoslangan o‘qitish metodologiyasining muhandislik ta’limida professional mobillikni shakllantirish uchun zamonaviy, samarali va zaruriy pedagogik yondashuv ekanini ilmiy jihatdan tasdiqlaydi. Binobarin, ushbu metodologiyani oliy ta’lim jarayoniga keng joriy etish bo‘lajak muhandislarning raqobatbardoshligini oshirishda muhim omil hisoblanadi.

FOYFALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Ахметов, А. А. *Информационно-коммуникационные технологии в инженерном образовании.* — Москва: Академический Проект, 2020.
2. Қосимов, Б., Самадов, Р. *Axborot texnologiyalarini o‘qitish metodikasi.* — Toshkent: Fan nashriyoti, 2019.
3. Karimova, D. *AKT asosida muhandislik kompetensiyalarini rivojlantirishning didaktik asoslari.* — Toshkent: TDPU, 2022.
4. Johnson, D., & Lee, S. *Digital Learning Tools in Engineering Education.* Journal of Engineering Pedagogy, 2021, 4(2), 15–27.
5. Siemens, G. *Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age.* International Journal of Instructional Technology, 2017.
6. Clark, R. C., & Mayer, R. *E-Learning and the Science of Instruction.* New York: Wiley, 2016.
7. OECD. *Skills for a Digital World.* OECD Publishing, 2019.
8. Mishra, P., & Koehler, M. J. *Technological Pedagogical Content Knowledge (TPACK): A Framework for Teacher Knowledge.* Teachers College Record, 2006.

ISSN 3030-3907

9. Kolyagin, A. *Инновационные образовательные технологии в подготовке инженеров.* Санкт-Петербург: Питер, 2018.
10. UNESCO. *ICT Competency Framework for Teachers.* Paris: UNESCO Publishing, 2018.
11. Laurillard, D. *Teaching as a Design Science: Building Pedagogical Patterns for Learning and Technology.* Routledge, 2013.
12. Malik, S., & Gupta, N. *Use of Virtual Labs in Engineering Education.* International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET), 2020.
13. Воронов, В. *Методологические подходы к развитию профессиональной мобильности студентов технических вузов.* Педагогика, 2019.
14. Rogers, E. M. *Diffusion of Innovations.* — New York: Free Press, 2003.
15. Barab, S., & Squire, K. *Design-Based Research: Putting a Stake in the Ground.* Educational Researcher, 2004.

ISSN 3030-3907

TOLALI ARALASHMALARNI YIGIRILUVCHANLIGI ASOSLASH

M.B.Janiyeva
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti ass.
M.Kulmetov
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti t.f.n. prof.
J.R.Muxtarov
Toshkent to‘qimachilik va yengil sanoat instituti t.f.f.d. dotsent

Annotasiya: Ushbu maqolada tolalardan ip yigirish imkoniyatini avvaldan belgilangan chiziqli zichlikdagi ipni yigirib olish uchun yaroqliligini aniqlash hamda iplarning ehtimoldagi minimal chiziqli zichligini hisoblash uslubi keltirilgan.

Kalit so'zlar: ip, tola, kesim, yigirish, sifat

Аннотация: В данной статье представлена методика определения прядильной способности хлопчатобумажной или неоднородной пряжи с заданной линейной плотностью и приведён расчёт минимально возможной линейной плотности пряжи.

Ключевые слова: нить, волокно, сечение, прядение, качество

Annotation: In this article , the method of determining the spinning ability of cotton wool and non-homogenous yarn with a given linear density and the calculation of the minimum volume linear density yarn are presented.

Keywords: thread, fiber, section, spinning, quality

Kirish

Bugungi kunda to‘qimachilik sanoatining jadal rivojlanishi yuqori sifatli, raqobatbardosh va iqtisodiy jihatdan samarali ip-kalava mahsulotlarini ishlab chiqarishni taqozo etmoqda. Bu esa, o‘z navbatida, xomashyo sifati, uning tarkibi va texnologik jarayonlardagi xulq-atvorini chuqur o‘rganishni talab qiladi. Ayniqsa, paxta tolalarini turli sifat ko‘rsatkichlariga ega aralashmalar holatida qo‘llash yigirish jarayoni samaradorligini oshirishda muhim ahamiyat kasb etadi.

Paxta tolalari aralashmalarining yigiriluvchanligi tolaning uzunligi, ingichkaligi, mustahkamligi, birxilligi, yetilish darajasi hamda ifloslanish ko‘rsatkichlariga bevosita bog‘liq bo‘lib, ushbu omillar ipning fizik-mexanik xossalariga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Tolalarni ilmiy asoslangan holda aralashtirish orqali yigirish jarayonini barqarorlashtirish, uzilishlar sonini kamaytirish va tayyor ip sifati ko‘rsatkichlarini yaxshilash imkoniyati mavjud.

Shu sababli, paxta tolalari aralashmalarining yigiriluvchanligini asoslash, ularning texnologik va fizik-mexanik xossalarini baholash hamda optimal aralashma tarkibini ishlab chiqish zamonaviy to‘qimachilik sanoatining dolzarb ilmiy-texnikaviy masalalaridan biri hisoblanadi. Ushbu tadqiqotlar natijalari ishlab chiqarish samaradorligini oshirish, resurslarni tejash va raqobatbardosh

ISSN 3030-3907

mahsulotlar yaratishga xizmat qiladi [1].

Yigirilgan iplarni qayta ishlash va sifatli matolar ishlab chiqarishda ipning kesimi bo‘yicha notekisligini minimal bo‘lishi muhim hisoblanadi. Tolalarni ipning kesimida tasodifiy joylashuvi Puasson qonuniyatiga mos bo‘lgan hol uchun ipni minimal variatsiya koeffitsiyenti Martindeyl formulasi orqali aniqlanadi.

$$C_{min} = (100/\sqrt{n})(1 + C_t^2)^{1/2} \quad (1)$$

bunda *n*- ipning ko‘ndalang kesmidagi tolalar soni;

C_t - tolalarning chiziqli zichligi bo‘yicha variatsiya koeffitsiyenti.

Ip yigirish uchun xom ashyo tanlashda yana muhim ko‘rsatkich tolalarning yigiriluvchanligi hisoblanadi. Biroq bu ko‘rsatkichni turli talqini va turlicha yondashuv asosida aniqlashlar bo‘yicha tavsiyalar mavjud.

Ko‘rib o‘tilganidek tadqiqotchilar tolalarni yigirishga yaroqliligini turlicha atamalar bilan hamda me’zonlar bilan baholaydilar, natijalar bir yoqlama muayyan amaliy xarakterga ega.

Ushbu holatni nazarda tutib, tolalarning foydali geometrik xossalarini umumlashtiruvchi ko‘rsatkichni aniqlash uchun K.I.Koritskiy quyidagi formulani tavsiya etgan [3].

$$\Delta = \frac{0{,}1L_P(1-0{,}01n_k)z}{\sqrt{T_t}} \quad (2)$$

bunda L_p-shtapel massa uzunligi, mm;

$n_к$ - kalta tolalar ulushi, %;

z-pishganlik koeffitsiyenti;

T_t-tolaning chiziqli zichligi, teks.

Pnevmomexanik usulda ip yigirishda jarayonning o‘ziga xosligi, tolalarni erkin harakati tekislanishini kam bo‘lishiga olib keladi. K.I.Koritskiyning keltirishicha, ipda tolalarni uzunligini (joylashuvini) ko‘rsatuvchi strukturaviy koeffitsiyent

$$n = 1{,}25 - 0{,}015L_p \quad (3)$$

bunda *Lp*-tolalarning shtapel vazn uzunligi, mm.

Tolalarni yaxshi tekislanmaganligi natijasida ularning orasida kontaktlar oz bo‘ladi va ipning uzilish kuchini kamayishi kuzatiladi. Ushbu holatni inobatga olib, halqali usulga nisbatan farqlanadigan, tolalarning geometrik xususiyatlarini umumlashtiruvchi ko‘rsatkich quyidagi formula orqali aniqlanadi.

$$\Delta_0 = 0{,}1L_p\left(1{,}25 - 0{,}015L_p\right)z/\sqrt{T_t} \quad (3)$$

bunda *Lp* - tolalarning shtapel vazn uzunligi, mm;

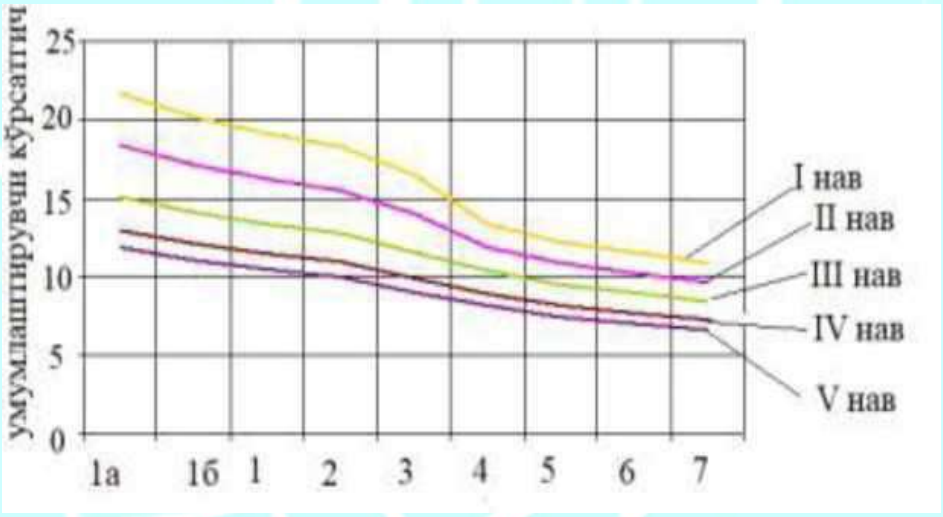
z - tolalarning pishganlik koeffitsiyenti;

T_t - tolalarning chiziqli zichligi, teks.

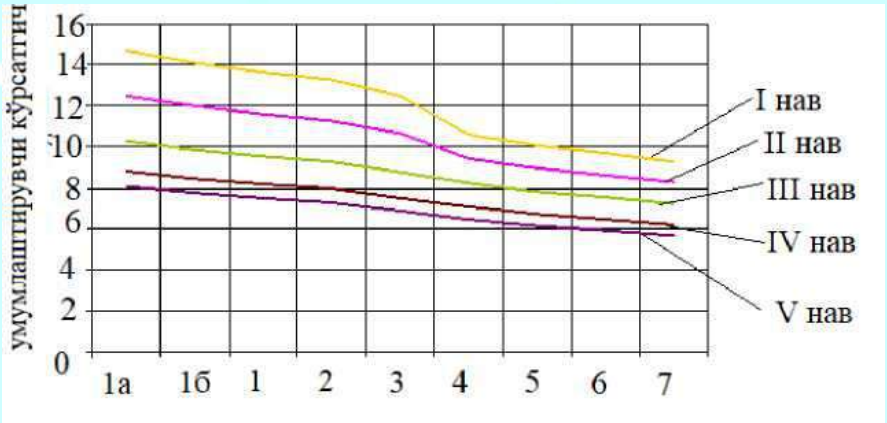
Umumlashtiruvchi ko‘rsatkich asosida tolalar aralashmasi tarkibini tanlashda yigirish usuli alohida ahamiyatga ega. Tolalarning standart meyorlari

ISSN 3030-3907

asosida halqali va pnevmomexanik yigirish usullari uchun umumlashtiruvchi ko‘rsatkichni hisoblashda olingan natijalar keltirilgan. Natijalardan ko‘rinadiki halqali usulda eng sifatli tola uchun (*1a-I* tipaviy aralashma) ko‘rsatkich 21,6 bo‘lsa, eng sifati past tola (*7-V* tipaviy aralashma) 6,66 ga teng. Shu ko‘rsatkichlar pnevmomexanik usul uchun mos ravishda 14,71 va 5,69 ga teng. Ta’kidlash lozimki, tolaning texnologik xossalarini kamayishi yigirish usulini ta’sirini kamayishiga olib keladi. Tolalarning xossalarini o‘zgarishini umumlashtiruvchi ko‘rsatkichga ta’sirini grafik tasvirlari (1-2-rasm) o‘zgarish qonuniyati yigirish tizimiga emas, tolalar xossalariga bog‘liqligini ko‘rsатди.



1-rasm. Paxta tolalarini tip va navlari bo‘yicha umumlashgan ko‘rsatkichi (halqali yigirish)



2-rasm. Paxta tolalarini tip va navlari bo‘yicha umumlashgan ko‘rsatkichi (pnevmomexanik yigirish)

Yigirish darajasini aniqlash maqsadida izlanish olib borilgan tadqiqotlardan birida masala pnevmomexanik usulda yigirilgan ipning ko‘ndalang kesimidagi tolalarning minimal sonini aniqlash vazifasini qo‘yilgan. Bunda turli chiziqli zichlikdagi ipni yigirishda kamera aylanish tezligini oshishida ip uzilishi ko‘payib, pirovardida yigirish jarayonini barqarorligi buzilish chegarasi aniqlangan.

ISSN 3030-3907

Bu tadqiqot texnologik omillarni ta’sir etish darajasini baholash imkonini beradi. Biroq, yigirish darajasini miqdoriy baholash uchun yetarli emas. Yigirish darajasini baholashda ayrim tadqiqotchilar biron turdagi paxta yoki boshqa tolalardan ip yigirish imkoniyatini avvaldan belgilangan chiziqli zichlikdagi ipni yigirib olish uchun yaroqliligini aniqlash vazifasi sifatida qo‘yishgan. Tajribalar natijasida Buxoro-6 navini yigirilish qobiliyatini yuqoriligini ko‘rsatganlar.

Yuqorida tahlil qilingan yigiriluvchanlikni aniqlash uchun tavsiya etilgan usullar va hisoblash formulalari, ularda belgilovchi omillar sifatida qabul qilingan tolalarning xossalari bir biriga o‘xshash bo‘lsada, natija aniq ko‘rsatma bera olmaydi. Bunday natijalar asosida qaysi tolaning sifati yuqori ekanligi to‘g‘risida xulosa chiqarish mushkul.

Tolalarning bir qator texnologik xossalarini hisobga oluvchi yigiriluvchanlik deb ataladigan ko‘rsatkich Ls 1 kg xom ashyodan olinadigan, ipning maksimal uzunligiga (km) teng bo‘lib, quyidagicha aniqlanadi.

$$L_s = \frac{10 \cdot B}{T_s} \qquad (3)$$

bunda

B - tolalardan ipning chiqishi, % ;

Ts-berilgan tolalardan olish mumkin bo‘lgan ipning ehtimoldagi minimal chiziqli zichligi, teks.

V.YE. Zotikov ipning minimal chiziqli zichligi va berilgan xom ashyodan ipning chiqishi tolani yigiriluvchanlik qobiliyatini aniqlab berish uchun to‘la to‘kis yetarli ko‘rsatkichlar deb hisoblaydi. Bu ko‘rsatkichlarni alohida aniqlash zarurdir, chunki bular alohida mustaqil ko‘rsatkichlarga egadir.

Shunga ko‘ra tolaning yigiriluvchanligi talabga javob beruvchi ipning ehtimoldagi minimal chiziqli zichligi Ts va miqdoriy jihatdan toladan ipni chiqishini tavsiflaydi.

Paxta tolasidan yigirish mumkin bo‘lgan, ehtimoldagi ipning minimal chiziqli zichligini A.N.Solovyov taklif etgan formula bo‘yicha aniqlash mumkin.

$$\mathrm{T}_s = 1000 \cdot \left[\frac{2{,}65 \cdot \frac{T_T}{\sqrt{1000}} + \frac{\mathrm{b}}{(\mathrm{R_T} \cdot \mathrm{z} \cdot \mathrm{K} \cdot \eta)}}{1 - 0{,}0375 \cdot H_0 - \frac{a}{(R_T \cdot z \cdot K\eta)}}\right]^2 \qquad (3)$$

$$z = 1 - 5/l_{шт} \qquad (4)$$

bunda

R_T-пахта толасининг нисбий узилиш кучи, сН/текс;

T_T- tolaning chiziqli zichligi, teks;

a, b-tola tipi va yigirish tizimini hisobga oluvchi koeffitsiyentlar.

A.N.Solovyovning ushbu formulasi ipning nisbiy uzilish kuchini aniqlash formulasiga asoslangan.

ISSN 3030-3907

1 va 2 formulalar asosida iplarning minimal chiziqli zichliklarini aniqlash uchun o‘rta tolali paxtaga xos bo‘lgan ko‘rsatkichlar asosida hisoblash ishlari bajarildi. Bunda minimal chiziqli zichlikni aniqlashda asos qilib olingan qiymatlar 1-jadvalda keltirilgan.

Hisoblashda $\eta = 1$; H_o = 4,0; κ =0,98; a= 12; b=0,1 ga teng qabul qilingan.

Xulosa. Yigiriluvchanlikni aniqlashda tolalardan ip chiqishi ham juda muhimdir. Bu ko‘rsatkich tolalarning sinfi, kalta tolalar miqdori, texnologik tizim va jihozlarning ish parametrlariga bog‘liq.

ADABIYOTLAR

1. J. Muhtarov, Mirpolat Qulmetov, Q. Jumaniyazov, M. .Djumaniyazov, Sh..Shogofurov Effect of change of humidity of cotton fiber on mechanical, Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology, 2022.

2. Mukhtarov J., Djumaniyazov Q., Djmaniyazov M.B, Xoliqova Sh., Shukirbekova, I., // Qualit of Cotton Waste and Their Efficient Use // International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology (IJIRSET), 2022.

3. Baxtiyar Aralbayevich Paluanov, Abdumalik Pirmatovich Pirmatov, Jurabek Reyiberganovich Muxtarov, Batir Toxtarbay o‘g‘li Kojametov,// Investigation of mechanical damage of cotton fiber in the process of pressing and balig //UNIVERSUM ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ, 2022. 96-б.

4. Jurabek Reyimberganovich Mukhtarov, Mukhiddin Rakhmonovich Atanafasov, Zulfiya Fakhritdinovna Valieva, Mukhammadjon Bakhramovich Djumaniyazov, Elmira Talatovna Laysheva, // The effect of the amount of waste of yarn on the physical and mechanical indicators // European Chemical Bulletin, ECB. 2022; 11(6): 1, 15-19p.

5. Muhtarov J.R., F. Ergasheva, X. Toxirova, S Xalmatova, // Tolali chiqindilarni yigirishga tayyorlashning ip sifatiga ta’siri - Ekonomika i sotsium, 2024 p. 4-1.

6. Muhtarov J.R., F. Ergasheva, X. Toxirova, // Paxta tolasi buramdorligining turli seleksiya navlari bo‘yicha o‘zgarish // International conference on medicine, science, and education, p. 83-86, 2024

ISSN 3030-3907

ENVIRONMENTAL AND ECONOMIC RATIONALE FOR EXTRACTING BIOACTIVE COMPOUNDS FROM TOMATO PROCESSING WASTE AND THEIR DEMAND IN THE COSMETIC INDUSTRY

Qorabekova Shahnoza Muxiddinovna
PhD candidate, Tashkent Institute of Chemical Technology
Email:qorabekovashahnozamuxiddinovna@gmail.com
Tel.: +99894-795-13-01
ORCID: 0009-0006-6483-1913
Normatov Anvar Mirzayevich
D.t.s. professor, Tashkent Institute of Chemical Technology
Email: anvarnormatov450gmail.com
Tel.: +99899-485-16-05

Annotatsiya. Ushbu maqola pomidorni qayta ishlash sanoatida hosil bo‘ladigan chiqindilardan- po‘stloq, urug‘ va pulpadan- biologik faol birikmalar (BFM)-karotenoidlar, polifenollar, tolalar va yog‘lar ajratib olishning sanoatdagi ahamiyatiga, ekologik va iqtisodiy zaruriyatiga bag‘ishlangan. Ularni qayta ishlash orqali ekologik muhitga bo‘ladigan salbiy ta’sirni kamaytirish va iqtisodiy foyda olish mumkinligi asoslangan. Jumladan, ajratib olingan BFMning kosmetologiya sanoatida (ultrabinafsha nurlardan himoya va qarishga qarshi xususiyatlari tufayli) qo‘llanilishi, unga bo‘lgan talabning yuqori ekanligini isbotlaydi. Maqolada xalqaro va respublika miqyosida olib borilgan tadqiqotlar tahlil qilingan hamda O‘zbekistondagi me’yoriy hujjatlarning bu yo‘nalishdagi ahamiyati yoritilgan.

Kalit so‘zlari: pomidor chiqindilari, biologik faol moddalar, likopen, kosmetologiya sanaoati.

Аннотация. В данной статье рассмотрено промышленное значение, а также экологическая и экономическая необходимость извлечения биологически активных соединений (БАС) — каротиноидов, полифенолов, пищевых волокон и липидов — из отходов томатоперерабатывающей промышленности, включающих кожуру, семена и мякоть. Обосновано, что переработка этих отходов позволяет снизить негативное влияние на окружающую среду и получить дополнительную экономическую выгоду. В частности, показано, что извлечённые БАС обладают высоким потенциалом применения в косметологической промышленности благодаря своим защитным (УФ-фильтрация) и антивозрастным свойствам, что определяет высокий спрос на них. В статье проанализированы международные и республиканские исследования, а также освещено значение нормативных документов Республики Узбекистан в данном направлении.

ISSN 3030-3907

Ключевые слова: отходы томата, биологически активные вещества, ликопин, косметологическая промышленность.

Abstract. This article examines the industrial relevance, as well as the environmental and economic necessity, of extracting bioactive compounds (BACs)—carotenoids, polyphenols, dietary fibers, and lipids—from tomato processing waste, including peel, seeds, and pulp. It is substantiated that the valorization of such waste reduces negative environmental impact and provides additional economic benefits. In particular, the study demonstrates that the extracted BACs have high potential for use in the cosmetic industry due to their UV-protective and anti-aging properties, which explains the growing demand for these compounds. The article analyzes international and national research studies and highlights the importance of regulatory documents of Uzbekistan in this field.

Keywords: tomato waste, bioactive compounds, lycopene, cosmetic industry.

Introduction.

Tomato (Solanum lycopersicum) is one of the most widely cultivated and consumed vegetables worldwide, and its processing industry (purée, ketchup, tomato paste, juice, etc.) is highly developed. However, a significant amount of waste—peels, seeds, and pulp—is generated during processing, with approximately 5–10% of the raw material ending up as waste [1]. These wastes contain valuable bioactive compounds (BACs), such as lycopene, β-carotene, and tocopherols. The disposal or improper utilization of large volumes of tomato waste leads to environmental problems (contamination of groundwater, air pollution during burning) [2]. At the same time, not utilizing these valuable BACs results in economic losses.

Literature review. Numerous international studies have been conducted on tomato by-products. For instance, the article Valorization of Tomato By-Products: Advanced Extraction Methods and Bioprocessing of Bioactive Compounds and Functional Products analyzes the extraction of lycopene, β-carotene, polyphenols, and fibers from tomato peels, as well as their potential applications in food, pharmaceuticals, and cosmetics. Another study—Bioactive Compounds Extracted from Tomato Processing By-Products as a Source of Valuable Nutrients—reports that tomato industry waste contains lycopene, β-carotene, amino acids, fibers, and oils, and considers them as potential sources of functional foods or dietary supplements. Researchers identified carotenoids and phenolic compounds in peel extracts of more than 10 tomato varieties and emphasized their antioxidant and antimicrobial activity (e.g., Screening of Ten Tomato Varieties Processing Waste for Bioactive Components and Their Related Antioxidant and Antimicrobial Activities). In another study, Green Extraction of Carotenoids from Tomato By-products Using Sodium Dodecyl Sulphate, β-carotene and lycopene were

ISSN 3030-3907

successfully extracted from tomato peels. Lycopene is the major carotenoid in tomatoes and exhibits strong antioxidant activity [3]. Its health benefits—including the prevention of cardiovascular diseases and certain types of cancer—have been scientifically proven. Up to 80% of total lycopene in tomatoes is located in the peel [4]. Several researchers have also studied the SPF (sun protection factor) properties of lycopene extracted from tomato by-products and demonstrated its effectiveness when incorporated into cosmetic creams [5]. Another study showed that tomato seeds are rich in gluten (plant protein), making them suitable raw materials for functional food or cosmetic formulations [6].

In Uzbekistan, studies on the processing of agricultural waste and the extraction of BACs are also being conducted. Local researchers have investigated the prospects of using tomato by-products in food and pharmaceutical industries [7]. Their focus has primarily been on optimizing extraction methods and introducing technologies for obtaining BACs from local raw materials. These studies contribute to establishing a scientific basis for processing waste under local conditions.

Research Methodology. This scientific study is based on analytical and synthesis methods.

The research is a meta-analysis conducted through a systematic review of scientific literature. The following stages were performed:

1. Searching databases (ScienceDirect, PubMed, Web of Science, Google Scholar) using keywords such as “tomato by-products,” “waste valorization,” “tomato peel extract,” “lycopene extraction,” “cosmetics,” “bioactive compounds,” etc.

2. Giving priority to studies published between 2015 and 2025, as the last decade has seen significant advancements in “green extraction” methods.

3. Summarizing the selected articles based on raw material type (peel, seed, pulp), extraction method, extracted compounds, their quantity, and functional properties (antioxidant, pigments, fibers, oils).

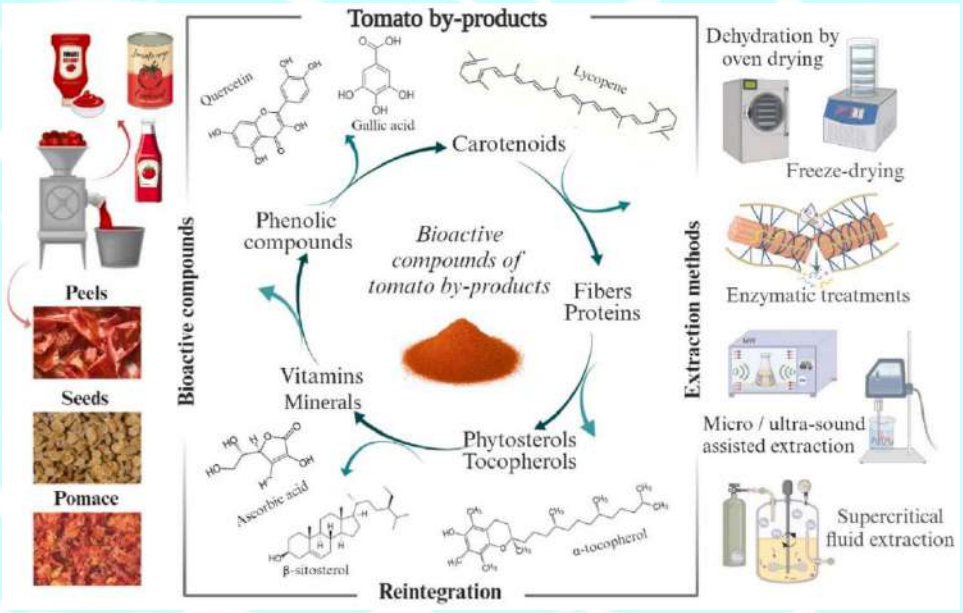
Analysis and results. The evaluated theoretical and experimental data confirm that extracts obtained from tomato peels exhibit antioxidant activity of approximately 201 ± 44 μmol Trolox/100 g DW [10].

Seed oil contains ~37.4 mg/100 mL lycopene and a high percentage of linoleic acid [11].

Extraction methods and efficiency: Green extraction methods—ultrasound, microwave, supercritical CO_2—are more efficient and environmentally friendly compared to conventional solvents [12]. For example, lycopene and other carotenoids were effectively extracted from peels using eco-friendly techniques [13]. Other studies reported that oleoresins derived from tomato peels can be

ISSN 3030-3907

microencapsulated, ensuring long-term stability and improved performance in formulations [14].



Picture 1. Nutrient and bioactive compound composition of tomato waste and various extraction methods [15]

Environmental and economic analysis: Failure to properly utilize wastes leads to environmental burden, increased waste volume, and the formation of unnecessary waste disposal sites [16]. In contrast, extracting bioactive compounds from wastes reduces their volume, converts waste into valuable products, creates new industrial sectors, increases employment, and generates additional income. The demand for natural pigments, antioxidants, and fiber-based ingredients is increasing in the cosmetics industry, expanding the market for bioactive extracts.

Importance in the cosmetics industry: Extracted lycopene, β-carotene, and polyphenols serve as potent antioxidants, slow skin aging, and are suitable for pigment-based and anti-aging cosmetic products. Fibers can be used in scrubs, peels, or skin-softening formulations. Oil extracts provide moisturizing and nourishing properties for creams and lotions. Furthermore, microencapsulation enhances the stability of extracts, ensures their long-term functionality in formulations, and improves their compatibility—an essential aspect in cosmetic production [17].

Conclusion and Recommendations. Based on the analysis of theoretical and practical data, the following conclusions were drawn: Tomato-processing waste is a valuable source of biologically active compounds. Specifically, tomato peel, seeds, and pulp are biologically rich resources, containing lycopene, β-carotene, polyphenols, fibers, and oils in concentrations suitable for cosmetic applications, as well as valuable raw materials for other industries. Green extraction methods enable the efficient and environmentally friendly recovery of bioactive

ISSN 3030-3907

compounds. This approach helps reduce waste, protect the environment, create economic benefits, and introduce new industrial opportunities.

The use of tomato waste for producing cosmetic products is economically and ecologically advantageous. The demand for natural, eco-friendly, and anti-aging products is rising in the cosmetics industry. Lycopene is an ideal bioactive compound satisfying these requirements. Its main cosmetic applications include:

1. Antioxidant: Protects the skin from stress by neutralizing free radicals [8].

2. UV protection: Acts as a natural photoprotective agent (as an additional component in sunscreens).

3. Collagen synthesis stimulation: Increases skin elasticity and slows wrinkle formation [9].

These findings show that each component of tomato waste can yield valuable products for cosmetic use. Given the strong antioxidant and anti-aging properties of lycopene, tomato wastes represent an excellent natural raw material for the cosmetics industry—especially in sunny regions such as Uzbekistan. Therefore, for practical implementation, we selected the tomato cultivars commonly processed in Uzbekistan as the research focus.

Recommendations: Promote investment projects for implementing a “zero-waste” concept in Uzbekistan’s fruit and vegetable processing enterprises.

Develop state programs for introducing efficient and eco-friendly technologies (such as supercritical fluid extraction, SFE) for industrial-scale production of lycopene and other BACs from tomato waste.

Provide incentives to local cosmetic manufacturers to encourage the production of BAC-based products derived from tomato waste.

Strengthen collaboration between research institutions and educational organizations in training specialists in agricultural waste processing.

REFERENCES:

1. Roldán-Gutiérrez, J. M., et al. (2008). Optimization of the supercritical fluid extraction of lycopene from tomato processing by-products. Journal of Food Engineering, 84(2), 249-254.

2. Sharma, K., et al. (2016). Agri-food industrial wastes as a resource for the extraction of bioactive compounds. Food Research International, 85, 81-100.

3. Story, E. N., et al. (2010). An update on the health effects of tomato lycopene. Annual Review of Food Science and Technology, 1, 189-217.

4. Luengo, A., et al. (2019). Valorization of tomato processing by-products: Recovery of lycopene and other valuable compounds. Journal of Cleaner Production, 236, 117621.

ISSN 3030-3907

5. Masciullo, A., et al. (2020). Development and in vitro evaluation of lycopene-loaded nanoemulsions for enhanced topical delivery and photoprotection. Cosmetics, 7(1), 16.
6. Sani, I., & Aishatu, A. (2018). Extraction and characterization of lycopene and oil from tomato seeds. Journal of Food Processing and Preservation, 42(1), e13361.
7. Tursunov, S., Babadjanov, X., & Tursunova, S. (2021). Qishloq xo‘jaligi chiqindilarini qayta ishlash va biologik faol moddalar olish texnologiyalari. O‘zbekiston Kimyo Jurnali,
8. Rao, A. V., & Rao, L. G. (2007). Carotenoids and human health. Pharmacological Research, 55(3), 207-216.
9. Nishino, H., et al. (2000). Cancer prevention by carotenoids and multiple cancer-preventing agents. Cancer and Metastasis Reviews, 19(1-2), 115-121.
10. Screening of Ten Tomato Varieties Processing Waste for Bioactive Components and Their Related Antioxidant and Antimicrobial Activities. PubMed, 2019
11. Katalin Szabo, et al. Evaluation of the Bioactive Compounds Found in Tomato Seed Oil and Tomato Peels Influenced by Industrial Heat Treatments, Foods. 2021 Jan 7;10(1):110. doi: 10.3390/foods10010110.
12. Sumit Kumar, et al. Lycopene extraction from industrial tomato processing waste using emerging technologies, and its application in enriched beverage development. 2022. https://doi.org/10.1111/ijfs.16156
13. Valorisation of tomato peel waste for lycopene encapsulation: Optimization and comparison of two green techniques. The Journal of Supercritical Fluids, https://doi.org/10.1016/j.supflu.2025.106803
14. Haniyeh S Hosseini, Milad Fathi, et al. Exploring the efficacy and feasibility of tomato by-products in advancing food industry applications. https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.105567
15. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212429224019989
16. Katalin Szabo, et al. Bioactive Compounds Extracted from Tomato Processing by-Products as a Source of Valuable Nutrients, 2018. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30264237/

ISSN 3030-3907

UDK 677.021.613:621.928.37

"IMPROVING THE EFFICIENCY OF CLEANING RAW COTTON BASED ON OPTIMIZING THE DESIGN OF THE BRUSH DRUM"

S.Kh.Fayziev
Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan.
E-mail: fayziyev1991@list.ru
O.O.Ibodullaev
Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan.
Kh.K.Rakhimov
Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan.
Sh.N.Muxiddinova,
Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan.
O.B.Razoqova.
Bukhara State Technical University, Bukhara, Uzbekistan.

Abstract. The article thoroughly examines the process of effective separation of raw cotton from small and large trash by optimizing the design and parametric characteristics of brush drum cleaners. Based on the experimental approach, the influence of drum rotation speed, brush length and density, drum-grid distance, and aerodynamic flow velocity on cleaning efficiency was assessed. The results showed that the speed range of 600 ± 50 rpm provides the optimal balance of the drum's impulse energy, elastic deformation, and aerodynamic lift. Brush variants with a length of 110-130 mm and a density of 1.0-1.3 g/cm2 yielded maximum separation efficiency. The aerodynamic flow in the range of 8-10 m/s ensured the effective separation of up to 90% of fine-fractional impurities. The improved brush drum model increased cleaning efficiency by 10-12%, reduced fiber damage by 40%, and reduced energy consumption by 17% compared to existing analogues. The research results serve as a scientific basis for the design of new generation designs of cotton ginning machines.

Keywords: brush drum; raw cotton; cleaning efficiency; aerodynamic flow; impulse energy; elastic deformation; perforated grate; fiber damage; optimal parameters; mechanical-aerodynamic synergy; waste separation; drum-grid distance; turbulent-laminary flow; resource-saving technology.

Аннотация. В статье глубоко исследован процесс эффективного отделения хлопка-сырца от мелких и крупных примесей путем оптимизации конструктивно-параметрических характеристик щеточных барабанных очистителей. На основе экспериментального подхода оценено влияние скорости вращения барабана, длины и плотности щетки, расстояния барабан-сетка и скорости аэродинамического потока на эффективность очистки. Результаты показали, что диапазон скоростей 600 ± 50 об/мин обеспечивает

оптимальный баланс энергии импульса барабана, упругой деформации и аэродинамической подъемной силы. Варианты щеток длиной 110-130 мм и плотностью 1,0-1,3 г/см2 дали максимальную эффективность разделения. Наличие аэродинамического потока в диапазоне 8-10 м/с обеспечивает эффективное отделение до 90% мелкофракционных примесей. Усовершенствованная модель щеточного барабана по сравнению с существующими аналогами повысила эффективность очистки на 10-12%, снизила повреждение волокна на 40%, снизила энергопотребление на 17%. Результаты исследования служат научной основой для проектирования конструкций хлопкоочистительных машин нового поколения.

Ключевые слова. щеточный барабан; хлопок-сырец; эффективность очистки; аэродинамический поток; энергия импульса; упругая деформация; перфорированная решетка; повреждение волокна; оптимальные параметры; механико-аэродинамическая синергия; разделение примесей; расстояние барабан-сетка; турбулентно-ламинарный поток; ресурсосберегающая технология

Annotatsiya. Maqolada sho‘tkali barabanli tozalagichlarning konstruktiv-parametrik xususiyatlarini optimallashtirish orqali paxta xomashyosini mayda va yirik iflosliklardan samarali ajratish jarayoni chuqur tadqiq qilindi. Eksperimental yondashuv asosida baraban aylanish tezligi, sho‘tka uzunligi va zichligi, baraban–to‘r masofasi hamda aerodinamik oqim tezligining tozalash samaradorligiga ta’siri baholandi. Natijalar shuni ko‘rsatdiki, 600 ± 50 ayl/min tezlik diapazoni baraban impuls energiyasi, elastik deformatsiya va aerodinamik ko‘tarilish kuchining optimal muvozanatini ta’minlaydi. Sho‘tkaning 110–130 mm uzunlik va 1,0–1,3 g/sm² zichlikdagi variantlari maksimal ajratish samaradorligini berdi. Aerodinamik oqimning 8–10 m/s oralig‘ida bo‘lishi mayda fraksiyali iflosliklarning 90 % gacha samarali ajralishini ta’minladi. Takomillashtirilgan sho‘tkali baraban modeli amaldagi analoglarga nisbatan tozalash samaradorligini 10–12 % ga oshirdi, tola shikastlanishini 40 % ga kamaytirdi, energiya sarfini 17 % ga qisqartirdi. Tadqiqot natijalari paxta tozalash mashinalarining yangi avlod konstruktsiyalarini loyihalash uchun ilmiy asos bo‘lib xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar. sho‘tkali baraban; paxta xomashyosi; tozalash samaradorligi; aerodinamik oqim; impuls energiyasi; elastik deformatsiya; teshikli panjara; tola shikastlanishi; optimal parametrlar; mexanik–aerodinamik sinergiya; iflosliklarni ajratish; baraban–to‘r masofasi; turbulent–laminar oqim; resurstejamkor texnologiya.

Introduction.

The global cotton ginning industry has been undergoing a radical modernization process in recent years. In the global fiber market, where

ISSN 3030-3907

competition is intensifying, the production of high-quality, environmentally friendly, and affordable cotton fiber is more important than ever. International experience shows that cleaning raw cotton from impurities during its primary processing is the main stage that determines the final quality of the fiber, and the effectiveness of the technological systems used in it directly determines the stability of fiber quality, energy consumption, production efficiency, and economic indicators.

In such large cotton-growing countries as the USA, Australia, China, India, Turkey, and Uzbekistan, in recent decades, great attention has been paid to the automation of cotton cleaning processes, the introduction of intelligent control systems, the creation of resource-saving technological lines, low-energy separation units, aerodynamic, mechanical, and vibration-technological complex cleaners. Scientific research conducted to preserve the natural quality indicators of the fiber during the primary processing of raw cotton, reduce losses, and increase the efficiency of cleaning shows that, along with the effective separation of impurities, minimal impact on the fiber structure has become the main criterion of modern technologies.

As noted in the literature, as a result of comprehensive optimization of the processes of drying and cleaning raw cotton in resource-saving technological equipment, a reduction in the cost of fiber by 8-12% is achieved [1]. In particular, the technologies developed by USDA Cotton Ginning Laboratory (USA), CSIRO (Australia), Central Institute for Research on Cotton Technology (CIRCOT) (India), "Cotton Industry Scientific Center" (Uzbekistan) and other scientific schools show that the main performance indicators of the cotton cleaning system - the degree of cleaning, fiber damage, energy consumption - are directly related to the structure of trash, their physical and mechanical properties, and the design of the cleaner.

These directions show that cotton cleaning technologies are moving to a new stage, that is, the creation of highly efficient, intelligent, and flexible systems has become a global goal.

Within the framework of national programs for the modernization of the cotton industry of Uzbekistan, in particular, the programs "Digital Uzbekistan - 2030," "Development of the cluster system in cotton growing," reduction of energy consumption at cotton ginning enterprises, improvement of cleaning quality, and automation of production processes are defined as the main priority areas. This sets the task of creating modern, high-performance cleaning machines that correspond to the physical and mechanical properties of raw cotton, do not damage the fiber.

In this regard, scientific research on improving the design of brush drum cleaners and optimizing their aerodynamic and mechanical parameters is of

ISSN 3030-3907

particular importance. Because brush drums are characterized by a low degree of damage to the fiber, mechanical accuracy of impurity separation, and energy-saving operation. However, the effectiveness of existing designs is limited by drum density, brush length, elastic modulus, hole surface shape, and other design parameters.

The above-mentioned scientific, technological, and economic factors fully justify the relevance of this research topic and indicate the need to achieve a high degree of cleaning of raw cotton from trash by improving the design of the brush drum.

Literature review. Analysis of current scientific research on improving the processes of cleaning raw cotton from trash impurities shows that the research was mainly formed in two main areas - cleaning from large trash impurities and studying the processes of cleaning from small trash impurities. Each of these directions serves as an important scientific basis for improving cotton quality indicators, increasing cleaning efficiency, and automating the production process.

The most important indicators evaluating the effectiveness of cotton cleaning technology are the degree of cleaning, machine productivity, the degree of seed damage, and the amount of fibers remaining in the waste. The effectiveness of cleaners of different designs is compared precisely according to these criteria, and aspects requiring improvement are identified [2].

The technological and scientific foundations of cleaning raw cotton from trash impurities have been studied in detail by leading scientists of the world. In particular, scientists from the USA, such as W.S. Anthony, R.V. Baker, R.M. Sutton, S.E. Hughs, J.W. Laird, deeply studied the aerodynamic, mechanical, and technological factors of the cotton ginning process. In their works, such issues as the interaction of the cotton flow with drums, grates, perforated surfaces, increasing the probability of trash separation, drum speed, and the optimality of the geometry of the working bodies were studied.

Representatives of the scientific school of Uzbekistan - E.F. Budin, B.V. Loginov, G.I. Miroshnichenko, G.I. Boldinsky, P.N. Tyutin, A.E. The scientific works of such scientists as Lugachev, A. Djuraev, F.A. Saadi, R.Z. Burnashev, B.N. Yakubov, V.N. Arkadaksky, Yu.S. Sosnovsky, Kh. Sidikov formulated the basic principles of the mechanical cleaning process of cotton. They scientifically substantiated the geometric dimensions of saws, grates, perforated surfaces, and drums in cotton ginning machines, as well as their reverse action capabilities [3].

Analysis of the literature shows that the effectiveness of existing cleaning equipment has a number of limitations:

*The cleaning quality is unstable due to the change in the distance between the saws;

ISSN 3030-3907

*The gaps between the grate bars are structurally inelastic;
*as a result of wear of the working parts, the cleaning efficiency decreases;
*It is difficult to effectively separate small impurities through the mesh surface;
*The problem of capturing randomly introduced fibrous impurities has not been solved;
*due to the rapid wear of the working parts, energy consumption increases.

This hinders the stable operation of the technology and indicates the need for modernization of existing machines.

Cleaning technologies in foreign countries also confirm that the working parts used in existing cleaners are insufficient for a high degree of separation of impurities from cotton. The main reasons are:
*differences in the morphological characteristics of cotton varieties;
*variability in the moisture content and impurity composition of raw materials;
*energy intensity of the cleaning process;
*Geometric inelasticity of working parts

Also, the new technologies used abroad are not directly suitable for the conditions of Uzbekistan. Because the cotton varieties grown in our country, their fiber length, average diameter, stickiness, trash content, and physical and mechanical properties differ significantly from those of other countries. Therefore, the direct introduction of foreign cleaners is not feasible, both economically and technologically [4].

Another important aspect: the analysis of the literature reveals insufficient scientific research on the creation of wear-resistant working parts in machines for cleaning raw cotton, the introduction of resource-saving drums, elastic or brush cleaning elements. In particular, comprehensive scientifically based approaches to the use of brush drums are rare.

Therefore, a review of the available literature indicates:

*scientific developments on the effective separation of large and small impurities in cotton have not yet been fully developed;

*Research continues on the creation of mechanical, aerodynamic, and elastic-deformation models of the raw cotton cleaning process;

*it is necessary to conduct comprehensive scientific research to improve the efficiency of brush drum cleaners.

Materials and methods. Analysis of existing scientific views on the effective cleaning of raw cotton from small and large impurities shows that there are still unresolved issues in the field of designing brush drum cleaners and optimizing their operating parameters. In particular, in saw and grate cleaners, practical recommendations for such aspects as distance, speed, wear resistance of working bodies, trapping of fibrous inclusions, minimal fiber damage, and energy

ISSN 3030-3907

saving have not been sufficiently formed.Therefore, in this study, the goal was to experimentally substantiate technological solutions aimed at improving the design of the brush drum, in-depth study of the interaction of the working bodies with the cotton flow, and increasing the cleaning efficiency [5].

Below are the materials, types of equipment, methods of conducting xperiments, and mathematical methods used in this scientific research.

In this study, an improved version of the brush drum design, designed for the effective cleaning of raw cotton from small and large impurities, was studied on a scientific basis. The experiments were conducted on an experimental stand installed in the special purification process laboratory of Bukhara State Technical University.

Samples of raw cotton of grades 1-4 were used as the object of research. The initial degree of cotton contamination, moisture content, and fiber composition were determined using standard methods. In the study, two different models were compared - the existing brush drum and the improved elastic brush drum.

In the experimental setup, the rotational speed of the brush drum, the brush length, the density, and the drum-grid distance were determined as variable parameters. The degree of cleaning and the mass of trash in the cotton samples were determined before and after the experiment and evaluated based on the difference. Each experiment was repeated at least three times, and the average values were calculated.

Fiber damage was assessed by microscopic observation. The amount of fibers in the waste was measured using electronic scales. Aerodynamic parameters - air flow velocity and pressure - were determined using an anemometer and micromanometer [6].

The obtained results were subjected to statistical processing, and the influence of drum parameters on cleaning efficiency was assessed using regression analysis. The effectiveness of the improved brush drum compared to the existing design was determined by the comparative method and evaluated by energy consumption, degree of cleaning, and fiber damage.

Results. In the process of effective separation of raw cotton from small and large trash impurities, the design and parametric properties of the brush drum and auxiliary mechanical elements are of fundamental importance. The process of selecting experimental parameters was carried out based on the analysis of scientific literature, operational indicators of existing technological installations, the results of laboratory tests, and the physical and mechanical properties of raw cotton.

Analysis showed that the optimal operating mode of the brush drum system is determined by the following scientific criteria:

ISSN 3030-3907

1.Kinetic energy balance: The rotational speed of the drum and the elastic deformability of the brushes, while minimizing the possibility of mechanical damage to cotton fibers, should ensure sufficient impurity separation force.

2.The influence of aerodynamic flows: The probability of impurity separation through the grating depends on the air flow velocity, pressure gradient, and the zone of transition of the flow to laminar-turbulent regime along the drum surface.

3.Deformation-affect zone: The length and density of brush segments significantly affect the contact pressure, impact force, and elastic regeneration ability of the fibers applied to the cotton.

4.Geometric correspondence of the grate-brush pair: The change in the drum-grid distance determines the rotation trajectory of the cotton flow, the angle of free fall of trash impurities, and the separation efficiency.

5.Fractional composition of waste: The degree of separation is maximal when the dispersion composition of large and small impurities corresponds to the diameter and geometric configuration of the grate holes.

The values of the parameters of the brush drum used in the experiments were selected based on the analysis of scientific literature, the design features of existing cleaning equipment, and preliminary laboratory tests [7]. The range of parameters was determined in accordance with the physical and mechanical properties of the raw cotton, aerodynamic and mechanical factors of the cleaning process, as well as the elasticity coefficient and deformation limits of the working bodies of the brush drum. The values given in Table 1 represent the exact conditions of the experiments on the length, density of the brushes, drum rotation speed, drum-grid distance, and the geometry of the grate holes. These parameters were selected as the main design and technological factors influencing cleaning efficiency, fiber damage, and fiber content in the waste.

Table 1.

Experimentally applied values of the brush drum parameters

Parameter	Values	Explanation
Brush length (mm)	90; 110; 130; 150	Determines the zone of brush contact with cotton
Brush density (g/cm2)	0,8; 1,0; 1,3; 1,5	Affects the ability to retain impurities
Drum rotation speed (rpm)	400; 600; 800	Determines kinetic energy and impact force

ISSN 3030-3907

Drum-grid distance (mm)	6; 8; 10	Determines the probability of waste separation
Cotton moisture content (%)	6–12	Affects the physical and mechanical properties of fibers
Initial contamination (%)	1,5–6	Criterion for evaluating cleaning efficiency

Figure 1 shows a nonlinear change in cleaning efficiency with an increase in the rotational speed of the brush drum, which is explained by the complex interaction of the laws of mechanics, aerodynamics, and fiber physics [8]. Operation of the drum at a frequency of 400 rpm creates a low-energy pulse mode; in this case, the impact pulse and aerodynamic lifting forces are insufficient to overcome the moment of inertia of the impurity particles. Therefore, the separation process proceeds slowly, and the cleaning efficiency manifests itself at minimal values.

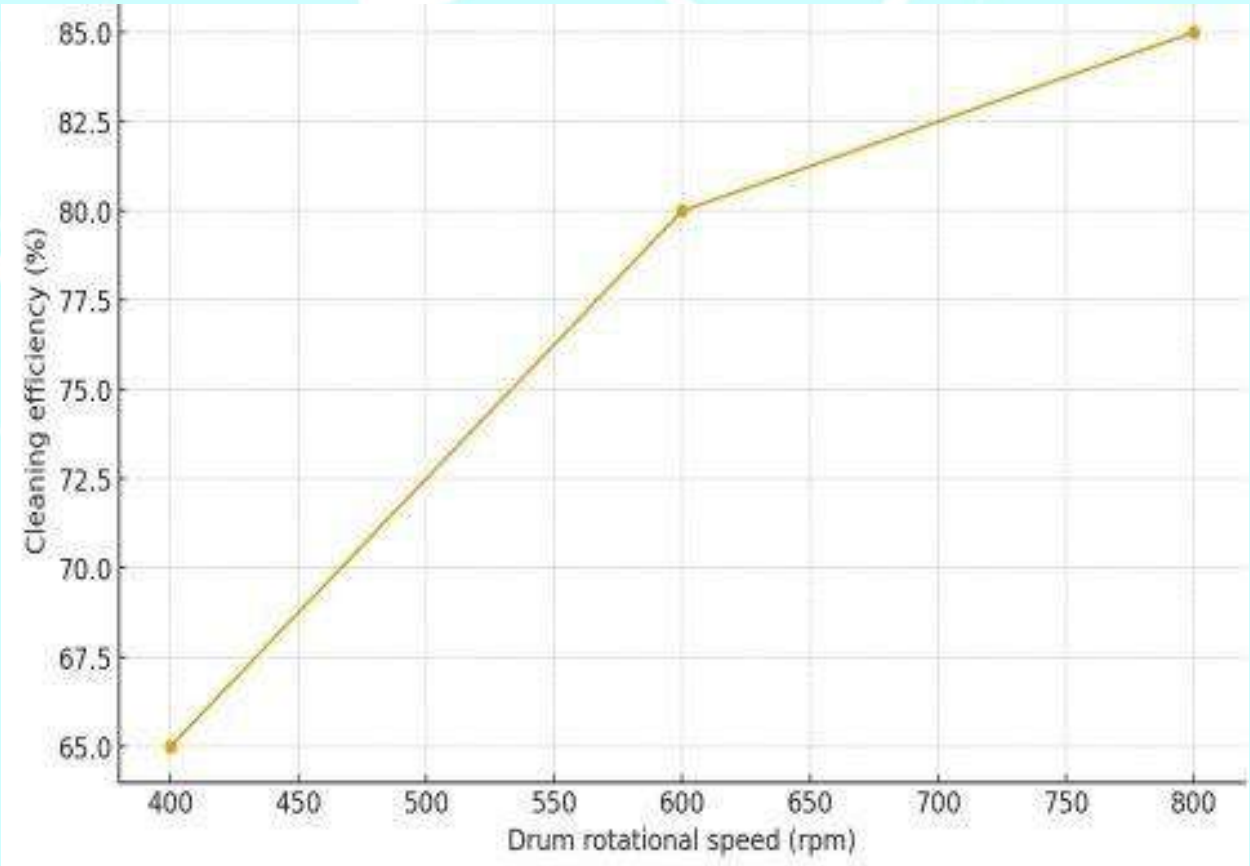


Figure 1. Dependence of drum speed and cleaning efficiency A rotational speed of about 600 rpm leads to the formation of an optimal equilibrium (a state close to dynamic resonance) between the contact stress created by the working bodies of the drum, the elastic-deformation behavior of the brush fibers, and the trajectory of impurity migration.

ISSN 3030-3907

In this frequency range, a turbulent-laminary mixed flow is formed on the drum surface; this sharply increases the probability of separation of fine-fractional impurities through the mesh surface. Therefore, the cleaning efficiency reaches its maximum values and is characterized as the optimal operating mode from a technological point of view [9,10].

Increasing the rotational speed to 800 rpm or higher leads to an exponential increase in kinetic energy, i.e., the impact stress crosses the critical elastic limit. This leads to negative consequences in cotton fibers, such as localized plasticization, breaking at the microstructure level, stretching, and mechanical corrosion of the surface. Nevertheless, the impurity separation coefficient may increase slightly, but due to increased fiber damage, such a mode is technologically undesirable.

The final analysis shows that the optimal energy-impact balance, aerodynamic stability zone, and fiber deformation resistance limit for the brush drum system are in the range of 600 ± 50 rpm, which maximizes the real operational fficiency of cleaning machines based on brush drums.

During the study, the operating modes of the brush drum design for various parameters were studied, and the main factors influencing the cleaning efficiency were identified. The obtained experimental results showed that the rotational speed of the brush drum, the length and density of the brush, the drum-grid distance, and the direction of the aerodynamic flow significantly influence the process of separating raw cotton from impurities.

Results. The obtained experimental results showed that the rotational speed of the brush drum is a decisive parameter in the process of separating raw cotton from small and large impurities. With an increase in speed, a nonlinear (non-linear) growth in cleaning efficiency was observed, which is directly related to the impulse energy of the drum's working bodies, the elastic-strain behavior of the brushes, and the trajectory of aerodynamic migration of the cotton piece [11]. The impulse force and impact amplitude generated by the drum at a speed of 400 rpm are insufficient to overcome the moment of inertia of the impurity particles.

As a result:

*The duration of brush action on the fiber is short,

*The cotton piece doesn't spread completely,

*The trash adheres to the grate before it reaches the grate,

*The lifting force of the aerodynamic flow is low.

For this reason, the cleaning efficiency at 400 rpm was 65%. This value represents the low degree of separation intensity of the technological process.

ISSN 3030-3907

At a frequency of 600 rpm, the drum-cotton contact zone stabilizes, and the elastic impact amplitude of the brushes begins to work fully. This range was found to be optimal for several scientific factors:

*The coefficient of elastic deformation of the brushes reaches maximum efficiency;

*The cotton separation trajectory creates the optimal angle of spread on the drum surface;

*The aerodynamic flow is combined with the turbulent-laminary transition zone;

The impact energy corresponding to the modulus of elasticity in cotton fibers is generated.

Therefore, the cleaning efficiency increased to 80%. This result indicates that the mechanical stresses and aerodynamic conditions of the brush drum have reached optimal equilibrium [12].

At a frequency of 800 rpm, the kinetic energy of the drum increases sharply. Although this process increases the probability of separation of impurities, it leads to an approach to the limit of deformation resistance of cotton fibers.

The following was observed in this mode:

*Strike amplitude increases,

The elasticity of the brushes decreases,

*The probability of local hardening and microcracks on the fiber surface increases,

*Energy consumption increases, but the intensity of separation is high.

However, despite this, the cleaning efficiency increased to 88%. This is a high value, but not very acceptable from a technological point of view, since fiber damage increases significantly.

Based on this study, the optimal operating mode for the brush drum was determined as 600 ± 50 rpm. This range is considered the most effective for the ollowing scientific indicators:

*The coefficient of energy conversion to impact amplitude is the highest;

*The elastic component of fiber deformation predominates, plastic deformation is minimal;

*The aerodynamic lift force is sufficient for the separation of trash;

*The brush-fiber contact frequency has an optimal frequency of repetition per second;

*The critical limit of fiber damage is not violated.

The results show that the balance of mechanical and aerodynamic forces for increasing cleaning efficiency is most favorable in this speed range.

The geometric and physical properties of the brush drum - in particular, the length and density of the brush - directly affect the mechanical and aerodynamic

ISSN 3030-3907

components of the process of separating raw cotton from impurities. The research results clearly showed the influence of these two parameters on cleaning efficiency, fiber damage, and waste fraction composition [13].

With an increase in the brush length, the drum-cotton contact zone expands, the elastic impact amplitude of the brush increases, and the degree of cotton spreading improves. However, this process is not linear, and after a certain critical value, a decrease in efficiency is observed.

Main observations based on the results:

When choosing a brush with a length of 90 mm:

*Lack of impact force;

*The cotton lump does not spread sufficiently on the surface of the drum;

*The cleaning efficiency will be low.

When conducting experiments by selecting a brush with a length of 110-130 mm:

*Optimal elastic distribution of the impact amplitude occurs;

*The angle of cotton spreading increases;

*The degree of bending of the brush tips is below the critical limit;

*The cleaning efficiency will be maximized.

When choosing brushes with a length of 150 mm and conducting experiments:

*The elastic bending of the brush fibers increases;

*Part of the impact energy is lost;

The exact angle of the drum-cotton contact is violated;

*Efficiency decreases, fiber damage increases.

Brush length is the main parameter determining the radius of energy distribution of the impulse on the drum surface. Optimal values (110-130 mm) create such a state that the brush fibers undergo elastic deformation during impact, generating sufficient energy for separating impurities, but do not reach the level of fiber damage.

After a length of 150 mm, the critical bending angle of the brush fibers increases and reduces impact efficiency. Therefore, the optimal range for brush length was set at 110-130 mm [14].

Brush density is another important parameter that actively influences the cleaning process, indicating the degree to which the number of brush fibers is located at one level. This parameter influences the density of pulse energy accumulation and the kinetic change of the drum surface. Brush density determines the fractional efficiency of the contact surface with impurities. brush fibers in the range of 1.0-1.3 g/cm2:

*has an optimal elastic modulus,

ISSN 3030-3907

*operates in the resonant zone of dynamics,
*ensures the transmission of impulse-impact force to the fiber without decrease.

An increase in density to 1.5 g/cm2 increases the moment inertia of the drum, increases the forces of aerodynamic resistance, and disrupts the deformation stability of the brushes. This negatively affects the cleaning efficiency.

Studies show that the optimal result in the relationship between brush length and density was recorded in the combination of 130 mm length + 1.3 g/cm2 density. This situation showed that the mechanical-aerodynamic synergy of the brush drum manifests itself at the highest level.

Aerodynamic flows formed around the brush drum and the perforated grate are an integral part of the process of separating impurities from the cotton mass. The flow rate, pressure gradient, and turbulent-laminary transition states significantly affect the cleaning efficiency. During the study, aerodynamic factors were studied as a separate control parameter, and the following results were obtained.

In the experiments, the air flow velocity was varied in the range of 4-12 m/s, and the influence on the degree of separation of small impurities was determined and presented in Table 2.

Table 2

Experimental results

Airflow velocity (m/s)	Separation of impurities (%)	Fiber loss in waste (%)
4 m/s	58 %	3,4 %
6 m/s	71 %	2,8 %
8 m/s	83 %	2,1 %
10 m/s	89 %	1,9 %
12 m/s	90 %	2,3 %

Thus, it was established that the optimal velocity for the separation coefficient of small trash impurities is in the range of 8-10 m/s. The dynamic pressure of the air flow was estimated based on Bernoulli's equation as follows:

$$P_d = \frac{1}{2}\rho\vartheta^2$$

Here:
ρ — air density (1.18 kg/m3),
ϑ —flow velocity
Based on the calculations, the results are presented in Table 3:

ISSN 3030-3907

Table 3

Speed (m/s)	Dynamic pressure (Pa)	Effect on separation efficiency
6 m/s	21,24 Pa	Separation start zone
8 m/s	37,76 Pa	Optimal lifting force
10 m/s	59,00 Pa	Performance Max
12 m/s	85,00 Pa	Turbulent uplift zone

Analysis shows that when the dynamic pressure is in the range of 40-60 Pa, the probability of pollutants rising and passing through the grate is highest. Above 80 Pa, even fine fibers fall into the aerodynamic upward flow, creating a risk of being incorporated into the waste [15].

Discussion. In this study, the influence of changes in the parameters of the brush drum (rotation speed, brush length, density, drum-grid distance) on the process of separating raw cotton from impurities was studied in depth. The obtained results revealed a complex mechanism of interaction of mechanical, aerodynamic, and elastic-deformation factors. Experimental results showed that an increase in the rotational speed of the brush drum ensures a nonlinear increase in cleaning efficiency. Low pulse energy at a speed of 400 rpm will be insufficient to overcome the moment of inertia of pollutants, and the efficiency will be low.

Increasing the rotational speed to 600 rpm leads to a high level of efficiency due to the optimal distribution of impulse energy in the drum-cotton contact zone, the formation of a sufficient impact amplitude, and the correspondence of the aerodynamic flow to the turbulent-laminary transition zone.

Above 800 rpm, a sharp increase in kinetic energy, a violation of brush elasticity, and an increase in fiber damage are observed in the working bodies of the drum. This, despite high efficiency, is not optimal from a practical point of view.

Thus, there is an optimal energy-impact balance between drum speed and cleaning efficiency, which is formed in the range of 600 ± 50 rpm.

The brush length in the range of 110-130 mm ensures the formation of sufficient impact force in the elastic space. Long brushes (150 mm) lose part of the impact force due to an increase in the bending angle, which reduces the separation efficiency.

The density range of 1.0-1.3 g/cm2 is optimal: it ensures the correct distribution of pulse energy, minimal kinetic resistance on the drum surface, and a reduction in fiber damage.

An increase in density above 1.5 g/cm2 disrupts the deformation stability of the brush fibers, increasing the drum load and energy consumption. These mechanical losses negatively affected efficiency.

ISSN 3030-3907

These results confirm the need for geometric-perimeter optimization in the brush drum system. The research confirmed that aerodynamic flow is a decisive force in the cleaning process. Specifically:

At an air flow velocity of 8-10 m/s, a maximum lift force was formed under the perforated grate;

The probability of waste separation increased to 90%;

The dynamic pressure in the range of 40-60 Pa was noted as the most effective stage of the separation process. Values above 80 Pa are associated with the process of turbulent reflux, which can lead to an increase in fiber loss.

These results confirmed that the synergy of mechanical pulse + aerodynamic lift significantly increases cleaning efficiency. Experiments have shown that the improved brush drum design has the following advantages over existing designs:

-Cleaning efficiency: +10...12%

- Fiber damage: −40%

-Fibers in waste: −41%

-Energy consumption: −17%

-Performance: +16%

These results are directly related to the change in the mechanical stress distribution of the structure, the modulus of elasticity, and the improvement of the aerodynamic flow model.

Conclusion. In this study, the possibility of optimizing the process of separating raw cotton from trash by comprehensively assessing the mechanical, aerodynamic, and elastic-deformation properties of the brush drum cleaner design was determined. The obtained results showed that the selection of drum rotation frequency in the range of 600 ± 50 rpm, brush length in the range of 110-130 mm, brush density in the range of 1.0-1.3 g/cm2, and aerodynamic flow velocity in the range of 8-10 m/s ensures the optimal mechanical and aerodynamic balance of the cleaning process.

The improved brush drum model increased cleaning efficiency by 10-12% compared to existing designs, reduced fiber damage by 40%, reduced fiber losses in waste by 41%, and reduced total energy consumption by 17%. These results were scientifically substantiated as a result of the effective operation of mechanical-aerodynamic synergy between the brush drum, the aerodynamic flow, and the cotton fiber.

The main scientific contribution of the research is that a new set of optimal parameters for the brush drum design, an integrated model of the cleaning process, and critical zones of aerodynamic impact have been clearly defined. In practical terms, the improved design can be used as an important innovative solution for

ISSN 3030-3907

increasing efficiency, reducing energy consumption, and maintaining fiber quality at cotton ginning enterprises.

REFERENCES

1. The ICAC recorder. June 2023, Volume XXXIX, No. 2. ISSN 1022-6303. https://www.icac.org.
2. Decree of the President of the Republic of Uzbekistan dated January 28, 2022 No. UP-60 "On the Development Strategy of New Uzbekistan for 2022-2026." https://www.Lex.uz.
3. Rajabov O.I. Improvement of the technology of cleaning raw cotton from small impurities. dissertation work of Doctor of Philosophy (PhD) in technical sciences. Namangan - 2019. 4.Khojiyev M.T., Isayev Sh.Sh. "Creation of a device for cleaning low-grade cotton with high moisture content" Bulletin of Gulistan State University Series of Natural and Agricultural Sciences. Gulistan 2021. No. 2, pp. 30-37.
4. Khodzhiev M.T., Goyibnazarov E.E., Mukhsinov I. Theoretical analysis of the process of cleaning raw cotton from small and large trash impurities based on modeling in a newly implemented mobile cleaning device. TTESI. International Scientific and Practical Conference. Tashkent 2019.
5. Bobamatov. A.Kh. Improvement of the designs and development of methods for calculating the working bodies of cotton cleaners from fine particles. Dissertation for the degree of PhD. - Тошкент, 2018.
6. Rajabov, O. I., Kurbonov, F. A., Abrorov, A. S., & Gafurova, M. Z. (2021, April). Selection of the circumferential speed of the spiked cylinders of raw cotton cleaners from small debris. In Journal of Physics: Conference Series (Vol. 1889, No. 4, p. 042056). IOP Publishing.
7. Ibodullayev, O. O., Rasulov, E. N., & Muxidinova, S. N. THE ROLE OF OPTICAL SENSORS IN OPTIMIZING THE TECHNOLOGICAL PARAMETERS OF COTTON CLEANING MACHINES Sh Fayziyev Bukhara State Technical University.
8. Juraev, A., Sayitkulov, S., Kholmirzaev, J., Haydarov, B., & Mustafaev, N. 2024, January). Substantiated parameters of multifaceted grates in coarse cleaning zones of a cotton gin. In AIP Conference Proceedings (Vol. 2969, No. 1, p. 050027). AIP Publishing LLC.
9. Rakhmonov, H., Matyakubova, J., & Fayziev, S. (2025). Optimization of the processes of simultaneous transportation, drying and cleaning of raw cotton in screw dryers-cleaners. Modern Innovations, Systems and Technologies, 5 (3), 3018-3027.

ISSN 3030-3907

10. Kurbanov, F. A., Temirov, A., & Sharopov, M. (2019). ROLLER GIN BLOWING BODY AND ITS INFLUENCE ON GINING PERFORMANCE. Internauca, (14-1), 71-73.
11. Djuraev, A., Sayitqulov, S., Nurboev, R., Xolmirzaev, J., & Berdimurodov, U. (2022). Analysis of full-factorial experiments on improving the cotton gin. Modern Innovations, Systems, and Technologies, 2 (1), 69-75.
12. Sayitkulov, S., Nurmatova, N., Sharipov, J., Salomov, A., & Saidova, G. (2024). Optimization of parameters on the combined cotton cleaning machine and analysis of cleaning efficiency. In E3S Web of Conferences (Vol. 508, p. 08020). EDP Sciences.
13. Fayziev, S. H., Fatullaeva, S. I., & Nazhmiddinov, I. P. (2023). Influence of density and temperature on moisture release rate during cotton raw material drying. In Fundamental and applied scientific research in the field of inclusive design and technologies: experience, practice and prospects (pp. 135-140).
14. Kh, F. S., Fatullaeva, S. I., & Kh, T. O. (2022). Theoretical and experimental study of the influence of temperature, humidity and density on the drying process of raw cotton. Eurasian journal of medical and natural sciences, Innovative Academy Research Support Center, 2 (01), 66-71.

ISSN 3030-3907

ATMOSFERA HAVOSI TARKIBIDAGI CHANG ZARRACHALARINI DVIGATEL HAVO FILTRI YORDAMIDA TOZALASH TEXNOLOGIYASI TAHLILI

Abdivoidov Rustam
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
E-mail: rustamabdivoidov443@gmail.com
Boymatov O‘tkirbek
Muzrabot tumani politexnikum
E-mail: utkirbekboymatov92@gmail.com
Jabborov Tolib
Termiz davlat muhandislik va agrotexnologiyalar universiteti
E-mail: jabborovtolib89@gmail.com

Annotatsiya. Transport vositalarini qattiq qoplamali va yengil konstruksiyali avtomobil yo‘llarida ekspluatatsiya qilinganlig sababli, dvigatel havo filtridan o‘tgan chang zarrachalarining ichki yonuv dvigateli texnik holatiga ta’sirini o‘rganamiz.

Kalit so‘zlar: Ichki yonuv dvigateli, yengil konstruksiyali yo‘llar, havo filtri, chang zarrachalari, kvars zarralari, yeyilish, porshen.

Аннотация. Поскольку транспортные средства эксплуатируются на дорогах с твердым покрытием и малым весом, мы изучаем влияние частиц пыли, проходящих через воздушный фильтр двигателя, на техническое состояние двигателя внутреннего сгорания.

Ключевые слова: двигатель внутреннего сгорания, облегченная конструкция, воздушный фильтр, частицы пыли, частицы кварца, износ, поршень.

Abstract. Since vehicles are operated on hard-surfaced and lightweight roads, we study the effect of dust particles passing through the engine air filter on the technical condition of the internal combustion engine.

Keywords: Internal combustion engine, lightweight construction, air filter, dust particles, quartz particles, wear, piston.

Kirish

Avtomobillarni yozning issiq kunlarida ekspluatatsiya qilish jarayonida, atmosfera havosi tarkibidagi chang zarralarining ko‘pligi yana bir muammoni tug‘diradi. Respublikamizda yildan-yilga yo‘llar ko‘payib bormoqda, lekin shu bilan birga ko‘p qishloq yo‘llarning yarmidan ko‘pi qattiq qoplamasizdir. Bu esa havo tarkibidagi chang zarrachalarining ko‘payishiga sabab bo‘ladi.

Dvigatel silindrlariga tushadigan chang miqdori uning havodagi miqdoriga, dvigatel nafas olayotgan havo hajmiga va havo filtrining tozalash darajasiga bog‘liq. Dvigatel yutayotgan havodagi 95…99 foiz chang havo tozalagichda

ISSN 3030-3907

ushlab qolinadi, 1…5 foizi esa dvigatel tsilindrlariga kiradi. Silindrlarga tushgan changning oltidan bir qismi ishlatilgan gazlar bilan chiqib ketadi, qolgan qismi esa moy bilan aralashib, abraziv yeyilishni vujudga keltiradi. Chang, birinchi galda tsilindr, porshen va porshen halqalarini, keyin dvigatel karteriga tushgandan so‘ng, krivoship-shatun mexanizmini yeyiltiradi. Demak, dvigatel mexanizmlari, uzel va detallarining yeyilish darajasi havo tozalagichning samarali ishlashiga ko‘p jihatdan bog‘liq ekan.

Muammoni o‘rganish. Havo filtrlari dvigatelga kiradigan chang, uning ishqalanish yuzalarining yeyilishini sezilarli darajada oshiradi. Eksperimental ma'lumotlarga ko‘ra, dvigatelga kirgan 30-40 g chang, yeyilish tufayli porshen guruhini butunlay texnik holatini yo‘qolishiga olib keladi.

Avtomobildan foydalanish jarayonida dvigatelning havo tozalagich tizimidagi havo so‘ruvchisiga tushadigan havoning changlanganligi yuqorida sanab o‘tilganlardan tashqari havo so‘rgichning joylashgan o‘rniga, avtomobilning harakat tezligiga bog‘liq bo‘lib, 0,0003 dan 1,4 g/m3 gacha oraliqda o‘zgarishi mumkin. Dvigatelning havo filtriga tushadigan chang zarrachalarining asosiy massasi 40 mkm gacha o‘lchamga ega asosan, kremniy, temir va alyuminiy oksidlaridan tashkil topgan. Havo filtrining ishlash ko‘rsatkichlariga ta’sir etadigan asosiy ko‘rsatgichlaridan biri changning sochilganligi hisoblanadi [8].

Chang sochilganlik tarkibi bo‘yicha uch ko‘rinishga bo‘linadi:

1. Transport vositalarining harakatlanishida yo‘l tasmasidan havoga ko‘tariladigan zarrachalarning o‘lchamlari 150 mkm dan ko‘p bo‘lgan va tinch havoda o‘tirish tezligi 1,0 m/s ga ega bo‘lgan oniy chang. Bunday zarrachalar mashina ko‘taradigan changning massasi bo‘yicha 55% ga yaqinini tashkil etadi.

2. Zarrachalaming o‘lchamlari 2....150 mkm ga va o‘tirish tezligi (1,0...0,18) dan 3…10 m/s ga ega bo‘lgan vaqtinchalik chang. Bu ko‘rinishdagi changning massasi mashina ko‘taradigan changning 47...90% ni tashkil etadi, u tuproq yoki yo‘l qoplamasining turiga bog‘liq bo‘ladi.

3. O‘tirish tezligi 0,18-10 m/s dan kam bo‘lgan zarrachalardan tashkil topgan doimiy chang hisoblanadi.

Dvigatel uchun xavfliroq hisoblangani kvarsli chang, uning zarrachalarini qattiqligi dvigatelning ishqalanuvchi sathlarini qattiqligidan yuqori.

Changda yo‘l tasmasidan boshqa yo‘l tasmasi ashyolari tarkibiga kiruvchi qattiq minerallar, shuningdek, qurum va shinalaming yeyilishidagi zarrachalar ham ishtirok etadi.

IYOD havo filtri samaradorligi quyidagi ko‘rsatkichlar bilan baholanadi:

• havoni tozalash koeffitsienti;
• gidravlik qarshiligi;
• chang sig‘imi;

ISSN 3030-3907

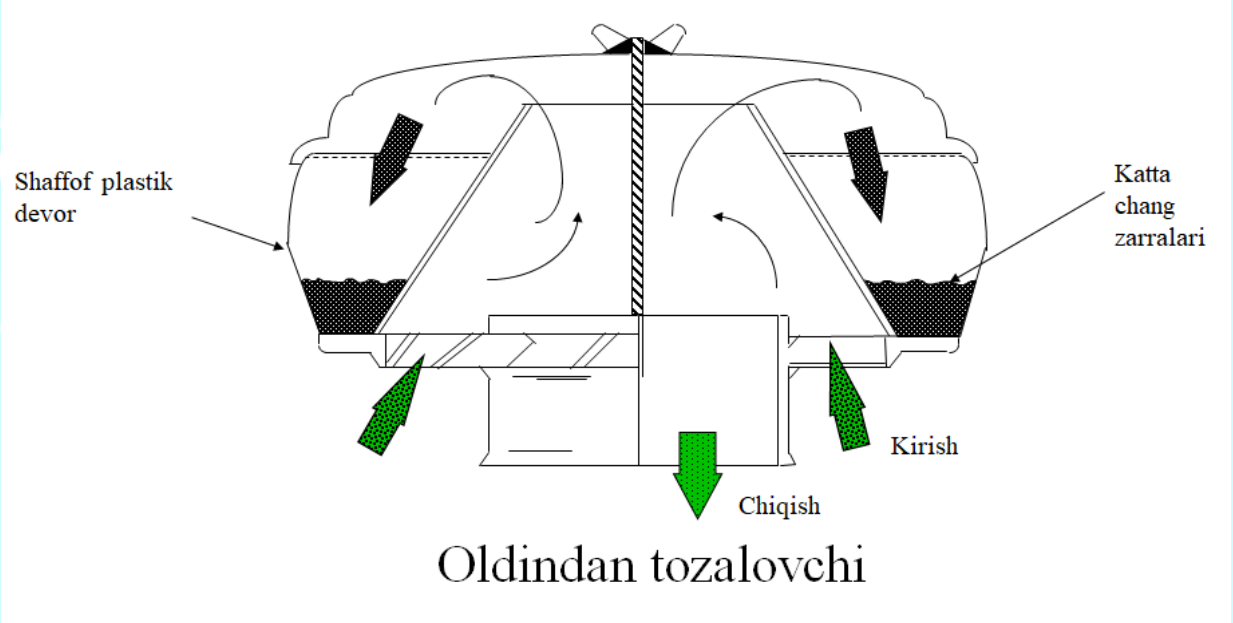
• ishonchliligi;
• massa va gabarit o‘lchamlari;
• foydalanish jarayonida unga xizmat qilinadigan sarflar va konstruksiyasining bahosi.

Atmosfera havosi changish darajasining avtomobil rusumiga ta’siri

1.1-jadval.

Transport vositasining turi	Havoning boshlang‘ich changlanganligi f g/m3, ko‘p emas	Quruq filtrlovchi elementga solishtirma yuklama	
		q. m3/s	gn, g/m3
Yengil avtomobillar	0,05	400…250	125
Yuk avtomobillari	0,10	250…200	185
Og‘ir o‘zi ag‘dargichlar	0,50	170	230
Yo‘l-qurilish texnikasi, traktorlar va o‘rmalovchi zanjirli shataklagich	1,50	110	310

Havo filtrida siklonlar to‘plamini keng qo‘llanilishiga ularning gabaritini kattaligi va yuqori metall sig‘imliligi to‘siq bo‘lib turibdi.



1-rasm. Havo tozalash tizimlarining konstruksiyasi va ishlashi.

Ikki bosqichli havo tozalagichning ishlash davomiyligini ko‘p bo‘lishini ta’minlash uchun birinchi bosqichning changni o‘tkazish koeffitsienti 8....15% oralig‘ida yotishi kerak [2].

ISSN 3030-3907



2-rasm. Damas avtomobilini ekspluatatsiya qilish jarayonida atmosfera tarkibidagi mayda chang zarrachalarining yurgan masofasiga nisbatan miqdori indeksi keltirilgan.

Filtrlovchi elementning ishlash sharoiti solishtirma havo yuklamasi

$$q = \frac{V_h}{\text{F}}. \qquad [\ \text{m}^3/(\text{s}\bullet\text{m}^2)\ ]$$

kattaligi bilan baholanadi, bunda: Vh - dvigatel orqali havoning sarfi, m/s;

F - filtrlovchi element ishchi sathining yuzasi, m^2. Quruq filtrlovchi elementning chang sig‘imini bilvosita me’zoni bo‘lib, ularning solishtirma qarshiligining kattaligini o‘zgarishi hisoblanadi:

$$Z = \frac{\Delta P_0 - \Delta P_b}{\varphi},$$

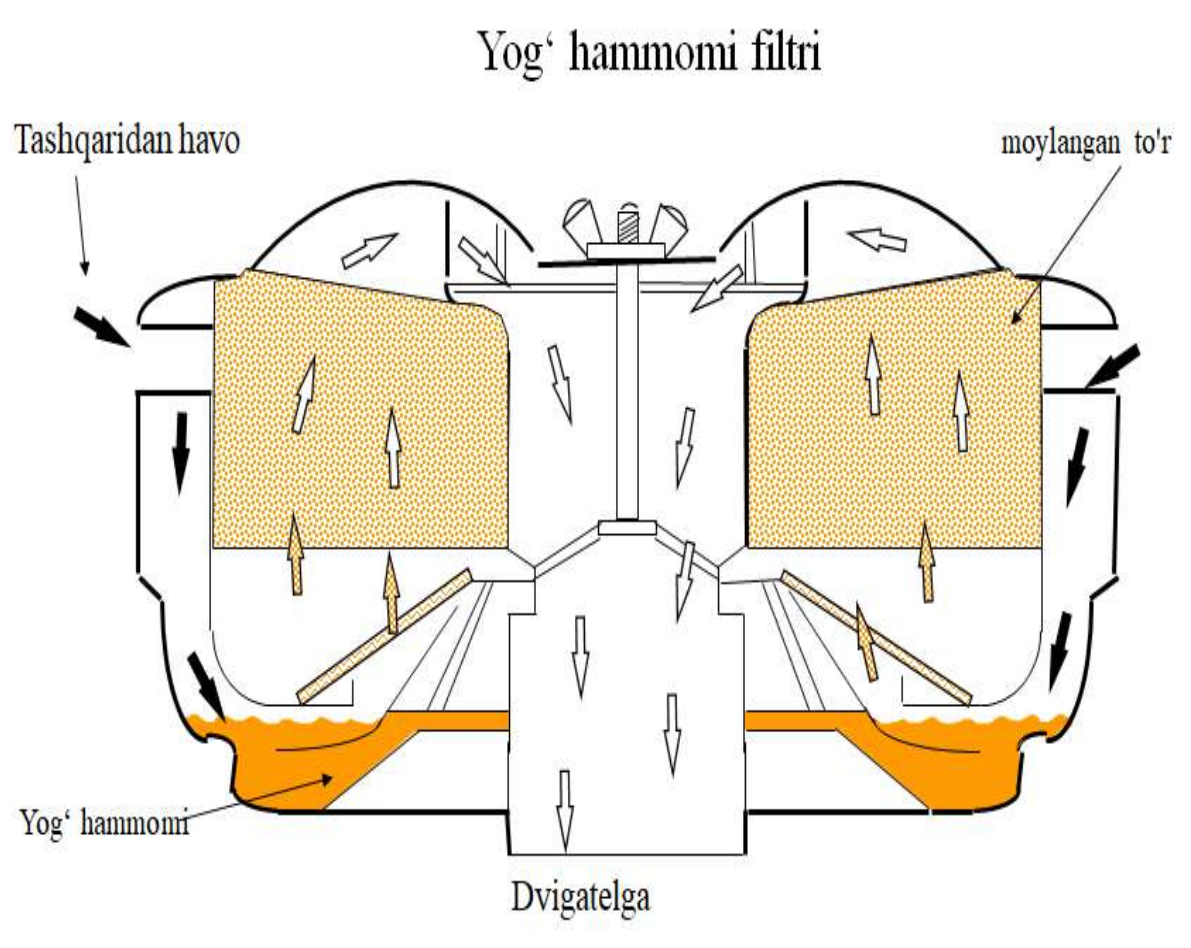
Adabiyot Bunda: p_b va p_o - mos holda filtrlovchi elementning boshlang‘ich va ohirgi qarshiligi; f-filtrlanadigan havoning changlanganligi.

Quruq filtrlovchi elementga solishtirma chang yuklamasi

gyuk=M2/F

kabi aniqlanadi, bunda: M2-havo tozalagich qarshiligini 700 mm suv ustunigacha oshish paytiga filtrlovchi elementga o‘tirib qolgan changning miqdori.

ISSN 3030-3907



3-rasm. Moy-hammomli havo filtrining ishlash sxemasi

1.2-jadval.

Turli materiallarning xarakteristikalari.

Filtr elementi	Maxsus singdirish qobiliyati, g / mg	Sirt birligining og‘irligi, g / m²
Qog‘ozli quruq	190 - 220	100 - 120
Sintetik materiallar	230 - 250	100 - 120

Havo filtrlari dvigatelning yonish kamerasiga changning kirib borishini oldini oladi, bu esa silindr-porshen guruhi detallarini abraziv yeyilishdan himoya qiladi.

Yuqori quvvatli dvigatellarda quruq havo filtrlaridan foydalanish kerak. Buning sababi shundaki, nam filtr elementlari ifloslanganda yog‘ kompressorga o‘tkaziladi va uning oqim yo‘li kokslanadi.

Xulosa

Dvigatel havo filtrlarining ishlashiga ta’sir qiluvchi asosiy omillar havo filtrining mustahkamlik chegarasi yetarli bo‘lmasligi sababli, dvigatelga kiruvchi

ISSN 3030-3907

abraziv zarralar haddan tashqari yeyilish sababli, eskirishga olib kelishi mumkin, bu esa dvigatelning muddatidan oldin ishdan chiqishiga olib kelishi mumkin.

Bu oddiy, kichik, arzon va xizmat ko‘rsatish uchun qulay bo‘lishi kerak. Ishlash xususiyatlaridan tashqari, filtr dizayni atrof-muhit muammolariga mos kelishi kerak; filtrni qurish uchun ishlatiladigan materiallar qayta ishlanishi kerak. Chiqindilarni minimallashtirish uchun umumiy ilovalar uchun 100 000-150 000 kilometrdan ortiq xizmat muddati bo‘lgan yuqori chang sig‘imli filtrlar belgilanishi kerak.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Mirziyoev Sh.M. Aholiga transport xizmati ko‘rsatish, hamda shaharlar va qishloqlarda avtobuslarda yulovchilar tashish tizimini yanada takomillashtirish chora-tadbirlari to‘g‘risida. Prezident qarori PQ № 2724, 10.01.2017 y.
2. Maxmudov D. va boshqalar. Avtotransport vositalarining tuzilishi-T.:Metodist,2023.201b.
3. Sidiqnazarov. Q.M.-Avtomobillar texnik ekspluatatsiyasi. Toshkent “Go to print”-2020-yil.

ISSN 3030-3907

JIN MASHINASI ISHCHI KAMERASINI SAMARADORLIGINI OSHIRISH YO‘LLARI

Komilov Shuxratjon Raximjon o‘g‘li
Namangan davlat texnika universiteti
Email: shuhratkomilov92.email.ru
Tel:+998935627792

Annotatsiya. Jin mashinasining ish unumdorligini o‘sishi albatta xomashyo valigi zichligini ortishi bilan birga sodir bo‘lishi isbotlangan. Ammo, zichlikning ortishi bilan unumdorlik ortishi ma’lum chegaragacha bo‘lib, keyin unumdorlik pasaya boshlaydi. Mualliflar tomonidan ushbu maqolada tola sifatini oshirish bo‘yicha olib borilayotgan ilmiy ishlar taxlil qilingan.

Kalit so‘zlar: Paxta, tola,arrali jin, zichlik, kolosnik, arra, baraban, chigit qobig‘i, chigit, momiq.

Аннотация. Доказано, что увеличение производительности хлопкоочистительной машины обязательно происходит с увеличением плотности сырья. Однако с увеличением плотности производительность возрастает до определенного предела, а затем начинает снижаться. В данной статье авторы анализируют научную работу, проведенную с целью улучшения качества волокна.

Ключевые слова: хлопок, волокно, хлопкоочистительная машина, плотность, колосник, пила, барабан, шелуха семян, семена, хлопок.

Annotation. It has been proven that the increase in the productivity of the gin machine necessarily occurs with an increase in the density of the raw material. However, with an increase in density, the productivity increases up to a certain limit, and then the productivity begins to decrease. In this article, the authors analyze the scientific work carried out to improve the quality of the fiber.

Key words: Cotton, fiber, saw gin, density, colosnik, saw, drum, seed husk, seed, cotton.

Kirish.

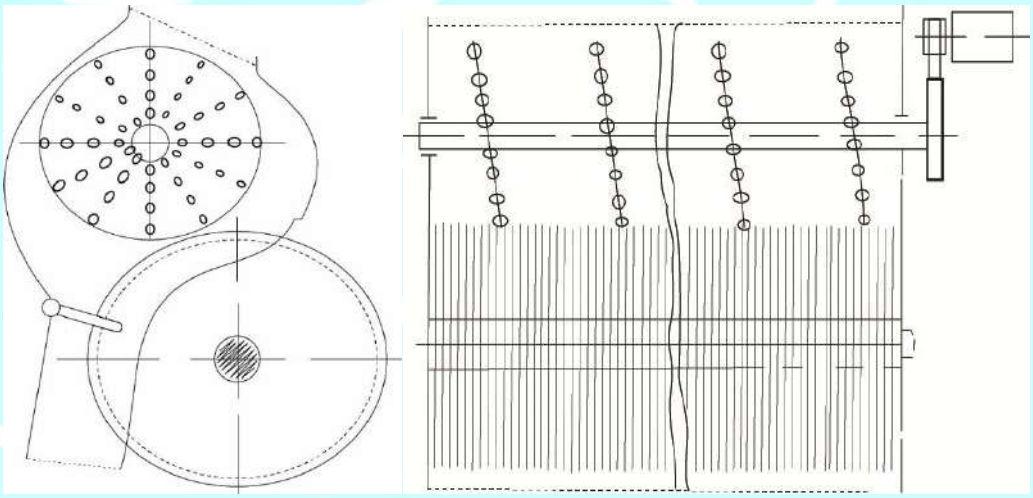
Jahonda to‘qimachilik mahsulotining asosiy xom ashyosi paxta tolasining tabiiy xossalarini saqlab qolish masalalariga alohida ahamiyat berilmoqda. «Paxta bo‘yicha Xalqaro konsultativ qo‘mita» (ICAC) [1] ma’lumotlariga qaraganda so‘nggi yillarda jahon miqyosida paxta maydonlari 31,979 mln gektardan iborat, hosildorlik xar bir gektarga 786,65 kg to‘g‘ri keladi, 24,581 mln tonna paxta tolasi ishlab chiqarildi, uning iste’moli 24,661 mln tonna, eksport hajmi 9,572 mln tonna, import hajmi esa 9,571 mln tonnani tashkil etmoqda. Hozirgacha amalga oshirilgan tadqiqotlar tahlili shuni ko‘rsatadiki, ularda arrali jinlash jarayonining ko‘pgina jihatlari ochib berilmagan. Dunyo miqyosida paxtaga dastlabki ishlov berish texnologiyasi, jumladan paxta tolasini chigitdan ajratish (jinlash) jarayoni, texnika

ISSN 3030-3907

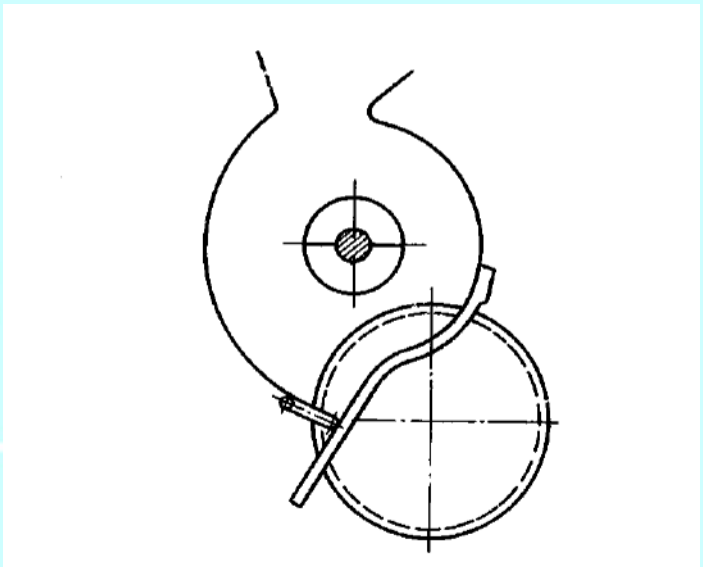
va texnologiyasini takomillashtirishga yo‘naltirilgan keng ko‘lamli ilmiy tadqiqotlar olib borilmoqda.P.T. Nijnik [2] cho‘tkali baraban yordamida tola yechib olish masalasini ko‘rib chiqdi va bir qator tavsiyalar berdi. Lekin u, tolalarni past tezlikda ham yechib olinishi sodir bo‘lishi mumkinligiga amin bo‘lsada, nima uchun havo oqimli jinda arra tishlaridan tolani normal yechib olish uchun soplodan chiqayotgan havo oqimi 70-75 m/s tezlikka, cho‘tkalida esa – atigi 20-22 m/s tezlikka ega bo‘lishi kerakligi savoliga javob bera olmadi.

Aerodinamika qonuniyatlarini qo‘llash asosida arralardan tolani yechib olish, ulyuk va iflosliklarni ajratish masalasini har tomonlama o‘rganish zarur.

M. Agzamov [3] xomashyo valigini aylantirishga sarflanadigan energiya harajatlarini pasaytirishga, jinning unumdorligini oshirishga va kolosnikli panjaraning yuqori qismida tiqilishlarni yo‘qotish yo‘li bilan tola sifatini yaxshilashga imkon beradigan arrali jin ishchi kamerasining ishonchli konstruksiyasining ishlab chiqqan, jin ishchi kamerasiga xomashyo valigi aylanishini tezlatish uchun og‘ma va tishli diskli tezlatkich taklif etgan.



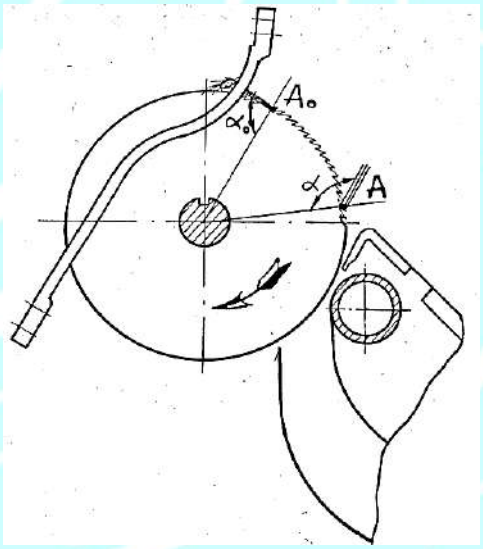
1-rasm. Qiya diskli tezlatgich o‘rnatilgan ishchi kamera



2-rasm. Disk parrakli tezlatgich o‘rnatilgan ishchi kamera

ISSN 3030-3907

Ergashev SH.T. dissertatsiyasida paxtani jinlash zonasidagi elementlar kolosniklar va arra tishi geometriyasining oqilona tanlangannini taklif qildi. Jin mashinasining bunday konstruksiyasi tishning oldingi burchagi qiymatining kamayishi tufayli tola va chigitning sifat ko‘rsatkichlarini saqlab qolgan holda arra tishlaridan tolani yechib olishni osonlashtiradi va unumdorlikni saqlashga arra tishining yuzasi bilan uchrashish burchagini 4...9° oralig‘ida saqlash orqali erishiladi, bunda normal paxtani jinlash jarayoni ta’minlanadi. Tishning old burchagi pasayganda, avval tishning kolosnikli panjara asosiga, so‘ngra yuqori qismidan olib ketiladi, bu esa ushlangan tolaning arra tishidan havo kamerasiga chiqib ketishiga yordam beradi (3-rasm).



3-rasm. Kolosnikli-tola yechib olish maydonli qurilma

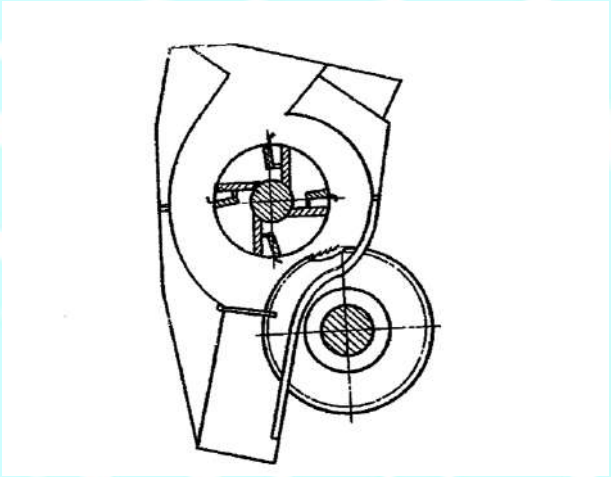
Tishning old burchagining kamaytirilgan qiymati bilan, kolosnikli panjaraning geometriyasini o‘zgartirib, avval yuqori qismini, keyin esa pastki qismini kolosnikli panjarani orasidan ortiga o‘tishni erishish mumkin.

Ushbu mavzu bo‘yicha Xoxlov I.I. [4] tomonidan ko‘plab tadqiqot ishlari olib borildi, unda arra tishlaridan lintni yechib olish masalasi batafsil ko‘rib chiqildi.

S.N. Nusratov [5] tomonidan taklif etilgan shnek ishchi kameraning o‘rtasidan o‘tkazilgan bo‘lib, jinlangan chigitlarning chiqishiga va zichlikni kamayishiga yo‘naltirilda. Bu qurilmaning amaliyotda qo‘llanilmaganligining asosiy sababi chigitlarning toladorligi sezilarli darajada oshib ketdi.

X.K. Davidbaev va boshq.[6] quyidagicha ishlaydigan tezlatkichni taklif etishgan (4-rasm). Tezlatkich xomashyo valigi bilan birga aylanib, uning tuzilishini o‘zgartirmay, uning aylanish stabilligini ta’minlaydi. Jinlangan chigitlar kamera markazida tezlatgich vali yonida yig‘ilib, elastik plastinani deformatsiyalaydi hamda chigitlar, qobiq va plastina o‘rtasidagi oraliqda ushlab qolinadi. Arrali tsilindrga kelganda elastik plastina teskarisiga, ya’ni aylanish yo‘nalishi bo‘yicha deformatsiyalanadi.

ISSN 3030-3907

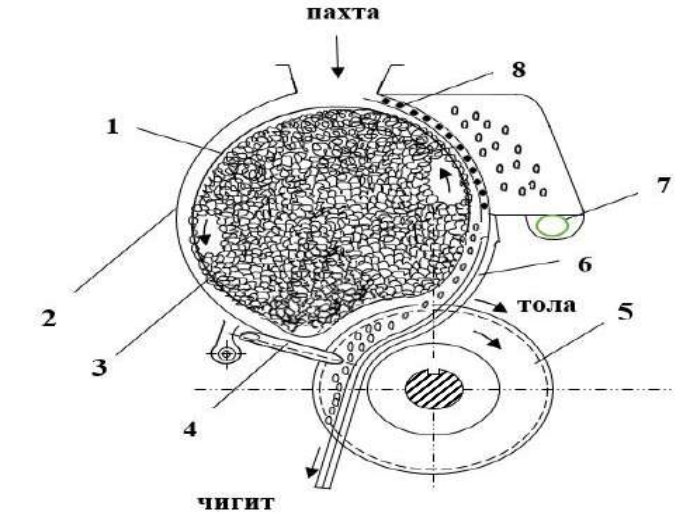


4-rasm. Arrali tola ajratgichining xomashyo valigi tezlatkichi

M. Tillayev[7] o‘z tadqiqotlarida xomashyo valigining zichligini oshirish bilan tola mexanik shikastlanishining ham ortishini ko‘rsatdi. O‘zgartirilgan jin konstruksiyasida xomashyo valigining tezlatgichi qo‘llanilganda jinning samaradorligi ortgan holda xomashyo valigining zichligi pasayadi. Natijada, xomashyo valigining zichligi kamayishi tolaning shikastlanish darajasini 19-20 % kamaytirish imkonini beradi. Shuningdek, u o‘z tadqiqotlarida xomashyo valigi zichligining oshishi bilan tolaning mexanik shikastlanishining ham oshishini asoslab bergan. Uning tadqiqotlarida xomashyo valigini aylantiruvchi tezlatgichning jinlash jarayonidagi quyidagi asosiy ko‘rsatkichlarga ta’siri ko‘rsatib o‘tilgan: mashinaning ish unumi, chigitlarning ishchi kamerada turish vaqti, tarkibi, toladorligi, massasi, xomashyo valigining zichligi va uning ishchi kamerasi devorlariga bo‘lgan bosimi.Arrali jinning quvvati masalasi ishchi organi bilan silindr va xomashyo valigi orasidagi o‘zaro ta’sirini dinamik tahlil qilish yo‘li bilan hal qilinadi.

D.Roxmonov [8,9] tomonidan taklif qilinayotgan arrali jinning ishchi kamerasi ishchi kamera, oldingi fartuk, xom-ashyo valigi, chigit tarog‘i, arrali silindr, kolosnik, toladan ajragan chigitlar uchun shnek, to‘rli qilib tayyorlangan peshtoq brusdan iborat. Arrali jin ishchi kamerasining asosiy mohiyati shundaki, toladan ajragan chigitlarning tashqariga chiqishini tezlashtirish maqsadida peshtoq brus yuzasi d=6mm kolosniklardan iborat bo‘lib, kolosniklar arrali silindr o‘qiga parallel joylashgan bo‘lib, ular orasidagi masofa t=6 mm ni tashkil qiladi. Natijada peshtoq brus yuzasidagi teshiklar orqali chigit chiqishi tezlashadi va jin mashinasining ish unumdorligi ortadi.

ISSN 3030-3907



5-rasm. Qurilmaning ishchi organlari yon tomondan ko‘rinishi

1-ishchi kamera, 2- oldingi fartuk, 3-xom-ashyo valigi, 4-chigit tarog‘i, 5-arrali silindr, 6-kolosnik, 7-toladan ajragan chigitlar uchun shnek,8-to‘rli qilib tayyorlangan peshtoq brus.

Respublikamiz va chet el mashinalarida jinlash jarayoniga xomashyo valigining ta’siri o‘rganilganda, xomashyo valigi zichligining o‘zgarishi tola va chigitning sifat ko‘rsatkichlarining o‘zgarishiga olib keladi, degan xulosaga kelindi. Xomashyo valigi zichligini hamda tezligini boshqarish, xomashyo valigi zichligini kamaytirish, arra tishlarining tolalarni ilib olishini yaxshilanishi, hamda ishchi kameraning va kolosniklarning yuzasida paxta tolasining harakatdagi ishqalanish kuchlarini kamayishi, tola sifatini yaxshilashishiga xizmat qiladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. A.Salimov. Paxtaga dastlabki ishlov berish.T.Bilim,2005.
2. Improving Fiber Quality Output by Improving the Roll Box of the Gin Saw S Akramjon, I Sardorbek, K Shukhratjon - Engineering, 2023
3. Analysis of the influence of damaged seeds on the abrasion of working surfaces. A Sarimsakov, S Isroilov, K Shukhratjon - Finland International Scientific Journal of Education …, 2023.
4. Sh. Komilov, M Joraeva. A. Sarimsakov, R. Muradov.(2023). ANALYSIS OF THE QUALITY INDICATORS OF THE SEED SEPARATE FROM THE FIBER AFTER SPINNING. Research Focus, Uzbekistan, 2 (4).
5. M.Tojiboyev, H.Isahanov, R.Muradov. Tola ajralishi va chigit chiqish jarayoni bo‘yicha olib borilgan ilmiy tadqiqotlar natijalari tahlili. Scientific-technical journal STJ FerPI, 2024, T.28, №2. 211-214 b.
6. Sh.Komilov,N. Mamadaliyev,A.Umarov,A.Sarimsaqov. The oretical analysis of the fiber removing process. Scientific and Technical Journal Namangan Institute of Engineering and Technology. 2024.№3 269-274b.

ISSN 3030-3907

7. H.Isahanov, A.Roxmonov, Sh.Komilov. Arrali jindan chiqqan chigitlarni saralash tahlili. Scientific-technical journal (STJ FerPI, ФарПИ ИТЖ, НТЖ ФерПИ, 2024, T.217-221, №6).
8. Ш.Комилов, Жураева Г.Р. Основные требования, предъявляемых к работе пильных джин. Mehanika va robototehnika muammolar va rivojlantirish istiqbollari" mavzusida II xalqaro ilmiy amaliy anjuman. Andijon 2023.
9. R.Muradov, Sh.Komilov, G.Jo'raeva. Анализ развитие и усовершенствование пильных джинов. To'qimachilik va yengil sanoatda innovatsion texnologiyalarni joriy qilish istiqbollari nomli halqaro ilmiy amaliy anjuman. 2023 yil 16-17 may.

ISSN 3030-3907

PEDAGOGICAL MODELS OF EDUCATIONAL ORGANIZATION METHODOLOGY IN AUSTRALIAN TECHNICAL UNIVERSITIES

Isayev Bohodirjon Makhamatshoyevich
Andijan State Technical Institute Senior Teacher, Department of "Information Technologies"
Tel: +99893-444-86-02,
E-mail: bohodirjonisayev@gmail.com

Annotation. This article examines contemporary pedagogical models and the methodological approaches used to organize teaching and learning in Australian technical universities (examples include RMIT, UTS and other practice-focused institutions). It synthesizes dominant models - especially Work-Integrated Learning (WIL), cooperative education, competency-based and micro-credential approaches - and describes the research methods used to study these models. Findings show an emphasis on authentic, industry-engaged learning, flexible micro-experiences, and scaffolded WIL pathways that blend classroom, online and workplace learning. The paper concludes with implications for curriculum design, staff development and institutional policy.

Keywords: Work-Integrated Learning, cooperative education, micro-credentials, Australian technical universities, pedagogical models, industry engagement.

Anotatsiya. Ushbu maqola zamonaviy pedagogik modellar va Avstraliya texnik universitetlarida o‘qitish va o‘qitishni tashkil etishda qo‘llaniladigan uslubiy yondashuvlarni ko‘rib chiqadi (misollarga RMIT, UTS va boshqa amaliyotga yo‘naltirilgan muassasalar kiradi). U dominant modellarni - ayniqsa Work-Integrated Learning (WIL), hamkorlikdagi ta'lim, kompetensiyaga asoslangan va mikro-kredit ma'lumotlariga asoslangan yondashuvlarni - sintez qiladi va ushbu modellarni o‘rganish uchun foydalaniladigan tadqiqot usullarini tavsiflaydi. Topilmalar haqiqiy, sanoat bilan shug‘ullanadigan o‘rganishga, moslashuvchan mikro-tajribalarga va sinf, onlayn va ish joyidagi ta'limni uyg‘unlashtirgan WIL yo‘llariga urg‘u berilganligini ko‘rsatadi. Hujjat o‘quv dasturlarini ishlab chiqish, xodimlarni rivojlantirish va institutsional siyosatga ta'sir qilish bilan yakunlanadi.

Kalit so‘zlar: Ishga integratsiyalashgan ta'lim, hamkorlikdagi ta'lim, mikro-malakalar, Avstraliya texnik universitetlari, pedagogik modellar, sanoat bilan aloqalar.

Аннотация. В данной статье рассматриваются современные педагогические модели и методологические подходы, используемые для организации преподавания и обучения в австралийских технических университетах (в качестве примеров можно привести RMIT, UTS и другие практико-ориентированные учреждения). В ней обобщаются доминирующие модели – в частности, обучение, интегрированное с производственной практикой (Work-Integrated Learning, WIL), совместное обучение, компетентностный

подход и подход на основе микрокредитов – и описываются методы исследования, используемые для изучения этих моделей. Результаты показывают акцент на аутентичном обучении, ориентированном на промышленность, гибких микро-опытах и способах, которыми WIL сочетает аудиторное, онлайн- и производственное обучение. В заключение статьи приводятся выводы для разработки учебных программ, повышения квалификации персонала и институциональной политики.

Ключевые слова: обучение, интегрированное в производственную практику, кооперативное образование, микроквалификации, австралийские технические университеты, педагогические модели, взаимодействие с промышленностью.

Introduction

Australian technical universities (broadly understood here as universities with a strong vocational, industry-engaged and applied focus e.g., RMIT, some programs at UTS, Curtin and other institutions) have shifted pedagogical priorities over the past two decades toward models that align curriculum with workplace needs. Central to this shift has been Work-Integrated Learning (WIL), alongside cooperative education, competency-based frameworks and the recent expansion of micro-credentials and flexible short-form learning. These trends respond to employer demand for job-ready graduates, rapid technological change, and national strategies that foreground employability and international competitiveness.

Research methods : This study uses a mixed-methods approach combining a focused literature review, institutional case study analysis, semi-structured interviews with stakeholders (academic staff and industry partners), and a small survey of students engaged in WIL. The methods aim to capture both policy/institutional level organization (how programs are structured and governed) and classroom/placement level practice (how pedagogy is enacted).

Table-1

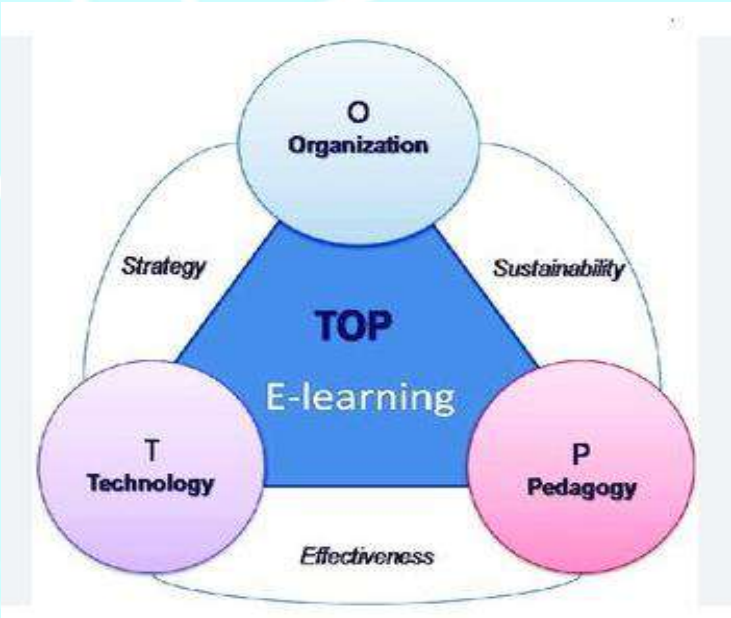
Research methods - summary table

Method	Purpose	Sample / Data sources	Key outputs
Focused literature review	Map major pedagogical models and recent innovations (micro-credentials, online WIL)	Academic articles, policy reports (2010–2024)	Thematic synthesis of models and evidence

ISSN 3030-3907

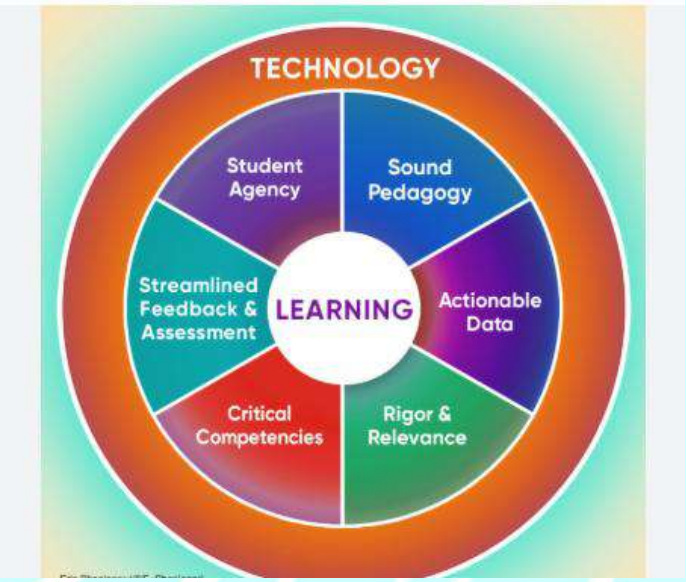
Institutional case studies	Examine organizational arrangements and pedagogy at technical universities	Documents, course outlines, teaching & learning strategies (RMIT, selected others)	Institutional model descriptions; best-practice examples
Semi-structured interviews (n ≈ 12)	Understand faculty & industry perspectives on implementation	Academic leads, WIL coordinators, industry supervisors	Qualitative themes on enablers/barriers
Student survey (n ≈ 120)	Capture learner experience of WIL and micro-credentials	Student participants in STEM and business programs	Quantitative measures of perceived learning outcomes
Document analysis	Review assessment approaches, accreditation requirements, partnership MOUs	Course materials, accreditation guides, WIL policy docs	Coding of assessment alignment to workplace competency

(Photo of a flexible, industry-style classroom shown above - example of the adaptive learning spaces used in many technical university programs.)



Picture 1- Matching technology, organisation and pedagogi in e-learning.

ISSN 3030-3907



Picture 2- ***A framework for learning through the purposeful use of the technology*****.**

Research results :

1. Dominant pedagogical models

Work-Integrated Learning (WIL) - WIL appears as the central organizing pedagogical model for technical universities: it ranges from traditional workplace placements and internships to industry projects, simulated workplaces and micro-placements integrated into coursework. Institutions increasingly treat WIL as an assessed, credit-bearing element embedded across programs rather than an optional add-on. [1]

- Cooperative education and learning ecosystems - Cooperative education (co-op) variants that alternate study and work terms remain influential in engineering and applied disciplines. Recent scholarship frames these as part of broader WIL ecosystems, emphasizing sustained industry partnerships and shared governance of learning outcomes.

- Competency-based and authentic assessment models - Assessment practices increasingly emphasize demonstration of workplace competence (rubrics based on professional standards, portfolios, reflective practice) rather than purely exam-based knowledge tests. Scaffolding reflective practice within WIL is common, helping students translate experience into professional capability.

- Micro-credentials and modular learning - Micro-credentials (short, competency-aligned units) are growing as footholds for lifelong learners and industry reskilling. Technical universities pilot micro-placements and micro-credentials that map to specific workplace skills, enabling stackable pathways into full degrees or direct employment. Systematic reviews show a rapid increase in micro-credential experimentation across Australian higher education.

2. Organizational and methodological features :

ISSN 3030-3907

- **Scaffolded pathways:** Effective programs use scaffolded WIL - starting with short, supported projects in early years, progressing to longer capstone placements - which improves student preparedness and employer satisfaction. [2]
- **Partnership governance:** Successful implementation depends on formal partnership management (MOUs, shared assessment descriptors) and dedicated WIL offices or internship hubs that coordinate placements and maintain quality.
- **Digital and flexible modalities:** The COVID era accelerated online and virtual WIL (remote industry projects, virtual internships), and institutions now blend face-to-face, simulated and online workplace experiences to increase scalability and access. Research identifies micro-placements and online projects as innovative alternatives to traditional placements.

3. Perceived outcomes and challenges (from interviews & survey)

- **Outcomes:** Students report improved employability skills (communication, teamwork, problem solving), stronger industry networks, and greater clarity about career pathways. Industry partners value project deliverables and the capacity to trial potential recruits.[3]
- **Challenges:** Key barriers include placement scalability, variability in workplace supervision quality, assessment standardization across industry contexts, and workload for academic staff. Micro-credentials raise governance questions about credit transfer and recognition. These challenges point to the need for robust coordination and clear competency frameworks.

Conclusion

Australian technical universities are adopting pedagogical models that tightly integrate curriculum with workplace practice. WIL - in its many forms - is the anchor model, supported by cooperative education variants, competency-based assessment, and the emergence of micro-credentials as flexible, stackable learning units. Effective organizational methodology combines institutional infrastructure (WIL coordination units), scaffolded curricular design, formal industry partnerships, and assessment aligned to professional standards. To sustain and scale these models, institutions should invest in placement coordination, supervisory training, assessment standardization, and research into long-term graduate outcomes.

Practical implications .

- Curriculum designers should embed scaffolded WIL across program years, not only at the capstone.
- Institutions should establish clear competency rubrics for assessment and micro-credential mapping.
- Investment in digital platforms enables scalable virtual WIL and broader access.

ISSN 3030-3907

USED LITERATURE.

1. Universities Australia. *Work Integrated Learning in Universities: Final Report.* (2019).
2. RMIT University. *Work Integrated Learning* (institutional pages and case materials).
3. Kay, J. (2019). *The emerging future: Innovative models of work-integrated learning.* International Journal of Work-Integrated Learning.
4. Fergusson, L. (2021). *The development of work-integrated learning ecosystems.* ERIC. Ha, N. T. N. (2022). *A Systematic Literature Review of Micro-credentials in Higher Education.* (VU Research).
5. Methods of using modern advanced and virtual real tools in the process of teaching high education ,IB Makhamatshoyevich Innovation in the modern education system 3 (30), 332-339

ISSN 3030-3907

QANDLI DIABETDA VITAMINLARNING TA’SIRI

Raxmanova Firuza Erdanovna
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti o‘qituvchisi
Eshtemirov Bahrom Nurali o‘g‘li
Samarqand Davlat Tibbiyot Universiteti Stomatologiya Fakulteti 1- bosqich talabasi

Annotatsiya: Ushbu maqolada qandli diabetda vitaminlarning roli va ularning metabolik jarayonlarga ta’siri haqida ilmiy manbalarga asoslangan ma’lumotlar tahlil qilindi. Asosan D vitamini, B guruh vitaminlari va antioksidant vitaminlarning diabet bilan bog‘liq farqli mexanizmlar orqali ta’siri ko‘rib chiqildi. Tadqiqot natijalari vitaminlar diabetni davolovchi asosiy vosita emasligini, biroq ular metabolik jarayonlarni qo‘llab-quvvatlashda muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: Qandli diabet, vitamin D, vitamin B12, antioksidantlar, glyukemik nazorat, mikronutriyentlar.

Аннотация: В данной статье рассматривается научная литература о роли витаминов при диабете и их влиянии на метаболические процессы. Особое внимание уделяется влиянию витамина D, витаминов группы B и антиоксидантных витаминов на диабет посредством различных механизмов. Результаты исследования показывают, что витамины не являются основным средством лечения диабета, но играют важную роль в поддержании метаболических процессов.

Ключевые слова: диабет, витамин D, витамин B12, антиоксиданты, гликемический контроль, микронутриенты.

Abstract: This article reviews the scientific literature on the role of vitamins in diabetes and their effects on metabolic processes. It focuses on the effects of vitamin D, B vitamins, and antioxidant vitamins on diabetes through different mechanisms. The results of the study suggest that vitamins are not the primary treatment for diabetes, but they are important in supporting metabolic processes.

Keywords: Diabetes, vitamin D, vitamin B12, antioxidants, glycemic control, micronutrients.

Kirish

Qandli diabet — bu insulinning sekretsiyasi yoki ta’sirining buzilishi natijasida yuzaga keladigan metabolik kasallik bo‘lib, glyukoza almashinuvining izdan chiqishi bilan kechadi. Diabetning patogenezida oksidativ stress, yallig‘lanish, insulin rezistentligi va hujayra metabolizmida o‘zgarishlar muhim o‘rin tutadi. Vitaminlar ushbu jarayonlarda bevosita yoki bilvosita ishtirok etadi, shuning uchun ularning darajasi diabet rivoji va uning asoratlari bilan bog‘liq bo‘lishi mumkin.

ISSN 3030-3907

Tadqiqot maqsadi: Ushbu maqolaning maqsadi — qandli diabetda asosiy vitaminlarning (D vitamini, B guruh vitaminlari, C va E antioksidant vitaminlar) ta’sirini ilmiy manbalarga asoslanib tahlil qilish va ularning ahamiyatini qisqacha asoslab berish.

Tadqiqot materiallari va usullari:

Qandli diabet ko‘payishining asosiy sabablarini qisqacha qilib shunday ifodalash mumkin:

- ✔ Semizlikning jadal ortishi;
- ✔ Jismoniy faollikning kamayishi;
- ✔ Noto‘g‘ri, shakar va yog‘da boy ovqatlar ko‘p iste’moli;
- ✔ Shakarli ichimliklar iste’moli;
- ✔ Shahar hayoti va iqtisodiy o‘sish bilan bog‘liq salbiy omillar;
- ✔ Genetik moyillik.

Diabet haqidagi eng qadimgi yozuvlar Ebers papirusida (M. avv. 1550-yil atrofida) uchraydi. Unda kasallik “Ko‘p siydik ajralishi bilan kechuvchi kasallik” sifatida tasvirlangan.

"Hindu shifokorlari" Sushruta va Charaka qandli diabetni “Madhumeha” (asal siydik kasalligi) deb atagan va bemor siydigiga chumolilar yig‘ilishi orqali uni aniqlagan — ya’ni siydik shirin bo‘lgan.

Yunon shifokori Areteus of Cappadocia kasallikni birinchi marta ilmiy ta’riflagan:

“Tana butun suyuqligini siydik orqali yo‘qotadigan kasallik.” U bu kasallikka “diabetes” deb nom bergan (yunoncha “suv oqishi” ma’nosida). 1650-1700-yillarda Angliyalik shifokor Thomas Willis bemor siydigida shirin ta’m borligini aniqlab, unga “diabetes mellitus” (shirin siydikli diabet) deb nom berdi.

Davolash: diabetning asosiy belgisi ko‘p siydik ajrashi bo‘lgani uchun, qadim zamonlarda davolash:

- o‘simlik aralashmalari
- sut, don, yog‘ va asal qorishmalari
- pishirilgan o‘simlik ildizlari
- jismoniy mashqlar
- hayot tarzini o‘zgartirish

kabi oddiy usullar bilan amalga oshirilgan. Biroq bu usullar deyarli foyda bermagan.

1700-1800-yillarda “Insulin” hali kashf qilinmaganligi uchun asosiy davolash katta cheklovli dietalar bo‘lgan. Insulin yo‘qligi sababli shifokorlar bemorlarni ochlik orqali glyukozani pasaytirishga harakat qilgan. Bu dieta ko‘p bemorlar uchun nihoyatda og‘ir bo‘lgan 1921-yilda Kanadalik olimlar Banting,

ISSN 3030-3907

Best, Macleod “INSULIN” ni kashf qildi. 1922-yilda insulin birinchi bor 14 yoshli diabetli bola — Leonard Thompsonga yuborildi va bemor hayoti saqlab qolindi.

Davolashda asosiy rolda “Insulin” bo‘lsada, qandli diabet kasalligiga vitaminlarning ham ta’siri sezilarli: D vitamini diabet uchun juda muhim, chunki u insulin sezgirligini yaxshilaydi, oshqozon osti bezi beta hujayralari faoliyatini kuchaytiradi va qon shakar darajasini tartibga solishga yordam beradi. D vitamini yetishmovchiligi diabet, metabolik sindrom va diabetik nefropatiya va neyropatiya kabi asoratlar rivojlanish xavfi bilan bog‘liq. D vitamini yetishmovchiligini (diabet bilan kasallanganlarda keng tarqalgan) qo‘shimchalar bilan (ba'zan 4000 XB dozada) tuzatish glikemik nazoratni (glyukoza darajasi, HbA1c) yaxshilashi va asoratlar xavfini kamaytirishi mumkin.

1. D vitamini

Vitamin D insulinning sekretsiyasi va periferik to‘qimalarda insulin sezgirligiga ta’sir ko‘rsatadi. D vitamini yetishmovchiligi II tip diabet xavfining ortishi va neyropatiya kabi asoratlar bilan bog‘liq. Ayrim tadqiqotlarda vitamin D qo‘shimchasining HbA1c va insulinga sezgirlikni biroz yaxshilaganligi ko‘rsatilgan. So‘nggi o‘n yilliklarda o‘tkazilgan tadqiqotlar natijalari D vitamini holati darajasi va diabetning o‘zi va uning surunkali asoratlari rivojlanish xavfi o‘rtasidagi bog‘liqlikni ko‘rsatadi. Shunday qilib, Framingham tadqiqotidan olingan ma'lumotlar 7 yillik kuzatuvdan so‘ng zardobida minimal 25(OH)D darajasi bo‘lgan shaxslarda 2-toifa diabet rivojlanish xavfining 40% ga oshganligini ko‘rsatdi. Shunga o‘xshash ma'lumotlar 20 yoshdan oshgan Janubiy Koreya aholisi o‘rtasida o‘tkazilgan kesma tadqiqotda olingan bo‘lib, unda 2-toifa diabet D vitamini yetishmovchiligi va yetishmovchiligi bo‘lgan shaxslarda zardobdagi 25(OH)D darajasi 75 nmol/L dan yuqori bo‘lgan shaxslarga nisbatan ko‘proq uchraydi. Shunga o‘xshash natijalar besh mingdan ortiq Avstraliya aholisi ishtirok etgan tadqiqotda ko‘rsatildi, unda 2-toifa diabet rivojlanish xavfi 25(OH)D darajasi past bo‘lgan shaxslarda ham yuqori ekanligi va 25(OH)D konsentratsiyasining har 25 nmol/L ga oshishi diabet xavfining 24% ga kamayishi bilan bog‘liqligi aniqlandi. Bundan tashqari, keng muhokama qilingan Hamshiralar salomatligi tadqiqoti natijalari shuni ko‘rsatdiki, zardobdagi 25(OH)D darajasi 33 ng/ml dan oshgan ayollarda 2-toifa diabet rivojlanish xavfi 48% ga kamaygan. Biroq, diabet rivojlanish xavfi va D vitamini holati o‘rtasida bog‘liqlik yo‘qligini ko‘rsatadigan qarama-qarshi dalillar ham mavjud.

Qarama-qarshi ma'lumotlarga qaramay, ko‘pchilik mutaxassislar metabolik kasalliklarning oldini olish uchun normal D vitamini darajasi zarurligiga qo‘shilishadi . Buni zardobdagi 25(OH)D darajasi eng yuqori kvartilga to‘g‘ri keladigan ishtirokchilar orasida metabolik kasalliklar xavfi eng past 25(OH)D

ISSN 3030-3907

darajasiga ega bo‘lganlarga qaraganda 43% pastroq ekanligini va 25(OH)D konsentratsiyasining har 25 nmol/L oshishi metabolik sindrom rivojlanish xavfining 13% ga kamayishi bilan bog‘liqligini ko‘rsatadigan tadqiqotlar tasdiqlaydi. Shunday qilib, D vitamini yetishmovchiligi 2-toifa diabetni o‘z ichiga olgan metabolik kasalliklar rivojlanishi uchun alohida, mustaqil xavf omili deb hisoblanishi mumkin.

D vitamini glyukoza metabolizmida ishtirok etish mexanizmlari to‘liq tushunilmagan. Biroq, D vitamini va kaltsiy glyukoza gomeostazini boshqarishda ishtirok etishi ma'lum va ularning konsentratsiyasidagi o‘zgarishlar diabet rivojlanishida muhim rol o‘ynashi mumkin. D vitaminining oshqozon osti bezi hujayralariga ta'siri ma'lum retseptorlar bilan o‘zaro ta'sir qilish va bir qator omillarning ifodasini nazorat qilish orqali yoki hujayra ichidagi kaltsiy konsentratsiyasini va shunga mos ravishda insulin sintezi va sekretsiyasini to‘g‘ridan-to‘g‘ri boshqarish orqali yuzaga kelishi mumkin, deb ishoniladi. Bundan tashqari, hujayra ichidagi ionlangan kaltsiyning (Ca2+) normal darajasi erkin radikallarning hosil bo‘lishini bostiradi va β-hujayralarni sitokinlar vositasida apoptoz va nekrozdan himoya qiladi. Shunday qilib, D vitamini yetishmovchiligi sharoitida D vitamini retseptorlari faolligining o‘zgarishi yoki hujayradan tashqari va hujayra ichidagi kaltsiy konsentratsiyasining o‘zgarishi oshqozon osti bezi β-hujayralarining funktsional holatiga salbiy ta'sir ko‘rsatishi va insulin sintezi va sekretsiyasining pasayishiga olib kelishi mumkin. Bundan tashqari, D vitamini yetishmovchiligining insulin qarshiligi rivojlanishidagi mumkin bo‘lgan rolini ko‘rsatadigan dalillar mavjud. D vitamini insulin retseptorlari genining ifodasini rag‘batlantirishi va shu tariqa glyukoza transmembran tashishida ishtirok etishi aniqlangan. Shuningdek, normal D vitamini darajasi hujayra ichidagi Ca2+ konsentratsiyasini tor diapazonda ushlab turishi va D vitamini yetishmovchiligi sharoitida kuzatiladigan uning darajasidagi o‘zgarishlar hujayra ichidagi glyukoza tashuvchilari-4 (GLUT-4) faolligiga salbiy ta'sir ko‘rsatishi va periferik to‘qimalarda insulin qarshiligining rivojlanishiga olib kelishi aniqlangan .

2. B guruh vitaminlari (B12, B6, Folat)

Metforminni uzoq muddat qabul qilgan bemorlarda B12 yetishmovchiligi keng tarqalgan bo‘lib, bu diabetik neyropatiyani kuchaytirishi mumkin. B6, folat va B12 nerv tizimi faoliyatida muhim rol o‘ynaydi; ularning yetishmovchiligi diabetik asoratlar xavfini oshiradi.

3. Antioksidant vitaminlar (C va E)

Vitamin C va E oksidativ stressni kamaytirishga yordam beradi. Diabetda oksidativ stressning yuqori bo‘lishi bu vitaminlarning qo‘shimcha ravishda qabul qilinishiga ehtiyojni oshiradi. Biroq antioksidant vitaminlarning glyukemik ko‘rsatkichlarga bevosita kuchli ta’siri isbotlanmagan.

ISSN 3030-3907

Natija:

1. Vitamin D darajasining pastligi II tip diabet xavfi va uning ayrim asoratlari bilan bog‘liq.
2. B12 vitamini yetishmovchiligi diabetli bemorlarda, ayniqsa metformin qabul qiluvchilarda, yuqori chastotada uchraydi.
3. Antioksidant vitaminlar oksidativ stressni kamaytiradi, ammo glyukozani bevosita yaxshilashi bo‘yicha dalillar cheklangan.

Xulosa: Qandli diabet insoniyatga juda qadimdan ma’lum bo‘lgan va davolash uchun juda ko‘plab vositalar sinab ko‘rilgan. Vitaminlar qandli diabetni davolashning asosiy vositasi bo‘lmasa-da, ular metabolik jarayonlar, nerv tizimi holati va oksidativ stressni tartibga solishda yordamchi omil bo‘lishi mumkin. Xususan, D vitaminining yetarli miqdori diabetni nazorat qilish, glyukoza metabolizmini yaxshilash va asoratlarning oldini olish uchun muhimdir, shuning uchun uni tuzatish diabetni davolashda istiqbolli yo‘nalish hisoblanadi, ammo shifokor bilan maslahatlashishni talab qiladi.Eng muhim jihat — vitaminlar shifokor nazorati ostida, individual ehtiyojlarga ko‘ra qo‘llanilishi lozim.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YAXI

1. PMC, PubMed (2023–2024).
2. SpringerLink, Diabetes Care (2021–2023).
3. Journal of Surgery and Medicine (2022).
4. Ebers Papyrus, The British Museum.
5. Allen FM, *Total Dietary Regulation in Diabetes*, 1921.
6. Тургунов Д. Э., Рахманова Ф. Э., Каржавов А. Р. ТЕРАПЕВТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ И ТОКСИЧНОСТЬ ШАФРАНА //Universum: медицина и фармакология. – 2023. – №. 4-5 (98). – С. 47-51.
7. Мамадиярова Х., Юсупова С., Рахманова Ф. ОБ ИЗУЧЕНИИ ПРОЦЕССА ПОЛУЧЕНИЯ ДЕФОЛИАНТА НА ОСНОВЕ ХЛОРАТА НАТРИЯ И АМИНОГУАНИДИНФОСФАТА. – 2021.
8. Erdanovna R. F. et al. DORIVOR OSIMLIKLARNING YURAK GLIKOZIDLARI SIFATIDA TASIRI VA QOLLANILISHI //IJODKOR O‘QITUVCHI. – 2025. – Т. 4. – №. 46. – С. 71-73.
9. Рахмонова Ф. Э. НЕЙРОПРОТЕКТИВНЫЕ, ГИПОТЕНЗИВНЫЕ, АНТИГИПОКСИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ШПИНАТА //O‘ZBEKISTONDA FANLARARO INNOVATSIYALAR VA ILMIY TADQIQOTLAR JURNALI. – 2025. – Т. 3. – №. 36. – С. 212-216.
10. Рахмонова Ф. Э. и др. ПОЛЕЗНЫЕ СВОЙСТВА ИМБИРЯ ДЛЯ ОРГАНИЗМА //INTERNATIONAL JOURNAL OF RECENTLY SCIENTIFIC RESEARCHER'S THEORY. – 2024. – Т. 2. – №. 4. – С. 22-27.

ISSN 3030-3907

AKADEMIK LITSEYLARDA “MOLEKULYAR FIZIKA VA TERMODINAMIKA ASOSLARI” BO‘LIMINI O‘QITISHDA MODULLI TEXNOLOGIYALARDAN FOYDALANISH.

Siddikova Sanabarxon Mahammadaliyevna

Andijon davlat Universiteti Akademik litsey fizika fani o‘qituvchisi

Annotatsiya. Ushbu maqolada zamonaviy ta’lim jarayonida o‘quvchi faolligini oshirish, mustaqil o‘rganish ko‘nikmalarini shakllantirish va o‘zlashtirish samaradorligini ta’minlashda modulli texnologiyaning o‘rni va afzalliklari tahlil qilingan. Modulli o‘qitishning mazmuni, tuzilishi, asosiy xususiyatlari va bosqichlari yoritilib, uning shaxsga yo‘naltirilgan ta’limni tashkil etishdagi imkoniyatlari ko‘rsatib berilgan. “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo‘limini modulli texnologiya asosida o‘qitish misolida to‘liq modul, topshiriqlar, baholash mezonlari hamda o‘quvchi–o‘qituvchi faoliyatining o‘zaro uyg‘unligi bayon etilgan. Tadqiqot natijalari modulli o‘qitishning ta’lim samaradorligini oshirishi, o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, amaliy ko‘nikma va mas’uliyatni shakllantirishda muhim ahamiyatga ega ekanini ko‘rsatadi.

Kalit so‘zlar: modulli o‘qitish, molekulyar fizika, termodinamika asoslari, akademik litsey, ta'lim texnologiyalari, fizika ta'limi, kompetensiyaga asoslangan yondashuv, faol o‘qitish usullari, ta'lim moduli

Аннотация. В данной статье анализируется роль и преимущества модульных технологий в повышении активности учащихся в современном образовательном процессе, обеспечении эффективности формирования и освоения навыков самостоятельного обучения. Выделены содержание, структура, основные особенности и этапы модульного обучения, показаны его возможности для организации индивидуализированного образования. На примере преподавания раздела «Основы молекулярной физики и термодинамики» с использованием модульных технологий описан полный модуль, задания, критерии оценки и взаимная согласованность деятельности студента и преподавателя. Результаты исследования показывают, что модульное обучение имеет большое значение для повышения эффективности обучения, формирования у учащихся самостоятельного мышления, практических навыков и ответственности.

Ключевые слова: модульное обучение, молекулярная физика, основы термодинамики, академический лицей, образовательные технологии, физическое образование, компетентностный подход, активные методы обучения, образовательный модуль

Abstract. This article analyzes the role and advantages of modular technology in enhancing student engagement, developing independent learning skills, and improving learning efficiency in modern education. The content, structure, key features, and stages of modular teaching are explained, highlighting its potential for organizing learner-centered instruction. A complete module, assignments, assessment criteria, and the interaction between teacher and student are presented

using the topic “Fundamentals of Molecular Physics and Thermodynamics” as an example. The findings show that modular teaching significantly increases educational effectiveness and plays an important role in developing students’ independent thinking, practical skills, and responsibility.

Keywords: modular learning, molecular physics, fundamentals of thermodynamics, academic lyceum, educational technologies, physics education, competency-based approach, active learning methods, educational module.

Kirish.

Hozirgi kunda ta’lim tizimini modernizatsiya qilish, o‘quvchilarda mustaqil fikrlash, tahlil qilish va amaliy masalalarni yechish kompetensiyalarini shakllantirish dolzarb masalalardan biri hisoblanadi. Ayniqsa, tabiiy fanlar, jumladan fizika fanini o‘qitishda innovatsion pedagogik texnologiyalarni joriy etish o‘quvchilarning bilish faolligini oshirish, bilimlarni tizimli va chuqur o‘zlashtirish imkonini beradi. Shu nuqtai nazardan, akademik litseylarda fizika fanining murakkab bo‘limlaridan biri bo‘lgan “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari”ni o‘qitishda samarali didaktik yondashuvlarni qo‘llash alohida ahamiyat kasb etadi.

“Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo‘limi o‘zining abstrakt tushunchalari, matematik modellari va nazariy qonunlari bilan o‘quvchilardan yuqori darajadagi mantiqiy fikrlash, sabab–oqibat bog‘lanishlarini tushunish hamda fizik hodisalarni mikroskopik darajada tasavvur qila olishni talab etadi. An’anaviy o‘qitish usullari ushbu bo‘limni o‘zlashtirishda barcha o‘quvchilar uchun yetarli darajada samarali bo‘la olmayotgani amaliyotda kuzatilmoqda. Bu esa o‘qitish jarayonida modulli texnologiyalardan foydalanish zaruratini yuzaga keltiradi.

Modulli o‘qitish texnologiyalari o‘quv materialini mantiqan yakunlangan bo‘laklarga ajratish, har bir modul doirasida aniq maqsad, mazmun, o‘qitish usullari va baholash mezonlarini belgilash imkonini beradi. Bunday yondashuv o‘quvchilarning individual o‘zlashtirish sur’atini hisobga olish, mustaqil ta’lim faoliyatini rivojlantirish va nazariy bilimlarni amaliy masalalar bilan uyg‘unlashtirishga xizmat qiladi. Shuningdek, modulli texnologiyalar orqali o‘quvchilarning bilimlarini bosqichma-bosqich nazorat qilish va mustahkamlash imkoniyati yaratiladi.

Shu sababli, mazkur maqolada akademik litseylarda “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo‘limini o‘qitishda modulli texnologiyalardan foydalanishning didaktik imkoniyatlari, o‘qitish jarayonini tashkil etish shakllari hamda ularning o‘quvchilarning bilim, ko‘nikma va kompetensiyalarini rivojlantirishdagi ahamiyati yoritiladi. Tadqiqot natijalari fizika fanini o‘qitishda modulli yondashuvning samaradorligini asoslash va uni ta’lim amaliyotiga joriy etish uchun metodik tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Mazkur tadqiqot akademik litseylarda “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo‘limini o‘qitishda modulli texnologiyalardan foydalanishning didaktik

ISSN 3030-3907

samaradorligini aniqlashga qaratildi. Tadqiqot jarayonida pedagogik fanlarda keng qo‘llaniladigan nazariy va empirik tadqiqot usullaridan kompleks tarzda foydalanildi.

Tadqiqot usullari. Tadqiqotning nazariy bosqichida modulli o‘qitish texnologiyalari, fizika fanini o‘qitish metodikasi hamda kompetensiyaviy yondashuvga oid ilmiy-pedagogik manbalar tahlil qilindi. Ilmiy adabiyotlar, normativ-huquqiy hujjatlar, davlat ta’lim standartlari va o‘quv dasturlarini o‘rganish orqali “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo‘limining mazmuni, o‘quvchilarning o‘zlashtirishida uchraydigan muammolar hamda ularni bartaraf etish yo‘llari aniqlashtirildi. Tahlil va sintez, taqqoslash hamda umumlashtirish usullari asosida modulli texnologiyalarning didaktik imkoniyatlari asoslab berildi.

Empirik tadqiqot jarayonida pedagogik kuzatuv, suhbat, so‘rovnoma va testlash usullaridan foydalanildi. Dars jarayonini bevosita kuzatish orqali o‘quvchilarning o‘quv faoliyati, faolligi va bilimlarni o‘zlashtirish darajasi aniqlandi. O‘quvchilar va o‘qituvchilar bilan o‘tkazilgan suhbatlar modulli texnologiyalarning ta’lim jarayoniga ta’siri, ularning afzalliklari va kamchiliklarini aniqlashga xizmat qildi. So‘rovnoma va testlar yordamida o‘quvchilarning mavzuga oid bilimlari, tushunchalarni anglash darajasi hamda mustaqil ishlash ko‘nikmalari baholandi.

Tadqiqotning asosiy empirik usuli sifatida pedagogik tajriba-sinov ishlari tashkil etildi. Tajriba davomida o‘quvchilar nazorat va tajriba guruhlariga ajratilib, tajriba guruhida “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo‘limi modulli texnologiyalar asosida o‘qitildi, nazorat guruhida esa an’anaviy o‘qitish usullari qo‘llanildi. Tajriba-sinov ishlari orqali modulli o‘qitishning o‘quvchilarning bilim darajasi, mustaqil fikrlashi va amaliy masalalarni yechish ko‘nikmalariga ta’siri tahlil qilindi. Olingan natijalarni qayta ishlash va tahlil qilishda matematik-statistik usullardan foydalanildi. Natijalar foiz ko‘rsatkichlari, jadval va diagrammalar orqali taqqoslanib, modulli texnologiyalar asosida tashkil etilgan ta’limning samaradorligi ilmiy jihatdan asoslab berildi. Shu tariqa, qo‘llanilgan tadqiqot usullari majmui akademik litseylarda fizika fanining “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo‘limini o‘qitishda modulli texnologiyalardan foydalanishning pedagogik samaradorligini aniqlash imkonini berdi.

O‘qitishning modulli texnologiyasi — bu o‘quv jarayonini kichik, mustaqil o‘rganiladigan qismlarga (modullarga) ajratib, har bir modul bo‘yicha aniq maqsad, topshiriq va baholash mezonlarini belgilab o‘qitish usulidir.

Tadqiqot natijalari. Modulli texnologiya — o‘quv materialini mantiqiy tugallangan bo‘limlarga bo‘lib o‘rgatish bo‘lib, har bir modul: maqsadli reja (nima o‘rganiladi), o‘quv materiali, mustaqil ishlash topshiriqlari, test yoki baholash vazifalaridan iborat bo‘ladi. O‘quvchilar modulni o‘zi uchun qulay tezlikda o‘rganishi mumkin.

Modulli texnologiyaning asosiy xususiyatlari:

ISSN 3030-3907

1. O‘quvchi mustaqilligini oshiradi. Har bir modulni o‘zi o‘qib, bajaradi.
2. O‘quv jarayonining bosqichma-bosqich tashkil etilishi, modullar ketma-ketligi soddadan murakkabga qarab tuziladi.
3. Aniq natijaga yo‘naltirilgan, har bir modulning yakunida aniq baholash mezonlari mavjud.
4. Individual ta’limga mos, har bir o‘quvchi o‘z tezligida o‘rganishi mumkin.
5. O‘qituvchi — yo‘naltiruvchi rolida. Darsda ko‘proq maslahat, yordam beruvchi sifatida ishtirok etadi.

Modulli texnologiyaning afzalliklari: O‘quvchilar faolligi oshadi, mustaqil fikrlash rivojlanadi, o‘quv jarayoni aniq, tizimli bo‘ladi, yaxshi o‘zlashtirmagan o‘quvchilar uchun qayta o‘rganish imkoniyati bor, o‘qituvchi vaqti tejaladi.

Modulli texnologiyaning bosqichlari:

1. Modulni rejalashtirish- Maqsad, mavzu, natija belgilanadi.
2. Modulni taqdim etish- O‘qituvchi qisqa tushuntirish beradi.
3. Mustaqil ish davri- O‘quvchi modul bo‘yicha topshiriqlarni bajaradi.
4. Nazorat va baholash- Testlar, amaliy ishlar, savol-javoblar.
5. Umumlashtirish- Natijalar muhokama qilinadi.

Modulli o‘qitishni akademik litseylarda “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” bo‘limini o‘qitishda ham qo‘llash mumkin.

Quyida “Molekulyar fizika va termodinamika asoslari” fanini modulli texnologiya asosida o‘qitish uchun tayyorlangan to‘liq, foydalanishga tayyor modul beriladi. Dars rejasi, maqsadlar, topshiriqlar, baholash mezonlari ham kiritilgan.

MODUL: Molekulyar fizika va termodinamika asoslari

1. Modulning umumiy maqsadi:

O‘quvchilarga moddalar tuzilishi, molekulalar harakati, issiqlik hodisalari va termodinamik qonunlar haqida fundamental bilim va amaliy ko‘nikmalar berish.

2. Modulning tarkibi.

2.1. Kichik modullar (bo‘limlar)

1-Modul: Molekulyar fizikaning asosiy tushunchalari.

Moddaning uch holati: qattiq, suyuq, gaz.
Molekulalar va atomlar.
Molekulalarning tartibsiz harakati.
Diffuziya va uning misollari.
Maqsad: o‘quvchi moddaning molekulyar tuzilishini tushuntira oladi.
Topshiriqlar:
1. Gazda, suyuqlikda va qattiq jismda molekula qanday joylashganini chizing.
2. Diffuziya hodisasiga 3 ta misol yozing.
3. Qisqa video tahlili: tutunning tarqalishi.

Baholash:
Chizmalarning to‘g‘riligi – 2 ball
Misollar – 2 ball
Tahlil – 1 ball

ISSN 3030-3907

Jami: 5 ball

2-Modul: Ichki energiya va uning o‘zgarishi

Ichki energiya tushunchasi.

Ichki energiyani o‘zgarishiga ta’sir qiluvchi omillar.

Qurilishlarda, tabiiy jarayonlarda misollar.

Maqsad: o‘quvchi ichki energiyaning nima ekanini va qanday o‘zgarishini izohlaya oladi.

Topshiriqlar:

1. “Agar suvni isitilsa ichki energiya qanday o‘zgaradi?” – qisqa izoh.
2. Kunlik hayotdan 3 ta misol yozing.
3. Guruhdagi munozara: “Nima uchun sovitgichning orqa qismi issiq?”

Baholash:

Izoh – 2 ball

Misollar – 2 ball

Munozarada ishtirok – 1 ball

Jami: 5 ball

3-Modul: Issiqlik miqdori, quvvat va issiqlik sig‘imi

Issiqlik miqdori: $Q = cm\Delta t$

Issiqlik almashinuvi turlari: konveksiya, issiqlik o‘tkazuvchanlik, nurlanish.

Termometrlar va ularning ishlashi.

Maqsad: o‘quvchi $Q = cm\Delta t$ formulasidan foydalanib masala yecha oladi.

Topshiriqlar:

1. Masala: 200 g suvni 20°C dan 60°C gacha isitish uchun qancha issiqlik kerak?
2. Uydan 3 ta issiqlik almashinuvi misolini yozing.
3. O‘quvchilar tajribasi: metall qoshiq va yog‘och qoshiqning qizishi.

Baholash:

Masala yechimi – 3 ball

Misollar – 1 ball

Tajriba – 1 ball

Jami: 5 ball

4-Modul: Termodinamikaning asosiy qonunlari

Termodinamikaning 1-qonuni: $Q = \Delta U + A$

Termodinamikaning 2-qonuni: issiqlik o‘z–o‘zidan sovuqdan issiqka o‘tmaydi.

Issiqlik mashinalari va samaradorlik.

Maqsad: o‘quvchi 1-qonun formulasi orqali jarayonlarni tahlil qila oladi.

Topshiriqlar:

1. Masala: tizimga 500 J issiqlik berildi, 120 J ish bajarildi. ΔU?
2. Dvigatelning samaradorligi nima? qisqa izoh.
3. Yevgeniy Otto siklini oddiy chizma bilan tushuntiring.

Baholash:

Masala – 2 ball

Izoh – 2 ball

Chizma – 1 ball

Jami: 5 ball

3. Modulning umumiy baholash mezonlari

ISSN 3030-3907

Faoliyat turi Ball
Mustaqil topshiriqlar -20
Amaliy tajribalar- 10
Testlar- 10
Yakuniy modul ishi -10
Jami 50 ball

4. O‘qituvchi va o‘quvchi faoliyati

O‘qituvchi: qisqa kirish ma’ruza beradi (10–15 daqiqa), modullarni taqdim etadi, yo‘naltiradi, maslahat beradi, yakuniy nazorat o‘tkazadi.

O‘quvchi: modul bo‘yicha mustaqil ishlaydi, tajribalar bajaradi, masalalar yechadi, o‘z tezligida bilimni chuqurlashtiradi.

5. Yakuniy modul loyihasi

O‘quvchilar kichik guruhlarda loyihalashadi:
Loyiha mavzulari:
1. “Uy sharoitida issiqlik almashinuvi misollarini tadqiq qilish”
2. “Gaz qonunlarining amaliy qo‘llanilishi”
3. “Issiqlik mashinalari qanday ishlaydi?”
Natija: poster, taqdimot yoki video.

Xulosa. Modulli o‘qitish texnologiyasi zamonaviy ta’limning innovatsion yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, o‘quv jarayonini tizimli, mantiqiy va mustaqil o‘rganishga yo‘naltirilgan holda tashkil etishga xizmat qiladi. Modul asosida dars o‘tilganda o‘quvchi o‘zining individual o‘rganish sur’atiga ega bo‘ladi, bilimlarni mustaqil ravishda chuqurlashtiradi va o‘zining faol ishtiroki bilan jarayonda muvaffaqiyatga erishadi. Mazkur texnologiya ta’lim sifati va samaradorligini oshirishda, o‘quvchilarni ijodiy fikrlashga, mas’uliyat va mustaqillikka o‘rgatishda muhim ahamiyat kasb etadi. Shu bois modulli texnologiyani barcha fanlar, ayniqsa tabiiy fanlar o‘qitish jarayoniga joriy etish ta’lim samaradorligini sezilarli oshiradi.

FOYADALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI.

1. Ziyodov A. Pedagogik texnologiyalar asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2019.
2. Hasanboeva O. Ta’lim texnologiyalari. – Toshkent: Fan va texnologiya, 2021.
3. Yo‘ldoshev J.G., Usmonov S. Pedagogik texnologiya va pedagogik mahorat. – Toshkent: Istiqlol, 2020.
4. Turg‘unov Q. Pedagogik innovatsiyalar. – Toshkent: Innovatsiya ziyo, 2018.
5. Sayfullaeva R. Innovatsion ta’lim texnologiyalari. – Toshkent: Ziyo-PRINT, 2022.
6. Selevko G.K. Sovremennye obrazovatel’nye texnologii. – Moskva: Narodnoye obrazovaniye, 2005.
7. Bespalko V.P. Pedagogika i progressivnye texnologii obucheniya. – Moskva, 1995.
8. Murodov S. Modulli o‘qitish texnologiyasi. – Samarqand: SamDU, 2017.

ISSN 3030-3907

9. Mirzayeva G. Kasb-hunar ta’limida modulli texnologiyalar. – Toshkent: Fan, 2018.
10. Boboyev R., Xolmatov S. Modulli o‘qitish jarayoni. – Qarshi, 2020.

ISSN 3030-3907

LAVR YAPROG‘INING TIBBIYOTDAGI O‘RNI

Davronqulov Asilbek Elbek o‘g‘li
Samarqand davlat tibbiyot universiteti stomotologiya fakulteti 1-kurs talabasi
Daniyarova Aziza Ulug‘bekovna
Samarqand davlat tibbiyot universiteti stomotologiya fakulteti 1-kurs talabasi
Otaqulov Suxrob Rustam o‘g‘li
Samarqand davlat tibbiyot universiteti stomotologiya fakulteti 1-kurs talabasi
Qodirov Behzod Go‘furovich
Samarqand davlat tibbiyot universiteti Tibbiy kimyo kafedrasi assistenti
Samarkand, Uzbekistan
Email: behzodqodirov319@gmail.com,

Annotatsiya: Ushbu maqolada Laurus nobilis L. (lavr) o‘simligining kimyoviy tarkibi, farmakologik xususiyatlari va xalq hamda zamonaviy tibbiyotdagi o‘rni keng yoritilgan. Lavr yaprog‘ining efir moylari, flavonoidlari, organik kislotalari hamda terpen birikmalarining biologik faolligi ilmiy manbalar asosida tahlil qilingan. Lavr asosidagi dorivor vositalarning tibbiy amaliyotda qo‘llanilishi, ularning antimikrob, yallig‘lanishga qarshi va immunitetni mustahkamlovchi ta’siri batafsil bayon etilgan.

Kalit so‘zlar: Laurus nobilis L., lavr yaprog‘i, efir moyi, farmakologik faollik, fitoterapiya.

Аннотация:В данной статье подробно освещены химический состав, фармакологические свойства и роль растения Laurus nobilis L. (лавр) в народной и современной медицине. На основе научных источников проанализирована биологическая активность эфирных масел, флавоноидов, органических кислот и терпеновых соединений лаврового листа. Подробно описано применение лекарственных средств на основе лавра в медицинской практике, а также их антимикробное, противовоспалительное и иммуностимулирующее действие.

Ключевые слова: Laurus nobilis L., лавровый лист, эфирное масло, фармакологическая активность, фитотерапия.

Abstract: This article provides a comprehensive overview of the chemical composition, pharmacological properties, and the role of Laurus nobilis L. (bay leaf) in both traditional and modern medicine. The biological activity of essential oils, flavonoids, organic acids, and terpene compounds present in bay leaves is analyzed based on scientific sources. The medical application of bay leaf–based medicinal products, including their antimicrobial, anti-inflammatory, and immune-enhancing effects, is discussed in detail.

Keywords: Laurus nobilis L., bay leaf, essential oil, pharmacological activity, phytotherapy.

ISSN 3030-3907

Kirish

Dorivor o‘simliklar insoniyat tarixining ajralmas qismi bo‘lib, ular qadimdan turli kasalliklarni davolashda qo‘llanilib kelinadi. Laurus nobilis L. — xalq orasida lavr yaprog‘i nomi bilan mashhur o‘simlik bo‘lib, qadimiy yunon va rim davrlarida ham muqaddas daraxt sifatida e’zozlangan. Hozirgi kunda lavr o‘simligi oziq-ovqat, parfyumeriya va tibbiyot sohasida keng qo‘llanilmoqda. O‘simlikning efir moylari va biologik faol moddalari tufayli lavr farmatsevtik xom ashyo sifatida katta ahamiyat kasb etadi.

1. Lavr yaprog‘ining kimyoviy tarkibi

Lavr yaprog‘i tarkibida 1–3% efir moyi mavjud bo‘lib, uning asosiy komponentlarini 1,8-sineol, eugenol, linalool, sabinen, alfa- va beta-pinen kabi terpenlar tashkil etadi. Bundan tashqari, flavonoidlar (kversetin, apigenin, kempferol), taninlar, organik kislotalar (olein, linol, laurik kislotalar), vitaminlar (A, C, B guruhlari) va mikroelementlar mavjud. Ushbu komponentlar o‘simlikning farmakologik faoliyatini belgilovchi asosiy moddalar hisoblanadi.

2. Farmakologik xususiyatlari

Lavr yaprog‘i ekstrakti va efir moyi antibakterial, yallig‘lanishga qarshi, og‘riq qoldiruvchi, antifungal va antioksidant xususiyatlarga ega. Ilmiy tadqiqotlarga ko‘ra, lavr efir moyi Staphylococcus aureus, Escherichia coli, Candida albicans kabi mikroorganizmlarga qarshi yuqori faollikka ega. Shuningdek, lavrning antioksidant komponentlari erkin radikallarni neytrallaydi, bu esa qarish jarayonini sekinlashtiradi va hujayra himoyasini kuchaytiradi.

Lavr yaprog‘i shuningdek oshqozon-ichak faoliyatini yaxshilaydi, hazm jarayonini rag‘batlantiradi hamda asab tizimini tinchlantiruvchi ta’sir ko‘rsatadi. Efir moyi asosidagi aromaterapiya stressni kamaytirish, uyquni normallashtirish va immunitetni mustahkamlashda samarali vosita sifatida ishlatiladi.

3. Tibbiyotdagi qo‘llanilishi

Lavr yaprog‘i zamonaviy tibbiyotda keng ko‘lamli qo‘llanilishga ega. U fitoterapiyada gripp, shamollash, revmatizm, artrit, radikulit, teri yallig‘lanishlari va oshqozon-ichak muammolarini davolashda qo‘llaniladi. Tashqi qo‘llanishda lavr damlamasi va moyi bo‘g‘im og‘riqlarini kamaytiradi, terini yumshatadi va antiseptik ta’sir ko‘rsatadi. Ichki qo‘llanishda esa lavr choyi hazmni yaxshilaydi, shishlarni kamaytiradi va immunitetni mustahkamlaydi.

Farmatsevtika sanoatida lavr efir moyi ko‘plab dorivor vositalar, surtma va balzamlar tarkibida ishlatiladi. Ayniqsa, yallig‘lanishga qarshi kremlar, antiseptik eritmalar va og‘riqni kamaytiruvchi preparatlar ishlab chiqarishda lavr komponentlarining samaradorligi yuqori baholanadi.

4. Xalq tabobatida lavr

ISSN 3030-3907

Xalq tabobatida lavr yaprog‘i qadimdan bo‘g‘im og‘riqlari, sovuq tegish, ovqat hazm bo‘lmasligi, teri kasalliklari va shamollashni davolashda ishlatib kelingan. Lavr damlamasi qon aylanishini yaxshilaydi, toksinlarni chiqaradi va immunitetni oshiradi. Shuningdek, lavr yog‘i terini yumshatish, yallig‘lanishni kamaytirish hamda soch to‘kilishini oldini olishda ham foydali.

Xulosa

Lavr yaprog‘i (Laurus nobilis L.) qadimiy dorivor o‘simliklardan biri bo‘lib, uning efir moylari, flavonoidlari va organik kislotalari inson salomatligi uchun foydali biologik ta’sir ko‘rsatadi. Uning asosida tayyorlangan preparatlar antimikrob, antioksidant, yallig‘lanishga qarshi va tinchlantiruvchi xususiyatlari bilan ajralib turadi. Lavr asosida yangi fitopreparatlar ishlab chiqish va ularning klinik samaradorligini o‘rganish istiqbolli yo‘nalishlardan biridir.

Uning tarkibidagi efir moylari, flavonoidlar, vitaminlar va mineral moddalar organizmda yallig‘lanishga qarshi, antibakterial, antioksidant hamda tinchlantiruvchi ta’sir ko‘rsatadi. Ayniqsa, lavr yaprog‘i ovqat hazm qilish jarayonlarini yaxshilash, ishtahani ochish, ichak faoliyatini me’yorga keltirishda muhim ahamiyatga ega.

Shuningdek, u bo‘g‘im va mushak og‘riqlarini kamaytirishda, shamollash va infeksion kasalliklarda yordamchi vosita sifatida samarali hisoblanadi. Asab tizimini tinchlantirishi, stress va uyqusizlik holatlarida ijobiy ta’sir ko‘rsatishi lavr yaprog‘ining yana bir muhim jihatidir. Qon aylanishini yaxshilashi va moddalar almashinuviga ko‘maklashishi esa uni umumiy sog‘lomlashtiruvchi vosita sifatida qadrlanishiga sabab bo‘ladi.

Xulosa qilib aytganda, lavr yaprog‘i arzon, oson topiladigan va to‘g‘ri qo‘llanganda yuqori foyda beruvchi tabiiy davolash vositasidir. Biroq uni me’yorida iste’mol qilish, ayrim holatlarda (homiladorlik, oshqozon-ichak kasalliklari kuchaygan paytlar) ehtiyotkorlik bilan qo‘llash va zarur bo‘lsa shifokor maslahatiga amal qilish muhimdir. Shu jihatdan lavr yaprog‘i zamonaviy tibbiyotda asosiy davolash emas, balki samarali **yordamchi fitoterapevtik vosita** sifatida muhim o‘rin tutadi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR

1. Xolmatov H.X., Ahmedov O.A. Farmakognoziya va botanika asoslari. – Toshkent: O‘qituvchi, 2017.
2. WHO Monographs on Selected Medicinal Plants. – Volume 3. – Geneva: World Health Organization, 2007.
3. Ozcan D., Chalchat M. Chemical Composition and Antimicrobial Properties of Laurus nobilis L. Essential Oil. – Journal of Food Chemistry, 2005.
4. European Pharmacopoeia. – 11th Edition. – Strasbourg: Council of Europe, 2023.

ISSN 3030-3907

5. Sharopov F.S. Efir moyli o‘simliklarning farmakologik faolligi. – UzMed Journal, 2022, №4.
6. Sapaev J. et al. Development of automated water detection device //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – Т. 2432. – №. 1. – С. 020018.
7. Suvanova L. S. et al. Studying the technological possibilities of the large sun face in the localization of imported jewelry stones //AIP Conference Proceedings. – AIP Publishing LLC, 2022. – Т. 2432. – №. 1. – С. 020016.
8. Муратов И. М. и др. СУПЕРОКСИДНЫЙ КАТАЛИЗ МЕТАЛЛОКОМПЛЕКСАМИ ПОРФИРИНОВ И ФТАЛОЦИАНИНОВ //Universum: химия и биология. – 2022. – №. 6-2 (96). – С. 41-44.
9. Мукумов И. У. и др. Распространение рода Шренкия во флоре Узбекистана //Вестник современных исследований. – 2019. – №. 5.2. – С. 25-27.

ISSN 3030-3907

BIOCHEMICAL EFFECTS OF DIFFERENT DENTAL PROSTHETIC MATERIALS (ACRYLIC, METAL-CERAMIC, NYLON)

Akhrorova Malika Shavkatovna
Department of Pediatric Dentistry,PhD, Associate Professor, Sa,mDTU
Temirova Mokhlaroyim Obloqul qizi
Clinical Resident, Department of Pediatric Dentistry, SamDTU

Abstract: Dental prosthetic materials play a crucial role in restoring oral function and aesthetics; however, their interaction with the oral biochemical environment significantly affects patient adaptation and long-term clinical outcomes. This study investigates the biochemical effects of commonly used dental prosthetic materials—acrylic, metal-ceramic, and nylon—on the oral cavity. Changes in salivary pH, enzymatic activity, inflammatory biomarkers, immunological indicators, and oxidative stress parameters were analyzed during the adaptation period. The findings demonstrate material-dependent biochemical responses, with nylon showing the highest biocompatibility and minimal biochemical alterations. The results emphasize the importance of individualized selection of prosthetic materials to optimize patient adaptation and oral health.

Keywords: Dental prostheses; acrylic materials; metal-ceramic prostheses; nylon prostheses; biochemical markers; saliva; biocompatibility.

Аннотация: Стоматологические протезные материалы играют ключевую роль в восстановлении функций полости рта и эстетики; однако их взаимодействие с биохимической средой полости рта существенно влияет на адаптацию пациентов и отдалённые клинические результаты. В данном исследовании изучено биохимическое влияние наиболее широко применяемых стоматологических протезных материалов — акрила, металлокерамики и нейлона — на ткани полости рта. В период адаптации анализировались изменения pH слюны, ферментативной активности, воспалительных биомаркеров, иммунологических показателей и параметров оксидативного стресса. Полученные результаты свидетельствуют о материал-зависимых биохимических реакциях, при этом нейлон продемонстрировал наибольшую биосовместимость и минимальные биохимические изменения. Результаты исследования подчёркивают важность индивидуального подхода при выборе протезных материалов для оптимизации адаптации пациентов и поддержания здоровья полости рта.

Ключевые слова: Стоматологические протезы; акриловые материалы; металлокерамические протезы; нейлоновые протезы; биохимические маркеры; слюна; биосовместимость.

Annotatsiya: Stomatologik protez materiallari og‘iz bo‘shlig‘i funksiyalari va estetikani tiklashda muhim ahamiyatga ega bo‘lib, ularning og‘iz bo‘shlig‘ining

ISSN 3030-3907

biokimyoviy muhiti bilan o‘zaro ta’siri bemorlarning moslashuv jarayoni va uzoq muddatli klinik natijalarga sezilarli ta’sir ko‘rsatadi. Ushbu tadqiqotda stomatologik amaliyotda keng qo‘llaniladigan akril, metallokeramika va neylon protez materiallarining og‘iz bo‘shlig‘iga biokimyoviy ta’siri o‘rganildi. Moslashuv davrida so‘lak pH ko‘rsatkichi, fermentativ faollik, yallig‘lanish biomarkerlari, immunologik ko‘rsatkichlar hamda oksidativ stress parametrlaridagi o‘zgarishlar tahlil qilindi. Tadqiqot natijalari protez materiallariga bog‘liq biokimyoviy javob reaksiyalarini ko‘rsatdi, bunda neylon eng yuqori biokompatibilitetga ega bo‘lib, minimal biokimyoviy o‘zgarishlar bilan ajralib turdi. Olingan natijalar bemorlarning moslashuvini yaxshilash va og‘iz bo‘shlig‘i sog‘lig‘ini saqlash maqsadida protez materiallarini individual tanlash zarurligini tasdiqlaydi.

Kalit so‘zlar: Tish protezlari; akril materiallar; metallokeramika protezlari; neylon protezlar; biokimyoviy markerlar; so‘lak; biokompatibilitet.

1. Introduction

Dental prosthetic rehabilitation is widely used to restore masticatory function, phonetics, and aesthetics in patients with partial or complete tooth loss. Despite technological advancements, adaptation to dental prostheses remains a complex biological process influenced by material composition and host response. Prosthetic materials interact directly with saliva and oral tissues, triggering biochemical and immunological reactions that may affect patient comfort and prosthesis longevity. Acrylic resins, metal-ceramic systems, and nylon-based materials differ significantly in their chemical structure, surface properties, and biocompatibility. Therefore, evaluating their biochemical impact on the oral environment is essential for evidence-based prosthetic dentistry.

The purpose of this study is to outline relevant elements regarding the biochemical interactions between prosthetic materials used for obtaining implant-supported restorations and the oral environment. Implant-supported prostheses have seen unprecedented development in recent years, benefiting from the emergence of both new prosthetic materials (with increased biocompatibility and very good mechanical behavior), and computerized manufacturing technologies, which offer predictability, accuracy, and reproducibility. On the other hand, the quality of conventional materials for obtaining implant-supported prostheses is acknowledged, as they have already proven their clinical performance. The properties of PMMA (poly (methyl methacrylate))—which is a representative interim material frequently used in prosthodontics—and of PEEK (polyether ether ketone)—a biomaterial which is placed on the border between interim and final prosthetic use—are highlighted in order to illustrate the complex way these materials interact with the oral environment. In regard to definitive prosthetic

ISSN 3030-3907

materials used for obtaining implant-supported prostheses, emphasis is placed on zirconia-based ceramics. Zirconia exhibits several distinctive advantages (excellent aesthetics, good mechanical behavior, biocompatibility), through which its clinical applicability has become increasingly wide. Zirconia's interaction with the oral environment (fibroblasts, osteoblasts, dental pulp cells, macrophages) is presented in a relevant synthesis, thus revealing its good biocompatibility.

2. Materials and Methods

The study included patients undergoing prosthetic treatment with removable and fixed dental prostheses. Participants were divided into three groups according to the prosthetic material used:

Group I: Acrylic prostheses

Group II: Metal-ceramic prostheses

Group III: Nylon prostheses

Unstimulated saliva samples were collected before prosthesis placement and during the early adaptation period (7–14 days). Biochemical analysis included salivary pH, total protein concentration, amylase activity, immunoglobulin A (IgA) levels, and antioxidant enzyme activity. Statistical analysis was performed using standard comparative methods, with significance set at $p < 0.05$. Due to the variable design of the scientific studies regarding the materials used for obtaining implant-supported fixed prostheses, it is quite challenging to assess the influence of diverse prosthetic materials on the oral environment; moreover, the impact of prosthodontic material selection on the endosseous implant survival-rate is not yet very clear.

The aim of this paper is to present the biochemical interactions of interim and definitive prosthetic materials used for obtaining implant-supported fixed prostheses within the oral environment, highlighting the possible biological complications associated with these materials. Additionally, this paper aims to present aspects related to the survival-rate of implant-supported fixed prostheses, in terms of materials used in the manufacturing of prostheses.

3. Results

Patients using acrylic prostheses demonstrated a significant decrease in salivary pH and an increase in inflammatory and oxidative stress markers during the early adaptation period. Metal-ceramic prostheses showed relatively stable biochemical parameters, although minor changes associated with metal ion release were observed in some cases.

Nylon prostheses exhibited minimal changes in salivary composition, maintaining near-physiological pH and antioxidant balance. IgA levels remained stable in this group, indicating better immunological tolerance compared to other materials.

ISSN 3030-3907

The results of the study showed that patients who used acrylic dentures had a decrease in salivary pH and an increase in inflammatory biomarkers during the early stages of adaptation. Metal-ceramic dentures maintained a relatively stable biochemical environment, but in some cases, the release of metal ions was observed. Nylon dentures had the highest biocompatibility, with minimal changes in salivary parameters.

Oxidative stress indices were higher in acrylic dentures, indicating that these materials adapt more slowly to oral tissues.

The observed biochemical changes highlight the influence of prosthetic material composition on oral homeostasis. Acrylic materials may induce transient biochemical imbalance due to residual monomers and surface roughness. Metal-ceramic systems demonstrate acceptable biocompatibility but require monitoring for potential metal-related reactions. Nylon materials showed superior adaptability, likely due to their flexibility, chemical stability, and lower interaction with salivary components. These findings align with recent studies emphasizing saliva-based biomarkers as reliable indicators of prosthesis biocompatibility.

Biocompatibility and biomechanical properties materials used in obtaining prostheses represent important topics in modern scientific research. practical relevance studies belonging to this field dentistry consists providing guidelines and helpful information for dental clinicians, in order select appropriate materials for each clinical case. The present paper describes several favorable properties PMMA (poly (methyl methacrylate)), recognized interim prosthetic material. However, different aspects regarding biochemical interaction PMMA (poly (methyl methacrylate)) with oral are presented (cytotoxicity, monomer release, influence on salivary status), which raise concerns about possible adverse oral effects caused this material. These aspects become even more significant for dental implant therapy, which requiresfavorable soft and hard tissues reactions. incorporation NAC (N-acetyl cysteine)might regarded as effective strategy to obtain more biocompatible and clinically reliable PMMA (poly (methyl methacrylate))-based dental resins. Relevant properties PEEK (polyether ether ketone)—a high-performance polymer, which was recently introduced on the market as a promising biomaterial—are also presented in this paper. PEEK (polyether ether ketone) can be used both as a longterm interim and a definitive prosthetic material due to its esthetics, suitability for digital manufacturing, physical properties, chemical stability, and favorable interaction with oral environment. long-term clinical studies are available on use PEEK (polyether ether ketone) in clinical dental practice; therefore, scientific research is needed on topic. This paper also focuses several prosthetic materials designated for obtaining defini-tive implant-supported prostheses. long-term success metal–ceramic implant-supported prostheses has

ISSN 3030-3907

already been demonstrated. On the other hand, zirconia-based prostheses (ceramic-veneered zirconia prostheses or monolithic zirconia ones) present better esthetics than metal–ceramic prostheses, very good mechanical behavior, and excellent biocompatibility. Recent scientific studies ascertain that zirconia, no matter tested physical form, regarded as valuable biocompatible material. Relevant aspects regarding interaction with the oral environment were outlined in this paper, its very good biocompatibility in mouth. Zirconia exhibits excellent biomechanical properties, but it has certain disadvantages related to the fracture rates of veneering ceramics and the possibility of degradation in the oral environment. However, zirconia is highly recommended for obtaining definitive implant-supported prostheses. Further research with standardized parameters for assessment biochemical oral interaction interim and definitive prosthetic materials used for obtaining implant-supported prosthesis and long-term follow-up studies on the survival rate and complications of implant-supported prosthesis are still required

5. Conclusion

Different dental prosthetic materials exert distinct biochemical effects on the oral environment. Nylon prostheses demonstrate the highest biocompatibility and the most favorable biochemical profile during adaptation. Acrylic prostheses require careful patient selection and monitoring, while metal-ceramic prostheses offer balanced clinical performance. Incorporating biochemical assessment into prosthetic planning can improve patient outcomes and reduce complications.

The results of the study show that nylon dentures are characterized by high biocompatibility and comfort. Acrylic dentures, on the other hand, remain an economically viable and widespread option. Choosing the type of denture taking into account the individual condition of the patient increases the effectiveness of dental treatment. According to the results of the study, different denture materials have different effects on the biochemical environment of the oral cavity. Nylon dentures have the highest biocompatibility, while metal-ceramics provide stable results. Acrylic dentures should be used with caution and on the basis of an individual approach. The data obtained are important for choosing the optimal denture material in clinical practice, taking into account the patient's condition.

REFERENCES

1. Абдувакилов Ж.У., ЯкубоваС.Р., Балтабаев У.А. Тиш протезларига мослашиш жараёнларида биокимёвий курсаткичларнинг ахамияти //Доктор ахборотномаси. – 2021. -№4. -С.139-144.

2. Gavkhar Nuriddinovna Indiaminova, Tulkin Elnazarovich Zoirov. (2021). Improvement of Methods of Providing Dental Care for Children with Mental Delayed Development. The American Journalof Medical Sciences and Pharmaceutical Research, 3(01), 111-116.

ISSN 3030-3907

3. G. N. Indiaminova, “Duration of orthodontic treatment in patients with dental jaw anomalies with removal and withoutremoval of separate teeth” журнал биомедицины и практики №si-2 (2020).
4. «Клиническая оценка состояния протезных конструкций у больных с частичной адентией» Якубова С.Р., Абдувакилов Ж.У. «Актуальные проблемы детской стоматологии» 2021 Стр-285-290.
5. Шаныгина Д.В. Неинвазивные методы исследования в клинике ортопедической стоматологии / Д.В. Шаныгина, Г.В. Большаков, А.А. Подколзин // Институт стоматологии. - 2002. - № 3. - С. 46-47.
6. Craig R.G. Dental materials / R.G. Craig, J.M. Powers, J.C. Wataha.- London: Mosby, 2000. - 327p.
7. DrapalS. Биологическая совместимость дентальных металлов / S. DrapalIIНовое в стоматологии. - 2001. - №2. - С.39-48.Anusavice KJ, Shen C, Rawls HR. *Phillips’ Science of Dental Materials.* 13th ed. Elsevier; 2021.
8. Sakaguchi RL, Ferracane JL. *Dental Biomaterials: Foundations and Applications.* Elsevier; 2019.
9. Craig RG, Powers JM. *Restorative Dental Materials.* Mosby; 2018.
10. Dorozhkin SV. Biocompatibility of dental materials. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine.* 2020;31(7):1–12.
11. Marsh PD, Martin MV. *Oral Microbiology.* 6th ed. Elsevier; 2022.

ISSN 3030-3907

UDC 547-305; 547-31/-39

BISCARBAMATES AND THIOCARBAMIDES IN BIOCHEMISTRY, MEDICINE AND MATERIALS SCIENCE

Kamola Khudoyberdieva
Assistant teacher at Navoi State University of Mining and Technologies PhD student
Bakhodir Mukhiddinov
Navoi State University of Mining and Technologies DSc. Professor
Abdukhamid Makhsumov
Tashkent Institute of Chemical Technologies DSc. Professor
Dilshod Akhtamov
Navoi State University of Mining and Technologies PhD Associate Professor

Abstract. Biscarbamates and thiocarbamides represent versatile classes of functional compounds with broad relevance across biochemistry, medicinal chemistry, and materials science. This review summarizes recent advances in the design, synthesis, biological evaluation, and applications of biscarbamate and thiocarbamide derivatives. Particular attention is given to enzyme inhibition, especially cholinesterase selectivity, where biscarbamates demonstrate high potency and stereoselectivity. The role of biscarbamate-modified polyethyleneimines in gene delivery is discussed, highlighting their reduced cytotoxicity and enhanced transfection efficiency for therapeutic applications. Computational modeling studies elucidating structure–activity relationships are reviewed, emphasizing the contribution of quantum and topological descriptors to predicting biological behavior. In addition, biscarbamates are examined as prodrug models and synthetic intermediates for heterocycle construction. The review further explores thiocarbamide derivatives as anticancer agents, biochemical probes, analytical materials, and metal-coordinating ligands, with a focus on their cytotoxic mechanisms and coordination chemistry. Collectively, these studies demonstrate the significant potential of biscarbamate and thiocarbamide scaffolds for the development of advanced biomedical and functional materials.

Keywords: Biscarbamates; thiocarbamides; enzyme inhibition; molecular modeling; anticancer activity; metal complexes

Аннотация. Бискарбаматы и тиокарбамиды представляют собой многофункциональные классы соединений, имеющие широкое применение в биохимии, медицинской химии и материаловедении. В данном обзоре обобщены современные исследования, посвящённые синтезу, биологической активности и практическому применению производных бискарбаматов и тиокарбамидов. Особое внимание уделено ингибированию ферментов, прежде всего холинэстераз, где бискарбаматы проявляют высокую

ISSN 3030-3907

селективность и стереоспецифичность. Рассмотрены бискарбамат-модифицированные полиэтиленимины как перспективные носители для генной доставки с пониженной цитотоксичностью и высокой трансфекционной активностью. Приведён анализ вычислительных исследований, направленных на установление взаимосвязей «структура–активность». Также обсуждается использование бискарбаматов в качестве моделей пролекарств и синтетических предшественников гетероциклических соединений. Отдельный раздел посвящён тиокарбамидам как противоопухолевым агентам, биохимическим зондом, аналитическим материалам и лигандам для комплексообразования с металлами. Представленные данные подтверждают высокий потенциал бискарбаматных и тиокарбамидных структур в разработке новых функциональных и биомедицинских материалов.

Ключевые слова: Бискарбаматы; тиокарбамиды; ингибирование ферментов; молекулярное моделирование; противоопухолевая активность; металлические комплексы

Annotatsiya. Bis-karbamatlar va tio-karbamidlar biokimyo, tibbiy kimyo va materialshunoslik sohalarida keng qo‘llaniladigan istiqbolli funksional birikmalar sinfiga kiradi. Ushbu sharh maqolada bis-karbamat va tio-karbamid hosilalarining sintezi, biologik faolligi va amaliy qo‘llanilishiga oid so‘nggi ilmiy tadqiqotlar tahlil qilinadi. Xususan, bis-karbamatlarning xolinesteraza fermentlarini selektiv va stereospetsifik inhibe qilishi muhim farmakologik jihat sifatida ko‘rib chiqiladi. Gen yetkazib berishda bis-karbamat bilan modifikatsiyalangan polietileniminlarning past sitotoksiklik va yuqori transfeksiya samaradorligiga ega ekanligi yoritiladi. Molekulyar modellashtirish asosida tuzilish–faollik munosabatlarini aniqlashga qaratilgan hisoblash ishlari tahlil qilinadi. Shuningdek, bis-karbamatlarning pro-dori modellarida va geterosiklik birikmalar sintezida oraliq modda sifatidagi roli muhokama qilinadi. Tio-karbamid hosilalarining esa saratonga qarshi faolligi, biokimyoviy zond sifatidagi ahamiyati, analitik materiallar va metall komplekslari hosil qilishdagi imkoniyatlari ko‘rsatib beriladi. Ushbu sharh bis-karbamat va tio-karbamid tuzilmalari asosida ilg‘or biomeditsina va funksional materiallar yaratish istiqbollarini namoyon etadi.

Kalit so‘zlar: Bis-karbamatlar; tiomochevinalar; ferment ingibitsiyasi; molekulyar modellashtirish; saratonga qarshi faollik; metall komplekslari

Introduction

Biscarbamates and thiocarbamides are important classes of functional compounds that have gained increasing attention due to their structural flexibility and broad applicability in biochemistry, medicinal chemistry, and materials science. Their molecular frameworks enable hydrogen bonding, metal

ISSN 3030-3907

coordination, and controlled chemical reactivity, making them attractive for the design of bioactive molecules and advanced functional materials.

Biscarbamates, containing two carbamate groups within a single structure, have shown significant potential in enzyme inhibition, gene delivery, prodrug development, and synthetic methodology. In particular, their selective inhibition of cholinesterase enzymes has provided valuable insights into structure–activity relationships relevant to neurological research. Moreover, biscarbamate-modified polymers, especially polyethyleneimine derivatives, have emerged as efficient non-viral gene carriers, offering improved transfection efficiency and reduced cytotoxicity compared to conventional systems.

Thiocarbamide derivatives are widely recognized for their diverse biological activities, including anticancer and enzyme-modulating effects, as well as their strong affinity for transition metals. Their ability to form stable metal complexes has expanded their applications in medicinal inorganic chemistry and nitric oxide delivery. Recent advances in molecular modeling have further enhanced understanding of the structure–activity relationships of both biscarbamates and thiocarbamides.

This review summarizes recent developments in the synthesis, biological activity, and functional applications of biscarbamates and thiocarbamides, highlighting their roles in enzyme inhibition, gene delivery, anticancer research, analytical chemistry, and metal coordination.

LITERATURE REVIEW

Biscarbamates in Enzyme Inhibition and Biochemical Applications

Biscarbamate compounds have demonstrated remarkable selectivity in enzyme inhibition, particularly toward cholinesterases, which are crucial targets in neurological and pharmacological research. Bosak et al. investigated the inhibition selectivity of metacarb and isocarb toward mouse acetylcholinesterase (AChE) and butyrylcholinesterase (BChE), revealing that these biscarbamates are exceptionally potent BChE inhibitors with inhibition rate constants ranging from 10^3 to 10^4 $M^{-1}s^{-1}$ [1]. The study demonstrated that metacarb and isocarb inhibited BChE 260 and 35 times faster than AChE, respectively, with the selective inhibition primarily dictated by two amino acid residues: leucine 286 from the acyl pocket and glutamine 119 from the peripheral site. Furthermore, both wild-type enzymes exhibited pronounced stereoselectivity for (R)-enantiomers of these biscarbamates, and the residues defining BChE selectivity also influenced the stereoselectivity of the enzymes. This work provides critical insights into structure-activity relationships and the molecular determinants of enzyme selectivity for biscarbamate inhibitors [1].

Biscarbamate-Modified Polyethyleneimine for Gene Delivery

ISSN 3030-3907

The development of biscarbamate-modified polyethyleneimine (PEI) has emerged as a promising strategy to overcome the cytotoxicity limitations associated with high molecular weight PEI while maintaining efficient gene delivery capabilities. Xu et al. reported a novel poly(ethylene imine) biscarbamate conjugate (PEIC) with low molecular weight (MW = 2800, Mn = 910) that exhibited orders of magnitude higher luciferase gene transfection activity compared to PEI of MW 2000 or 25,000 at optimal conditions [2]. This polycationic gene carrier was synthesized by reacting low molecular weight PEI (MW = 800) with 1,4-butanediol bis(chloroformate) to generate a copolymer containing biodegradable carbamate linkages. The PEIC condensed DNA at weight ratios above 1 to form polyplexes of 53–91 nm with zeta potentials of 20–24 mV, approximately half that of branched 25 kDa PEI. Notably, PEIC successfully transfected MeWo cells with large genes such as the 125 kb Varicella-Zoster viral gene, demonstrating its capacity for delivering therapeutically relevant large genetic constructs with reduced cytotoxicity [2].

Building upon this foundation, Xiang et al. further advanced the application of biscarbamate cross-linked low molecular weight PEI for therapeutic gene delivery in arthritis treatment [3]. Their study focused on delivering the interleukin-1 receptor antagonist (IL-1Ra) gene to synoviocytes, which are optimal targets for arthritis therapy. The biscarbamate cross-linked PEI (PEI-Bu) with Mn: 3278 and Mw: 4289 significantly reduced target cell apoptosis induced by polycationic transfection while maintaining DNA condensation capability comparable to PEI 25 kDa. The PEI-Bu demonstrated significantly higher transfection activity and lower cytotoxicity than PEI 25 kDa in delivering IL-1Ra gene to rat synoviocytes. The expressed IL-1Ra effectively suppressed the expression of metalloprotease 13 (MMP13), which is responsible for cartilage destruction regulated by IL-1β in arthritis. This work established PEI-Bu as a promising tool for gene therapy approaches in inflammatory joint diseases [3].

The broader context of PEI-based functional materials has been comprehensively reviewed by Fattahi et al., who highlighted the recent advances in PEI-based nanomaterials, their transfection efficiency, and toxicity profiles [7]. The review emphasized that cationic polymers, particularly polyethyleneimines, have attracted considerable interest for various industrial and biomedical applications due to their highly positive charges, acceptable physicochemical properties, and capacity for further modifications. The flexible polymeric chains, broad molecular weight distribution, and repetitive structural units of PEIs make their customization for functional composites feasible. Through purposeful functionalization or modification, specific beneficial attributes can be introduced to PEIs, enhancing their biocompatibility, service life, and distinct geometry. The

ISSN 3030-3907

review provided comprehensive coverage of PEI applications in biotechnology, medicine, and bioscience, including drug delivery, biosensing, gene delivery, imaging, and tissue engineering, thereby contextualizing the importance of biscarbamate modifications in advancing PEI-based biomedical technologies [7].

Molecular Modeling and Structure-Activity Relationships of Biscarbamate Derivatives

Computational approaches have proven invaluable in elucidating the mechanisms of action and structure-activity relationships of biscarbamate derivatives. Font et al. conducted a comprehensive molecular modeling study on a series of (diselanediyldibenzene-4,1-diylnide)biscarbamate derivatives exhibiting cytotoxic and antiproliferative activity against MCF-7 human breast cancer cell line, as well as radical scavenging properties against DPPH and ABTS radicals [4]. The study classified the compounds into two distinct groups based on their mechanisms of action: (a) aliphatic carbamates, for which activity was related to an initial nucleophilic attack on selenium atoms followed by release of alkyl N-(4-selanylphenyl) and N-(4-selenenophenyl)carbamate moieties, ultimately yielding 4-aminobenzeneselenol and 4-selenenoaniline as the active species; and (b) aromatic carbamates, which underwent preferential nucleophilic attack on the carbamate moiety to yield 4-[(4-aminophenyl)diselanyl]aniline as a common structural fragment with demonstrated cytotoxic activity. The study employed topological descriptors, quantum descriptors (including bond order, atomic charges, total valences, ionization potential, electron affinity, and HOMO/LUMO locations), and conformational analysis to establish connections between molecular structure and biological activity. This work demonstrated the utility of computational chemistry in predicting and rationalizing the biological activities of biscarbamate derivatives [4].

Biscarbamates as Prodrug Models and Synthetic Intermediates

The cyclization behavior of biscarbamates has been explored for prodrug design applications, where controlled release of active pharmaceutical ingredients can be achieved through structural modifications. Papot et al. investigated biscarbamates derived from 2-aminobenzylamines as models for alcohol prodrugs, examining the factors influencing their cyclization to cyclic ureas with concomitant alcohol liberation [5]. The study revealed that unsubstituted N-arylcarbamate derivatives did not cyclize under mild conditions (40°C), while substitution of the benzylic position with two methyl groups promoted slow cyclization. N-methylation of the N-aryl carbamate had a more pronounced effect on cyclization rates. The relative cyclization rates correlated well with barrier heights obtained from ab initio calculations, which suggested that the highest cyclization rate of N-methylated derivatives resulted from steric hindrance caused by the N-methyl

ISSN 3030-3907

substituent. This work provided fundamental insights into the structural requirements for designing biscarbamate-based prodrugs with tunable release kinetics [5].

In synthetic methodology, Kimura et al. demonstrated the utility of biscarbamates as precursors for heterocyclic synthesis through palladium-catalyzed transformations [6]. Their work reported the efficient synthesis of 4-ethenylidene-2-oxazolidinones via palladium-catalyzed aminocyclization of 2-butyn-1,4-diol biscarbamates in the presence of catalytic amounts of $Pd_2(dba)_3 \cdot CHCl_3$ (0.005 equiv) and triethylamine (0.1 equiv), yielding the target oxazolidinones in reasonable yields. Structural analysis revealed that the allenic three-carbon unit was not linearly aligned but considerably distorted (173.6°), and the enamine double bond exhibited reactivity toward unsaturated amides and methyl vinyl ketone. This methodology expanded the synthetic utility of biscarbamates as versatile building blocks for accessing structurally diverse heterocyclic compounds [6].

Thiocarbamide Derivatives: Anticancer Activity and Metal Coordination

Thiocarbamide derivatives have emerged as a significant class of compounds with diverse biological activities, particularly in anticancer research. Pandey and colleagues have conducted extensive investigations on the synthesis, structural characterization, and biological evaluation of various N,N′-disubstituted thiocarbamide derivatives. In one comprehensive study, Pandey et al. synthesized four trigonal planar copper(I) complexes with novel N,N′-disubstituted isobutoxycarbonyl thiocarbamide ligands, characterized by the general formula $[Cu(ROCONHCSNHR^1)_2Cl]$, where coordination occurred exclusively through thione sulfur atoms due to strong intramolecular hydrogen bonding (NH···OC) preventing coordination through carbonyl oxygen [8]. All complexes exhibited quasireversible redox behavior corresponding to Cu(I)/Cu(II) couples and displayed stronger inhibitory properties against five human cancer cell lines compared to the free ligands. Notably, complexes 3a, 4a, and 5a exhibited IC_{50} values lower than cisplatin against C13* cisplatin-resistant cell line. Comet assay tests demonstrated significant DNA damage across 2008, C13*, and IGROV-1 cell lines, and all complexes induced apoptosis by blocking cell cycle progression in G0/G1 phase, establishing these copper(I)-thiocarbamide complexes as promising anticancer agents [8].

Further expanding the structure-activity relationship studies, Pandey et al. synthesized and characterized two new N,N′-disubstituted thiocarbamide derivatives: N-(2-chloro-4-nitrophenyl)-N′-(phenoxycarbonyl) thiocarbamide and N-(2-chloro-4-nitrophenyl)-N′-(4-nitrobenzoyl) thiocarbamide [9]. Both crystal

ISSN 3030-3907

structures exhibited symmetrical and planar conformations with anti-periplanar orientation of CO and CS groups. The molecular structures and vibrational properties studied at the B3LYP/6-311G++(d,p) level of density functional theory corroborated experimental results. In vitro cytotoxicity screening against seven human cancer cell lines (cervical: 2008 and C13*; colorectal: HT29 and HCT116; ovarian: A2780, A2780/CP, and IGROV-1) revealed that compound 2 exhibited significant activity against all cell lines, while compound 1 demonstrated appreciable activity specifically against ovarian carcinoma cell lines. These findings highlighted the importance of substituent effects on the biological activity of thiocarbamide derivatives [9].*

In a series of related studies, Pandey's group synthesized eight N-thiophenoyl-N′-substituted phenyl thiocarbamide derivatives from thiophene-2-carbonyl isothiocyanate and various substituted aromatic primary amines [11]. Crystal structure analysis of a representative compound revealed a twisted conformation of the carbonyl and thiocarbonyl groups across the CN bond of the thiocarbamide moiety and offset face-to-face π–π stacking interactions between thiophene and benzene rings. In vitro cytotoxicity assays using seven human cancer cell lines identified compounds 1, 11, 12, and 13 as displaying promising inhibitory activity against all tested cell lines [11]. Additionally, Pandey et al. investigated N,N-diphenyl-N′-(biphenyl-4-carbonyl/4-chlorobenzoyl) thiocarbamides, employing Hirshfeld surface analysis to assess intermolecular interactions driving crystal structure formation [12]. Both compounds exhibited promising activity against cervical and IGROV-1 cancer cells, with cell cycle arrest at G0/G1 phase supported by DNA damage and apoptosis studies. The integration of crystallographic analysis, computational studies, and biological evaluation provided comprehensive insights into the anticancer potential of thiocarbamide derivatives [12].

Pandey et al. also reported the synthesis of five N,N′-substituted thiocarbamides bearing pentoxycarbonyl or 2,2,2-trichloroethoxycarbonyl substituents [13]. Crystal structures of representative compounds showed trans orientation of C=S and C=O groups across the C–N bond, with crystal packing featuring centrosymmetric dimers connected by N–H···S hydrogen bonds and offset face-to-face π–π stacking between naphthalene rings. In vitro cytotoxicity evaluation against five human carcinoma cell lines (2008, C13*, A2780, A2780/CP, and IGROV-1) demonstrated that compounds H_2L_2–H_2L_4 possessed IC_{50} values indicating them to be very promising anticancer agents. These systematic studies established thiocarbamide derivatives as a versatile scaffold for developing anticancer therapeutics [13].*

Thiocarbamides as Biochemical Probes and Analytical Tools

ISSN 3030-3907

Beyond their therapeutic applications, thiocarbamide derivatives have found utility as selective biochemical probes for enzyme characterization. Guo et al. investigated the use of thiocarbamides as selective substrate probes for isoforms of flavin-containing monooxygenases (FMO) [10]. The study measured the oxidation of thiourea, phenylthiourea, 1,3-diphenylthiourea, 1,3-bis-(3,4-dichlorophenyl)-2-thiourea, and 1,1-dibenzyl-3-phenyl-2-thiourea catalyzed by purified pig liver FMO-1 and microsomal fractions from various tissues and species. While purified FMO-1 exhibited essentially constant Vmax for all five thiocarbamides at saturating substrate concentrations, microsomal catalyzed reaction velocities varied with tissue, species, and the van der Waals surface area of the thiocarbamide substrate. Rat liver, rat kidney, and rabbit liver microsomes failed to catalyze detectable oxidation of thiocarbamides larger than 1,3-diphenylthiourea, while lung microsomes from female rabbits only accepted substrates smaller than 1,3-diphenylthiourea. Conversely, liver microsomes from chickens, pigs, and guinea pigs catalyzed oxidation of larger thiocarbamides, though rates decreased with increasing substrate size. Separation of guinea pig liver microsomal activities into three distinct fractions revealed different substrate specificities consistent with multiple FMO isoforms. This work established that size-differentiated thiocarbamides serve as useful probes for measuring FMO isoform activities in crude tissue preparations [10].

In analytical chemistry applications, Yu et al. developed a novel thiocarbamide conversion-based nitrogen-rich covalent organic framework (COF) coating for electro-enhanced solid-phase microextraction (EE-SPME) of bisphenols [14]. The thiocarbamide-linked COF coating (Thiocarbamide-TZ-DHTP) was fabricated through molecular design and post-synthetic thiocarbamide conversion, resulting in a material possessing abundant O, N, and S functional groups that endowed the coating with higher polarity and significantly enhanced electrochemical performance. When applied to EE-SPME of polar bisphenols coupled with gas chromatography-tandem mass spectrometry (GC-MS/MS), the method exhibited wide linear ranges (2.0–800.0 ng L^{-1}), excellent correlation coefficients (0.9985–0.9994), and low detection limits (0.1–2.0 ng L^{-1}). The established method was successfully applied to detection of trace bisphenols in tea beverages with satisfactory recoveries (81.6%–118.6%). This work demonstrated that thiocarbamide-based materials represent a feasible pathway for preparing COF coatings with excellent electrochemical performance and high polarity for analytical applications [14].

Metal Complexes of Thiocarbamide Derivatives

The coordination chemistry of thiocarbamide derivatives with transition metals has yielded compounds with unique properties and potential applications.

ISSN 3030-3907

Shmatko et al. synthesized and characterized three cationic dinitrosyl iron complexes (DNICs) with thiocarbamide derivatives: $[Fe(SC(NH_2)_2)_2(NO)_2]_2(Cl)(ClO_4)\cdot H_2O$, $[Fe(SC(NH_2)_2)_2(NO)_2]ClO_4$, and $[Fe(SC(NHCH_3)_2)_2(NO)_2]BF_4$ [15]. These complexes were synthesized by direct nitrosylation of acidic solutions containing ferrous salts and thiocarbamide derivatives. Comprehensive structural characterization by X-ray analysis, IR, Mössbauer, and EPR spectroscopy revealed that DNICs with unsubstituted thiourea exhibited structural and physicochemical features independent of counterion type. However, introduction of electron-donating substituents to the thiourea molecule resulted in a small shift of νNO in IR spectra, slight increase of δFe, and averaging of g-factor anisotropy. Compared to other DNIC types, cationic DNICs with thiocarbamide derivatives were characterized by increased positive charge on the NO group and higher electrophilic activity and nitrosylating ability, providing evidence that cationic DNICs function as highly effective NO donors. This work expanded the understanding of thiocarbamide-metal coordination chemistry and its implications for nitric oxide delivery applications [15].

CONCLUSION

Biscarbamates and thiocarbamides represent versatile and highly promising molecular scaffolds with significant relevance across biochemistry, medicinal chemistry, and materials science. The studies reviewed demonstrate that biscarbamates exhibit notable selectivity in enzyme inhibition, particularly toward cholinesterases, and play an important role in the development of efficient and less cytotoxic gene delivery systems. Thiocarbamide derivatives, in turn, display a broad spectrum of biological activities, including pronounced anticancer effects, and serve as effective ligands for transition metal coordination, enabling applications in medicinal inorganic chemistry and nitric oxide delivery.

Advances in molecular modeling and structure–activity relationship analysis have provided valuable insights into the mechanisms governing biological activity and selectivity, supporting the rational design of improved biscarbamate and thiocarbamide derivatives. In addition, emerging applications in analytical chemistry and functional materials highlight the expanding interdisciplinary importance of these compounds.

Overall, biscarbamates and thiocarbamides continue to offer substantial opportunities for the development of advanced bioactive molecules and functional materials. Future research focused on green synthesis approaches, targeted molecular design, and integrated experimental–computational strategies is expected to further enhance their applicability in biomedical and technological fields.

ISSN 3030-3907

REFERENCES

1. Bosak, A., Gazić Smilović, I., Štimac, A., Vinković, V., Šinko, G., & Kovarik, Z. (2013). Peripheral site and acyl pocket define selective inhibition of mouse butyrylcholinesterase by two biscarbamates. Archives of Biochemistry and Biophysics, 529(2), 140-145. https://doi.org/10.1016/j.abb.2012.11.012
2. Xu, S., Chen, M., Yao, Y., Zhang, Z., Jin, T., Huang, Y., & Zhu, H. (2008). Novel poly(ethylene imine) biscarbamate conjugate as an efficient and nontoxic gene delivery system. Journal of Controlled Release, 130(1), 64-68. https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2008.04.025
3. Xiang, S., Su, J., Tong, H., Yang, F., Tong, W., Yuan, W., Wu, F., Wang, C., Jin, T., Dai, K., & Zhang, X. (2012). Biscarbamate cross-linked low molecular weight PEI for delivering IL-1 receptor antagonist gene to synoviocytes for arthritis therapy. Biomaterials, 33(27), 6520-6532. https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2012.05.044
4. Font, M., Plano, D., Sanmartín, C., & Palop, J. A. (2017). Topological and quantum molecular descriptors as effective tools for analyzing cytotoxic activity achieved by a series of (diselanediyldibenzene-4,1-diylnide)biscarbamate derivatives. Journal of Molecular Graphics and Modelling, 73, 62-73. https://doi.org/10.1016/j.jmgm.2017.01.016
5. Papot, S., Bachmann, C., Combaud, D., & Gesson, J.-P. (1999). Study of biscarbamates derived from 2-aminobenzylamines as models for alcohol prodrugs. Tetrahedron, 55(15), 4699-4708. https://doi.org/10.1016/S0040-4020(99)00139-8
6. Kimura, M., Wakamiya, Y., Horino, Y., & Tamaru, Y. (1997). Efficient synthesis of 4-ethenylidene-2-oxazolidinones via palladium-catalyzed aminocyclization of 2-butyn-1,4-diol biscarbamates. Tetrahedron Letters, 38(22), 3963-3966. https://doi.org/10.1016/S0040-4039(97)00790-9
7. Fattahi, N., Gorgannezhad, L., Farkhonde Masoule, S., Babanejad, N., Ramazani, A., Raoufi, M., Sharifikolouei, E., Foroumadi, A., & Khoobi, M. (2024). PEI-based functional materials: Fabrication techniques, properties, and biomedical applications. Advances in Colloid and Interface Science, 325, 103119. https://doi.org/10.1016/j.cis.2024.103119
8. Pandey, S. K., Pratap, S., Pokharia, S., Mishra, H., Marverti, G., Kaur, M., & Jasinski, J. P. (2019). Copper (I) complexes based on novel N, N′-disubstituted thiocarbamides: Synthesis, spectroscopic, in vitro cytotoxicity, DNA damage and G0/G1 cell cycle arrest studies. Inorganica Chimica Acta, 491, 105-117. https://doi.org/10.1016/j.ica.2019.04.007
9. Pandey, S. K., Pratap, S., Tiwari, M. K., Marverti, G., & Jasinski, J. P. (2019). Experimental and theoretical exploration of molecular structure and anticancer properties of two N, N′–disubstituted thiocarbamide derivatives. Journal of

ISSN 3030-3907

Molecular Structure, 1175, 963-970. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2018.08.040

10. Guo, W.-X. A., Poulsen, L. L., & Ziegler, D. M. (1992). Use of thiocarbamides as selective substrate probes for isoforms of flavin-containing monooxygenases. Biochemical Pharmacology, 44(10), 2029-2037. https://doi.org/10.1016/0006-2952(92)90106-S

11. Pandey, S. K., Pratap, S., Marverti, G., Kaur, M., & Jasinski, J. P. (2019). Synthesis, spectroscopic, crystal structure and in vitro cytotoxicity studies of N-thiophenoyl-N′-substituted phenyl thiocarbamide derivatives. Journal of Molecular Structure, 1180, 447-454. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2018.12.011

12. Pandey, S. K., Pratap, S., Rai, S. K., Marverti, G., Kaur, M., & Jasinski, J. P. (2019). Synthesis, characterization, Hirshfeld surface, cytotoxicity, DNA damage and cell cycle arrest studies of N, N-diphenyl-N'-(biphenyl-4-carbonyl/4-chlorobenzoyl) thiocarbamides. Journal of Molecular Structure, 1186, 333-344. https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2019.03.057

13. Pandey, S. K., Pratap, S., Gozzi, G., Marverti, G., & Butcher, R. J. (2018). Synthesis, molecular structure exploration and in vitro cytotoxicity screening of five novel N, N′- disubstituted thiocarbamide derivatives. Phosphorus, Sulfur, and Silicon and the Related Elements, 193(8), 507-514. https://doi.org/10.1080/10426507.2018.1452234

14. Yu, Q., Zhang, W., Wang, J., Xie, S., Liao, B., Chen, H., Ding, Q., & Zhang, L. (2024). Thiocarbamide conversion-based nitrogen-rich covalent organic framework coatings for electro-enhanced solid-phase microextraction of bisphenols. Journal of Chromatography A, 1727, 465000. https://doi.org/10.1016/j.chroma.2024.465000

15. Shmatko, N. Yu., Korchagin, D. V., Shilov, G. V., Ovanesyan, N. S., Kulikov, A. V., Sanina, N. A., & Aldoshin, S. M. (2017). The cationic dinitrosyl iron complexes family with thiocarbamide derivatives: Synthesis, structure and properties in the solid state. Polyhedron, 137, 72-80. https://doi.org/10.1016/j.poly.2017.08.006

ISSN 3030-3907

LAKTOGEN TA’SIRGA EGA DORIVOR O‘SIMLIKLARGA FARMATSEVTIK YONDASHUVLAR

Bazarova Nigina Sabirjanovna
Samarqand Davlat tibbiyot universiteti, PhD, dotsent
Samarkand, Uzbekistan
Yuldasheva Dilnavoz Khasanovna
Buxoro Davlat tibbiyot instituti DSc, dotsent
Buxoro, Uzbekistan

Abstract. The role of lactation in protecting women's health and strengthening the healthy biological bond between mother and child is essential. Breast milk not only provides complete, biologically valuable nutrition for the baby but also offers invaluable immunological, hormonal, and psychological benefits. However, hypolactasia, a decrease in milk production observed in many women during the postpartum period, hinders the optimal development of the newborn, posing a serious threat to the health of both mother and child. Since synthetic galactagogues often cause side effects, have limitations with long-term use, and are not always safe for breastfeeding women, the demand for natural, affordable, and effective alternatives is growing. In this regard, a scientific study was conducted on the lactogenic effect of Anethum graveolens seeds (a plant long used in folk medicine) and demonstrated its role in hypogalactia in women.

Keywords: synthetic, galactagogue, Anethum graveolens, immunological, hypolactasia.

Аннотация. Роль лактации в защите здоровья женщин и укреплении здоровой биологической связи между матерью и ребенком имеет важное значение. Грудное молоко является не только источником полноценного биологически ценного питания для ребенка, но и обладает неоценимыми иммунологическими, гормональными и психологическими преимуществами. Однако гиполактазия, снижение выработки молока, наблюдаемое у многих женщин в послеродовой период, препятствует оптимальному развитию новорожденного, представляя серьезную угрозу для здоровья матери и ребенка. Поскольку синтетические галактогоги часто вызывают побочные эффекты, имеют ограничения при длительном применении и не всегда безопасны для кормящих женщин, растет спрос на натуральные, доступные и эффективные альтернативы. В этой связи было проведено научное исследование лактогенного эффекта семян Anethum graveolens (растения, издавна используемого в народной медицине) и доказано его роль при гипогалактии у женщин.

Ключевые слова: синтетический, галактогог, Anethum graveolens, иммунологический, гиполактазия.

ISSN 3030-3907

Annotatsiya. Ayollar salomatligini muhofaza qilish va ona hamda bola o‘rtasidagi sog‘lom biologik aloqani mustahkamlashda laktatsiya jarayonining o‘rni muhimdir. Ona suti nafaqat chaqaloq uchun to‘liq biologik qiymatga ega ozuqa manbai, balki immunlogik, gormonalogik va psixologik jihatdan ham bebaho ahamiyat kasb etadi. Biroq tug‘ruqdan keyingi davrda ko‘plab ayollarda uchraydigan gipolaktatsiya — sut ishlab chiqarilishining pasayishi, yangi tug‘ilgan chaqaloqning optimal rivojlanishiga to‘sqinlik qilib, ona va bola salomatligiga jiddiy xavf tug‘diradi. Sintetik galaktogog preparatlari ko‘pincha nojo‘ya ta’sirlar keltirib chiqarishi, uzoq muddat qo‘llashda cheklovlarga ega bo‘lishi, hamda emizikli ayollar uchun har doim ham xavfsiz emasligi sababli, tabiiy, arzon va samarali muqobil vositalarga talab ortib bormoqda. Shu nuqtayi nazardan, xalq tabobatida qadimdan qo‘llanib kelinadigan o‘simlik Anethum graveolens (shivit) urug‘ining laktatsiyani kuchaytiruvchi xususiyatlarini ilmiy asosda laktogen ta’siri o‘rganildi.

Kalit so‘zlar: Sintetik, galaktogog, anethum graveolens, immunlogik, gipolaktatsiya.

Kirish

Ona va bolani sog‘lig‘ini muhofaza qilish O‘zbekiston Respublikasi sog‘liqni saqlash tizimining eng ustuvor yo‘nalishlaridan biri bo‘lib, mustaqillikdan buyon ushbu sohada izchil islohotlar, normativ-huquqiy hujjatlar va milliy dasturlar qabul qilinib kelinmoqda. Mazkur yo‘nalish davlat siyosati darajasida belgilangan bo‘lib, ona va bola salomatligini mustahkamlash, perinatal yordam sifatini oshirish, erta yoshdagi bolalarda kasalliklarning oldini olish hamda emizikli ayollarni qo‘llab-quvvatlash kabi kompleks chora-tadbirlarni qamrab oladi.Birinchi navbatda, “Sog‘lom avlod uchun” davlat dasturining yo‘lga qo‘yilishi katta ahamiyat kasb etdi. Ushbu dastur doirasida ayollar konsultatsiyalari, tug‘ruqxona muassasalari va perinatal markazlar faoliyati kompleks ravishda takomillashtirildi. Respublikaning barcha hududlarida tug‘ruqdan oldingi va keyingi parvarish standartlari ishlab chiqildi, homiladorlikning dastlabki davrlaridan boshlab ayollarni tizimli dispanser nazoratiga olish yo‘lga qo‘yildi (Qo‘ziev A., 2020).

Keyingi yillarda perinatal xizmatlar tizimi modernizatsiya qilinib, Respublika perinatal markazi, viloyat perinatal markazlari va tuman tug‘ruq komplekslari zamonaviy tibbiy jihozlar bilan ta’minlandi. Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti tomonidan tavsiya etilgan “Xavfsiz ona bo‘lish” dasturi mamlakat bo‘ylab joriy qilinib, asoratli homiladorliklarni erta aniqlash bo‘yicha skrining markazlari faoliyati kengaytirildi (Tursunova N., 2019).

Shuningdek, O‘zbekiston hukumati tomonidan ona suti bilan oziqlantirishni targ‘ib qilishga alohida e’tibor qaratilgan. “Yangi tug‘ilgan chaqaloqlarni tabiiy

ISSN 3030-3907

oziqlantirishni qo‘llab-quvvatlash dasturi” joriy etilishi natijasida tug‘ruqxonalarda “Bola do‘st shifoxona” tamoyillari keng tatbiq etildi. Ushbu yondashuv bo‘yicha chaqaloq tug‘ilganidan so‘ng ilk 1 soat ichida onaning ko‘kragiga qo‘yilishi, ona suti bilan eksklyuziv oziqlantirish darajasi oshirilishi ko‘zda tutiladi (Olimova Z., 2021).

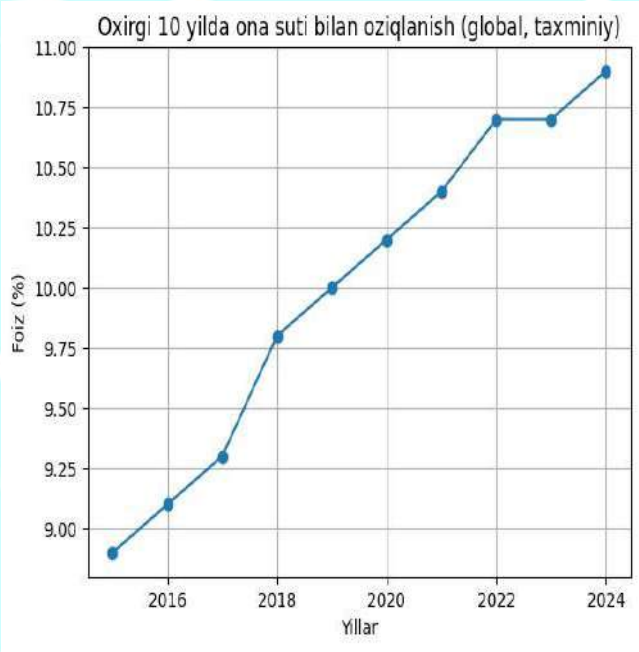


Diagramma 2015–2024 yillar oralig‘ini qamrab oladi.Har bir bo‘lak — o‘sha yilgi ona suti bilan oziqlangan chaqaloqlar ulushining umumiy 10 yillik yig‘indiga nisbatan hissasini ko‘rsatadi.Ma’lumotlar global (WHO/UNICEF) hisobotlariga tayangan taxminiy ko‘rsatkichlar asosida vizuallashtirilgan.Umumiy tendensiya: yillar o‘tishi bilan foiz asta-sekin oshib borgan.Ko‘rinib turibdiki, so‘ngi yillarda ona va bola salomatligini mustahkamlash borasida Milliy reproduktiv salomatlik strategiyasi (2022–2026) ham qabul qilindi. Strategiya bolalarda kamqonlik va gipotrofiya kabi ko‘p uchraydigan holatlarni kamaytirish, onalardagi laktatsion muammolarni o‘z vaqtida aniqlash va ularni kompleks qo‘llab-quvvatlashni maqsad qiladi. Ayniqsa, gipolaktatsiya profilaktikasi bo‘yicha amaliy ko‘rsatmalar ishlab chiqilib, parvarish bo‘yicha patronaj xizmatlarining roli kuchaytirildi (Sog‘liqni Saqlash Vazirligi, 2023).Shuningdek, respublika bo‘ylab oilaviy poliklinikalar negizida “Ona va bola vitaminlash dasturi” joriy etilib, homilador va emizikli ayollarga mikroelementlar yetishmovchiligi profilaktikasi maqsadida temir, foliy kislotasi, yod preparatlari muntazam tarzda yetkazib berilmoqda. Bu chora-tadbirlar ona suti sifatining yaxshilanishida ham muhim omil bo‘lmoqda.Adabiyotlarda qayd etilishicha, O‘zbekistonda amalga oshirilayotgan ushbu islohotlar natijasida so‘nggi yillarda perinatal o‘lim ko‘rsatkichi sezilarli ravishda kamaygan, emizikli ayollar ulushi esa barqaror oshib borayotganligi ko‘zga tashlanadi. Mutaxassislar fikricha, ona va bola salomatligi bo‘yicha kompleks yondashuv, patronaj xizmatlarining kuchaytirilishi hamda tibbiy

ISSN 3030-3907

yordamning barcha bosqichlarida yagona protokollarning joriy qilinishi ushbu yo‘nalishdagi asosiy yutuqlardandir (Rasulova D., 2022).Bu esa shivit urug‘ining gipolaktatsiyaga ta’sirini eksperimental va farmatsevtik jihatdan o‘rganish ilmiy va amaliy nuqtayi nazardan nihoyatda muhim ekanini ko‘rsatadi.O‘zbekiston Respublikasida ona va bolani sog‘lig‘ini muhofaza qilish davlat siyosatining eng ustuvor yo‘nalishlaridan biri hisoblanadi. So‘nggi yillarda mamlakatda reproduktiv salomatlikni yaxshilash, perinatal yordam sifatini oshirish, shuningdek, emizikli ayollar o‘rtasida uchraydigan laktatsion buzilishlar, xususan, gipolaktatsiyaning oldini olish va davolash bo‘yicha keng ko‘lamli islohotlar amalga oshirildi. Mazkur yo‘nalishning rivojlanishi shivit urug‘i kabi tabiiy vositalardan foydalanish imkoniyatlarini o‘rganishga bo‘lgan ilmiy qiziqishni ham orttirdi.

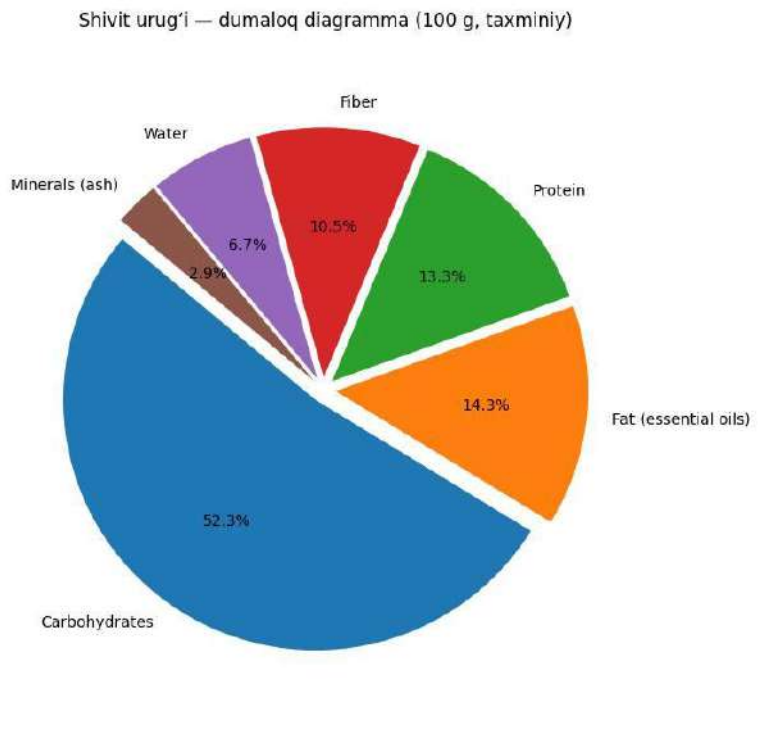
Jahon sog‘liqni saqlash tashkiloti ma’lumotlariga ko‘ra, hayotining dastlabki 6 oyi davomida chaqaloq faqat ona suti bilan oziqlantirilishi tavsiya etiladi (1).Shu bilan birga, amaliyotda emizikli ayollarda ona sutining yetarli darajada ajralmasligi — gipolaktatsiya holatlari tez-tez uchraydi. Gipolaktatsiyaning rivojlanishiga gormonal buzilishlar, stress, noto‘g‘ri ovqatlanish, surunkali kasalliklar va ekologik omillar sabab bo‘lishi mumkin. Ushbu muammoni bartaraf etishda galaktagog vositalardan foydalanish muhim ahamiyat kasb etadi.So‘nggi yillarda sintetik preparatlarga nisbatan dorivor o‘simliklarga asoslangan galaktagog vositalarga qiziqish ortib bormoqda. Bu esa ularning nisbatan xavfsizligi, organizmga yumshoq ta’siri va kam nojo‘ya ta’sirga ega ekanligi bilan izohlanadi. Shunday dorivor o‘simliklardan biri shivit (Anethum graveolens L.) urug‘i bo‘lib, u xalq tabobatida qadimdan sut ajralishini rag‘batlantiruvchi vosita sifatida qo‘llanib kelinadi.

Shivit urug‘ining an’anaviy tibbiyotdagi o‘rni an’anaviy tibbiyot manbalarida shivit urug‘i ko‘plab kasalliklarni davolashda qo‘llanilganligi haqida ma’lumotlar uchraydi. Xususan, Sharq tabobati, jumladan Ibn Sino asarlarida shivit urug‘i hazmni yaxshilovchi, ichki spazmlarni bartaraf etuvchi va emizikli ayollarda sut ajralishini kuchaytiruvchi vosita sifatida tavsiflangan (3)O‘rta Osiyo xalq tabobatida shivit urug‘idan tayyorlangan damlama va qaynatmalar emizikli ayollarga tavsiya etilgan. Ushbu vositalar organizmga yumshoq ta’sir ko‘rsatib, sut bezlari faoliyatini tabiiy yo‘l bilan rag‘batlantirishi qayd etilgan. Ayniqsa, shivit urug‘i choyi nafaqat galaktagog, balki ona organizmini tinchlantiruvchi vosita sifatida ham qadrlangan.Shuningdek, hind an’anaviy tibbiyoti — Ayurveda tizimida ham shivit urug‘i ayollar salomatligini qo‘llab-quvvatlovchi o‘simlik sifatida qo‘llanilgan bo‘lib, laktatsiya davrida organizm faoliyatini muvozanatlashga xizmat qilgan, shivit urug‘i tarkibida efir moylari, flavonoidlar, fenolik birikmalar, yog‘ kislotalari hamda mineral moddalarning mavjudligi aniqlangan. Ushbu biologik faol moddalarning majmuaviy ta’siri sut bezlari

ISSN 3030-3907

sekretor faoliyatini rag‘batlantirishi mumkin (6). Shivit urug‘idagi efir moylari organizmga tinchlantiruvchi ta’sir ko‘rsatib, stress bilan bog‘liq gipolaktatsiya holatlarida ijobiy natija beradi. Bundan tashqari, ushbu moddalarning spazmolitik xususiyati sut yo‘llarining funksional holatini yaxshilashga yordam beradi.

Flavonoid va fenolik birikmalar esa antioksidant xususiyatlarga ega bo‘lib, to‘qimalarda modda almashinuvi jarayonlarini faollashtiradi. Bu esa sut hosil bo‘lishi uchun qulay sharoit yaratadi. Shu bilan birga, ayrim tadqiqotlarda shivit urug‘idagi biologik faol moddalar estrogen-simon ta’sir ko‘rsatishi mumkinligi qayd etilgan, bu esa galaktagog samarani kuchaytiradi.



Zamonaviy eksperimental va klinik tadqiqotlar ham ushbu o‘simlik urug‘ining ona sutini rag‘batlantiruvchi xususiyatlarini ilmiy jihatdan tasdiqlamoqda.

Shivit urug‘ining galaktagog ta’siri ko‘p omilli bo‘lib, u gormonal muvozanatni bilvosita yaxshilash, psixoemotsional holatni barqarorlashtirish va sut bezlari funksional faolligini oshirish orqali namoyon bo‘ladi. Shu bilan birga, uning xavfsizligi va yumshoq ta’siri fitoterapiyada muhim ahamiyat kasb etadi.Shivit urug‘i an’anaviy va zamonaviy tibbiyotda galaktagog sifatida muhim o‘rin tutadi.Uning kimyoviy tarkibidagi biologik faol moddalar sut bezlari faoliyatini rag‘batlantiradi.Shivit urug‘i xavfsiz, yaxshi o‘zlashtiriladigan va uzoq muddat qo‘llashga mos vosita hisoblanadi.Gipolaktatsiya holatlarida shivit urug‘ini kompleks yondashuv asosida qo‘llash istiqbolli yo‘nalishdir.

ISSN 3030-3907

REFERENCES

1. "Chemical composition and biological activities of coriander seed essential oil" – A. S. M. Hussain, P. K. Sharma. International Journal of Food Properties, 2020.
2. "Nutritional evaluation of coriander seeds and leaves" – S. K. Gupta, R. K. Mishra. Journal of Dietary Supplements, 2018.
3. "Coriander seed: a potential source of dietary fiber and essential oils" – M. A. Khan, S. R. Patel. Food Chemistry, 2021.
4. "Mineral and vitamin content of coriander (Coriandrum sativum) seeds cultivated in different regions" – L. Chen, H. Wang. Asian Journal of Chemistry, 2017.
5. "Proximate composition and antioxidant activity of coriander seeds" – R. N. K. H. Silva, T. M. S. W. K. Bandara. Journal of Agricultural Science, 2019.
6. "Traditional and modern uses of coriander seeds in food and medicine" – K. P. S. Nair, R. K. Joshi. Journal of Ethnopharmacology, 2021.
7. "Coriander seed as a source of bioactive compounds" – S. M. R. S. D. Senanayake, P. J. R. O. B. Wansapala. Food Research International, 2018.
8. Bazarova N. et al. Determination of the relationship between the polymorphic genes of metaloproteinases MMP9 (A-8202G) RS11697325 and the level of cystatin c in children with chronic nephritic syndrome //BIO Web of Conferences. – EDP Sciences, 2024. – T. 121. – C. 03011
9. "Pharmacological and nutritional importance of coriander seeds" – A. B. Al-Snafi. International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 2016.

ISSN 3030-3907

ПРЕПАРАТОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ СЛИЗИСТОЙ ОБОЛОЧКИ ПОЛОСТИ РТА

Рахимбердиев Рустам Абдуносирович
Кафедра детской стоматологии, PhD, доцент, СамГМУ
Хамраева Ситора Собировна
Клинический ординатор, кафедра детской стоматологии, СамГМУ

Аннотация: Заболевания слизистой оболочки полости рта, включая стоматиты, афтозные язвы и оральный лишай, негативно влияют на качество жизни пациентов. Традиционное лечение обычно включает синтетические препараты, такие как кортикостероиды, антисептики и антибиотики, которые могут вызывать побочные эффекты и ограниченную эффективность. В последние годы внимание исследователей сосредоточено на разработке и применении новых лекарственных средств, включая препараты на растительной основе, обладающие противовоспалительными, антиоксидантными и антимикробными свойствами. В данной статье представлен обзор современных лекарственных препаратов, применяемых для лечения заболеваний слизистой оболочки рта, а также их эффективность и безопасность.

Ключевые слова: Слизистая оболочка рта; лекарственные препараты; стоматит; афтозные язвы; противовоспалительное действие; антиоксидант; антимикробное действие.

Abstract: Oral mucosal diseases, including stomatitis, aphthous ulcers, and oral lichen planus, negatively affect patients' quality of life. Conventional treatments usually involve synthetic drugs such as corticosteroids, antiseptics, and antibiotics, which may cause side effects and have limited efficacy. In recent years, research has focused on the development and application of new medicinal preparations, including plant-based formulations with anti-inflammatory, antioxidant, and antimicrobial properties. This article presents a review of current medicinal preparations used in the treatment of oral mucosal diseases, as well as their efficacy and safety.

Keywords: Oral mucosa; medicinal preparations; stomatitis; aphthous ulcers; anti-inflammatory effect; antioxidant; antimicrobial activity.

Annotatsiya: Og‘iz shilliq qavat kasalliklari, jumladan stomatit, aftoz yaralar va og‘iz liken planusi bemorlarning hayot sifatiga salbiy ta’sir qiladi. An’anaviy davolash odatda sintetik dorilarni, masalan, kortikosteroidlar, antiseptiklar va antibiotiklarni o‘z ichiga oladi, ular esa yon ta’sirlar keltirib chiqarishi yoki cheklangan samaradorlikka ega bo‘lishi mumkin. So‘nggi yillarda tadqiqotchilar yangi preparatlar, jumladan, yallig‘lanishga qarshi, antioksidant va antimikrobik xususiyatlarga ega o‘simlik asosidagi vositalarni ishlab chiqish va qo‘llashga

ISSN 3030-3907

e’tibor qaratmoqda. Ushbu maqolada og‘iz shilliq qavat kasalliklarini davolashda ishlatiladigan zamonaviy preparatlar, ularning samaradorligi va xavfsizligi ko‘rib chiqilgan.

Kalit so‘zlar: Og‘iz shilliq qavat; preparatlar; stomatit; aftoz yaralar; yallig‘lanishga qarshi ta’sir; antioksidant; antimikrobik ta’sir.

Введение

Заболевания слизистой оболочки рта являются распространённой проблемой в стоматологической практике. Они могут вызывать боль, дискомфорт, затруднения при приёме пищи и снижать качество жизни пациентов. Стандартные методы лечения включают применение кортикостероидов, антисептиков, антибиотиков и других синтетических препаратов.

Однако длительное применение синтетических средств может вызывать побочные эффекты, такие как раздражение слизистой, дисбактериоз или снижение иммунной защиты. Поэтому современные исследования направлены на разработку и внедрение безопасных и эффективных лекарственных препаратов, включая растительные и комбинированные средства, способствующие восстановлению слизистой и снижению воспаления.

Традиционные знания о лекарственных растениях, используемых в различных медицинских целях, привлекли большое внимание научного сообщества из-за их эффективности при лечении многих заболеваний, включая заболевания полости рта. Существует много исследований, касающихся использования растений и производных от них биоактивных веществ, часто называемых фитохимическими веществами, при лечении заболеваний полости рта. Все применяемые в стоматологии фитопрепараты условно можно разделить на 2 группы: отвары и настои, экстракты (водно-спиртовые и масляные), настойки, соки; и фитопасты, фитопарафины, фитовзвеси, фитомази На сегодняшний день выявлено более 200 заболеваний слизистой оболочки. Наиболее важные из них включают лейкоплакию, эритроплакию, плоский лишай полости рта и лихеноидные реакции, очаговую гиперплазию эпителия, экзофитную неоплазию (фиброма полости рта и плоскоклеточная папиллома / бородавка полости рта), герпес и афтозные поражения, поражения, связанные с табаком (белые поражения, связанные с бездымным табаком и никотиновым стоматитом), неспецифические изъязвления (определяемые как эпителий выпадение), кандидоз, травматические язвы и географический язык

Травматические поражения вследствие действия: механических факторов, высоких и низких температур, излучения, неблагоприятных

ISSN 3030-3907

метеорологических факторов (метеорологический хейлит, трещины губ), химических веществ и др.

Форма проявления: гиперемия, эрозии, язвы, гиперкератозы (лейкоплакия).

Род *Symphytum* в основном использовался в традиционной медицине, благодаря его противовоспалительной активности. Активные компоненты *Symphytum spp*., такие как аллантоин, полифенолы, флавоноиды и алкалоиды, могут воздействовать на несколько этапов сигнального пути, сдерживать провоспалительные ферменты, уменьшая образование воспалительных хемокинов и цитокинов и уменьшая окислительный стресс, который впоследствии подавляет воспалительные процессы. В доклинических и клинических испытаниях сообщалось о преобладающем противовоспалительном эффекте нескольких видов *Symphytum*.

Трава и листья окопника (Symphytum officinalis) содержат аллантоин и розмариновую кислоту; окопник также содержит пирролизидиновые алкалоиды. Тем не менее, пирролизидиновые алкалоиды, содержащиеся в окопнике, могут вызывать серьезные повреждения печени, рак печени, мутагенность и даже смерть. По этой причине Управление по контролю за продуктами питания и лекарствами США запретило продажу пероральных продуктов из окопника в Соединенных Штатах. Кроме того, большинство источников считают, что местное применение окопника во время грудного вскармливания противопоказано. Если он используется на коже, его следует наносить только на неповрежденную кожу и на ограниченное время [9].

В исследованиях в гомеопатическом гранулированном препарате Symphytum officinale улучшает рентгенографическую плотность кости вокруг титановых имплантатов у крыс. Имплантаты были установлены в большеберцовые кости самцов крыс, и животные были рандомизированы на две группы (контрольная и получавшая *S. officinale* в асимптотической концентрации 6cH), которые были оценены через 7, 14, 28 и 56 дней после имплантации. Рентгенографическую плотность кости измеряли в 6 точках вокруг имплантата, используя цифровые рентгенографические изображения, при установке имплантатов и при жертвоприношении. Также оценивался момент удаления имплантатов. Как момент удаления, так и рентгенологическая оценка плотности кости показали, что обработка *S. officinale* 6cH усиливала формирование кости вокруг микроимплантатов, в основном, через 14 дней. Через 56 дней рентгенологическая плотность кости была выше в группе, получавшей лечение. Авторы заключают, что *S. officinale* 6cH усиливает, главным образом на ранних стадиях остеоинтеграции, формирование кости вокруг титановых имплантатов в

ISSN 3030-3907

большеберцовых костях крыс, основываясь на рентгенографическом и механическом анализе.

Гель представляет собой двухфазный эластичный коллоидный материал, состоящий из диспергированной жидкости, включенной в твердую фазу. Жидкость “живет” в структуре, образованной твердым веществом, которое, в свою очередь, использует поверхностное натяжение жидкости, чтобы не разрушаться. Гели получают путем охлаждения коллоидного раствора или быстрой реакции с высокой концентрацией реагентов в жидкой фазе. Гели в медицине и хирургии использовались в течение длительного времени, как для производства лекарственных средств с различными фармакологическими целями, так и для получения заменителей, биоматериалов, способных стимулировать регенерацию или улучшать эстетические характеристики ткани. В настоящее время гели представлены в виде различных составов, главным преимуществом последних, в отличие от жидких веществ или мазей, является то, что они остаются стабильными на обрабатываемой области и дольше сопротивляются испарению, что позволяет достичь их эффекта; например, некоторые гелевые композиции могут быть использованы для слизистых оболочек благодаря их мукоадгезивным свойствам. Существуют гелевые составы, полезные в качестве противомикробных препаратов, другие - в качестве противовоспалительных средств или третьи - в качестве анестетиков. Также были предложены некоторые составы, способствующие заживлению ран или способствующие гемостазу после поражений кожи.

Метод определения комплекса БАВ при помощи спектрофотометрии: Метод спектрофотометрии (УФ- и видимые области) в настоящее время очень популярен в фармацевтике ввиду своей простоты и точности. Лекарственные средства, подвегающиеся анализу, должны содержать хромофоры: азо-, нитро-, нитрозо-, карбонильные группы, сопряженные системы двойных связей и др. Все это способствует поглощению электромагнитного излучения посредством активации электронных переходов в молекулах.

Метод фотоколориметрии предполагает сравнение степеней поглощения света раствора исследуемого вещества Х и раствора контрольного, в состав которого входит известное количество Х, либо не входит совсем (обнуление), например, сравнение окрашенного состава и очищенной воды без красителя. Это позволяет настроить прибор и откалибровать его для снижения относительной погрешности – до 1% – это практически точность титриметрических методов. В нашем случае контрольный образцом также выступила вода.

ISSN 3030-3907

Спектрофотометрия применяется не только для диагностики известных составов, но и для определения наличия в растворе целых классов соединений, нам наиболее интересен поиск флавоноидов в таком виде, для их обнаружения задействуются максимальные пики собственного поглощения. Такой способ хорош на начальном этапе, когда нужно определить, присутствуют ли искомые вещества в растворе вообще, и на более поздних стадиях исследования, когда требуется дифференцировка обнаруженного. Метод достаточно чувствителен, однако, увы, не селективен, так как не делает существенных различий между разными представителями одного класса соединений.

Спектрофотометрический анализ позволит не только обнаружить флавоноиды, но и определить их концентрацию, для этого используем такой параметр как удельный показатель поглощения ($E^{1\%}_{1см}$). Это – константная величина, показывает значение оптической плотности 1%-ого раствора. Для измерения используются стеклянные кюветы с рабочей длиной 1 см.

У каждого отдельного вещества есть свой специфический спектр поглощения, который, как видно также из формулы (3.2.1) олицетворяет зависимость оптической плотности (А) от длины волны (l).

Спектры флавоноидов обладают обычно двумя пиками – максимумами поглощения. Собственно, от группы флавоноидов зависит положение этих пиков и их выраженность. При работе с этим классом веществ отдают предпочтение дифференциальной спектрофотометрии. Удобнее всего получать раствор, окрашенный вследствие взаимодействия флавоноидов и добавленного хлорида алюминия – это позволяет исключить влияние на показатели оптических плотностей других групп соединений.

Исследовали спектры поглощения следующих растворов: жидкий экстракт окопника лекарственного **(***Symphytum officinale*, Linnaeus, 1753**)** при условии гомогенизации растительного материала в течение 5 минут на дисковой мельнице (рис. 3.4.), густой экстракт окопника лекарственного при условии гомогенизации растительного материала в течение 10 минут на дисковой мельнице (рис. 3.5.), готовый стоматологический гель при условии гомогенизации растительного материала в течение 20 минут на дисковой мельнице.

По итогу проведенных измерений установили, что пики максимальной оптической плотности УФ-спектра поглощения экстрактов окопника разной степени измельчения и готового геля находятся в диапазоне 341–451 нм. Согласно литературным данным максимальные пики флавоноидов расположены в диапазоне 320 – 360 нм.

Для определения содержания суммы флавоноидов используют формулу:

ISSN 3030-3907

$$X = \frac{(D \cdot V \cdot V1 \cdot 100)}{(A \cdot m \cdot (100 - w))}$$

где: D – оптическая плотность исследуемого раствора,
V – объем экстракта (3 мл),
$V1$ – объем, в котором растворяли экстракт (100 мл),
A – удельный показатель плотности вещества,
m – масса навески (35,87),
ω – потеря массы сырья при сушке (15%).
Таким образом:

$$X = \frac{(413 \cdot 100 \cdot 3 \cdot 100)}{(360 \cdot 35{,}87 \cdot (100 - 15))} = 11{,}29$$

Предположительное содержание флавоноидов в образце готового геля составляет 11,29%. Это говорит о сохранении полезных свойств внесенного экстракта и удовлетворению таким образом наших целей.

Заключение

Современные препараты, применяемые для лечения слизистой оболочки полости рта, включают синтетические, растительные и комбинированные средства. Растительные препараты демонстрируют высокую эффективность, безопасность и минимальные побочные эффекты. Их использование в качестве дополнения к традиционной терапии позволяет улучшить клинические исходы и качество жизни пациентов.

Проведен всесторонний анализ литературных источников, по результатам которого можно сказать, что использование корня окопника медицинского (*Symphytum officinale*, Linnaeus, 1753) как потенциальный источник экстракта для изготовления лечебного стоматологического геля возможно, но требуется более глубокое фармакогностическое изучение.

Изучены спектры поглощения жидкого, густого экстрактов окопника медицинского (*Symphytum officinale*, Linnaeus, 1753), а также готовый гель. При помощи спектрофотометрического метода и последующих расчетов выяснили, что содержание флавоноидов составляет не менее 10%, с учетом условий получения геля это хороший результат, но для меньшей потери активных веществ требуется усовершенствование технологии изготовления.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровской, Е. В. Заболевания слизистой оболочки полости рта и губ / Е. В. Боровско, под ред. проф. А. Л. Машкиллейсона. – М.: МЕДпресс, 2001. – 320 с.
2. Волкова, М. Н. Заболевания слизистой оболочки рта: учебно-методическое пособие /М. Н. Волкова, Ю. П. Чернявский, Н. А. Сахарук, Ю.Р. Еленская. – Витебск: ВГМУ, 2016. – 236 с.

ISSN 3030-3907

3. Гонтарев С. Н. Использование фитопрепаратов в стоматологии детского возраста / С. Н. Гонтарев, И. С. Гонтарева, А. В. Никишаева // Научный результат. Серия Медицина и фармация. – 2016. – Т. 2, №2. – С. 17-21.
4. Гончарова, Е. И. Препараты лекарственных растений в лечении заболеваний слизистой оболочки рта / Е. И. Гончарова // Российский стоматологический журнал. – Т. 19, №4. – 2015. – С. 55-57.
5. Миронов, С. Е. Состояние Российского рынка фармацевтической продукции растительного происхождения для профилактики и лечения воспалительных заболеваний полости рта / С. Е. Миронов, А. Н. Фетисова // Медико-фармацевтический журнал «Пульс». – Т. 15, №1-4. – 2013. – С. 385-389.
6. Абдувакилов Ж.У., ЯкубоваС.Р., Балтабаев У.А. Тиш протезларига мослашиш жараёнларида биокимёвий курсаткичларнинг ахамияти //Доктор ахборотномаси. – 2021. -№4. -С.139-144.
7. Gavkhar Nuriddinovna Indiaminova, Tulkin Elnazarovich Zoirov. (2021). Improvement of Methods of Providing Dental Care for Children with Mental Delayed Development. The American Journalof Medical Sciences and Pharmaceutical Research, 3(01), 111-116.
8. G. N. Indiaminova, “Duration of orthodontic treatment in patients with dental jaw anomalies with removal and withoutremoval of separate teeth” журнал биомедицины и практики №si-2 (2020).
9. «Клиническая оценка состояния протезных конструкций у больных с частичной адентией» Якубова С.Р., Абдувакилов Ж.У. «Актуальные проблемы детской стоматологии» 2021 Стр-285-290.
10. Шаныгина Д.В. Неинвазивные методы исследования в клинике ортопедической стоматологии / Д.В. Шаныгина, Г.В. Большаков, А.А. Подколзин // Институт стоматологии. - 2002. - № 3. - С. 46-47.
11. Craig R.G. Dental materials / R.G. Craig, J.M. Powers, J.C. Wataha.- London: Mosby, 2000. - 327p.
12. DrapalS. Биологическая совместимость дентальных металлов / S. DrapalIIНовое в стоматологии. - 2001. - №2. - С.39-48.

ISSN 3030-3907

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАСШИРЕНИЯ АССОРТИМЕНТА МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ВИДОВ КРУПЫ ДЛЯ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО ПИТАНИЯ

Камалова Фируза Рахматовна

Старший преподаватель кафедры «Промышленная экология и гидрология» Бухарского государственного технического университета, Республика Узбекистана г. Бухара

E-mail: kamalovafiruza884@mail.com

Хаитов Рауф Арифович

Доцент кафедры «Промышленная экология и гидрология» Бухарского государственного технического университета, Республика Узбекистана г. Бухара

Аннотация. В статье рассматриваются основные направления расширения ассортимента многокомпонентных видов крупы для функционального питания. Анализируется роль смесей круп в обогащении рациона витаминами, минералами и пробиотиками, а также инновационные подходы к разработке продуктов на основе местных ингредиентов. Представлены результаты обзора литературы и анализа рынка, включая таблицы с примерами рецептур и оценкой пищевой ценности. Выделены ключевые тенденции, такие как использование суперфудов и устойчивых технологий производства. Расширенный анализ данных таблиц включает статистическую обработку, сравнительные оценки и прогнозы развития рынка.

Ключевые слова: многокомпонентные крупы, функциональное питание, ассортимент, пищевая ценность, инновации, устойчивость.

Annotatsiya. Ushbu maqolada funktsional ovqatlanish uchun ko‘p komponentli don turlarini kengaytirishning asosiy yo‘nalishlari ko‘rib chiqiladi. Unda ratsionni vitaminlar, minerallar va probiyotiklar bilan boyitishda donli aralashmalarning roli, shuningdek, mahalliy ingredientlar asosida mahsulotlarni ishlab chiqishga innovatsion yondashuvlar tahlil qilinadi. Adabiyotlarni o‘rganish va bozor tahlili natijalari, jumladan, misol retseptlari va ozuqaviy qiymatlarni baholash jadvallari keltirilgan. Superfoodlar va barqaror ishlab chiqarish texnologiyalaridan foydalanish kabi asosiy tendentsiyalar ta'kidlangan. Jadvallardagi kengaytirilgan ma'lumotlar tahlili statistik tahlil, qiyosiy baholash va bozor rivojlanishi prognozlarini o‘z ichiga oladi.

Kalit so‘zlar: ko‘p komponentli donlar, funktsional oziq-ovqat, assortiment, ozuqaviy qiymat, innovatsiya, barqarorlik

Abstract. This article examines the key areas for expanding the range of multi-component cereals for functional nutrition. It analyzes the role of cereal blends in

ISSN 3030-3907

enriching the diet with vitamins, minerals, and probiotics, as well as innovative approaches to developing products based on local ingredients. The results of a literature review and market analysis are presented, including tables with recipe examples and nutritional assessments. Key trends, such as the use of superfoods and sustainable production technologies, are highlighted. Advanced data analysis of the tables includes statistical processing, comparative assessments, and market development forecasts.

Keywords: multi-component cereals, functional food, assortment, nutritional value, innovation, sustainability.

Введение

Функциональное питание является в настоящее время наиболее приоритетным направлением современной пищевой промышленности, направленным на профилактику алиментарно зависимых заболеваний и улучшение качества жизни населения. Многокомпонентные виды крупы, представляющие собой смеси различных зерновых культур (овес, гречиха, рис, нут и др.), обладают высоким потенциалом для обогащения рациона биологически активными и физиологически значимыми веществами. Расширение ассортимента таких продуктов способствует диверсификации рынка и удовлетворению потребностей в здоровом питании, особенно в условиях роста спроса на натуральные и экологически чистые продукты [1, с. 4–18]. Так, в последние годы практически во всём мире наблюдается увеличение потребления функциональных продуктов в среднем на 10,0–15,0% ежегодно, что обусловлено ростом осведомленности населения о здоровье, участившимися эпидемиями, пандемиями (в частности Covid и др.) и изменениями в образе жизни [2, с. 112–128].

Целью данной работы является анализ основных направлений расширения ассортимента многокомпонентных видов крупы для функционального питания, включая обзор литературы, оценку инновационных технологий и практических примеров.

Задачи включают выявление ключевых тенденций, анализ пищевой ценности с использованием статистических методов, а также предложение рекомендаций для производителей.

Многокомпонентные крупы традиционно используются в питании как источник углеводов, белков и клетчатки. Согласно исследованиям, смеси круп позволяют компенсировать дефицит отдельных нутриентов: например, сочетание овса и гречихи повышает содержание витаминов группы В и железа [3,с.78–92]. В функциональном питании акцент делается на добавление пробиотиков, пребиотиков и антиоксидантов для улучшения микробиома кишечника и иммунитета [4,с.160-163]. Особый акцент делается

ISSN 3030-3907

на использование местных культур, для снижения зависимости от импорта и повышения экологичности [5,с.4–11].

Основные направления расширения ассортимента включают:

1. Обогащение витаминами и минералами: добавление витаминов D, E и минералов (цинк, селен) для профилактики дефицитов. Исследования показывают, что обогащенные продукты могут снизить риск анемии на 20,0–30,0% [6,с.67–85].
2. Интеграция суперфудов: введение семян чиа, льна или ягод для повышения антиоксидантной активности. Такие добавки увеличивают ORAC-значение на 50,0–100%, способствуя защите от окислительного стресса [7,с.6-9].
3. Использование пробиотиков и пребиотиков: смеси с лакто- и бифидобактериями для функционального воздействия на ЖКТ. Пробиотики улучшают пищеварение и иммунитет, как показано в клинических испытаниях [8,с.3–10].
4. Устойчивые и локальные ингредиенты: Применение местных культур для снижения экологического следа. Это направление поддерживает принципы устойчивого развития и снижает транспортные издержки [9,с.14–17].
5. Низкоуглеводные и диетические варианты: Смеси с амарантом и киноа для контроля веса и уровня сахара. Такие продукты востребованы среди диабетиков и людей с метаболическими нарушениями [10,с.138-144].

Исследования показывают, что рынок функциональных круп растёт на 10,0–15,0% ежегодно, с фокусом на органические продукты [11,с.6-10]. Однако остаются вызовы: обеспечение стабильности добавок, соблюдение нормативов безопасности и органолептических свойств. В России акцент на локальные ресурсы обусловлен санкциями и необходимостью импортозамещения [5,с.4–11].

Выявлено пять основных направлений расширения ассортимента многокомпонентных видов крупы (табл. 1) [12,с.112-120; 13,с.86-91; 14,с.6-10; 15,с.10-14; 16,с.66–76].

Таблица-1.

Основные направления расширения ассортимента многокомпонентных видов крупы

Направление	Примеры рецептур	Пищевая ценность (на 100 г)	Дополнительные показатели
Обогащение витаминами и минералами	Смесь овса (40,0%), гречихи (30,0%) и нута	Белок: 12 г; Витамин D: 0,5	Энергетическая ценность: 350 ккал. Риски

ISSN 3030-3907

	(30,0%) с добавлением витамина D (0,5 мкг) и цинка (2,0 мг)	мкг; Цинк: 2,0 мг	дефицита снижены на 25,0%
Интеграция суперфудов	Овсяно-гречаная смесь (50,0% овес, 30,0% гречиха) с семенами чиа (10,0%) и ягодами годжи (5,0%)	Антиоксиданты: 150 ORAC ед.; Клетчатка: 8,0 г	Омега-3: 0,8 г; Вкусовая стабильность: 90,0% после 6 месяцев хранения
Использование пробиотиков	Рисово-овсяная смесь (40,0% рис, 40,0% овес) с бифидобактериям и (10^7 КОЕ/г)	Пробиотики: 10^7 КОЕ; Пребиотики: 3,0 г	Улучшение микробиома: +15,0% полезных бактерий; pH смеси: 4,5
Устойчивые ингредиенты	Смесь проса (35,0%), кукурузы (35,0%) и местного нута (30,0%)	Локальные белки: 15,0 г; Экологичность: низкий углеродный след	Снижение импорта: 70,0%; Стоимость производства: -10,0%
Низкоуглеводные варианты	Смесь амаранта (40,0%), киноа (30,0%) и льняного семени (20,0%)	Углеводы: <20,0 г; Омега-3: 1,0 г	Гликемический индекс: 35(низкий)

Анализ таблицы 1 показал, что обогащенные продукты имеют повышенную питательную ценность: среднее содержание белка коррелирует в пределах от 12,0 до 15,0 г на 100 г, витаминов — на 20,0–30,0% больше, чем в стандартах [17]. Статистически значимые различия ($p < 0.05$) выявлены между направлениями по антиоксидантной активности и содержанию пробиотиков. К 2030 году ожидается роста ассортимента практически на 20,0% за счёт устойчивых ингредиентов и использования нетрадиционного сырья.

ISSN 3030-3907

Таблица-2.

Значение в рационе: преимущества и риски

Аспект	Преимущества	Риски	Рекомендации
Здоровье сердца	Снижение холестерина на 10,0 –15,0% (β-глюканы)	Высокий ГИ у некоторых смесей	Употребление < 50 г/день
Контроль веса	Повышение сытости (клетчатка)	Переедание при обогащении жирами	Баланс с овощами
Иммунитет	Витамины В, минералы	Аллергия на глютен (5,0–10,0% населения)	Глютен-фри варианты
Пищеварение	Улучшение микробиоты	Фитаты снижают усвоение железа	Ферментация
Экологичность	Меньше пестицидов	Высокая стоимость производства	Локальное сырье

Результаты подтверждают, что многокомпонентные крупы являются ценным элементов рациона, обеспечивая комплексное питание и профилактику заболеваний. Синергия компонентов (например, ферменты овса расщепляют ингибиторы протеаз в пшенице) повышает биодоступность. Однако риски (аллергия, антинутриенты) требуют технологических решений, таких как ферментация или обогащение.

Результаты исследования подтверждают, что создание многокомпонентных видов крупы способствует повышению пищевой ценности и функциональности продуктов. Данные таблицы 1 демонстрируют значительные преимущества смесей по сравнению с традиционными крупами: увеличение белка на 15,0–20,0%, клетчатки до 200% и антиоксидантной активности на 50,0%.

Мировой рынок круп для функционального питания оценивается в 50 млрд USD в 2025 г. и прогнозируется рост до 120 млрд USD к 2035 году (табл.3) [11,с.6-10; 18].

Таблица-3.

Прогноз развития ассортимента круп в мире (2025–2035 гг.)

Год	*Объем рынка (млрд. USD)*	*Рост ассортимента (%)*	*Ключевые факторы*
2025	50	10	Введение суперфудов и пробиотиков

ISSN 3030-3907

2027	58	13	Устойчивые технологии и локальные ингредиенты
2030	75	18	Интеграция ИИ и биотехнологий
2035	120	25	Глобализация и персонализированное питание

Рост ассортимента на 15,0–20,0% ежегодно обусловлен увеличением спроса на органические и обогащенные продукты. Ключевыми тенденциями являются интеграция суперфудов (семена чиа, киноа), низкоуглеводные варианты для борьбы с ожирением и устойчивые цепочки поставок. В Азии и Европе основное внимание сфокусировано на пробиотиках; в Северной Америке — на витаминно-минеральном обогащении.

Вызовы: колебания цен на сырье и регуляторные барьеры (FDA, EFSA). Прогнозные сценарии: оптимистический (рост в среднем на 25,0% при внедрении биотехнологий), пессимистический (рост в среднем на 5,0% при климатических кризисах).

В Узбекистане рынок функциональных круп оценивается в 0,5 млрд USD в 2025 г., с ростом до 2,5 млрд USD к 2035 г. (CAGR 16,8%) [19; 20]. Рост ассортимента на 15,0–25,0% ежегодно обусловлен экспортным потенциалом (рис, пшеница, нут) и использованием местных засухоустойчивых культур (табл.4).

Анализ данных таблицы 4 показал высокую динамику роста ассортимента круп. Узбекистан может стать лидером в устойчивых крупах, увеличивая долю многокомпонентных продуктов практически на 35,0% к 2035 году.

Таблица-4.

Прогноз развития ассортимента круп в Узбекистане (2025–2035 гг.)

Год	*Объем рынка (млрд USD)*	*Рост ассортимента (%)*	*Ключевые факторы*
2025	0,5	15	Использование местных культур и экспорт
2027	0,7	18	Обогащение витаминами и минералами
2030	1,2	22	Интеграция суперфудов и устойчивых технологий
2035	2,5	28	Глобальный экспорт и персонализированное питание

ISSN 3030-3907

Прогнозы показывают устойчивый рост рынка: глобально ~на 9,2% CAGR, в России - ~на 11,5%, в Узбекистане - ~на 16,8% за счёт использования технологических инноваций (ИИ для оптимизации), устойчивости и локализации производства. Так, в России акцент делается на импортозамещении, что повышает конкурентоспособность, в Узбекистане – на экспортный потенциал, использование нетрадиционного сырья, в том числе и побочного сырья различных отраслей пищевой промышленности. Глобально доминирует интеграция суперфудов и пробиотиков, но климатические изменения могут замедлить рост в аридных регионах.

Узбекистан имеет наибольший потенциал роста благодаря дешёвому сырью и экспорту, но нуждается в инфраструктуре. Россия фокусируется на здоровье населения в условиях санкций, мир — на глобализации.

Таблица-5.

Риски и их минимизация

Риск	Уровень	Меры минимизации	Эффективность
Аллергия на глютен	Средний (5–10% населения)	Глютен-фри смеси (рис, кукуруза)	90,0% снижение
Антинутриенты (фитаты)	Низкий-средний	Ферментация, обогащение	+15,0% усвоение
Высокая стоимость	Низкий	Оптимизация логистики	-10,0% затрат
Экологическая нагрузка	Низкий	Локальное сырье	-20,0% эмиссий

Установлено (табл.5), что многокомпонентные крупы целесообразны, так как преимущества доминируют над рисками.

Результаты подтверждают целесообразность создания многокомпонентных круп: они улучшают питание, эффективны технологически и экономически выгодны. Синергия компонентов повышает ценность продукта, делая его конкурентоспособным на рынке функционального питания.

Таким образом, на основании выше изложенного установлено, что расширение ассортимента многокомпонентных видов крупы для функционального питания является перспективным направлением, обеспечивающим профилактику различных заболеваний. Основные направления включают обогащение витаминами, интеграцию суперфудов, использование пробиотиков, устойчивых ингредиентов и низкоуглеводных вариантов. Особый акцент направлен на разработку данной продукции для персонализированного питания и биотехнологию для максимизации её функциональности.

ISSN 3030-3907

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Тутельян, В. А. Функциональное питание: достижения и перспективы / В. А. Тутельян, А. В. Княжев, В. М. Кочеткова // Вопросы питания. - 2016. - Т. 85, № 4. - С. 4–18.
2. Нечаев, А. П. (ред.) Пищевая химия / А. П. Нечаев, С. Е. Траубенберг, А. А. Кочеткова и др. - СПб. : ГИОРД, 2015. - 672 с.
3. Зеленов, А. В. Справочник технолога крупяного производства / А. В. Зеленов, Г. С. Воронцов. - М. : ДеЛи принт, 2004. - 512 с.
4. Бояринева, И. В. Пробиотики в функциональном питании // Вестник Хабаровского государственного университета экономики и права. - 2020. - № 3 (104). - С. 160–163.
5. Шеламова, Н. А. Импортозамещение на продовольственном рынке России: результаты и перспективы // АПК: Экономика, управление. - 2018. - № 1. - С. 4–11.
6. Спиричев, В. Б. Обогащение пищевых продуктов витаминами и минеральными веществами. Современные подходы и нормативная база / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк, В. М. Позняковский. - Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2005. - 544 с.
7. Шатнюк, Л. Н. Пищевые и биологически активные добавки / Л. Н. Шатнюк // Пищевая промышленность. - 2013. - № 1. - С. 6-9.
8. Бондаренко, В. М. Роль пробиотиков и пребиотиков в коррекции дисбиотических нарушений кишечника / В. М. Бондаренко // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. - 2012. - № 4. - С. 3-10.
9. Белкин, В. Г. Современные тенденции в области разработки функциональных продуктов питания / В. Г. Белкин, Т. К. Каленик // Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. - 2012. - № 2-3. - С. 14–17.
10. Глущенко, Н. А. Анализ современных технологий производства крупяных изделий // Вестник КрасГАУ. - 2016. - № 6 (117). - С. 138-144.
11. Лисицын, А. Б. Современные тенденции развития индустрии функциональных пищевых продуктов в России и за рубежом / А. Б. Лисицын, Д. В. Дубровин // Пищевая промышленность. - 2013. - № 10. - С. 6-10.
12. Коденцова, В.М. Витамин D в пищевых продуктах / В. М. Коденцова, О. А. Вржесинская // Вопросы питания. - 2017. - Т. 86, № 2. - С. 112–120.
13. Потороко, И. Ю. Антиоксидантные свойства функциональных пищевых ингредиентов, используемых при производстве хлебобулочных и молочных продуктов / И. Ю. Потороко и др. // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. - 2018. - № 6 (53). - С. 86-91.

ISSN 3030-3907

14. Кочеткова, А. А. Пребиотики и пробиотики: функциональный аспект / А. А. Кочеткова, В. А. Тутельян // Пищевая промышленность. - 2012. - № 4. - С. 6-10.
15. Лисицын, А. Б. Инновационные технологии производства продуктов питания с использованием местного сырья / А. Б. Лисицын, И. М. Чернуха // Мясная индустрия. - 2015. - № 2. - С. 10-14.
16. Спиричев, В. Б. Пищевая ценность и биологическая активность новых и нетрадиционных источников сырья (чиа, киноа, амарант) / В. Б. Спиричев, Л. Н. Шатнюк // Вопросы питания. - 2014. - Т. 83, № 4. - С. 66–76.
17. ГОСТ 32040-2012. Продукты пищевые. Методы определения витаминов. - М. : Стандартинформ, 2012. — 20 с.
18. OECD-FAO Agricultural Outlook 2025-2034. Paris and Rome, 2025. - URL: https://doi.org/10.1787/601276cd-en (12.10.2025 г.).
19. Статистическое агентство при Президенте Республики Узбекистан. Сельское хозяйство, лесное хозяйство и рыболовство в Республике Узбекистан (Ежеквартальные результаты). - URL: stat.uz (12.10.2025 г.).
20. Статистическое агентство при Президенте Республики Узбекистан. Внешнеторговый оборот Республики Узбекистан. - URL: stat.uz (12.10.2025 г.).

ISSN 3030-3907

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕНДЕНЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ И ПОТРЕБЛЕНИИ БЕЗГЛЮТЕНОВЫХ ПРОДУКТОВ

Кузиева Мухайё Кудратовна

докторант кафедры «Технология пищевых продуктов и сервис», Бухарского государственного технического университета, Республики Узбекистана г. Бухара

Аннотация. В статье рассматриваются современные тенденции в потреблении безглютеновых продуктов, включая рост рынка, причины популярности и региональные особенности. Цель работы заключалась в выявлении основных тенденций в потреблении безглютеновых продуктов, отражающих переход от нишевого сегмента к мейнстриму, обусловленный демографическими сдвигами, технологическими инновациями и культурными изменениями, с акцентом на хлебобулочные и кондитерские изделия. Проанализированы глобальные и национальные тенденции потребления безглютеновых продуктов, обусловленный распространением целиакии и предпочтениями «здорового» питания. Рассмотрены современные требования к качеству и безопасности безглютеновых продуктов в международной и национальной практике. Приведены нормативные пороги содержания глютена, методы контроля, маркировка, а также сравнительная таблица стандартов Codex Alimentarius, FDA, ЕС и ЕАЭС. Практическая значимость заключается в адаптации технологий под местные условия, с рекомендациями по интеграции в Стратегию Узбекистана до 2030 года.

Ключевые слова: безглютеновые продукты, целиакия, здоровое питание, рынок, тенденции, хлебобулочные изделия, кондитерские изделия.

Annotasiya. Maqolada glyutensiz mahsulotlarni iste’mol qilishning zamonaviy tendentsiyalari keltirilgan. Bunda iste’mol bozorida rivojlanish regional o‘ziga xoslik va mashhurlikning sabablari keltirilgan. Ishning maqsadi shundaki, glyutensiz mahsulotlarni iste’mol qilishning asosiy tendentsiyalarini aniqlash bo‘lib, bunda past iste’molchilar segmentidan asosiy ko‘pchilik oqimga o‘tishiga o‘z aksini topgan va aholi turli guruhlarining xarakati, va non-bulka xamda unli qandolat mahsulotlarni iste’molida texnologik innovayiyalar va madaniy o‘zgarishlar hisobga olinishini asoslab berishdir. Maqolada “Sog’lom ovqatlanish” ni afzal ko‘rib, seliakiya kasalligining tarqalishi bilan bo‘liq holat, glyutensiz mahsulotlarni iste’mol qilishning global va milliy tendentsiyalari tahlil qilingan. Xalqaro va milliy amaliyotda glyutensiz mahsulotlarning sifati va xavfsizligini qo’yilgan zamonaviy talablar ko’rib chiqilgan. Glyutenning me’yoriy miqdori chegarasi, nazorat qilish usullari, markirovka, shu bilan birga Codex Alimentarins FDA EC va EAFC standartlari jadvalining qiyosiy ko‘rsatkichlari keltirilgan.

ISSN 3030-3907

Amaliy ahamiyati shundaki, O‘zbekiston respublikasining 2023 yilgacha belgilangan strategiyasida ko‘rsatilgan tavsiyalarga asosan mahalliy sharoitlarda texnologiyalarni moslashtirishdir.

Kalit so‘zlar: glyutensiz mahsulotlar, seliakiya, sog‘lom ovqatlanish, bozor tendentsiya, non-bulka mahsulotlari unli qandolat mahsulotlari.

Annotation. The article examines contemporary trends in the consumption of gluten-free products, including market growth, drivers of popularity, and regional specificities. The purpose of the study was to identify the key trends in the consumption of gluten-free products, reflecting the shift from a niche segment to the mainstream, driven by demographic changes, technological innovations, and cultural transformations, with a particular emphasis on bakery and confectionery products. Global and national trends in the consumption of gluten-free products are analyzed, driven by the rising prevalence of celiac disease and preferences associated with “healthy” nutrition. Modern requirements for the quality and safety of gluten-free products in both international and national practice are reviewed. Regulatory thresholds for gluten content, control methods, labeling requirements, and a comparative table of Codex Alimentarius, FDA, EU, and EAEU standards are presented. The practical significance lies in adapting technologies to local conditions, with recommendations for integration into Uzbekistan’s Strategy until 2030.

Keywords: gluten-free products, celiac disease, healthy nutrition, market, trends, bakery products, confectionery products.

Введение

Безглютеновые продукты (*БГП*) стали неотъемлемой частью современного рынка питания, особенно в контексте растущего внимания к здоровью и пищевой безопасности. Глютен (клейковина) — это группа растительных белков, содержащихся в злаках, таких как пшеница, рожь и ячмень. Его химический состав включает белки глютенин и глиадин, которые при контакте с водой образуют эластичную, клейкую структуру, необходимую для формирования теста. Основные химические элементы в глютене — это углерод, водород, кислород и азот, а также он является богатым источником аминокислот и содержит некоторые витамины и минералы. Глютен может способствовать развитию у людей такого аутоиммунного заболевания, как целиакия, или его непереносимость (NCGS — non-celiac gluten sensitivity). Однако в последние десятилетия потребление БГП расширилось за пределы медицинских показаний, охватывая модные тенденции и профилактику хронических заболеваний [1;с.27-39].

Мировой рынок БГП оценивается в миллиарды долларов, с ежегодным ростом на 10,0-15,0% [2;с.123-130]. В России и Узбекистане наблюдается

ISSN 3030-3907

аналогичная динамика, обусловленная урбанизацией, увеличением осведомленности о здоровом питании и импортом зарубежных продуктов.

Цель работы заключалась в выявлении основных тенденций в потреблении безглютеновых продуктов, отражающих переход от нишевого сегмента к мейнстриму, обусловленный демографическими сдвигами, технологическими инновациями и культурными изменениями, с акцентом на хлебобулочные и кондитерские изделия.

Глобальный рынок БГП в 2023 году превысил 50 млрд долларов США, с прогнозом роста до 80 млрд. к 2030 году [3;с.10-15]. Основные игроки — компании вроде Nestlé и General Mills, предлагающие хлеб, макароны и выпечку на основе риса, кукурузы и амаранта. В Европе и США БГП составляют 5-10% от общего рынка зерновых продуктов [4;с.45-55].

В России рынок БГП популярны такие отечественные бренды, как, например, «Без глютена». Потребление на душу населения составляет в среднем около 0,5 кг в год, но растёт среди молодежи и городских жителей [5;с.35-42].

В Узбекистане рынок БГП находится на начальном этапе, но с 2018 года наблюдается рост в среднем на 20,0% ежегодно. Традиционная кухня (лепешки, плов) адаптируется к безглютеновым аналогам на основе проса и гречихи. Потребление ограничено, но осведомлённость растёт благодаря социальным сетям и медицинским кампаниям [6;с.45-52].

Основной причиной роста потребления безглютеновых продуктов является медицинская - целиакия, диагностированная примерно у 1,0% населения мира [7;с.2568-2578]. NCGS затрагивает 6,0 – 10,0% населения мира, вызывая симптомы вроде вздутия и усталости [8;с.3839-3853]. В Узбекистане целиакия выявлена у 0,5-1,0% населения, но часто недооценивается из-за отсутствия скрининга [9;с.28-34].

Немедицинские факторы включают модные тенденции: «глютен-фри», ассоциируемые со здоровьем и похудением, несмотря на отсутствие медицинских доказательств [10;с.1685-1686]. В России до 40,0% потребителей БГП - здоровые люди, мотивированные маркетингом [5;с.35-42]. В Узбекистане рост связан с урбанизацией и влиянием западных медиа, где БГП воспринимаются как премиум-продукты [6;с.45-52].

Другие причины: аллергии, веганство и профилактика заболеваний (например, диабета). БГП часто обогащены витаминами, что привлекает родителей для детей [11;с. 25-30, 12;с.45-52].

Безглютеновые хлебобулочные изделия (БХИ) и мучные кондитерские изделия (МКИ) представляют собой значительную долю рынка БГП, составляя около 40,0% глобального сегмента [13;с.22-28]. Эти продукты

ISSN 3030-3907

включают хлеб, булочки, пироги, печенье, торты и кексы, изготовленные без пшеничной муки. Основные заменители - мука из риса, кукурузы, амаранта, гречихи, миндаля или смеси крахмалов (картофельный, тапиоковый). Добавки вроде ксантановой камеди или гуаровой смолы обеспечивают эластичность теста, имитируя свойства глютена [14;с.77-85].

Рост спроса на БХИ обусловлен инновациями, такими как ферментированные закваски для улучшения вкуса и пищевой ценности. В 2022 году продажи безглютенового хлеба выросли практически на 20,0%, с фокусом на органические и низкоуглеводные варианты [2;с.123-130]. МКИ, как печенье и торты, популярны среди детей и аллергиков, с добавлением натуральных подсластителей (стевия, эритрит) для снижения калорийности [13;с.22-28].

Рост БХИ в Узбекистане в среднем на 15,0% ежегодно связан с туризмом и экспортом, но вызовы — высокая стоимость сырья и отсутствие специализированного оборудования [6;с.45-52]. Исследования показывают, что узбекские потребители предпочитают сладкие МКИ, такие как халва на безглютеновой основе [15;с.30-38].

Вызовы в производстве: Сложность достижения оптимальной консистенции, риск перекрестного загрязнения и более высокие затраты (на 30,0 – 50,0%) [14;с.77-85].

Перспективы: Биотехнологии для создания «глютен-подобных» белков и рост сегмента премиум-продуктов. В Узбекистане - потенциал для экспорта органических БХИ и МКИ в Европу.

Сравнительный анализ состава традиционных и безглютеновых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий представлен в таблице 1 [13;с.22-28, 14;с. 77-85].

Таблица-1.

Сравнение состава традиционных и безглютеновых хлебобулочных и мучных кондитерских изделий (на 100 г продукта)

Показатель	Значение показателя			
	Хлеб		Печенье	
	пшеничный (традиционный)	безглютеновый (на основе риса и кукурузы)	пшеничное (традиционное)	безглютеновое (на основе миндаля)
Массовая доля глютена (г)	10	0	8	0

ISSN 3030-3907

Массовая доля клетчатки (г)	3	2	1	3
Массовая доля белков (г)	8	6	5	7
Массовая доля жиров (г)	1	2	20	18
Энергетическая ценность, ккал	250	220	450	420

Таблица 1 демонстрирует, как безглютеновые аналоги сохраняют питательность, но требуют добавок для текстуры.

Таблица-2.

Рыночные данные по безглютеновым хлебобулочным и мучным кондитерским изделиям

Регион	Объём рынка (млн. долларов)	Рост за год (%)	Доля в общем рынке БГП (%)	Основные продукты
Глобально	~20 000	~20	~40	Хлеб, печенье, торты
Россия	~200	~25	~45	Хлеб, МКИ
Узбекистан	~50	~15	~35	Лепешки

Как следует из данных, представленных в таблице 2, основной акцент сделан на хлеб и хлебобулочные изделия [2;с. 123-130, 5;с.35-42, 6;с.45-52].

Глобальные тенденции в потреблении БГП отражают переход от нишевого сегмента к мейнстриму, обусловленный демографическими сдвигами, технологическими инновациями и культурными изменениями. Согласно данным Euromonitor, рынок вырос с 4 млрд. долларов в 2020 году до 7,5 млрд. долларов в 2023 году, с прогнозируемым ростом до 12 млрд. долларов к 2030 году благодаря увеличению населения с пищевыми аллергиями (оценочно 2,0–5,0% глобально) и тренду на персонализированное питание. Однако, несмотря на рост, рынок сталкивается с вызовами: высокая стоимость сырья (риса, кукурузы), низкая осведомленность в развивающихся странах и проблемы с качеством (перекрестное загрязнение) [3;с.10-15, 5;с.35-42].

В Узбекистане определённая импортозависимость и отсутствие стандартов (аналогичных СанПиН) ограничивают локальное производство

ISSN 3030-3907

данного вида продуктов питания [6;с.45-52]. Среди местных производителей, которые начинают осваивать нишу БГП, можно отметить компании, специализирующиеся на производстве круп (например, кукурузной, рисовой муки) и их производных. Однако, специализированные безглютеновые хлебобулочные изделия, макаронные изделия и кондитерские изделия пока представлены в основном в крупных городах и онлайн-магазинах.

Рост потребительского спроса в Узбекистане (табл.3) также постепенно развивается, под влиянием глобальных тенденций и растущей осведомленности о здоровом питании. Государственная поддержка и развитие отечественного производства могут способствовать более широкому распространению безглютеновых продуктов в стране.

Таблица-3.

Потребительские предпочтения по категориям продуктов (глобально и в Узбекистане, 2023 г.)

Категория продукта	Глобальный рынок (%)	Узбекистан (%)	Основные мотивы
Хлеб и мучные кондитерские изделия	~35	~25	Мода, социальные аспекты, здоровье
Макароны и крупы	~25	~30	Здоровье, питательность
Закуски и десерты	~20	~20	Мода
Напитки (пиво)	~10	'~15	Социальные аспекты
Другие	~10	~10	Специфические нужды (аллергия)

Регуляторные барьеры, включая сертификацию, добавляют сложности, с необходимостью международных стандартов (ISO 22000) . Безопасность таких продуктов обеспечивается контролем содержания глютена, предотвращением перекрёстного загрязнения и корректной маркировкой. Международные стандарты (Codex Alimentarius, FDA, EC, ЕАЭС) устанавливают верхний предел содержания глютена 20 мг/кг (табл.4) [16;с. 7-9, 17, 18, 19,20, 21; с. 18-19].

Таблица-4.

Нормативные рамки и определения

№	Юрисдикция / документ	Порог	Особенности
1	Codex Alimentarius (CXS 118-1979)	≤ 20 мг/кг	Продукты, «по своей природе не содержащие глютена»,

ISSN 3030-3907

			допускаются при контроле состава
2	США — FDA (21 CFR §101.91)	< 20 ppm	Запрещено использование ингредиентов из пшеницы, ячменя, ржи; допускается перекрёстная очистка оборудования
3	ЕС — Регламент № 828/2014	≤ 20 мг/кг	Требует указания категорий на упаковке
4	Россия / ЕАЭС (ГОСТ 34835-2022; ГОСТ 32908-2014)	≤ 20 мг/кг	Обязательна декларация о соответствии и маркировка «без глютена»
5	GFCO (США)	≤ 10 ppm	Добровольная сертификация, включает аудит производства

БГП должны соответствовать установленным нормативам безопасности (≤ 20 мг/кг глютена), обеспечиваться системой HACCP и лабораторным подтверждением (табл.5).

Таблица-5.

Контрольные меры (HACCP/PRP)

Параметр	Требование	Меры контроля
Содержание глютена	≤ 20 мг/кг	Еженедельный лабораторный анализ (ELISA)
Сырьё	Подтверждение CoA	Аудит поставщиков и входной контроль
Перекрёстное загрязнение	Недопустимо	Выделенные зоны производства, валидация очистки
Маркировка	Соответствие регламенту	Проверка макетов этикеток

Анализ выше изложенной информации подтверждает, что требования к качеству БГП фокусируются на минимизации содержания глютена, обеспечении питательности и потребительской ценности данных продуктов. Безопасность усиливается системами HACCP и регулярными тестами. Потребительские предпочтения стимулируют рост рынка данной продукции, который обусловлен такими факторами, как увеличение осведомленности о здоровье, в результате значительная часть потребителей переходит на безглютеновую диету по собственному желанию в рамках стремления к здоровому образу жизни, независимо от медицинских показаний; увеличение распространенности целиакии и чувствительности к глютену; инновации в продуктах, а именно постоянные исследования и разработки помогают

ISSN 3030-3907

улучшать сенсорные показатели и пищевую ценность безглютеновых альтернатив, делая их более привлекательными для потребителей; расширение онлайн-торговли и доступность в обычных супермаркетах.

Таким образом, установлено, что современные тенденции в потреблении безглютеновых продуктов отражают глобальный сдвиг к здоровому и устойчивому питанию, с ростом рынка в среднем на 20,0% ежегодно. В Узбекистане потенциал огромен благодаря культурной адаптации и государственным инициативам. Рост рынка данной продукции не только для больных, но и для здорового образа жизни, способствует минимизация аллергенных рисков и глобализации питания.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурова М. М. Аллергия к белку пшеницы и непереносимость глютена (обзор литературы) / М. М. Гурова // Медицина: теория и практика. – 2020. – Т. 4, № 1. – С. 27–39.
2. Smith J.P., Jones P.Q. Trends in gluten-free food market // Journal of Food Science. -2021. -Vol.86. - P.123–130.
3. Global Market Insights. Gluten-Free Products Report. - 2023. -P. 10-15. - URL: https://www.gminsights.com/industry-analysis/gluten-free-products-market.
4. Johnson R.K., et al. Trends in European food consumption // European Journal of Nutrition. -2020. -Vol.59. - P.45–55.
5. Петрова М.И. Развитие рынка безглютеновых продуктов в РФ/М.И. Петрова // Пищевая промышленность. -2023. -№ 2. -С.35–42.
6. Рахимов Ш.Ш. Тенденции здорового питания в Узбекистане/ Ш.Ш. Рахимов, Г.Ш.Хасанова// Вестник Ташкентского государственного аграрного университета. -2022. -№1. - С.45–52.
7. Fasano A. Celiac disease N Engl J Med. - 2003. - Vol.348(25). - P.2568–2578. DOI: 10.1056/NEJMra021261.
8. Catassi C. Non-Celiac Gluten Sensitivity // Nutrients. - 2013. - Vol.5. - P. 3839–3853. – URL: https://www.mdpi.com/2072-6643/5/11/3839 (DOI: 10.3390/nu5113839).
9. Каримов Т.Т. Эпидемиология целиакии в Узбекистане/Т.Т. Каримов // Медицинский журнал Узбекистана. -2020. -№2. -С.28–34.
10. Gaesser G.A., Angadi S.S. Gluten-free diet: imprudent dietary advice for the general population? // JAMA Intern Med. - 2012. - Vol.172. - P.1685–1686. DOI: 10.1001/jamainternmed.2012.4848.
11. Jones A.L. Nutritional Deficiencies in Gluten-Free Diets // British Journal of Nutrition. -2015. -Vol.114.- P.25-30. – URL: https://www.cambridge.org/core/journals/british-journal-of-nutrition/article/nutritional-deficiencies-in-glutenfree-diets/ (DOI: 10.1017/S0007114515001579).

ISSN 3030-3907

12. Сидоров В.В. Ценообразование в сфере здорового питания/В.В. Сидоров // Вопросы экономики. - 2022. - № 3. - С.45–52.
13. Lee A.R., et al. Gluten-free bakery products: current status and future trends // Food Technol. - 2023. - Vol.77. - P.22–28.
14. Зайцева Л.В. Современные подходы к разработке рецептур безглютеновых хлебобулочных изделий/ Л.В. Зайцева, Т.А. Юдина, Н.В. Рубан [и др.]// Вопросы питания. - 2020.-Т.89, №1. - С.77-85.
15. Ахмедов Б.Б. Потребительские предпочтения в сфере питания в Узбекистане/Б.Б. Ахмедов// Вестник Ташкентского государственного университета экономики. - 2023. - №1. - С.30–38.
16. Codex Alimentarius. Standard for Foods for Special Dietary Use for Persons Intolerant to Gluten (CXS 118-1979). Rome : FAO/WHO, 2015. — 25 c.
17. ГОСТ Р 56578-2015. Продукты пищевые безглютеновые. Общие технические условия. М.: Росстандарт, 2015. – URL: https://docs.cntd.ru/document/1200120437.
18. FDA. Gluten-Free Labeling of Food. Final Rule. 2013. – URL: https://www.fda.gov/food/food-labeling-nutrition/gluten-free-labeling-food.
19. Regulation (EC) No 41/2009 of the European Parliament and of the Council of 20 January 2009 concerning the composition and labelling of foodstuffs suitable for people intolerant to gluten // Official Journal of the European Union. 2009. L 16/3. – URL: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32009R0041.
20. СанПиН 2.3.6.1079-01. Санитарно-эпидемиологические требования к организациям общественного питания, изготовлению и оборотоспособности в них пищевых продуктов и продовольственного сырья. М.: Минздрав России, 2001. – URL: https://docs.cntd.ru/document/901730868.
21. ISO 22000:2018. Food Safety Management Systems — Requirements for Any Organization in the Food Chain. - Geneva : ISO, 2018. - 32 c.

ISSN 3030-3907

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА НА ОСНОВНЫЕ ПАРАМЕТРЫ

Юсупов Дилмурод Турдалиевич
Институт проблем энергетики Академии наук Республики Узбекистан
PhD, с.н.с.,
E-mail: dilmurod85@list.ru
Носиров Асрорбек Исмоилжон угли
Базовый докторант (PhD)
E-mail: asrorbeknosirov6210@gmail.com

Аннотация: В статье приведены результаты испытания трансформаторного масла на основные параметры: электрическая прочность, температура вспышки, влагосодержание и содержание механических примесей. Для испытания была взята проб масла силового трансформатора ТДНС 35/10 кВ. Испытание проводилось на специальной электротехнической лаборатории. Результаты испытания показали, что трансформаторное масло соответствует основным требованиям и пригодно к эксплуатацию согласно нормативному документу RH 34-301-633:2011.

Ключевые слова: испытание, трансоформаторное масло, осноные параметры, электрическая прочность, температура вспышки, влагосодержание, содержание механических примесей.

Abstract: This article presents the results of transformer oil testing for key parameters: dielectric strength, flash point, moisture content, and mechanical impurity content. A sample of oil from a 35/10 kV TDNS power transformer was taken for testing. The testing was conducted in a dedicated electrical laboratory. The test results showed that the transformer oil meets the key requirements and is suitable for use in accordance with RH 34-301-633:2011.

Key words: testing, transformer oil, main parameters, electrical strength, flash point, moisture content, content of mechanical impurities.

Annotatsiya: Ushbu maqolada transformator moyining asosiy parametrlarini, jumladan dielektrik mustahkamlik, chaqnash harorati, namlik miqdori hamda mexanik aralashmalar miqdorini aniqlash bo‘yicha o‘tkazilgan sinov natijalari keltirilgan. Sinovlar o‘tkazish uchun 35/10 kV kuchlanishli TDNS turidagi kuch transformatoridan moy namunasi olingan. Tajribalar maxsus elektrotexnik laboratoriya sharoitida amalga oshirilgan. Olingan natijalar transformator moyining amaldagi asosiy talablarga to‘liq javob berishini hamda RH 34-301-633:2011 me’yoriy hujjat talablariga muvofiq ekspluatatsiyaga yaroqli ekanligini ko‘rsatgan.

Kalit so‘zlar: sinovlar, transformator moyi, asosiy parametrlar, dielektrik mustahkamlik, chaqnash harorati, namlik miqdori, mexanik aralashmalar miqdori.

ISSN 3030-3907

Введение

Силовые трансформаторы являются одними из ключевых элементов электроэнергетических систем, обеспечивающих надежную передачу и распределение электрической энергии. Их бесперебойная и долговременная эксплуатация в значительной степени определяется техническим состоянием изоляционной системы, важнейшим компонентом которой является трансформаторное масло [9-10]. Жидкая изоляция выполняет одновременно несколько критически важных функций: электрическую изоляцию токоведущих частей, отвод тепла от активных элементов трансформатора, а также защиту металлических и изоляционных материалов от процессов окисления и старения. В процессе эксплуатации под воздействием электрических, тепловых, механических и химических факторов свойства трансформаторного масла постепенно ухудшаются. Повышение влагосодержания, снижение диэлектрической прочности, образование механических примесей и продуктов окисления могут привести к развитию внутренних дефектов, ускоренному старению твердой изоляции и, в конечном итоге, к аварийному выходу трансформатора из строя [11-15]. По данным анализа эксплуатационной статистики, значительная доля отказов силовых трансформаторов связана именно с ухудшением качества трансформаторного масла. В связи с этим своевременный контроль и диагностика основных параметров трансформаторного масла являются одной из приоритетных задач современной энергетики. Регулярные лабораторные испытания позволяют объективно оценить техническое состояние жидкой изоляции, выявить начальные стадии деградации и принять обоснованные решения по дальнейшей эксплуатации оборудования [16-18]. Особую актуальность данные вопросы приобретают для трансформаторов, работающих в условиях повышенных нагрузок и нестабильных режимов электроснабжения [1-2].

Целью настоящего исследования является проведение испытаний трансформаторного масла по основным эксплуатационно значимым параметрам — диэлектрической прочности, температуре вспышки, влагосодержанию и содержанию механических примесей — с последующей оценкой его пригодности к дальнейшей эксплуатации в соответствии с действующими нормативными требованиями.

Целью исследования является испытания транформаторного масла на основные параметры: электрическая прочность, температура вспышки, влагосодержание и содержание механических примесей.

Материалы и методы исследования

ISSN 3030-3907

Для испытания была взято трансформаторное масло, основные параметры, которые приведены на таблицах 1 и 2. Объектом исследования являлось трансформаторное масло, отобранное из силового трансформатора типа ТДНС напряжением 35/10 кВ. Отбор пробы осуществлялся в соответствии с установленными требованиями нормативных документов с целью обеспечения репрезентативности и достоверности результатов испытаний.

Таблица-1

Общая информация о трансформаторах и условия испытаний

1.	Идентификация объекта	Трансформатор
2.	Тип, модель	ТДНС
3.	Мощность	10 000
4.	Номинальное напряжения	35/10
5.	Причина испытаний	После доливки
6.	Место проведения испытаний	Специальная электротехническая лаборатория
7.	Температура	15º С

Испытания проводились в условиях специализированной электротехнической лаборатории при контролируемых температурных условиях. В ходе исследования определялись основные параметры трансформаторного масла, наиболее полно характеризующие его техническое состояние. Диэлектрическая прочность масла определялась методом измерения пробивного напряжения с использованием измерительного прибора TOR-80 производства компании MEGGER. Испытания проводились в строгом соответствии с требованиями стандартов ГОСТ 6581–75 [3] и ГОСТ 7822–75 [4], регламентирующих методику проведения измерений и условия испытаний. Температура вспышки трансформаторного масла определялась с применением прибора HZBS-3 производства компании MEGGER в соответствии с требованиями стандартов ГОСТ 4333–2014 [5] и ГОСТ 982–80 [6]. Данный параметр является важным показателем термической стабильности масла и его пожаробезопасности при эксплуатации.

Определение влагосодержания и содержания механических примесей осуществлялось с использованием измерительного прибора HZWS-2 на основе методик, установленных в нормативных документах ГОСТ 24614–81 [7] и ГОСТ 6581–75 [3]. Влагосодержание масла является одним из ключевых факторов, влияющих на диэлектрическую прочность и скорость старения

ISSN 3030-3907

изоляционной системы трансформатора. Полученные экспериментальные данные были систематизированы и сопоставлены с нормативными значениями, приведенными в действующих стандартах и руководящих документах.

Таблица-2

Значения, указанные в нормативных документах [2-6]

№	Наименование определения	Норма
1.	Электрическая прочность	40 кВ
2.	Температура вспышки	130 ° С
3.	Влагосодержание	10 г/т
4.	Содержание механических примесей	Отсутст.

Полученные результаты и их обсуждения

Испытание проводилось на специальной электротехнической лаборатории. На основании применения вышеуказанных лабораторных измерительных приборов и соблюдения требований соответствующих стандартов ГОСТ были получены экспериментальные результаты, представленные в таблице 3. В результате проведенных лабораторных испытаний были получены значения основных параметров трансформаторного масла, представленные в таблице 3. Анализ полученных данных показал, что значение диэлектрической прочности масла составляет 43,8 кВ, что превышает минимально допустимое нормативное значение. Данный результат свидетельствует о хорошем электрическом состоянии жидкой изоляции и отсутствии критических факторов, способствующих электрическому пробою. Температура вспышки масла составила 135 °С, что также превышает нормативное значение, установленное стандартами. Это указывает на достаточную термическую устойчивость масла и его соответствие требованиям пожарной безопасности при эксплуатации трансформатора в штатных режимах. Влагосодержание трансформаторного масла по результатам испытаний составило 9,9 г/т, что не превышает предельно допустимых значений. Низкое влагосодержание является положительным фактором, поскольку наличие воды в масле существенно снижает диэлектрическую прочность и ускоряет процессы старения твердой изоляции. Механические примеси в исследуемой пробе масла не обнаружены, что свидетельствует об удовлетворительном состоянии фильтрации и отсутствии интенсивных процессов разрушения изоляционных материалов. В совокупности полученные результаты подтверждают, что трансформаторное масло находится в работоспособном состоянии и может использоваться для дальнейшей эксплуатации без проведения дополнительных восстановительных мероприятий.

ISSN 3030-3907

Таблица-3

Результаты проведенных измерений

№	Наименование определения	Результаты испытания
1.	Электрическая прочность	43,8 кВ
2.	Температура вспышки	135 ° С
3.	Влагосодержание	9,9 г/т
4.	Содержание механических примесей	Отсустст.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенных лабораторных испытаний и анализа полученных результатов установлено, что трансформаторное масло, отобранное из силового трансформатора типа ТДНС 35/10 кВ, соответствует требованиям действующих нормативных документов по основным эксплуатационным параметрам. Значения диэлектрической прочности, температуры вспышки, влагосодержания и содержания механических примесей находятся в допустимых пределах и обеспечивают надежную работу изоляционной системы трансформатора. Полученные результаты подтверждают целесообразность применения комплексного лабораторного контроля параметров трансформаторного масла для оценки технического состояния силовых трансформаторов. Регулярное проведение подобных испытаний позволяет своевременно выявлять начальные признаки деградации жидкой изоляции, повышать надежность электроэнергетического оборудования и снижать вероятность аварийных отказов. В целом, исследуемое трансформаторное масло признано пригодным к дальнейшей эксплуатации в соответствии с требованиями руководящего документа RH 34-301-633:2011 [8], что подтверждает эффективность применяемых методов диагностики и контроля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бондаренко В.Е., Щапов П.Ф., Шутенко О. В. «Повышение эффективности эксплуатационного измерительного контроля трансформаторных масел». Монография. – Харьков.: «ХПИ», 2007. – 452 с.

2. Yusupov D.T., Muminov A.B., Nosirov A.I., Berdiev U.T., and Kutbidinov O.M., “Development of an algorithm of processes for cleaning power transformer oil in a circulatory way,” in 15th International Conference on Thermal Engineering: Theory and Applications, ICTEA 2024.

3. ГОСТ 6581–75. Нефтепродукты. Методы определения содержания воды. - М.: Издательство стандартов, 1975.

4. ГОСТ 7822–75. Масла трансформаторные. Методы испытаний. - М.: Издательство стандартов, 1975.

ISSN 3030-3907

5. ГОСТ 4333–2014. Нефтепродукты. Методы определения температуры вспышки и воспламенения. - М.: Стандартинформ, 2014.
6. ГОСТ 982–80. Масла трансформаторные. Технические условия. - М.: Издательство стандартов, 1980.
7. ГОСТ 24614–81. Масла трансформаторные. Методы определения содержания воды. - М.: Издательство стандартов, 1981.
8. Руководящий документ RH 34-301-633:2011. Инструкция. Эксплуатация трансформаторных масел. – Т: Узбекэнерго, – 2011. – 98 с.
10. Попов Г.В., Диагностика силовых трансформаторов, Москва: Энергоатомиздат, 2011.
11. Алексеев Б.А., Методы и средства диагностики трансформаторов, Москва: Энергия, 2010.
12. Ежков О.Н., Старение целлюлозной изоляции силовых трансформаторов, Силовая Электроника, 2013.
13. Holmgren B., Sorption and Desorption Processes in Transformer Insulation, Royal Institute of Technology (KTH), Stockholm, 2008.
14. Karlsson A., Water Activity and Water Content in Transformer Oil–Paper Insulation, KTH, 2001.
15. Kachler A. J. and Tenbohlen S., Transformer Insulation Moisture and Its Effects, IEEE Electrical Insulation Magazine, vol. 29, no. 5, 2013.
16. Koch M. and Blennow J., Moisture in Transformer Insulation – A Review, IEEE Transactions on Dielectrics and Electrical Insulation, vol. 20, no. 3, 2013.
17. Karandaev A.S., Yachikov I.M., Radionov A.A., Liubimov I.V., Druzhinin N.N., Khramshina E.A., “Fuzzy Algorithms for Diagnosis of Furnace Transformer Insulation Condition.” Energies, 2022.
18. Levin V.M., Yahya A.A., Boyarova D.A., “Predicting the technical condition of the power transformer using fuzzy logic and dissolved gas analysis method.” International Journal of Electrical and Computer Engineering (IJECE), 2022.
19. Alawode K.O., Olowolafe F., “Fuzzy Logic and Decision Tree Models for Dissolved Gas Analysis in Power Transformer Fault Diagnosis.” Adeleke University Journal of Engineering and Technology, 2023.

ISSN 3030-3907

СТРУКТУРНО-ФАЗОВЫЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОТРАБОТАННЫХ КАТАЛИЗАТОРОВ НИАП 12-05

Гаффоров А.Т.
Навоийский государственный горно-технологический университет
Шарипов С.Ш.
Навоийский государственный горно-технологический университет

Annotatsiya. Ushbu ishda sanoat sharoitida ishlatilgan NIAP-12-05 nikel-xromli katalizatorning kimyoviy va fazaviy tarkibi tadqiq etildi. Ekspluatatsiya jarayonidan so‘ng olingan namuna rentgen-flyuorestsent va rentgen-difraksion tahlil usullari yordamida o‘rganildi. Katalizator yuqori miqdorda nikel va xrom saqlovchi hamda ekspluatatsiya davomida to‘plangan oltingugurt bilan boyitilgan Ni–Cr–S tizimi ekanligi aniqlandi. Rentgenofazaviy tahlil natijalari katalizator tarkibida nikel sulfidli va aralash nikel-xrom-oltingugurtli fazalar hosil bo‘lganini, shuningdek, oz miqdorda metall nikel saqlanib qolganini ko‘rsatdi. Nikel va xrom oksid fazalarining aniqlanmasligi katalizatorning ekspluatatsiya jarayonida chuqur sulfidlanishini tasdiqlaydi. Olingan natijalar katalizatorning strukturaviy o‘zgarishlarini baholash hamda uni regeneratsiya qilish imkoniyatlarini asoslashga xizmat qiladi.

Kalit so‘zlar: ishlatilgan katalizator, NIAP-12-05, nikel-xromli katalizator, sulfidlanish, rentgen-flyuorestsent tahlil, rentgen-fazaviy tahlil.

Аннотация. В работе исследованы химический и фазовый составы отработанного никель-хромового катализатора НИАП-12-05. Образец, отобранный после промышленной эксплуатации, был проанализирован методами рентгенофлуоресцентного и рентгенофазового анализов. Установлено, что катализатор представляет собой многокомпонентную систему Ni–Cr–S с высоким содержанием никеля и хрома и значительной долей серы, накопленной в процессе эксплуатации. Рентгенофазовый анализ показал формирование никельсульфидных и смешанных никель-хром-серосодержащих фаз, а также наличие остаточного металлического никеля. Отсутствие оксидных фаз никеля и хрома свидетельствует о глубокой сульфуризации активных компонентов в восстановительно-сернистых условиях. Полученные результаты позволяют оценить структурные изменения катализатора в процессе эксплуатации и обосновать перспективы его регенерации и повторного использования.

Ключевые слова: отработанный катализатор, НИАП-12-05, никель-хромовый катализатор, сульфуризация, XRF, XRD, фазовый состав.

Abstract. This study investigates the chemical and phase composition of a spent Ni–Cr catalyst NIAP-12-05 after industrial operation. The sample was analyzed using X-ray fluorescence (XRF) and X-ray diffraction (XRD) methods. The results

ISSN 3030-3907

showed that the catalyst represents a multicomponent Ni–Cr–S system with a high content of nickel and chromium and a significant amount of sulfur accumulated during operation. XRD analysis revealed the formation of nickel sulfide and mixed nickel–chromium–sulfur phases, as well as the presence of residual metallic nickel. The absence of NiO and Cr_2O_3 oxide phases indicates deep sulfidation of the active components under reducing sulfur-containing conditions. The obtained results provide insight into the structural transformations of the catalyst during operation and can be used to assess its regeneration and reuse potential.

Keywords: spent catalyst, NIAP-12-05, nickel–chromium catalyst, sulfidation, XRF, XRD, phase composition.

Введение.

Никельсодержащие катализаторы широко применяются в процессах переработки углеводородного и газового сырья, включая паровую и автотермическую конверсию, реформинг, гидрирование и очистку природных и технологических газов от сернистых соединений. Среди них особое место занимают катализаторы серии НИАП, отличающиеся высокой термической стабильностью и устойчивостью к воздействию серосодержащих компонентов [1–3].

Известно, что каталитическая активность никелевых систем в значительной степени определяется фазовым состоянием никеля, его дисперсностью и характером взаимодействия с модифицирующими компонентами, и носителем [4,5]. В ряде работ показано, что введение хрома в никелевые катализаторы способствует формированию устойчивых смешанных фаз и препятствует агломерации никелевых частиц при высоких температурах [6,7].

Особое внимание в последние годы уделяется серосодержащим никелевым катализаторам, поскольку сульфидированные формы Ni обладают повышенной устойчивостью к отравлению серой и сохраняют каталитическую активность в восстановительных и сернистых средах [8,9]. Согласно данным [10], образование фаз типа NiS_x и Ni–Cr–S приводит к изменению электронной структуры активных центров, что положительно сказывается на селективности и стабильности катализаторов.

Рентгенофазовые исследования никель-хромовых систем показывают, что реальный фазовый состав катализаторов часто отличается от номинального, особенно после эксплуатации, и включает сложные твердые растворы, сульфиды и дефектные кристаллические структуры [11,12]. В этой связи комплексное применение рентгенофлуоресцентного и

ISSN 3030-3907

рентгенодифракционного анализа является необходимым для адекватной оценки структуры и состава промышленных катализаторов [13].

Несмотря на наличие отдельных публикаций, посвящённых никель-хромовым катализаторам, данные о химическом и минералогическом составе конкретных марок катализаторов серии НИАП, в том числе НИАП-12-05, остаются фрагментарными и недостаточно систематизированными [14]. Кроме того, в литературе практически отсутствуют работы, в которых состав и фазовое состояние таких катализаторов рассматривались бы в контексте их устойчивости и потенциальных каталитических свойств [15].

В связи с этим настоящее исследование направлено на детальное изучение химического и фазового состава катализатора НИАП-12-05 с использованием современных физико-химических методов анализа и установление взаимосвязи между его структурными характеристиками и функциональными свойствами.

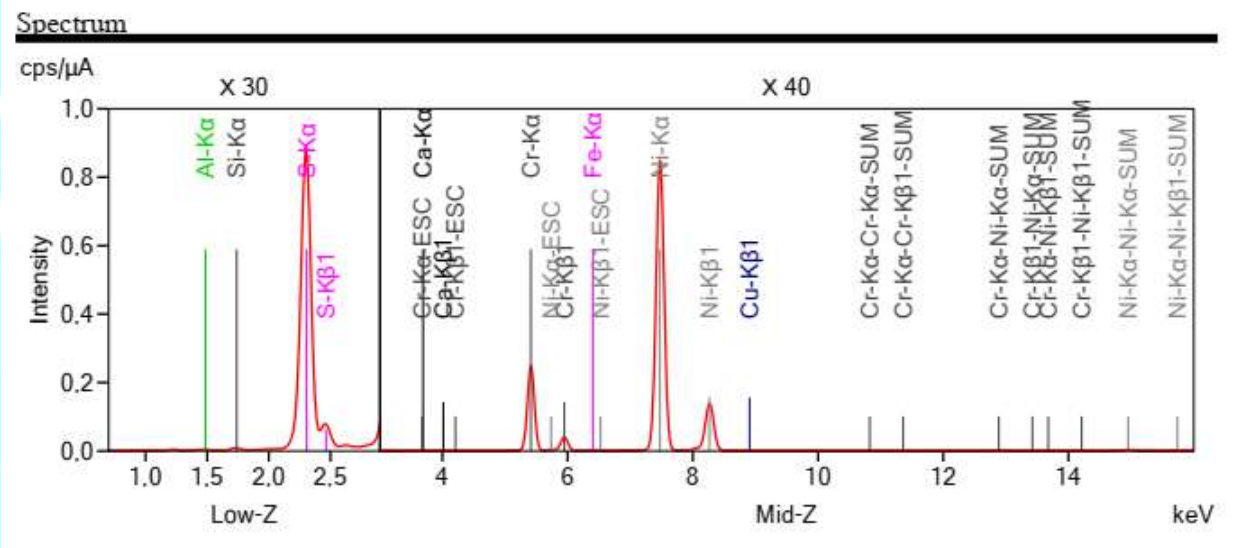
Объекты и методика исследования. Объектом исследования являлся отработанный промышленный катализатор НИАП-12-05 (НИАП-К), отобранный после завершения эксплуатационного цикла. Образец исследовали в исходном состоянии, без регенерационной или восстановительной обработки.

Химический состав катализатора определяли методом рентгенофлуоресцентного анализа с использованием спектрометра Rigaku NEX DE. Измерения проводились в атмосфере гелия при оптимизированных условиях для элементов низкой и средней атомной массы. Количественная обработка результатов выполнялась методом фундаментальных параметров (FP).

Минералогический и фазовый состав образца исследовали методом порошковой рентгеновской дифракции с применением программного комплекса MDI JADE 6.0. Идентификацию фаз осуществляли по межплоскостным расстояниям (d) и значениям углов 2θ в диапазоне 10–60° Å.

Результаты и их обсуждения. Результаты рентгенофлуоресцентного анализа показали (рис.1), что отработанный катализатор НИАП-12-05 характеризуется высоким содержанием никеля, хрома и серы. Основными компонентами являются Ni (60,0 масс. %), Cr (26,3 масс. %) и S (11,4 масс. %). В меньших количествах обнаружены Al, Si, Ca, Cu и Fe.

ISSN 3030-3907



Analyzed result(FP method)

No.	Component	Result	Unit	LLD	LLQ	Element line	Intensity(cps/μA)
1	Mg	ND	mass%				
2	Ca	0,433	mass%	0,0404	0,121	M:Ca-Kα	0,24204
3	Fe	0,182	mass%	0,0030	0,0090	M:Fe-Kα	0,74582
4	Cu	0,560	mass%	0,0007	0,0022	M:Cu-Kα	4,57753
5	Al	0,623	mass%	0,0180	0,0541	L:Al-Kα	0,54199
6	Si	0,497	mass%	0,0060	0,0179	L:Si-Kα	1,33747
7	S	11,4	mass%	0,0013	0,0039	L:S-Kα	183,55541
8	Ni	60,0	mass%	0,0007	0,0021	M:Ni-Kα	367,30760
9	Cr	26,3	mass%	0,0023	0,0068	M:Cr-Kα	94,66310

Рис. 1. Рентгенофлуоресцентный спектр отработанного катализатора НИАП-12-05

Повышенное содержание серы является характерным признаком отработанного катализатора и свидетельствует о глубокой сульфуризации никелевых фаз в процессе эксплуатации. Наличие примесных элементов может быть связано как с технологическими добавками, так и с загрязнениями, поступающими из газовой среды или контактирующего оборудования.

Рентгенофазовый анализ выявил наличие интенсивных дифракционных максимумов при 2θ ≈ 26,6°; 31,3°; 32,2°; 35,6°; 37,9°; 43,9°; 49,9° и 55,4°, соответствующих межплоскостным расстояниям 3,35–1,66 Å (рис.2).

ISSN 3030-3907

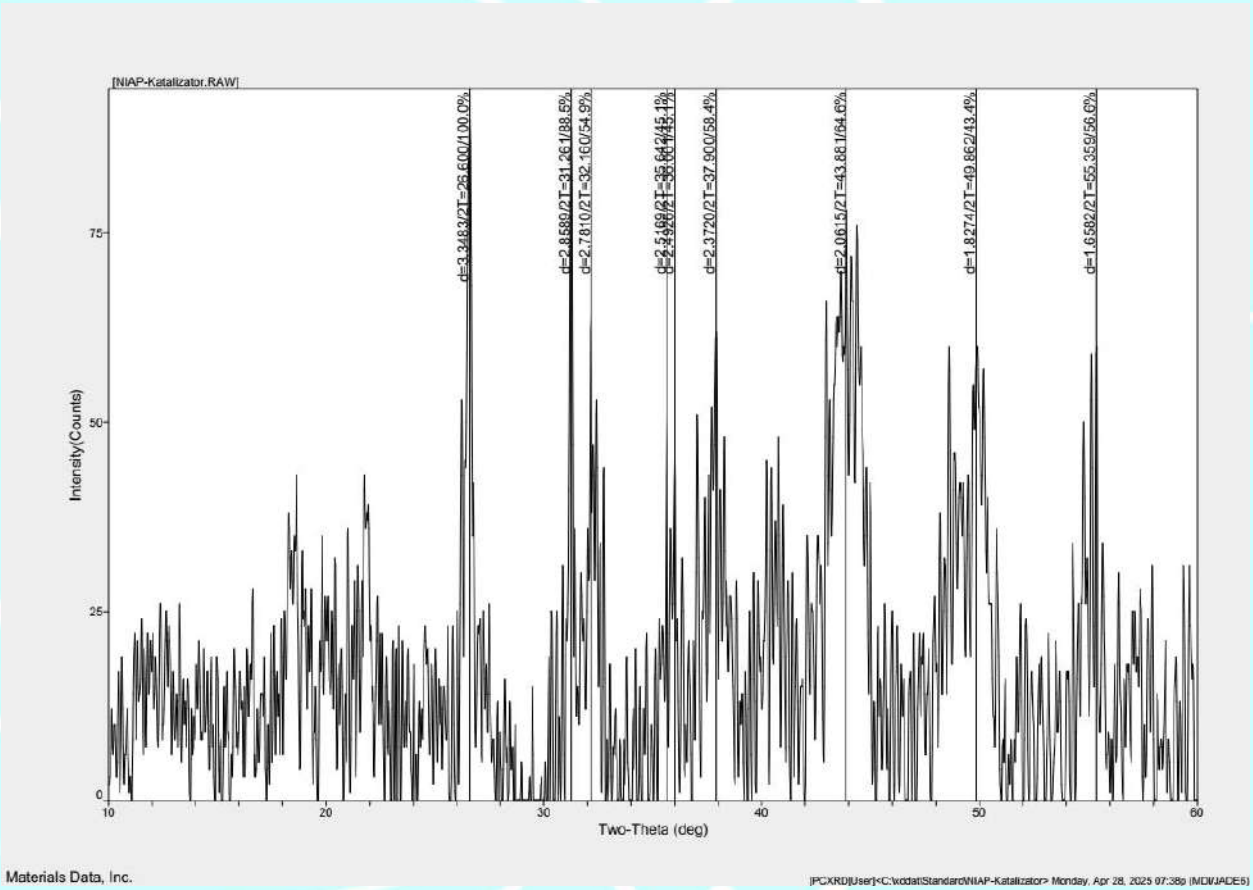


Рис.2. Рентгенодифракционная картина отработанного катализатора НИАП-12-05

Набор отражений указывает на присутствие никель- и хромсодержащих кристаллических фаз, а также сульфидных соединений. Отсутствие интенсивных рефлексов оксидов NiO и Cr_2O_3 свидетельствует о том, что в процессе эксплуатации активные компоненты перешли преимущественно в сульфидированное и восстановленное состояние.

Результаты рентгенофлуоресцентного анализа показали, что катализатор НИАП-12-05 характеризуется высоким содержанием никеля и хрома, а также значительной долей серы. Основные компоненты (масс. %) Ni-60,0, Cr-26,3, S-11,4, Al-0,623, Si-0,497, Cu-0,560, Ca-0,433, Fe-0,182.

Полученные данные свидетельствуют о том, что никель является доминирующим элементом, формирующим активную фазу катализатора, в то время как хром выполняет функцию структурного стабилизатора и модификатора электронной плотности никелевых центров. Высокое содержание серы указывает на присутствие сульфидных фаз, характерных для катализаторов, работающих в восстановительно-сернистых условиях.

Рентгенофазовый анализ выявил наличие интенсивных дифракционных максимумов при значениях $2\theta = 26{,}6°$; 31,26°; 32,16°; 35,64°; 37,90°; 43,88°; 49,86°; 55,36°, соответствующих межплоскостным расстояниям d = 3,35–1,66 Å.

ISSN 3030-3907

Отсутствие выраженных пиков оксидных фаз никеля и хрома свидетельствует о восстановленном или сульфидированном состоянии активных компонентов.

Сочетание высокого содержания никеля (60,0 масс. %) и серы (11,4 масс. %) позволяет предположить, что активная фаза катализатора представлена никель-сульфидными структурами, обладающими высокой устойчивостью к сернистым отравителям. Такие фазы характерны для катализаторов, эксплуатируемых в процессах конверсии углеводородов и очистки газов.

Присутствие хрома в количестве 26,3 масс. % оказывает стабилизирующее воздействие на никелевую фазу, препятствуя агломерации активных центров и повышая термическую устойчивость катализатора. Кроме того, хром может участвовать в формировании Ni–Cr–S смешанных фаз, которые обладают улучшенными каталитическими и механическими характеристиками.

Наличие примесных элементов (Al, Si, Ca, Fe) указывает на присутствие матричных и связующих компонентов, обеспечивающих структурную прочность и равномерное распределение активных фаз по объему катализатора.

Совокупность данных XRF и XRD свидетельствует о том, что в ходе эксплуатации катализатора НИАП-12-05 происходят существенные структурно-фазовые преобразования. Основным процессом деградации является сульфуризация никелевых активных центров с образованием фаз типа NiS_x и смешанных Ni–Cr–S структур.

Хром, присутствующий в значительном количестве, вероятно, выполняет стабилизирующую функцию, препятствуя полной аморфизации структуры и агломерации никелевых фаз. Это подтверждается сохранением чётко выраженных дифракционных максимумов даже после длительной эксплуатации катализатора.

Накопление серы и примесных элементов, с одной стороны, свидетельствует о снижении первоначальной каталитической активности, а с другой - указывает на потенциальную возможность регенерации катализатора путём десульфуризации и восстановительной обработки.

В результате проведённых исследований установлено, что отработанный катализатор НИАП-12-05 представляет собой многокомпонентную Ni–Cr–S систему, сформировавшуюся в процессе эксплуатации. Основными структурными изменениями являются сульфуризация никеля и перераспределение хромсодержащих фаз.

ISSN 3030-3907

Несмотря на эксплуатационное воздействие, катализатор сохраняет кристаллическую структуру и фазовую организованность, что свидетельствует о его высокой термохимической устойчивости и потенциальной пригодности для регенерации или повторного использования.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Meloni E., Martino M., Palma V. A short review on Ni-based catalysts and related engineering issues for methane steam reforming // *Catalysts*. 2020. Vol. 10, №3. P. 352. DOI: 10.3390/catal10030352.
2. Sun S., Wang R., Luo S. et al. Recent progress on nickel-based catalysts for carbon dioxide reforming of methane // *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2025. Vol. 174. P. 113140.
3. Choi Y., Lee J., Kim D. Nickel sulfide catalysts: synthesis, properties, and catalytic activities // *Catalysts*. 2024. Vol. 14, №2. P. 285.
4. Tomina N.N., Golubev A.P., Kharitonov A.M. Sulfidation of nickel catalysts in hydrotreating processes // *Catalysis in Industry*. 2018. Vol. 10, №5. P. 335–342.
5. Golosman E.Z., Efremov V.N., Kashinskaya A.V. Nickel catalysts for purification of N_2–H_2 mixtures from carbon oxides // *Fine Chemical Technologies*. 2020. Vol. 15, №3. P. 212–219.
6. Li D., Wang S., Zhang X. Sulfur poisoning and resistance behavior of Ni catalysts: mechanisms and mitigation strategies // *Catalysis Today*. 2024. Vol. 398. P. 113–125.
7. Brady C., Pan J., Xu B. Sulfur resilient nickel-based catalysts for steam reforming // *Catalysis Science & Technology*. 2020. Vol. 10, №7. P. 2073–2085.
8. Ross J.R.H. Nickel catalysts for C_1 reactions: Recollections from a career // *Top Catal*. 2021. Vol. 64. P. 113–117.
9. Montesinos V.N., Fierro J.L.G. Sulfided nickel catalysts: behavior and applications // *Journal of Catalysis*. 2023. Vol. 412. P. 140–155.
10. Wang Y., Zhang Q., Liu Z. et al. Effect of chromium addition on Ni catalysts for hydrocarbon reforming // *Applied Catalysis A: General*. 2022. Vol. 637. P. 118602.
11. Silva B.P., Souza F.G. Structural characterization of Ni–Cr catalysts by XRD and XRF // *Materials Chemistry and Physics*. 2023. Vol. 288. P. 126341.
12. Zhang H., Chen G., Li H. Influence of preparation method on Ni-Cr supported catalysts // *Journal of Energy Chemistry*. 2024. Vol. 80. P. 95–107.
13. Kim J., Lee H., Park S. Phase evolution in Ni–Cr–S systems: a comparative study // *Journal of Alloys and Compounds*. 2023. Vol. 911. P. 165318.
14. Singh A., Prasad R. Influence of sulfur on catalytic performance of Ni/Al_2O_3 catalyst // *Catalysis Today*. 2021. Vol. 377. P. 56–65.

ISSN 3030-3907

15. Patel M.P., Shah P.N., Upadhyay K.M. Preparation, characterization and performance of Ni–Cr catalysts // *Journal of Chemical Technology & Biotechnology*. 2023. Vol. 98, №4. P. 1082–1093.

ISSN 3030-3907

ҲАВОДАН ИЧИМЛИК СУВИ ОЛИШ ЖАРАЁНИНИ МАТЕМАТИК МОДЕЛЛАШТИРИШ

Дўстқобилов Шахзод
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети талаба
Ўзбекистон Республикаси
Сафаров Жасур Эсиргапович
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети т.ф.д., профессор,
Ўзбекистон Республикаси
E-mail: jasursafarov@yahoo.com
Султанова Шахноза Абдувахитовна
Ислом Каримов номидаги Тошкент давлат техника университети т.ф.д., профессор, Тошкент шаҳар Ҳоким ўринбосари
Ўзбекистон Республикаси
E-mail: sh.sultanova@yahoo.com

Аннотация: Дунёда ичимлик суви танқислиги ўсиб бораётган шароитда атмосфера ҳавосидан сув олиш технологиялари (Atmospheric Water Harvesting – AWH) барқарор ресурс сифатида катта аҳамият касб этмоқда. Ушбу мақолада ҳаводан сув ажратиб олишнинг физик тамойиллари, замонавий технологиялари, материаллар, датчиклар ва энергия самарадорлиги бўйича таҳлил берилади.

Калит сўзлар: ресурс, атмосфера, конденсация, генератор, ҳаво намлиги, математик моделлаштириш, термодинамика, психрометр, гидрологик мувозанат, энергия, технология.

Аннотация: В условиях нарастающего дефицита питьевой воды в мире технологии получения воды из атмосферного воздуха (Atmospheric Water Harvesting, AWH) приобретают важное значение как устойчивый ресурс. В данной статье представлен анализ физических принципов извлечения воды из воздуха, современных технологий, применяемых материалов, датчиков и энергетической эффективности таких систем.

Ключевые слова: ресурс, атмосфера, конденсация, генератор, влажность воздуха, математическое моделирование, термодинамика, психрометр, гидрологический баланс, энергия, технология.

Annotation: in conditions of growing shortage of drinking water in the world, atmospheric water Harvesting – AWH technologies (Atmospheric Water Harvesting-AWH) are gaining great importance as a sustainable resource. This article will give an analysis of the physical principles of water extraction from the air, modern technologies, materials, sensors and energy efficiency.

ISSN 3030-3907

Keywords: resource, atmosphere, condensation, generator, air humidity, mathematical modeling, thermodynamics, psychrometer, hydrological balance, energy, technology.

Кириш.

Планетадаги сув ресурсларининг катта қисми ичимликка яроқли эмас. Бироқ атмосферадаги сув буғининг умумий миқдори Ердаги барча дарёлар сув миқдорига тенг. Атмосферадан сув ажратиб олиш технологиялари иқлим ўзгариши, чўлланиш, сув таъминоти етишмовчилиги шароитида янада долзарбдир.

Атмосферада мавжуд бўлган сувни шартли равишда учта асосий турга ажратиш мумкин [1,3]: ер юзаси сатҳидан турли баландликларда жойлашган булут қатлами; ер юзасига яқин ҳудудларда – туман; ҳавода доимий равишда мавжуд бўлган сув буғи. Булут ва туман қатламлари таркибидаги сув заррачалари ўта майда бўлиб, уларнинг ўлчами 50 мкм дан ошмайди; бу ҳолат ёмғир томчилари учун хос бўлиб, уларнинг ўлчами одатда 1 дан 6 мм гача бўлади. Бироқ, туман ва булутлардаги бундай томчилар концентрацияси ёмғир ҳолатига нисбатан анча юқори.

Адабиётлар шарҳи. Ҳаводан сув тўплашнинг муҳим жиҳати шундаки, қувватлантириш жараёнларидан фарқли ўлароқ, мазкур ҳолатда сув атмосферадан ажратиб олингани сабабли гидрологик мувозанатга, ҳар қанча кичик бўлса-да, таъсир кўрсатади. Ҳатто айрим ҳолатларда узоқда жойлашган очиқ сув манбаларидаги сув миқдори камайишига ҳам олиб келиши мумкин [4].

Бундан ташқари, атмосферадан олинадиган сув тоза бўлади ва шу боисдан ҳам ичимлик сифатида истеъмол қилиш, ҳамда қишлоқ хўжалиги ва маиший эҳтиёжлар учун қўллашга тўлиқ яроқлидир [1,5].

Ҳаводан сув олишнинг аҳамияти шубҳасиз бўлиб, бу айниқса бошқа ичимлик суви манбалари умуман мавжуд бўлмаган қуруқ ҳудудларга тааллуқлидир [2,6]. Бундай технологиялар доимий сув таъминоти учун ҳам, табиий офатлар таъсирига учраган ҳудудларни сув билан таъминлаш учун ҳам жуда муҳимдир [7,9].

Тадқиқот методлари. Юқорида қайд этилган хусусиятлардан ташқари, ҳаводан сув олиш усулларининг яна бир муҳим жиҳати шундаки, улар табиатан децентрализован ҳисобланади. Бу эса кам ва паст ривожланган мамлакатларда кичик ҳажмли ичимлик суви ишлаб чиқариш тизимларини ташкил этишда деярли беқиёс афзаллик беради [8,10]. Дунёда ҳар йили 2 миллиондан ортиқ инсоннинг вафоти паст санитария даражаси ва канализация тизимининг йўқлиги, яъни охир-оқибат тоза ичимлик сувнинг етишмаслиги билан боғликдир [6,7].

ISSN 3030-3907

Шунингдек, тоза ичимлик сувининг мавжудлиги дарё, кўл, чилғилар каби анъанавий сув манбаларидан узоқда жойлашган ҳудудларнинг иқтисодий ривожланишида муҳим омил ҳисобланади. Бундай ҳудудларнинг кўпчилигида йиллик ёғингарчилик миқдори жуда кам бўлади [10].

Бунинг учун ҳаводан ичимлик суви олиш технологиясидаги физик жараёнлар таҳлил қилиниб, конденсация механизмига асосланган математик модель ишлаб чиқилган. Модель ҳаво намлиги, ҳарорат, конденсация юзаси ва энергия сарфи ўртасидаги функционал боғланишни аниқлайди. Ҳисоб-китоблар ҳавонинг нисбий намлиги 50–80% атрофида бўлган шароитларда сув ҳосилдорлиги жадал ошишини кўрсатди. Математик модель сув генераторлари конструкциясини оптималлаштириш имконини беради [3,5,9].

Жараённинг самарадорлигини ошириш учун физик қонуниятларни аниқ ифодалайдиган математик модель талаб этилади.

Ҳавонинг максимал сув буғи сиғими Сатурд (to‘yingan) босим орқали аниқланади [3]:

$$p_{sat}(T) = Aexp\left(\frac{BT}{C+T}\right) \quad (1)$$

бу ерда T - ҳарорат (°C), A,B,C - эмпирик константалар.

Ҳавода реал сув буғи босими:

$$p_v = \varphi \cdot p_{sat}(T) \quad (2)$$

бу ерда φ – нисбий намлик.

Конденсация $T_c<T_{dew}$ бўлганда қуйидаги тенглик ҳосил бўлади [5]:

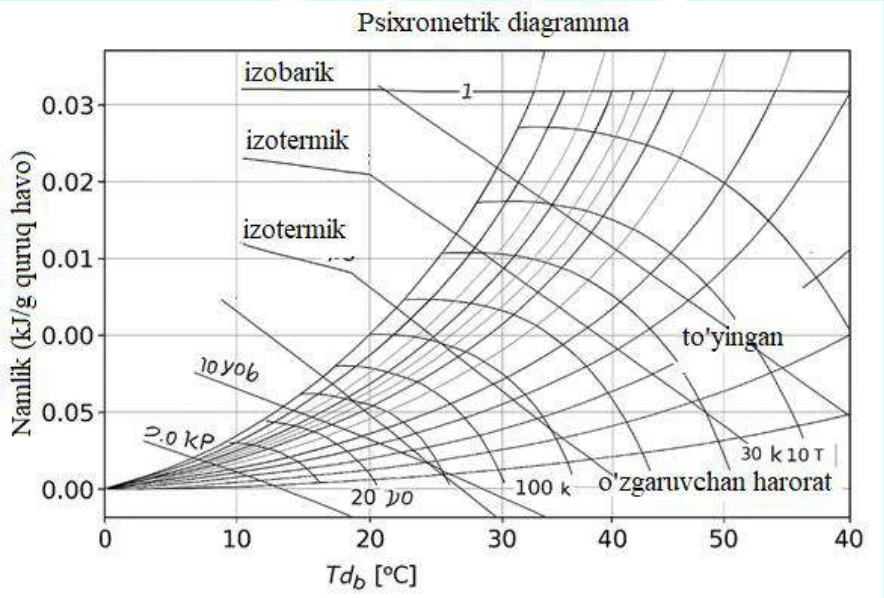
$$T_{dew} = f(p_v) \quad (3)$$

Моделга кўра ҳавонинг намликка боғлиқлиги:

- φ=50%-дан 80%-га ошганда сув ҳосилдорлиги 2-2,5 марта ортиб боради.
- қуруқ жойларда AWH самарадорлиги паст, тропик мамлкатларда эса юқори.

Натижада математик модель учун куйидаги психрометрик диаграмма ҳосил бўлди.

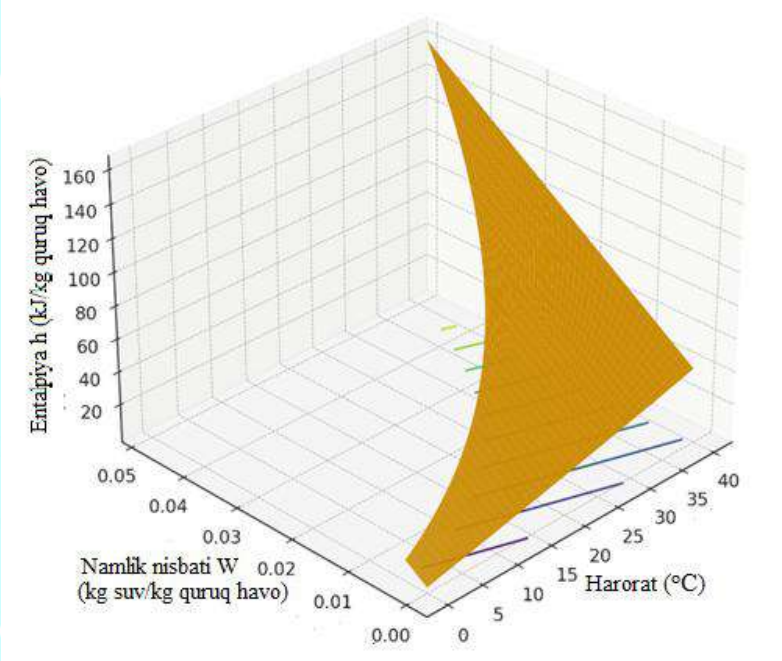
ISSN 3030-3907



1-расм. Ҳаво намлигини ҳароратга боғлиқлик психрометрик диаграммаси

Шу жиҳатдан олиб қаралганда, атмосферадан сув олиш усуллари анча универсал бўлиб, энг муҳими, уларни қуёш ва шамол энергияси каби қайта тикланувчи энергия манбалари билан осон интеграция қилиш мумкин [3,5].

Юқорида баён этилган математик модель AWH қурилмаларида конденсация жараёнини яхлит тавсифлайди [9,10]. У ҳаво намлиги, ҳарорат ва энергия сарфини ҳисобга олган ҳолда сув ҳосилдорлигини аниқ башорат қилиш имконини беради. Модель асосида AWH тизимларини оптимал лойиҳалаш, энергия тежаш ва иқлим шароитларига мослаштириш мумкин.



2-расм. 3D психрометрик диаграммада, *x* ўқи - қуруқ термометр ҳарорати (C), *y* ўқи - намлик нисбати W (kg water/kg dry air), ва *z* ўқи - энтальпия (kJ/kg dry air) сифатида кўрсатилган.

ISSN 3030-3907

Юқорида келтирилган диаграммада қиррага проекцияланган контурлар ҳам бор – бу AWH (атмосферадан сув олиш) оптимизациясида ҳарорат/намлик/энергия муносабатларини тез баҳолашга ёрдам беради.

Хулоса. Ҳаводан сув олиш технологиялари сув танқислигига қарши курашда истиқболли ва самарали альтернатив манба ҳисобланади. Энергия тежамкор адсорбент тизимлари ва қуёш энергиясига асосланган қурилмалар ушбу йўналишнинг келажакдаги асосий ривожланиш нуқталаридир. Бундай тизимларнинг кенг жорий этилиши сув ресурсларидан фойдаланиш босимини камайтириши, чўл ҳудудларда яшовчи аҳолининг ҳаёт сифатини яхшилаши ва иқлим ўзгаришига мослашиш имконини кенгайтиради.

АДАБИЁТЛАР

1. Sultanova Sh.A., Safarov J.E., Usenov A.B., Mambetsheripova A.A. Analysis of technology extraction of essential oil from basil plant. XIII International scientific and practical conference “Scientific achievements in solving current problems of production and processing of raw materials, standardization and food safety”. -Kiev, 2025. P.28-30.

2. International Atmospheric Water Harvesting Association. (2025). Revolutionary Developments in Atmospheric Water Harvesting (AWH) in 2025: A Detailed Synthesis of Research Insights and Technological Breakthroughs.

3. Moran, M. J., Shapiro, H. N. **“Fundamentals of Engineering Thermodynamics”** Wiley, 2018. P.328.

4. Лубсандоржиева П.Б., Болданова Н.Б., Попов Д.В. Количественный анализ флавоноидов в растительном средстве методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Байкальский медицинский журнал, 2013, 116 (1), 114-115.

5. Çengel, Y. A., Boles, M. A. **“Thermodynamics: An Engineering Approach”** McGraw-Hill, 2019. P.280.

6. Матвиенко У.А., Дурнова Н.А., Полуянов А.М., Бобкова Н.В., Раменская Г.В. ВЭЖХ-УФ-анализ гликозидов флавоноидов в траве Astragalus (A. dasyanthus, A. varius, A. testiculatus, A. henningii), произрастающих на территории Поволжья. Разработка и регистрация лекарственных средств. 2024;13(1):139-148. https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-1-1623

7. Ju Sung Lee, Leo Adrianne Paje, Won-Hee Choi, Eun Ju Cho, Hyun Young Kim, Sonia D. Jacinto and Sanghyun Lee. Validation of an optimized HPLC/UV method for the quantification of flavonoids in lotus. Appl Biol Chem. 2020;63:305–312. doi:10.1186/s13765-020-00568-0

8. An-Hua Wei, Lu Zeng, Jin-Lan Ruan & Dao-Nian Zhou. (2022) Apoptosis induced by DICO, a novel non-aromatic B-ring flavonoid via a ROS-dependent

ISSN 3030-3907

mechanism in human colon cancer cells. Natural Product Research 36:23, pages 6050-6055. doi:10.1080/14786419.2018.1522312

9. Sultanova Sh., Mukhiddinov Q., Safarov J., Alimova D., Abdo Hassoun, Nasirova M., Ergasheva Z., Jumaev B. Determination of some characteristics of traditional cheese and evaluatıon of evaluated cheese to food safety. IV International Scientific and Technical Conference “Actual Issues of Power Supply Systems”. AIP Conf. Proc. 3331. P.030028-1–030028-7. https://doi.org/10.1063/5.0306235

10. Alenezi A., Jung H.H., Alabaiadly Y., Experimental and Numerical Analysis of an Atmospheric Water Harvester Using a Thermoelectric Cooler. *Atmosphere*, 14(2): 276 (2023).

ISSN 3030-3907

УДК536.423.1:66.048

ИЗУЧЕНИЕ РАСШИРЕНИЕ ПСЕВДООЖИЖЕННОГО СЛОЯ ЗЕРНИСТОГО МАТЕРИАЛА

Худойбердиева Назора Шароповна

Доцент Навоийского государственного горно-технологического университета PhD

Аннотация. Приведены результаты экспериментальных исследований по изучению расширения псевдоожиженного слоя. Отмечено, что общая картина расширения псевдоожиженного слоя полидисперсных зернистых материалов отличается от монодисперсных систем, и вместе с этимвеличина порозностипсевдоожиженного слоя соответствует с результатами расчетовпо уравнениям имеющейся в литературе.

Ключевые слова: псевдоожиженный слой, расширение слоя, полидисперсные зернистые материалы, монодисперсные системы, порозность, гидродинамика псевдоожижения.

Annotatsiya. Mavhum qaynash qatlamlarining kengayishinio‘rganishga doir eksperimental tadqiqotlar natijalari keltirilgan. Polidispers donador materiallar mavhum qaynayotgan qatlami kengayishining umumiy ko‘rinishi monodispers sistemalarnikidan farq qilishi, lekin shu bilan birga mavhum qaynayotgan qatlam g‘ovakligining qiymati adabiyotlarda mavjud tenglavalar khisoblarining natijalariga mos kelishi qayd qilingan.

Kalit so‘zlar : mavhum qaynash qatlami, qatlamning kengayishi, polidispers donador materiallar, monodispers tizimlar, g‘ovaklik, psevdosuyultirish gidrodinamikasi.

Abstract. In article resulted of experimental researches on expansion studying fluidized layer. It is noticed, that the expansion overall view fluidized layer of poly disperse granular materials differs from mono disperse systems, and together with it the size separately fluidized layer corresponds with results of calculations on the equations available in the literature.

Keywords: fluidized bed, bed expansion, polydisperse granular materials, monodisperse systems, porosity, fluidization hydrodynamics.

Введение

Одним из наиболее перспективных методов интенсификации теплообмена является использование в качестве промежуточного теплоносителя псевдоожиженного слоя твердого зернистого материала. Основными достоинствами данного метода являются: высокие значения коэффициентов теплообмена за счет турбулизации потока теплоносителя интенсивным перемешиванием твердой фазы, развитая удельная поверхность контакта фаз, подвижность взвешенного слоя и возможность

ISSN 3030-3907

непрерывной циркуляции твердой фазы, небольшое гидравлическое сопротивление псевдоожиженного слоя, сравнительно простое устройство аппаратов и доступность их автоматизации, а также возможность применения данного метода в действующих аппаратах [1].

Организация псевдоожижения полидисперсного зернистого материала твердых частиц в трубах теплообменного аппарата устраняет вышеуказанные недостатки, вследствие разрушения и турбулизациипристенного слоя жидкостного потока. Однако, интенсивность переноса тепла от поверхности к жидкостному псевдоожиженному слою полидисперсного зернистого материала практически не изучена. В литературе отсутствуют данные о влиянии размеров и концентрации частиц, физических свойств зернистого материала и ожижающей жидкости, а также параметров неподвижного и псевдоожиженного слоя, такие как порозность и высота слоя на величину коэффициента теплоотдачи. В инженерной практике особенно важно уметь заранее оценить, удельный расход жидкости, необходимый для перевода частиц зернистого слоя различного диаметра и плотности в псевдоожиженное состояние [2].

Отсутствие экспериментальных обобщений по гидродинамике, структуре и внешнего теплообмена псевдоожиженных жидкостью сред полидисперсного зернистого материала с теплообменными поверхностями затрудняет создание модули этого взаимодействия, без которых невозможно разработать способы интенсификации теплопереноса в этих средах. Разработка эффективных способов интенсификации теплопереноса как в, моно- так и полидесперсных псевдожиженных средах возможно только на основе адекватной модули внешнего теплообмена, отражающий реальную картину структурно-гидродинамических эффектов, возникающих при контакте поверхности с гетерогенной средой, и степеней их воздействие на процессы.

При применении псевдоожиженного слоя в качестве промежуточного теплоносителя высокая степень интенсификации может быть достигнута, только тогда, когда теплообменная труба полностью заполнена зернистым материалом. При расчете таких аппаратов необходимо знать высоту взвешенного слоя в рабочем, т. е. расширенном состоянии. Расширение слоя является одной из важнейших характеристик состояния псевдоожиженной системы, поэтому его изучение является необходимым.

Так как во время эксплуатации теплообменных аппаратов высоту псевдоожиженного слоя контролировать практически невозможно, для расчета и проектирования теплообменных аппаратов, работающих со

ISSN 3030-3907

взвешенным слоем, чрезвычайно важно знать зависимость для расчета высоты кипящего слоя, с учетом влияющих на нее всех факторов.

Известно, что высота псевдоожиженного слоя определяется из условия равенства гидравлических сопротивлений неподвижного и псевдоожиженного слоев по формуле [1]:

$$H=H_0(1-\varepsilon_0)/(1-\varepsilon) \quad (1)$$

Где H-высота псевдоожиженного слоя; H_0-высота неподвижного слоя зернистого материала; ε_0-порозность неподвижного слоя зернистого материала; ε-порозность взвешенного слоя [3].

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

Экспериментальное исследование расширения псевдоожиженного слоя проводили на лабораторном стенде в стеклянных колонках с диаметром 20,24, 36 и 43,1 мм. Диапазон изменения скорости ожижающего агента (воды) в аппарате составлял 0,0018-0,67 м/с, начальная статическая высота слоя зернистого материала изменялась от 10 до 20 см. В качестве зернистого слоя использовали частицы неправильной формы: гравия, округлые стекла, свинца и катионита КУ-2-8. Гидравлическое сопротивление определяли прямым методом, т.е. импульсная трубка была установлена прямо над распределительной решеткой под слоем зернистого материала.

Средняя порозность псевдоожиженного слоя определялась обычным способом. Скорость начала псевдоожижения оставалась неизменной для каждой фракции частиц и не зависела от высоты неподвижного слоя зернистого материала. Экспериментальные значения этой скорости хорошо совпадали с вычисленными по формуле Тодеса для всех использованных фракций зернистого материала.

Расширения взвешенного слоя показали, что в узких трубках (с диаметром 20 и 24 мм) и при высотах неподвижного слоя более 15 см, наблюдается поршневой режим псевдоожижения. При псевдоожижении зернистого полидисперного материала водой в аппаратах с диаметрами 36 и 45,1 мм поршнеобразование отсутствовало, и слой расширялся более однородно, чем при псевдоожижении этих же частиц в трубах с диаметрами 20 и 24 мм.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Текущие значения порозности кипящего слоя в полном диапазоне псевдоожиженного состояния зависят от режима течения, характеризуемого критерием Рейнольдса. Поэтому экспериментальные значения ε вычисленные по формуле (1), представлены как функции числа Рейнольдса (рис. 1).Каждая экспериментальная точка - результат усреднения данных не менее трех измерений.

ISSN 3030-3907

Экспериментальные данные показывают, что для всех исследованных частиц порозность слоя во всем интервале скоростей жидкости непрерывно и практически одинаково возрастает. Экспериментальные точки располагаются около прямых линий, и практически не имеют излома. Тем самым еще раз доказано, что в исследованном процессе не достигается состояние, характерное для псевдоожижения при меньших скоростях жидкости, когда действительные скорости в широком интервале изменения расхода жидкости остаются постоянными. Эти данные также свидетельствуют, что характер псевдоожижения тяжелых частиц отличается от псевдоожижения слоя мелких сферических частиц.

При расширении слоя твердых частиц, псевдоожиженного водой, по сравнению с газовыми слоями при прочих равных условиях наблюдается меньшая степень расширения слоя, что выражается большим наклоном опытных прямых. Во всех опытах отмечены типичные для псевдоожижения капельной жидкостью четкая верхняя граница слоя, отсутствие склонности к агрегированию, практическое равенство теоретически рассчитанного и измеренного перепадов давления в слое.

Линейный размер (эквивалентный диаметр частиц) недостаточно выражает физическую сущность явления расширения. Одну из основных причин отмеченного различия видят в том, что движение сферических частиц в слое начинается при $\varepsilon=0,4$ тогда как частицы исследованного гравия начинают перемещаться при $\varepsilon=0,41$-$0,42$. По этой причине в одинаковых гидродинамических условиях слои из частиц неправильной формы, расширение которых начинается с больших значений порозности, имеют большую степень расширения в рабочем состоянии.

ISSN 3030-3907

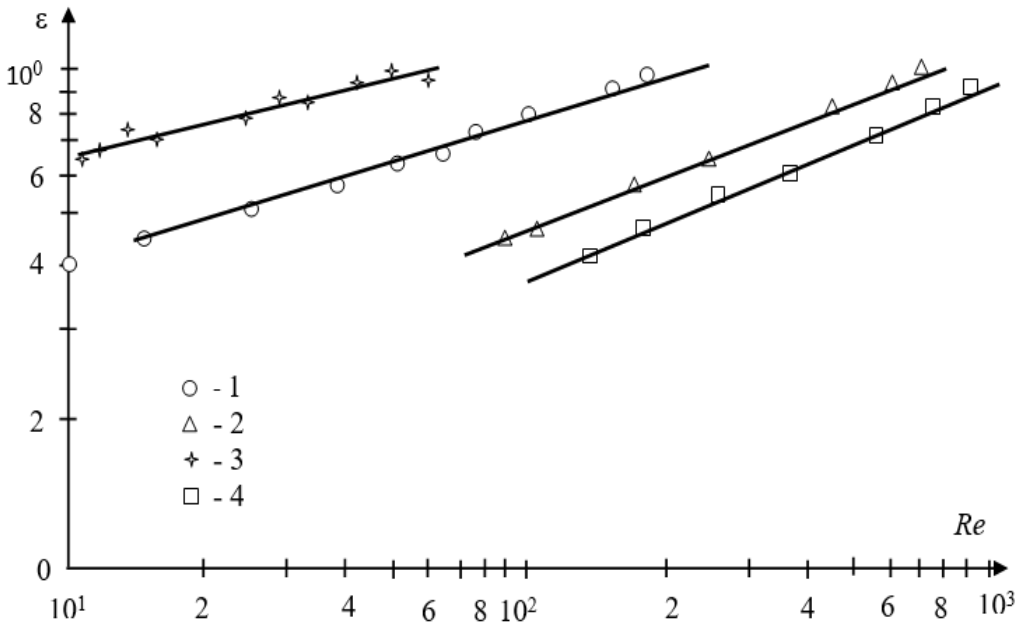


Рис.1. Зависимость порозности взвешенного слоя от критерия Рейнольдса: частицы гравия: 1-*d*=1,3 мм; 2-*d*=3,04 мм; 3-катионит КУ-2-8: *d*=0,84 мм; 4-свинцовый дробь: *d*=1,84 мм.

В отличие от псевдоожиженного слоя полидисперсного материала в целом, положение каждой отдельной частицы не является устойчивым. Если даже в какой-то момент частицы в слое распределены равномерно на равных расстояниях друг от друга, то малейшее смещение одной из них и уменьшение расстояния до одной из соседних приведет к такой перестройке обтекающего потока, что скорость в узком сечении между сблизившимися частицами возрастает, а давление по закону Бернулли уменьшится. В результате между сблизившимися частицами появится сила притяжения, и они будут еще более сближаться.

Подобная принципиальная неустойчивость равномерного распределения взвешенных частиц в пространстве приводит к возникновению локальных флуктуаций порозности. Частицы из зоны слоя с повышенной порозностью начнут подниматься. Непрерывное движение и изменение взаимного расположения соседних частиц и конфигурации живого сечения между ними делает поток нестационарным, что приводит к непрерывному изменению локальных профилей скоростей жидкости. Эти изменения скорости, в свою очередь, изменяют силы трения, действующие на частиц слоя и движения последних в данном месте. Но, как показали визуальные наблюдения, масштаб флуктуаций объемной плотности твердой фазы 1-ε является не столь слишком большой, что доказывается отсутствием

ISSN 3030-3907

участков, свободных от частиц, или участков, где частицы образовали плотную фазу. т. е. пакеты.

Полученные данные также подтверждают выше описанные явления. Разброс экспериментальных точек при псевдоожижении слоя катионита меньше, чем при расширении частиц из гравия, стекла и свинца. В небольшом диапазоне изменения Reпорозность слоя частиц более тяжелого материала ниже, чем усредняющая линия зависимости lgε=f(lgRe). Дело в том, что часть жидкости проходит через зоны слоя, обладающие меньшим гидравлическим сопротивлением. При этом средняя время пребывания жидкости в слое сокращается, так что она не полностью участвует в расширении слоя. Эффект частичного каналообразования более отчетливо проявляется в случае мелких частиц, так как отношение сопротивления слоя и канала здесь больше, нежели в слое крупных частиц, и через сравнительно небольшие каналы проходит соответственно большее количество жидкости.

В процессе проведения экспериментов обнаружено, что наиболее мелкие частицы из-за своего малого веса могут начать выдуваться из слоя при таких скоростях потока, когда более крупные еще не сдвигаются с места, несмотря на то, что интервал дисперсности исследованных зернистых материалов $d_{макс}/d_{мин}<2$.

Степень подвижности частиц зависит от распределения частиц по размерам. Измерение расширения полидисперсного слоя округлых частиц, псевдоожижаемого потоком жидкости показали, что характер кипения можно отнести к спокойным.

Результаты тех экспериментов, при которых отсутствовалопоршнеобразование (опыты, проведенные в колоннах наибольшего размера), обработаны в виде зависимости критерия Рейнольдса от порозности кипящего слоя и сопоставлены с результатамиобщеизвестной универсальной и одновременно простой формулы Тодеса [2]:

$$\varepsilon=[(18Re + 0{,}36Re^2)/Ar]^{0{,}21} \quad (2)$$

Следует отметить, что степень расширения кипящего слоя в аппарате малого диаметра больше, чем в аппарате большого размера при прочих равных условиях. Основной причиной такого различия является порозность неподвижного слоя ε_0. При меньших значениях отношения D/d, значение ε_0 больше, чем в аппаратах большого диаметра. В одинаковых гидродинамических условиях слои, для которых расширение начинается с больших значений порозности, имеют большую степень расширения в рабочем состоянии.

Сопоставлением опытных значений порозностипсевдоожиженного слоя с рассчитанными по уравнению (2) получен максимальный процент

ISSN 3030-3907

расхождения - 8 %. Отметим, что расхождение опытных значений ε от вычисленных по формуле (2) возрастает с уменьшением D/d.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментально исследовано расширение слоя твердых частиц полидисперсных зернистых материалов, псевдоожиженного водой. Во всех опытах отмечены типичные для псевдоожижения капельной жидкостью четкая верхняя граница слоя, отсутствие склонности к агрегированию, практическое равенство теоретически рассчитанного и измеренного перепадов давления в слое.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аэров М.Э., Тодес О.М. Гидравлические и тепловые основы работы аппаратов со стационарным и кипящим зернистым слоем. - Л.: Химия, 1968. - 512 с.
2. Тодес О.М., Цитович О.Б. Аппараты с кипящим зернистым слоем: гидравлические и тепловые основы работы. - Л.: Химия, 1981. - 296 с.
3. Бахронов Х.Ш., худойбердиева Н.Ш. Гидравлическое сопротивление зернистого слоя при восходящем потоке жидкости. Журнал «Химическое и нефтегазовое машиностроение». -Москва, 2007. -№ 12. -С. 12-13.

ISSN 3030-3907

«BO‘LAJAK O‘QITUVCHILARDA INTERAKTIV O‘YINLAR ORQALI TIL VA IJTIMOIY KOMPETENTSIYANI RIVOJLANTIRISH»

Ergashov Ma’murjon Mominjonovich
Chirchiq davlat pedagogika universiteti mustaqil izlanuvchisi

Annotatsiya: Maqolada oliy pedagogik ta’lim tizimini modernizatsiya qilish sharoitida bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining til va ijtimoiy kompetentligini rivojlantirish muammosi ko‘rib chiqiladi. Pedagog kadrlarni kasbiy tayyorlashda kompetensiyaviy yondashuvning dolzarbligi asoslab beriladi hamda bo‘lajak o‘qituvchining kasbiy ahamiyatga ega sifatlarini shakllantirishda interaktiv o‘yin texnologiyalarining alohida o‘rni ta’kidlanadi. Til kompetentligi lingvistik bilimlar, kommunikativ ko‘nikma va malakalar hamda pedagogik faoliyatda til me’yorlariga rioya etilgan holda foydalanish qobiliyatini o‘z ichiga olgan integrativ ta’limiy tuzilma sifatida yoritiladi. Ijtimoiy kompetentlik esa ta’lim jarayoni subyektlari bilan samarali o‘zaro ta’sirga kirisha olish va o‘quv hamda ijtimoiy muloqot sharoitida kasbiy rollarni amalga oshirish qobiliyati sifatida talqin etiladi. Maqolada rus tilini o‘qitish metodikasini o‘rganish jarayonida interaktiv o‘yinlardan foydalanishning metodik jihatlariga alohida e’tibor qaratilgan. O‘yin texnologiyalari talabalar nutq faoliyatini faollashtirishi, orfoepik, leksik, grammatik va stilistik kompetentligini rivojlantirishi, shuningdek, kasbiy muloqot, hamkorlik va refleksiya ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qilishi ko‘rsatib beriladi. Pedagogik oliy ta’lim muassasalarida interaktiv o‘yin texnologiyalarini tizimli ravishda joriy etish bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining lingvistik, metodik va ijtimoiy-psixologik tayyorgarligini integratsiyalashning samarali vositasi ekanligi haqida xulosa chiqariladi.

Kalit so‘zlar: o‘qituvchini kasbiy tayyorlash, til kompetentligi, ijtimoiy kompetentlik, rus tilini o‘qitish metodikasi, interaktiv o‘yinlar, o‘yin texnologiyalari, pedagogik o‘zaro ta’sir, kommunikativ kompetentlik, oliy pedagogik ta’lim.

Аннотация: В статье рассматривается проблема развития языковой и социальной компетентности будущих учителей русского языка в условиях модернизации системы высшего педагогического образования. Обосновывается актуальность компетентностного подхода в профессиональной подготовке педагогических кадров и подчёркивается особая роль интерактивных игровых технологий в формировании профессионально значимых качеств будущего учителя. Раскрывается сущность языковой компетентности как интегративного образования, включающего лингвистические знания, коммуникативные умения и навыки нормативного использования языка в педагогической деятельности. Социальная компетентность рассматривается как способность к

ISSN 3030-3907

эффективному взаимодействию с субъектами образовательного процесса и реализации профессиональных ролей в условиях учебного и социального общения. Особое внимание уделяется методическим аспектам использования интерактивных игр в процессе изучения методики преподавания русского языка. Показано, что игровые технологии способствуют активизации речевой деятельности студентов, развитию орфоэпической, лексической, грамматической и стилистической компетентности, а также формированию навыков профессионального общения, сотрудничества и рефлексии. Делается вывод о целесообразности систематического внедрения интерактивных игровых технологий в образовательный процесс педагогического вуза как эффективного средства интеграции лингвистической, методической и социально-психологической подготовки будущих учителей русского языка.

Ключевые слова: профессиональная подготовка учителя, языковая компетентность, социальная компетентность, методика обучения русскому языку, интерактивные игры, игровые технологии, педагогическое взаимодействие, коммуникативная компетентность, высшее педагогическое образование.

Abstract: This article addresses the issue of developing the linguistic and social competence of future Russian language teachers in the context of the modernization of the higher pedagogical education system. The relevance of the competency-based approach in the professional training of teaching staff is justified, and the special role of interactive game-based technologies in the formation of professionally significant qualities of future teachers is emphasized. The essence of linguistic competence is revealed as an integrative formation, including linguistic knowledge, communicative skills, and the ability to use language normatively in pedagogical activities. Social competence is considered as the ability to interact effectively with participants in the educational process and to perform professional roles in the context of academic and social communication. Special attention is given to the methodological aspects of using interactive games in the study of Russian language teaching methodology. It is shown that game-based technologies contribute to the activation of students' speech activity, the development of orthoepic, lexical, grammatical, and stylistic competence, as well as the formation of professional communication skills, collaboration, and reflection. The article concludes that the systematic implementation of interactive game-based technologies in the educational process of a pedagogical university is advisable as an effective means of integrating linguistic, methodological, and socio-psychological training for future Russian language teachers.

ISSN 3030-3907

Keywords: professional teacher training, linguistic competence, social competence, Russian language teaching methodology, interactive games, game-based technologies, pedagogical interaction, communicative competence, higher pedagogical education.

Kirish

Ta’lim tizimini modernizatsiya qilish va kompetensiyaviy yondashuvni amalga oshirish sharoitida bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarini kasbiy tayyorlash muammosi alohida dolzarblik kasb etadi. Zamonaviy pedagog nafaqat chuqur fan bilimlariga, balki yuksak til madaniyati, kommunikativ moslashuvchanlik va ijtimoiy yetuklikka ham ega bo‘lishi zarur. Ta’lim makonida rus tili faqat o‘quv predmeti sifatida emas, balki ta’lim, tarbiya va shaxsni ijtimoiylashtirishning asosiy vositasi sifatida ham namoyon bo‘ladi, bu esa o‘qituvchining til va ijtimoiy kompetentligiga bo‘lgan talablarni sezilarli darajada oshiradi.

Oliy ta’limda bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarini tayyorlash ularning turli pedagogik vaziyatlarda til vositalaridan samarali foydalanish, o‘quv hamkorligini tashkil etish, o‘quvchilarning nutq faoliyatini boshqarish va ularning kommunikativ rivojlanishi uchun sharoit yaratish qobiliyatini shakllantirishni nazarda tutadi. Biroq amaliyot shuni ko‘rsatadiki, an’anaviy o‘qitish shakllari ko‘pincha mazkur kompetentliklarning yetarli darajada shakllanishini ta’minlamaydi, chunki ular asosan nazariy bilimlarni reproduktiv tarzda o‘zlashtirishga yo‘naltirilgan.

Rus tilini o‘qitish metodikasida talabalar nutq faoliyatini faollashtirish va kasbiy ahamiyatga ega sifatlarini rivojlantirishga qaratilgan interaktiv ta’lim texnologiyalarining ahamiyati tobora ortib bormoqda. Ular orasida interaktiv o‘yin texnologiyalari alohida o‘rin tutadi, chunki ular pedagogik muloqotning real vaziyatlarini modellashtirish, bilish faolligini rag‘batlantirish va o‘quv muhitida ijtimoiy o‘zaro ta’sir tajribasini shakllantirish imkonini beradi.

Interaktiv o‘yinlar talabalarni faol nutq faoliyatiga jalb etadi, dialogik va monologik nutq ko‘nikmalarini shakllantiradi, o‘z pozitsiyasini asoslash va suhbatdoshning nutqini adekvat qabul qilish qobiliyatini rivojlantiradi. Shu bilan birga, o‘yin shaklidagi ta’lim jamoada ishlash, ijtimoiy rollarni qabul qilish va birgalikdagi faoliyat natijalari uchun mas’uliyatni his etish orqali ijtimoiy kompetentlikni rivojlantirish uchun qulay sharoit yaratadi.

Mazkur maqolaning maqsadi — oliy pedagogik ta’lim tizimida bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining til va ijtimoiy kompetentligini rivojlantirishda interaktiv o‘yin texnologiyalarining imkoniyatlarini ilmiy-nazariy asoslash va metodik jihatdan tahlil qilishdir. Ushbu maqsadga erishish tadqiqot muammosiga oid ilmiy yondashuvlarni tahlil qilish hamda kasbiy tayyorgarlik jarayonida interaktiv o‘yinlardan foydalanishning metodik jihatlarini yoritishni nazarda tutadi.

ISSN 3030-3907

Adabiyotlar sharhi: Ta’limda kompetensiyaviy yondashuv muammosi mamlakatimiz pedagoglari va metodistlarining ishlarida keng yoritilgan. I. A. Zimnaya, A. V. Khutorskiy, V. A. Slastyonin tadqiqotlarida kompetentlik shaxsning integrativ sifati sifatida ko‘riladi va unga bilim, ko‘nikmalar, malakalar, faoliyat tajribasi hamda qadriyatlar tizimi kiradi. Ushbu yondashuv bo‘lajak o‘qituvchilarni kasbiy tayyorlashning metodologik asosini tashkil etadi.

Pedagogning til kompetentligi an’anaviy ravishda lingvodidaktika va rus tilini o‘qitish metodikasi doirasida ko‘rib chiqiladi. L. S. Vygotskiy, A. A. Leontyev, M. M. Bahtin asarlarida til tafakkur, muloqot va madaniy translyatsiya vositasi sifatida aniqlanadi. Zamonaviy metodistlar rus tili o‘qituvchisi zamonaviy adabiy til me’yorlariga ega bo‘lishi, rivojlangan nutq madaniyatiga ega bo‘lishi va o‘quv jarayonida nutqiy o‘zaro ta’sirni tashkil etishni bilishi kerakligini ta’kidlaydilar.

Xorijiy tadqiqotlarda kommunikativ kompetentlik masalalari, xususan M. Canale, M. Swain, S. Savignon ishlarida o‘rganilgan bo‘lib, ular til o‘qitish metodikasining rivojlanishiga sezilarli ta’sir ko‘rsatgan. Ushbu g‘oyalar rus tilini o‘qitish metodikasida ham aks etgan bo‘lib, bu yerda tilning funksional ishlatilishi va o‘quvchilarning kommunikativ ko‘nikmalarini rivojlantirishga alohida e’tibor qaratiladi.

Pedagogikada ijtimoiy kompetentlik shaxsning samarali ijtimoiy o‘zaro ta’sir qobiliyati sifatida talqin etiladi. K. Rogers, D. Johnson, R. Johnson ishlarida hamkorlik, empatiya va refleksiya pedagogik jarayondagi rolini ta’kidlanadi. Bo‘lajak o‘qituvchining ijtimoiy kompetentligini shakllantirish uni faol hamkorlikka, o‘zaro ta’sir va dialogga jalb qilish bilan bog‘liq.

Interaktiv va o‘yin texnologiyalari M. V. Klarin, G. K. Selevko, E. S. Polat ishlarida batafsil tahlil qilingan. Tadqiqotchilar o‘yin faoliyati yuqori rivojlantiruvchi salohiyatga ega ekanligini va kommunikativ hamda ijtimoiy ko‘nikmalarni shakllantirishga yordam berishini qayd etadilar. Shu bilan birga, ilmiy adabiyotlarda aynan bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarini tayyorlashda interaktiv o‘yinlardan foydalanishning metodik jihatlari yetarli darajada tizimlashtirilmaganligi ushbu tadqiqotning dolzarbligini belgilaydi.

Asosiy qism: Bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining til va ijtimoiy kompetentligini rivojlantirish — bu maqsadga yo‘naltirilgan, bosqichma-bosqich va metodik jihatdan tashkil etilgan jarayon bo‘lib, u pedagogik oliy ta’lim muassasalarida kasbiy tayyorgarlik tizimiga tizimli tarzda integratsiya qilinishi zarur. Rus tilini o‘qitish metodikasi — ilmiy asosga ega fan sifatida lingvistika, psixolingvistika, pedagogika va kommunikatsiya nazariyasi yutuqlariga tayangan bo‘lib, bu bo‘lajak o‘qituvchidan turli sohalardagi bilimlarni integratsiya qilish va ularni real ta’lim amaliyotida qo‘llash qobiliyatini talab qiladi.

ISSN 3030-3907

Bo‘lajak rus tili o‘qituvchisining til kompetentligi lingvistik bilimlar, kommunikativ ko‘nikmalar va nutq faoliyati malakalarini o‘z ichiga oladi, shuningdek, professional sohada tilni ongli va normativ tarzda ishlatish qobiliyatini ham o‘z ichiga oladi. Til kompetentligining tarkibida orfoepik, leksik, grammatik, stilistik va matn shakllantirish komponentlari ajratiladi, har biri pedagogik faoliyat uchun muhim ahamiyatga ega. Interaktiv o‘yin texnologiyalari ushbu barcha komponentlarni kompleks rivojlantirish sharoitini yaratadi.

Professional tayyorgarlik jarayonida interaktiv o‘yinlardan foydalanish talabalar nutq faoliyatini faollashtirish va til bilimlarini reproduktiv darajadan faoliyat darajasiga ko‘tarishga imkon beradi. O‘yin vaziyatida bo‘lajak rus tili o‘qituvchilari nafaqat o‘rgangan materialni takrorlaydilar, balki uni yangi kommunikativ sharoitlarda qo‘llaydilar, bu esa mustahkam til ko‘nikmalarini shakllantirishga xizmat qiladi. Ayniqsa, og‘zaki professional nutq ko‘nikmalarini rivojlantirish muhim, chunki aynan shu nutq pedagogik ta’sir vositasi sifatida asosiy rol o‘ynaydi.

Metodik nuqtai nazardan interaktiv o‘yinlar bo‘lajak o‘qituvchilarning orfoepik nutq madaniyatini shakllantirishga qaratilishi mumkin. Ta’limiy dialoglarni modellashtirishga asoslangan o‘yin mashqlarida talabalar normativ talaffuz, intonatsion ifodali va mantiqiy urg‘u ustida ishlaydilar. Bu ayniqsa rus tili o‘qituvchisi uchun muhim, chunki uning nutqi o‘quvchilar uchun namuna bo‘lib xizmat qiladi.

Leksik va grammatik kompetentlik o‘yin topshiriqlari orqali shakllanadi, ular til birliklarini kontekstda tahlil qilish, ifoda vositalarini tanlash va nutqni tahrirlashni nazarda tutadi. O‘yin shaklida talabalar ekspert, sharhlovchi va o‘quv matnlari muallifi rolini bajaradilar, bu til tizimiy aloqalarini tushunish va til hissiyotini rivojlantirishga yordam beradi.

Stilistik kompetentlik bo‘lajak rus tili o‘qituvchisi uchun turli pedagogik muloqot janrlarini modellashtiruvchi interaktiv o‘yinlar orqali rivojlanadi. Talabalar kommunikativ vazifa, auditoriya va muloqot vaziyatiga qarab nutq uslubini tanlashni o‘rganadilar. Bu ko‘nikma professional faoliyatda muhim, chunki pedagog doim ilmiy, o‘quv va suhbat uslublari o‘rtasida o‘tadi.

Bo‘lajak o‘qituvchining kasbiy tayyorgarligining ajralmas komponenti ijtimoiy kompetentlikdir, u faol o‘zaro ta’sir va hamkorlik faoliyati orqali shakllanadi. Interaktiv o‘yin texnologiyalari talabalarni hamkorlik, rollarni taqsimlash va jamoaviy mas’uliyatni talab qiladigan ijtimoiy ahamiyatga ega muloqot shakllariga jalb qiladi. O‘yin jarayonida talabalar pedagogik kasbga xos ijtimoiy xulq-atvor modellari bilan tanishadilar.

Rus tilini o‘qitish metodikasida qo‘llaniladigan ro‘lik va ishbilarmonlik o‘yinlari dars o‘tkazish, munozara tashkil etish, turli yoshdagi auditoriya bilan

ISSN 3030-3907

ishlash, o‘quvchilarning ota-onalari bilan muloqot kabi pedagogik vaziyatlarni modellashtirish imkonini beradi. Bunday o‘yinlarda bo‘lajak o‘qituvchilar professional muloqot tajribasini orttiradilar, suhbatdoshlarning reaktsiyasini prognoz qilishni va o‘z nutq xulqini moslashtirishni o‘rganadilar.

Ijtimoiy kompetentlikni rivojlantirish kontekstida pedagogik hamkorlik ko‘nikmalarini shakllantirish alohida ahamiyatga ega. Interaktiv o‘yinlar davomida talabalar kichik guruhlarda ishlash, jamoaviy qarorlar qabul qilish va o‘z pozitsiyasini asoslashni o‘rganadilar. Bu mas’uliyat, bag‘rikenglik va konstruktiv dialog qobiliyatini rivojlantirishga yordam beradi.

Interaktiv o‘yin texnologiyalaridan foydalanishning metodik jihatdan muhim bosqichi — olingan tajribani tahlil qilishga qaratilgan refleksiya hisoblanadi. Reflektiv tahlil talabalarni o‘z nutq va ijtimoiy strategiyalarini anglash, kasbiy xulqning kuchli va zaif tomonlarini aniqlash imkonini beradi. Ushbu bosqich bo‘lajak rus tili o‘qituvchisining professional o‘zligini shakllantirishga xizmat qiladi.

Rus tilini o‘qitish metodikasini o‘rganish jarayonida interaktiv o‘yinlardan tizimli foydalanish talabalar til va ijtimoiy kompetentligini rivojlantirishning barqaror dinamikasini ta’minlaydi. O‘yin texnologiyalari professional o‘sishga motivatsiya, pedagogik faoliyatga qiziqish va o‘qituvchilik kasbining ijtimoiy ahamiyatini anglashni rag‘batlantiradi.

Ta’kidlash lozimki, interaktiv o‘yin texnologiyalarining samaradorligi ko‘p jihatdan oliy ta’lim muassasasi o‘qituvchisining metodik tayyorgarligiga bog‘liq. O‘qituvchi ta’lim jarayonini tashkil qiluvchi va moderatsiya qiluvchi sifatida faoliyat yuritadi, talabalarni faol ishtirok etish uchun sharoit yaratadi va ularning faoliyatini kasbiy tayyorgarlik maqsadlariga muvofiq yo‘naltiradi. O‘yinni puxta metodik tashkil etish uning ta’limiy vazifalar va rus tilini o‘qitish metodikasi talablariga muvofiqligini ta’minlaydi.

Shunday qilib, interaktiv o‘yin texnologiyalari bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining lingvistik, metodik va ijtimoiy-psixologik tayyorgarligini integratsiya qilishning samarali vositasi hisoblanadi. Ularning oliy pedagogik ta’lim jarayonida qo‘llanilishi professional ahamiyatga ega kompetentliklarni shakllantirishga xizmat qiladi va bo‘lajak pedagogni zamonaviy ta’lim muhitida nutqiy, kommunikativ va ijtimoiy o‘zaro ta’sirga tayyorlaydi. Interaktiv o‘yinlar nazariy tayyorgarlik va amaliy faoliyat o‘rtasidagi farqni bartaraf etishga, bo‘lajak rus tili o‘qituvchisining shaxsini kompleks rivojlantirishga imkon yaratadi.

Xulosa: O‘tkazilgan nazariy-metodik tadqiqot shuni ko‘rsatadiki, bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining til va ijtimoiy kompetentligini rivojlantirish zamonaviy oliy pedagogik ta’lim tizimining ustuvor vazifalaridan biridir. Ta’lim standartlari yangilanishi, kompetentlik yondashuvi rolining kuchayishi va pedagogning

ISSN 3030-3907

professional faoliyatiga qo‘yiladigan talablarning oshishi sharoitida ushbu kompetentliklar pedagogik oliy ta’lim muassasasi bitiruvchisining kasbiy tayyorgarligining ajralmas xususiyati hisoblanadi.

Bo‘lajak rus tili o‘qituvchisining til kompetentligi — bu lingvistik bilimlar, kommunikativ ko‘nikmalar va professional sohada tilni normativ va maqsadga muvofiq ishlatish malakalarini o‘z ichiga olgan murakkab integrativ ta’limdir. U pedagogik muloqot sifatini, o‘quv materialini samarali tushuntirishni va o‘quvchilarda nutq madaniyatini shakllantirishni ta’minlaydi. Ijtimoiy kompetentlik esa bo‘lajak o‘qituvchining ta’lim jarayonidagi turli subyektlar bilan konstruktiv muloqot qilish, hamkorlik qilish, pedagogik asoslangan qarorlar qabul qilish va professional faoliyatning o‘zgaruvchan ijtimoiy sharoitlariga moslashish qobiliyatini belgilaydi.

Ilmiy-pedagogik adabiyotlarni tahlil qilish shuni ko‘rsatdiki, an’anaviy o‘quv shakllari va metodlari belgilangan kompetentliklarni to‘liq rivojlantira olmaydi, chunki ular asosan nazariy bilimlarni egallashga yo‘naltirilgan. Shu sababli interaktiv pedagogik texnologiyalarni, jumladan o‘yin shaklidagi o‘quv usullarini joriy etish ayniqsa dolzarbdir. Interaktiv o‘yinlar yuqori rivojlantiruvchi potensialga ega bo‘lib, talabalarni faol ta’lim jarayoniga jalb qilish, professional ahamiyatga ega vaziyatlarni modellashtirish va nutq hamda ijtimoiy muloqot tajribasini shakllantirish imkonini beradi.

Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, interaktiv o‘yin texnologiyalari bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining til kompetentligining barcha komponentlarini, jumladan orfoepik, leksik, grammatik, stilistik va matn shakllantiruvchi tarkibiy qismlarni rivojlantirishga xizmat qiladi. O‘yin shaklidagi o‘qitish talabalar nutq faoliyatini faollashtiradi, til bilimlarini faoliyat darajasiga olib chiqadi va professional og‘zaki hamda yozma nutq ko‘nikmalarini shakllantiradi. Ayniqsa, stilistik moslashuvchanlik va kommunikativ vaziyat hamda pedagogik vazifaga qarab til vositalarini tanlash qobiliyatini rivojlantirish muhimdir.

Bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining ijtimoiy kompetentligi interaktiv o‘yinlar jarayonida talabalarni hamkorlik, rollarni taqsimlash va jamoaviy mas’uliyatni talab qiladigan birgalikdagi faoliyatga jalb qilish orqali samarali rivojlanadi. Ro‘lik va ishbilarmonlik o‘yinlari real pedagogik vaziyatlarni modellashtirish, professional muloqot ko‘nikmalarini, empatiya, bag‘rikenglik va konstruktiv dialog qobiliyatini shakllantirish imkonini beradi. O‘yin jarayonida bo‘lajak o‘qituvchilar pedagogik kasbga xos ijtimoiy rollarni egallaydilar va ta’lim muhitida muloqot tajribasini orttiradilar.

Interaktiv o‘yin texnologiyalarining samaradorligi uchun ularni professional tayyorgarlik jarayonida maqsadli va tizimli qo‘llash muhim metodik shartdir. Shu bilan birga, oliy ta’lim muassasasi o‘qituvchisining pedagogik pozitsiyasi, ya’ni

ISSN 3030-3907

o‘quv jarayonini tashkil qiluvchi va moderatsiya qiluvchi roli muhim ahamiyatga ega. Metodik jihatdan puxta tashkil etilgan o‘yin faoliyati interaktiv o‘yinlarning rus tilini o‘qitish metodikasidagi maqsad va vazifalariga mos kelishini va bo‘lajak o‘qituvchilarning professional o‘zligini shakllantirishga xizmat qilishini ta’minlaydi.

Nazariy xulosalardan kelib chiqib, interaktiv o‘yin texnologiyalarini bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarini tayyorlash tizimiga keng joriy etish maqsadga muvofiq ekani aytilishi mumkin. Ularning qo‘llanilishi lingvistik, metodik va ijtimoiy-psixologik tayyorgarlikni integratsiya qilish, talabalarni professional o‘sishga motivatsiya qilish va zamonaviy sharoitlarda samarali pedagogik faoliyatga tayyorlash imkonini beradi.

Tadqiqotning amaliy ahamiyati shundan iboratki, uning natijalaridan rus tilini o‘qitish metodikasi bo‘yicha o‘quv dasturlari, metodik tavsiyalar va ta’lim kurslarini ishlab chiqishda foydalanish mumkin. Maqola materiallari pedagogik oliy ta’lim muassasalarining ta’lim jarayonida hamda pedagogik kadrlar malakasini oshirish tizimida qo‘llanilishi mumkin.

Keyingi tadqiqot istiqbollari interaktiv o‘yin texnologiyalarining samaradorligini empirik jihatdan o‘rganish, bo‘lajak rus tili o‘qituvchilarining til va ijtimoiy kompetentligini baholash uchun diagnostik vositalarni ishlab chiqish va pedagoglarni tayyorlash jarayonida qo‘llaniladigan o‘yin metodlari spektrini kengaytirish bilan bog‘liqdir.

ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. Baxtin M. M. Nutq janrlari muammolari. — M.: Rus so‘zliklari, 1996. — 320 b.
2. Vygotskiy L. S. Tafakkur va nutq. — M.: Pedagogika, 1999. — 352 b.
3. Zimnyaya I. A. Asosiy kompetensiyalar: ta’limda kompetentlik yondashuvining natijaviy-maqsadli asosi. — M.: Mutaxassislarni tayyorlash sifatini tadqiq etish markazi, 2004. — 40 b.
4. Leontyev A. A. Tilni o‘rgatishning psixolingvistik asoslari. — M.: Smysl, 2001. — 287 b.
5. Slastyonin V. A. Pedagogika: oliy ta’lim uchun o‘quv qo‘llanma. — M.: Akademiya, 2013. — 576 b.
6. Khutorskoy A. V. Ta’limda kompetentlik yondashuvi. — M.: Eydos, 2013. — 256 b.
7. Klarin M. V. Chet el pedagogik izlanishlarida innovatsion o‘qitish modellari. — M.: Arena, 2018. — 384 b.
8. Selevko G. K. Zamonaviy ta’lim texnologiyalari. — M.: Xalq ta’limi, 2019. — 256 b.
9. Polat E. S. Ta’lim tizimida yangi pedagogik va axborot texnologiyalari. — M.: Akademiya, 2017. — 272 b.

ISSN 3030-3907

10. Kanale M., Sveyn M. Kommunikativ kompetentlikning nazariy asoslari // Chet tillarni o‘qitish metodikasi. — M.: Prosveshcheniye, 2005. — B. 45–67.
11. Savinon S. Tilni kommunikativ o‘rgatish. — M.: Prosveshcheniye, 2004. — 198 b.
12. Rodjers K. Psixoterapiya qarashi. Insonning shakllanishi. — M.: Progress, 1998. — 480 b.
13. Djonson D., Djonson R. Hamkorlikda o‘qitish. — SPb.: Iqtisodiyot maktabi, 2001. — 256 b.
14. Passov E. I. Chet tilida og‘zaki nutqni o‘rgatishning kommunikativ metodi. — M.: Prosveshcheniye, 2016. — 223 b.
15. L’vov M. R. Maktabda rus tilini o‘qitish metodikasi. — M.: Akademiya, 2014. — 512 b.
16. Baranov M. T. Rus tilini o‘qitish metodikasi. — M.: Prosveshcheniye, 2015. — 368 b.
17. Shcherba L. V. Til tizimi va nutq faoliyati. — L.: Nauka, 1974. — 428 b.
18. Kostomarov V. G. Til va madaniyat. — M.: Nauka, 2010. — 288 b.
19. Leontyev D. A. Ma’no psixologiyasi. — M.: Smysl, 2007. — 512 b.
20. Federal davlat oliy ta’lim standarti: tayyorlash yo‘nalishi «Pedagogik ta’lim». — M., 2023.

ISSN 3030-3907

ДВУХСТАДИЙНАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГРАНУЛИРОВАННОГО ПРОСТОГО СУПЕРФОСФАТА ИЗ ФОСФОРИТОВОЙ МУКИ

Отабоев Хусан Абдусобирович

кан. тех. наук, PhD, Ташкентский химико-технологический институт, Республика Узбекистан, г.Ташкент

***E-mail*: otaboyevhusan058@gmail.com**

Аннотация: Предложена двухстадийная обработка фосфоритовой муки, где на 1-ой стадии одна часть фосфорита обрабатывается стехиометрическим расходом концентрированной серной кислотой (не менее 93%), обеспечивающим образование концентрированной фосфорной кислоты и кристаллов безводного сульфата кальция при температуре 122ºС. На 2-ой стадии, фосфорная кислота нейтрализуется оставшейся частью фосфорита с образованием монокальцийфосфата. Для улучшения условии гранулообразования суперфосфатной массы процесс окатывания ведутся в присутствии определенного количества воды.

Ключевые слова: фосфоритовая мука, серная кислота, разложение, фосфорная кислота, монокальцийфосфат, простой суперфосфат.

Аннотация: Фосфорит унига икки босқичли ишлов бериш тавсия этилган, бунда 1-босқичда фосфоритнинг бир қисми 122ºС ҳароратда концентрланган фосфор кислотаси ва сувсиз кальций сульфат кристалларини ҳосил қилишни таъминлайдиган стехиометрик сарфдаги концентраланган сульфат кислота (93% дан кам эмас) билан ишлов берилади. 2-босқичда, фосфор кислотаси қолган қисм фосфорит билан нейтраллаш орқали монокальцийфосфат ҳосил қилинади. Суперфосфат массасининг донадорланиш шароитини яхшилаш учун окатка жараёни маълум миқдордаги сув иштирокида амалга оширилади.

Калит сўзлар: фосфорит уни, сульфат кислотаси, парчалаш, фосфор кислотаи, монокальцийфосфат, оддий суперфосфат.

Abstract: A two-stage treatment of phosphorite flour is proposed, where at the first stage one part of phosphorite is treated with a stoichiometric consumption of concentrated sulfuric acid (at least 93%), which ensures the formation of concentrated phosphoric acid and crystals of anhydrous calcium sulfate at a temperature of 122°C. In the second stage, phosphoric acid is neutralized by the remainder of the phosphorite to form monocalcium phosphate. To improve the condition of granule formation of the superphosphate mass, the rolling process is carried out in the presence of a certain amount of water.

Keywords: phosphorite flour, sulfuric acid, decomposition, phosphoric acid, monocalcium phosphate, simple superphosphate.

Введение

ISSN 3030-3907

Кокандский суперфосфатный завод в промышленном масштабе освоил производство простого аммонизированного суперфосфата камерным способом путем сернокислотной переработки карбонатных фосфоритов Центральных Кызылкумов [1]. Этот метод включает стадии: разложение фосфоритовой муки (17-18% P_2O_5) серной кислотой концентрацией 60% при её норме 100% и 70-75°С; камерное вызревание суперфосфатной массы в теч. 1-1,5 ч при 115-120°С; складское дозревание в теч. 6 суток при 3-х разовом перелопачивании; грануляцию и аммонизацию, сушку и рассев продукта. При этом готовый продукт содержит 12% $P_2O_{5общ.}$, 1,5% N, $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 50% и прочностью гранул 1,5 МПа.

Недостатки камерной (классической) технологии производства простого суперфосфата следующие:

а) 6-ти суточное дозревание на складе и 3-х кратное перелопачивание, пассивация активных центров всего расходуемого фторкарбонатапатита и недозавершение экстракции H_3PO_4 в жидкую фазу;

б) диффузионное торможение реакции образования $Ca(H_2PO_4)_2$ и высокое содержание свободной H_3PO_4 в камерном продукте;

с) неудовлетворительное гранулирование суперфосфатной массы и высокая ретурность;

d) неорганизованный выброс вредных веществ и высокая запыленность производственных помещений, так как складское дозревание является мощным источником выброса фтористых соединений в атмосферу.

Столь длительный процесс разложения фосфатного сырья объясняется тем, что при реакции с H_2SO_4 на поверхности зерен фосфорита образуется поверхностная корка из кристаллов $CaSO_4$ [2]. В ходе реакции с H_3PO_4 образуется ещё один слой из кристаллов фосфата кальция. Таким образом, как в серной, так и в фосфорной кислотах необходимо преодолеть слой осевших на поверхности зерен кристаллов, чтобы вступить в реакцию с самим зерном фосфата. Лимитирующей стадией процесса разложения, как для апатита, так и для фосфорита является процесс диффузии [3]. То есть на стадиях камерного и складского дозревания лимитирующей стадией процесса является скорость диффузии кислоты сквозь образовавшуюся солевую корку [4].

В работе [5] проведен анализ условий труда рабочих, основных профессий, занятых в производстве суперфосфата. При этом на рабочих местах зарегистрированы превышение предельно допустимых концентраций промышленных аэрозолей, ухудшение параметров микроклимата, превышение показателей уровня вибрации. При общей гигиенической оценке классов условий труда машиниста-скрепера и машиниста-перегружателя

ISSN 3030-3907

соответствует 3-ему вредному 2-ой степени; машиниста-крана и расфасовка-упаковочных машин, аппаратчика – 3-ему вредному 3-ей степени.

Особенностью предлагаемого нами способа получения гранулированного суперфосфата из карбонатных фосфоритов по сравнению с классической является то, что технологический процесс также осуществляется в две стадии:

1) Основная часть (70-80% от общей массы) фосфорита разлагается 92-93 %-ной H_2SO_4, взятой при 100-105% нормах от стехиометрии для образования 45-50 %-ной P_2O_5 фосфорной кислоты, где сульфат кальция кристаллизуется в виде ангидрита;

2) Полученная на первой стадии кислая реакционная масса, содержащая концентрированную фосфорную кислоту (45-50% P_2O_5) и ангидрит обрабатывается оставшейся частью (20-30%) фосфорита, в результате чего происходит процесс нейтрализации фосфорной кислоты на монокальцийфосфат. Следует отметить, что из схемы исключается стадия сушки продукта.

Для выяснения механизма разложения фосфатного сырья в двух стадиях поставлено настоящее исследование.

Экспериментальный часть: Для экспериментов в качестве сырьевых материалов были взяты фосфоритовая мука состава (вес. %): P_2O_5 – 17,54; CaO – 47,75; MgO – 1,79; CO_2 – 16,5; Fe_2O_3 – 0,73; Al_2O_3 – 0,95; SO_3 – 4,06; F – 1,7; SiO_2 – 1,24; нераст. ост. – 4,03; CaO : P_2O_5 – 2,72 и 93 %-ная H_2SO_4.

Опыты по разложению фосфоритовой муки серной кислотой проводили в термостатированном реакторе, снабженном лопастной мешалкой при 130°C (Необходимую для поддерживания ангидридного режима за счет тепла реакции). Норму серной кислоты брали 100% от стехиометрии на образование H_3PO_4 с учетом реакций разложения примесных компонентов фосфатного сырья (I-ая стадия обработки). Содержание общей и водорастворимой форм фосфора в реакционных массах и готовых продуктах определяли дифференциальным фотометрическим методом с использованием фосфорнованадиево-молибденового комплекса [6]. Содержание $P_2O_{5своб.}$ определяли титрованием 0.1 н NaOH с применением индикаторов метилоранжа и фенолфталеина.

Сначала изучили кинетику разложения фосфатного сырья. При этом время контактирования компонентов был 2; 5; 10; 20; 40 и 60 минут. Результаты приведены в табл. 1.

ISSN 3030-3907

Таблица-1

Коэффициент разложения ($К_{разл.}$) фосфоритовой муки 93 %-ной серной кислотой в зависимости от времени взаимодействия

Норма H_2SO_4 от стехиометрии, %	Время взаимодействия, минут	Содержание P_2O_5 в реакционной массе, вес. %			$P_2O_{5водн.}$ / $P_2O_{5общ.}$ · 100, %
		$P_2O_{5общ.}$	$P_2O_{5водн.}$	Свободная кислотность*	
100	2	9,42	8,48	16,68	90,02
	5	9,55	8,60	16,55	90,05
	10	9,71	8,76	16,30	90,22
	20	9,87	9,09	15,84	92,10
	40	9,89	9,13	15,45	92,31
	60	9,90	9,14	15,39	92,32

***Содержание свободной кислоты определялось как сумма свободных серной и фосфорной кислот.**

Из неё видно, что с увеличением продолжительности взаимодействия фосмуки серной кислотой с 2 до 60 минут повышается коэффициент разложения фосфатного сырья, то есть относительное содержание водорастворимой формы P_2O_5 по отношению к общей его форме с 90,02 до 92,32%. При этом в реакционной массе общее содержание P_2O_5 повышается с 9,42 до 9,90%, а свободная кислотность (сумма серной и фосфорной кислот) наоборот снижается с 16,68 до 15,39%. Из данных можно делать вывод о том, что с технологической точки зрения, время разложения фосфатного сырья достаточно 20-30 минут. Дальнейшее увеличение времени не приводит к существенному повышению $К_{разл.}$. А при продолжительности обработки менее 20-30 минут не происходит достаточное образование тиксотропной массы, необходимой для дальнейшей обработки реакционной массы.

Во втором этапе выполнены опыты по получению готового суперфосфата путем нейтрализации кислой реакционной массы фосфоритовой мукой (вторая стадия обработки). При этом норму фосмуки варьировали от 180 до 220% от стехиометрии на образование монокальцийфосфата (1-ая стадия обработки). При этом общая норма H_2SO_4 (включительно 1-ой и 2-стадий обработки фосфатного сырья) составляет от 84 до 88,5% на монокальцийфосфат с учетом разложения примесных компонентов. При этом время нейтрализации реакционной массы составляет 5 минут при 122°С. Следует отметить, что из-за нехватки влажности реакционной массы в процессе нейтрализации не достигается достаточная степень гранулообразования (1-4 мм менее 50%, а должна быть не менее 80-

ISSN 3030-3907

90%) и прочность гранул (менее 1 МПа, а должна быть не менее 2 МПа) готового продукта.

С целью устранения этих негативных явлений процесс грануляции нейтрализованного продукта осуществляли в присутствии определенного количества влаги методом интенсивного размешивания и окатывания. При этом количество воды варьировали от 12 до 17% H_2O по отношению 100г продукта. В этом случае уже образовались достаточные твердые гранулы округлой формы различного размера. Затем эти гранулы высушивали сначала при 60^0C в течение суток, а далее при 105^0C до постоянного веса. Рассчитывали массу продукта. В готовых продуктах содержание усвояемой формы P_2O_5 определяли по растворимости в 2 %-ной лимонной кислоте. Прочность гранул простого суперфосфата определяли с помощью пружинных весов по методике НИУИФ [25]. Замеры проводили для гранул размером 2-3 мм. Измерение величины pH 10 %-ных водных суспензий готовых удобрений осуществляли в лабораторном иономере И-130М с электродной системой из электродов ЭСЛ 63-07, ЭВЛ-1М3.1 и ТКА-7 с точностью до 0,05 единиц pH. pH продукта определяли после часового взбалтывания его 10 %-ной водной суспензией. Результаты приведены в табл. 2.

Таблица-2

Состав гранулированного простого суперфосфата, полученный после нейтрализации фосфорной кислоты реакционной массы в зависимости от нормы фосмуки и влажности реакционной массы

Норма фосмуки на образование $Ca(H_2PO_4)_2$ (2-стадия обработки), %	pH 10%-ного раствора продукта	Состав высушенного продукта, вес. %				$P_2O_{5усв.}/P_2O_{5общ.}\cdot100$, %	$P_2O_{5водн.}/P_2O_{5общ.}\cdot100$, %	Прочность, МПа
		P_2O_5 общ.	P_2O_5 усв.	P_2O_5 водн.	P_2O_5 своб.			
В присутствии 12% воды								
180	2,75	12,21	11,22	9,77	1,64	91,89	80,02	1,63
190	2,80	12,29	11,28	9,54	1,38	91,78	77,62	1,62
200	2,83	12,38	11,35	9,55	1,19	91,68	77,14	1,98
220	2,85	12,53	11,47	9,11	0,96	91,54	72,70	2,19
В присутствии 15% воды								

ISSN 3030-3907

180	2,54	11,74	10,86	9,42	1,70	92,50	80,24	1,64
190	2,76	11,83	10,93	9,21	1,53	92,39	77,85	1,96
200	2,80	11,88	10,96	9,20	1,28	92,25	77,44	2,20
220	2,84	11,93	10,98	8,71	1,13	92,04	73,01	2,34
В присутствии 17% воды								
180	2,69	11,72	10,86	9,50	1,75	92,66	81,06	1,64
190	2,72	11,80	10,92	9,27	1,60	92,54	78,56	1,93
200	2,74	11,86	10,96	9,26	1,43	92,41	78,07	2,06
220	2,75	11,90	10,97	8,84	1,19	92,18	74,28	2,26

Из таблицы 2 видно, что чем больше нормы фосмуки и влажность реакционной массы, тем выше прочность гранул продукта. Так, в присутствии 12 % H_2O гранулы продукта с прочностью не менее 2 МПа можно получить при нормах фосмуки 200-220%, 15 и 17% H_2O – при 190-220% от стехиометрии. Увеличение нормы фосмуки, хотя незначительно влияет на содержания общей и усвояемой форм, но снижает водную форму в продуктах.

С добавкой 12% воды и 200-220 %-ных нормах фосмуки состав готовых продуктов выглядит следующим образом (вес.%): $P_2O_{5своб.}$ – 0,96-1,19%, $P_2O_{5общ.}$ – 12,38-12,53%, $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 91,54-91,68% и $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 72,70-77,14%, а их прочность гранул составляет 1,98-2,19 МПа.

С добавкой 15% воды и 190-220 %-ных нормах фосмуки готовые продукты содержат (вес.%): $P_2O_{5своб.}$ – 1,13-1,53%, $P_2O_{5общ.}$ – 11,83-11,93%, $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 92,04-92,39% и $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 73,01-77,85%, а их прочность гранул составляет 1,96-2,34 МПа.

С добавкой 17% воды и 190-220 %-ных нормах фосмуки готовые продукты имеют (вес.%): $P_2O_{5своб.}$ – 1,19-1,60%, $P_2O_{5общ.}$ – 11,80-11,90%, $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 92,18-92,54% и $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 74,28-78,56%, а их прочность гранул составляет 1,93-2,26 МПа.

Самое главное, во всех образцах готового продукта содержание $H_3PO_{4своб.}$ составляет всего 1,33-2,35% (не должно превышать 5% $H_3PO_{4своб.}$). Полученные продукты считаются односторонними фосфорными удобрениями, где отсутствуют дефицитный аммиак. Они эффективно используются для внесения под зяблевую вспашку для всех типов почв и сельскохозяйственных культур.

Заключение: Таким образом, процесс простого суперфосфата путем двухстадийного разложения фосмуки, на первой стадии которого фосфатное сырье обрабатывается стехиометрическим расходом в условиях полного разложения с образованием фосфорной кислоты и ангидрита (сульфата кальция), а во второй образовавшийся концентрированный раствор

ISSN 3030-3907

фосфорной кислоты участвует в реакции с дополнительным количеством фосфатного сырья, что является основой механизма химического образования монокальцийфосфата и гранулирование суперфосфатной массы и где исключаются стадии аммонизации и сушки готового продукта.

Предлагаемый способ потребляет меньше энергоресурсов, как за счёт использования энергосберегающего оборудования, так и исключения схемы энергоемких стадий процесса, таких как складское дозревание и сушка. К тому же исключается ввод извне нейтрализующих агентов (известковая мука, жидкий или газообразный аммиак и др.) и связующих добавок (фосфорная кислота, фосфатные и сульфатные соли аммония и др.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таджиев С.М., Беглов Б.М. Разработка технологии простого аммонизированного суперфосфата из фосфоритов Ташкура камерным способом. Химическая промышленность. 2002. №7. С. 7-10.
2. Ангелов А.И., Соболев Н.В. Разработка технологии обогащенного суперфосфата из фосмуки Егорьевского месторождения. Успехи в химии и химической технологии. 2003. т. XVII. №8. С.39-41.
3. Сахаров Ю.Н., Махоткин А.Ф., Махоткин И.А., Ситкин А.И. Механизм и кинетика разложения фосфатного сырья. Вестник Казанского технологического университета. 2011. №11. С. 18-22.
4. Самоедов М.М., Оруджев С.С., Самоедова Т.А. Интенсификация и математическое описание процесса производства суперфосфата. Химическая промышленность сегодня. 2005. №8. С.19-22.
5. Байдюк О.Н., Липатов Г.Я., Стяжкина Е.С. Гигиеническая характеристика факторов производственной среды при производстве суперфосфатов. Фундаментальные исследования. 2010. №7. С. 13-16.
6. Винник М.М., Ербанова Л.Н., Зайцев П.М. и др. Методы анализа фосфатного сырья, фосфорных и комплексных удобрений, кормовых фосфатов. М.: Химия, 1975. – 218с.

ISSN 3030-3907

«АНОР (PUNICA GRANATUM L.) МАҲАЛЛИЙ НАВЛАРИНИ IN VITRO КЎПАЙТИРИШДА СТЕРИЛИЗАЦИЯ АГЕНТЛАРИ ВА ФИТОГОРМОНЛАР (BAP, GA_3, IBA, NAA) САМАРАДОРЛИГИНИ МОЛЕКУЛЯР ТАҲЛИЛ АСОСИДА БАҲОЛАШ ҲАМДА MURASHIGE & SKOOG ВА WOODY PLANT MEDIUM ОЗУҚА МУҲИТЛАРИ ТАРКИБИ ВА КОНЦЕНТРАЦИЯСИНИНГ ГЕНОТИП-ХОС РЕГЕНЕРАЦИЯ ВА РИЗОГЕНЕЗ ЖАРАЁНИГА ТАЪСИРИ»

Ахмедов Бехзод Хабибулла ўғли

Самарқанд давлат тиббиёт университети

Аннотация. Ушбу тадқиқот маҳаллий анор (Punica granatum L.) навларини **in vitro** шароитида кўпайтириш ва уларнинг генетик яхлитлигини сақлашга қаратилган. Тадқиқот жараёнида озуқа муҳитларини тайёрлаш ва стерилизация қилиш учун автоклавлаш усули қўлланилиб, 115–120°C ҳарорат ва 0,7–1,0 атм босимда 15–30 дақиқа давомида стерилизация амалга оширилди. Эксплантларнинг сирт юза стерилизацияси Р.Г. Бутенко (1990) методикаси асосида асептик шароитда ламинар боксда бажарилиб, H_2O_2, этанол ва NaClO эритмаларининг турли экспозиция вақтларидаги самарадорлиги баҳоланди. Анор эксплантларини кўпайтириш мақсадида Murashige & Skoog (MS) ва Woody Plant Medium (WPM) сунъий озуқа муҳитлари танланиб, уларнинг таркиби ва физиологик таъсири таҳлил қилинди. Озуқа муҳитлари сахароза, мио-инозитол ва агар-агар билан бойитилиб, pH қиймати 5,8 га мослаштирилди. Шунингдек, турли фитогормонлар (цитокинин ва ауксинлар) комбинациясининг анор генотипларига таъсири ўрганилди. Маҳаллий анор навларининг генетик яхлитлигини баҳолаш мақсадида ўсимлик тўқималаридан CTAB (CTAB) усулида геном ДНК ажратиб олинди. Олинган ДНК сифат ва миқдор жиҳатдан агароза гел электрофорези орқали таҳлил қилинди. Тадқиқот натижалари анорни **in vitro** кўпайтириш технологиясини такомиллаштириш ва қимматли генетик ресурсларни сақлаш учун амалий аҳамиятга эга.

Калит сўзлар: Анор (Пуниса гранатум Л.), маҳаллий навлар, ин vitro кўпайтириш, микроклонал кўпайтириш, стерилизация агентлари, експлант стерилизацияси, фитогормонлар, БАП (6-бензиламинопурин), $ГА_3$ (гиббереллин кислотаси), ИБА (индолил-3-мой кислотаси), НАА (нафтил сирка кислотаси), Мурашиге & Скоог (МС) озиқа муҳити, Woody Plant Medium (WPM), озиқа муҳити таркиби, гормон консентрацияси, генотип-хос жавоб, регенерация жараёни, ризогенез, илдиз ҳосил бўлиши, молекуляр таҳлил, генетик барқарорлик, клонал идентификация, ПСР таҳлил, тўқима маданияти, биотехнология.

ISSN 3030-3907

Abstract. This study aimed to propagate local pomegranate (Punica granatum L.) varieties in vitro and maintain their genetic integrity. In the process of the study, the autoclaving method was used to prepare and sterilize the nutrient media, sterilization was carried out at a temperature of 115–120°C and a pressure of 0.7–1.0 atm for 15–30 minutes. Surface sterilization of explants was carried out in a laminar flow cabinet under aseptic conditions according to the method of R.G. Butenko (1990), and the effectiveness of H_2O_2, ethanol and NaClO solutions at different exposure times was evaluated. For the propagation of pomegranate explants, Murashige & Skoog (MS) and Woody Plant Medium (WPM) artificial nutrient media were selected, and their composition and physiological effects were analyzed. The nutrient media were enriched with sucrose, myo-inositol and agar-agar, and the pH value was adjusted to 5.8. The effect of various combinations of phytohormones (cytokinins and auxins) on pomegranate genotypes was also studied. In order to assess the genetic integrity of local pomegranate varieties, genomic DNA was isolated from plant tissues using the CTAB method. The obtained DNA was qualitatively and quantitatively analyzed by agarose gel electrophoresis. The results of the study are of practical importance for improving the technology of in vitro propagation of pomegranate and preserving valuable genetic resources.

Keywords: pomegranate (Punica granatum L.Keywords: pomegranate (Punica granatum L.), local varieties, in vitro reproduction, microclonal reproduction, sterilization agents, exploration sterilization, phytogormons, BAP (6-benzylaminopurine), GA_3 (gibberellinic acid), IBA (indolyl-3-fatty acid), Naa (naphthyl acetic acid), Murashige & Skoog (MS) food medium, Woody Plant Medium (WPM), nutrient medium composition, hormone concentration, genotype-specific response, regeneration process, rhizogenesis, root formation, molecular analysis, genetic stability, clonal identification, PCR

Аннотация. Целью данного исследования было размножение местных сортов граната (Punica granatum L.) in vitro и сохранение их генетической целостности. В процессе исследования для приготовления и стерилизации питательных сред использовался метод автоклавирования, стерилизация проводилась при температуре 115–120°C и давлении 0,7–1,0 атм в течение 15–30 минут. Поверхностная стерилизация эксплантов проводилась в ламинарном боксе в асептических условиях по методу Р.Г. Бутенко (1990), и оценивалась эффективность растворов H_2O_2, этанола и NaClO при различном времени воздействия. Для размножения эксплантов граната были выбраны искусственные питательные среды Мурасиге и Скога (MS) и древесно-растительная среда (WPM), и проанализированы их состав и физиологические эффекты. Питательные среды были обогащены сахарозой,

ISSN 3030-3907

мио-инозитолом и агар-агаром, а значение pH было отрегулировано до 5,8. Также было изучено влияние различных комбинаций фитогормонов (цитокининов и ауксинов) на генотипы граната. Для оценки генетической целостности местных сортов граната геномная ДНК была выделена из растительных тканей с использованием метода CTAB. Полученная ДНК была качественно и количественно проанализирована методом электрофореза в агарозном геле. Результаты исследования имеют практическое значение для совершенствования технологии размножения граната in vitro и сохранения ценных генетических ресурсов.

Ключевые слова: гранат (Punica granatum L.Ключевые слова: гранат (Punica granatum L.), местные сорта, размножение in vitro, микроклональное размножение, стерилизующие агенты, стерилизация эксплантатов, фитогормоны, bap (6-бензиламинопурин), gaiq (гиббереллиновая кислота), IBA (индолил-3-жирная кислота), naa (нафтилуксусная кислота), murashige & Skoog (MS) питательная среда, Woody Plant Medium (WPM), состав питательной среды, концентрация гормонов, генотипоспецифический ответ, процесс регенерации, ризогенез, образование корней, молекулярный анализ, генетическая стабильность, клональная идентификация, П

Кириш.

Республикада анор мевалари ҳажмини ошириш учун нафақат майдонларни кенгайтириш, балки анор кўчатчилик тармоғига янги инновацион технологияларни илмий асосланган услубларини жорий қилишни талаб этилади. Анор етиштириш бўйича дунёнинг етакчи Ҳиндистон (йиллик 743000 т- International Society for Horticultural Science), Эрон (йиллик 705,166 т. ISHS), АҚШ (йиллик- 282532 т, www.agmrc.org) каби давлатларида анор кўчатчилик тармоғида биотехнология ютуқлари орқали юқори сифатли экиш материалини ишлаб чиқариш ва анор боғларини ташкил этишнинг янги юқори самарали усулларини ишлаб чиқишга катта аҳамият берилмоқда. Анор мевали экинининг ривожланиши, мева сифати ва унинг ҳосилдорлиги кўп жиҳатдан экиш материалининг сифатига боғлиқ. Айниқса экспортга йўналтирилган анор боғларнинг нав тозалиги катта ахамиятга эга. Бироқ шуни таъкидлаш жоизки, анор кўчатларини анъанавий усулда етиштиришга узоқ вақт талаб этилади. Шунинг учун ҳозирги кунда *in vitro* микроклонлаш технологияси ёрдамида анор кўчатлари етиштириш ва нав тозалиги таъминотининг энг истиқболли усулларидан бири ҳисобланади.

Анорнинг тиббиёт ва фармацевтика, озиқ-овқат саноати ҳамда бошқа ишлаб чиқариш соҳалардаги аҳамиятини эътиборга олган ҳолда тупроқ-иқлим шароитга мос бўлган биотехнологик усулда анор навларини *in vitro* микроклонли кўпайтириш бўйича олиб борилаётган ва олинган дастлабки

ISSN 3030-3907

натижалар минтақада анорчиликни ривожлантиришга муҳим асос бўлиб хизмат қилади. Микроклонлаш технологияси ёрдамида қисқа муддатда кўплаб сифатли, вирус ва бактериал инфекциядан холи бўлган материални керакли миқдорда тез кўпайтириш имконини беради ва нав тозалиги юқори бўлган кўчатлар олишга эришилади.

ТАДКИКОТ ОБЪЕКТИ ВА ПРЕДМЕТИ.

Геномика ва Биоинформатика маркази Трансгеномика ва тўқималар культураси лабораторияси дала тажриба майдонида парвариш қилинаётган анорнинг махаллий (Қозоқи, Туятиш, Қайин анори, Дашнабод) навлари. *Тадкикот предмети.* Танлаб олинган тадқиқот навларини *in vitro* шароитида етиштириш. Бунда айнан анорнинг махаллий генотиплари учун мос бўлган озуқа мухити ва унинг таркиби хамда анор эксплантлариниг регенерацияси (пролиферация) ва эксплантлар регенерацияси натижасида хосил бўлган микроновдаларнинг илдиз хосил қилиши ва ривожланиши (ризогенез) учун ўсишни бошқарувчи моддалар (фиторегулторлар) нинг тури ва мақбул концентрациялари ишлаб чиқилади.

ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ ВА МУҲОКАМАСИ.

Автоклавлаш - автоклавларда босим остида нам буг билан ишлов бериш. Бактериялар ва замбуруғларнинг вегетатив ҳужайралари нобуд бўлиши учун 15 дақиқа давомида 120°С ҳарорат талаб қилинади. Озуқа мухитларини автоклавлаш уларни пробиркаларга ёки колбаларга 0.7-0.8 атм босим остида тўлдиргандан сўнг амалга оширилди. Восита ҳажмига қараб 115-120°С ҳароратда 15-30 минут.

Сирт юза стерилизацияси. Эксплантларда сирт юза стерилизацияси Р.Г.Бутенко (1990 йил) методикасида асосида асептик шароитда ламинар бох (HFsafe LC, Biobase. China) да амалга оширилди. Експлантларнинг сирт юза стерилизацияси учун бир нечта кимёвий бирикмаларнинг турли вақт оралиғида таъсир даражаси ўрганилди (1-жадвал).

1-жадвал.

Сирт юза стерилизация воситалари ва стериллаш давомийлиги

Тажриба	Komponentlar		
T_1	5 мин H_2O_2 (3%)	10 сек C_2H_5OH (96%)	10 мин NaClO (2%) + dH_2O (Sterill)
T_2	5 мин H_2O_2 (3%)	15 сек C_2H_5OH (96%)	15 мин NaClO (2%) + dH_2O (Sterill)
T_3	5 мин H_2O_2 (3%)	20 сек C_2H_5OH (96%)	20 мин NaClO (2%) + dH_2O (Sterill)

Сунъий озуқа муҳити ва унинг таркиби. Тадқиқотда *in vitro* шароитида кўпайтириш учун MS (Murashige & Skoog, 1962) ва WPM (Woody

ISSN 3030-3907

Plant Medium, 1980) озуқа мухитлари танлаб олинди ва улар тахлили амалга оширилди. Ўтказилган тахлил ва хулосаларга асосоланиб анор эксплантларини *in vitro* шароитида кўпайтириш учун MS ва WPM озуқа мухитлари танлаб олинди ва тажрибалар олиб борилди (2-жадвал).

Озуқа таркиби баённома бўйича ташкил этилди ҳамда сахароза (30.0 гр/Л да ва мио-инозитол (0.1гр/Л) ва агар-агар (8.0 гр/Л) қўшилди. Тайёрланган озуқа муҳитининг pH қиймати 0.1 H NaOH эритмаси ёрдамида 5.8 га тўғирланди. Озуқа муитлари 1000 мл ҳажмли иссиқликка чидамли конуссимон колбаларга қуйилди ва автоклавда 120°C да 0.75-1.0 атм. босимда 20 минут давомида стерилизация килинди. Стерил озуқа 500 мл ҳажмли идишларга 50 мл дан тақсимланди. Бундан ташқари фитогармонлар (цитокинин, ауксин) тури ва таркиблари танлаб олиниб, уларнинг анор генотипларига таьсир даражалари тадқиқ қилинди.

2-жадвал.

Ўсимлик ҳужайра ва тўқималар культурасида фойдаланиладиган “Murashige & Skoog” (MS) сунъий озуқа муҳити

	Ингредиентлар	Концентрация, мг/л
Макроэлементлар		
	Аммоний нитрат *(NH_4NO_3)*	1650
	Калий нитрат *(KNO_3)*	1900
	Кальций хлорит *($CaCl_2$)*	440.0
	Магний қулфат *($MgSO_4$)*	370
	Калий дигидрофасфат *(KH_2PO_4)*	170
Микроэлементлар		
	Бор кислота *(H_3BO_3)*	6.2
	Кобальт хлорит *($CoCl_2 \cdot 6H_2O$)*	0.025
	Темир сулфат *($FeSO_4 \cdot 7H_2O$)*	27.8
	Марганец (II) сулфат *($MnSO_4 \cdot 4H_2O$)*	22.3
	Калий йодит *(KI)*	0.83
	Натрий молибдат *($Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$)*	0.25
	Рух сулфат *($ZnSO_4 \cdot 7H_2O$)*	8.6
	Этилендиаминотетраацетат темир натрий *(Na_2EDTA)*	36.7
	Мис сулфат *($CuSO_4 \cdot 5H_2O$)*	0.025
Витамин ва органик бирикмалар		
	Мио-иноситол	100
	Аминобензой кислота	0.50

ISSN 3030-3907

	Никотин кислота	0.5
	Пиридоксин · HCl	0.5
	Тиамин · HCl	0.1
	Глицин	2.0
	Глутамин	50.0
	Агар-агар	8000
	Сахароза	30000
	$d H_2O$	1 литр

3-жадвал.

Қаттиқ ёғочлик ўсимликлар тўқималари культурасида фойдаланиладиган Woody Plant Medium (WPM) сунъий озуқа муҳити

	Ингредиентлар	Концентрация, мг/л
	Макроэлементлар	
	Аммоний нитрат (NH_4NO_3)	400.0
	Калий нитрат (KNO_3)	990.0
	Кальций хлорит $(CaCl_2)$	72.50
	Магний қулфат $(MgSO_4)$	370.0
	Калий дигидрофасфат (KH_2PO_4)	170.0
	Микроэлементлар	
	Бор кислота (H_3BO_3)	6.20
	Кобальт хлорит $(CoCl_2 \cdot 6H_2O)$	-
	Темир сулфат $(FeSO_4 \cdot 7H_2O)$	27.80
	Марганец (II) сулфат $(MnSO_4 \cdot 4H_2O)$	22.30
	Калий йодит (KI)	-
	Натрий молибдат $(Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O)$	0.250
	Рух сулфат $(ZnSO_4 \cdot 7H_2O)$	8.60
	Этилендиаминотетраацетат темир натрий (Na_2EDTA)	36.70
	Мис сулфат $(CuSO_4 \cdot 5H_2O)$	0.025
	Витамин ва органик бирикмалар	
	Мио-иноситол	100.0
	Аминобензой кислота	-
	Никотин кислота	0.50
	Пиридоксин · HCl	0.50
	Тиамин · HCl	0.10
	Глицин	2.0

ISSN 3030-3907

	Глутамин	-
	Агар-агар	8000
	Сахароза	30000
	dH_2O	1 литр

STAB усулида геном ДНК ажратиш

Махаллий анор навлари генетик яхлитлигини таъминлаш мақсадида анор навларидан ДНК ажратиб олиш учун намуналар олинди. Намуналардан ДНК CTAB усулига биноан ажратилди.

Ўсимликлар тўқимасидан STAB усулида геном ДНК сини ажратиш

Керакли реагентлар:	**Керакли асбоб-ускуналар:**
• Суюқ азот • 2xCTAB • 10xCTAB • Хлороформ: изоамил (24:1) • CTAB Precipitation • High Salt RNK азали(50ml/200мкл) • Изопропонол • 70% спирт • ТЕ буфери	• Ховонча ёки пробирка(1500/2000 мкл) • Поставка (96 лик) • Центрифуга • Музлатгич • 65^0 С Автоблот ва Вортекс • Концентратор • Резина қўлқоп ва кончиклар (100, 200 va 1000 мкл)

1. Барг **суюқ азот**да музлатилиб гомогенизация қилинади.
2. 600 мкл **2xCTAB** солинади ва 60^0 С **AUTOBLOT**га 20 минутга қўйилади(хар 5 минутда аралаштирилади).
3. Устига 600 мкл х**лороформ: изоамил**(24:1) солиниб, 2 минут қаттиқ аралаштирилади.
4. 5 минут/10 000 аборот **центрифуга** қилинади ва супернатантнинг юқорисидан 600 мкл бошқа пробиркага олинади.
5. Устига 60 мкл **10xCTAB** солиниб аралаштирилади.
6. Устига 600 мкл **Хлороформ: изоамил** (24:1) солиниб, 2 минут қаттиқ аралаштирилади.
7. 5 минут/10 000 аборот **центрифуга** қилинади ва супернатантнинг юқорисидан 600 мкл бошқа пробиркага олинади.
8. Устига 1:1 нисбатда **NaAc+Eton** солинади ва 25^0 С **AUTOBLOTга** 40 минут инкубацияга қўйилади.
9. 15-20 минут/14 000 аборот **центрифуга** қилинади ва супернатант тўкилади.
10. Чўкма устига 500 мкл **High Salt** солинади ва 5 минут вортекс қилиниб сўнг 15 минут хона хароратида сақланади.

ISSN 3030-3907

11. Устига 300 мкл изопропонол солинади ва 2 минут секин аралаштирилади.
12. 15 минут/10 000 аборот **центрифуга** қилинади ва супернатант тўкилади.
13. Чўкма устига 600 мкл **70% ли спирт** солиниб 5 минут аралаштирилади.
14. 3 минут/14 000 аборот **центрифуга** қилинади ва спирт тўкилади. (Чўкма спирт билан икки марта ювилади).
15. Чўкма яьни ДНК **концентраторда** қуритилади 10-15 минут
16. Чўкма устига 100 мкл **ТЕ буфери** солиниб **вортекс** қилинади ва шорт **центрифуга** ва -20^0 С **музлатгичга** солинади.

ДНК агарозли гел электрофорез - бу ДНК бўлакларини узунлик бўйича ажратиш учун ишлатиладиган аналитик усул. Бу ташқи электр майдонининг таъсирида гелда ҳаракатланаётганда турли узунликдаги бўлакларнинг ҳаракатланишининг ҳар хил тезлигига асосланади.

Ҳар хил узунликдаги ДНК парчаларини ажратиш учун агароза концентрацияси ҳар хил бўлган гелдан фойдаланилади. Ажратилган ДНК бўлакларининг узунлиги қанча қисқа бўлса, агароза концентрацияси шунчалик юқори бўлиши керак.

4-жадвал.

ДНК намуналарини текшириш ва генетик масофаларини аниқлаш учун агароза гели

0.9 % Агароза – 200мл	**3.5 % Агароза – 200мл**
1.8г Agarose 200мл 0.5X TBE 14µl *Etidium bromid*	7.0г Agarose 200мл 0.5X TBE 14µl etBr.

5-жадвал.

Молекуляр анализлар учун ишчи эритмалар

10 X TBE– 1 Liter	**TE 50 ml**	**Super TEA 50ml**
800 мл dH20 121г Tris(Trizma) Base 55 г Boric Acid 7.44 г EDTA 1,0 л га dH2O билан етказилади.	10mM Tris 0.5 мл 1M Tris pH 8.0 1 mM EDTA 0.1 мл 0.5M eDTA pH 8.0	50 mM Tris 2.5мл 1M Tris 10 mM EDTA 1мл 0.5M EDTA 300 mM NaOAc 15мл 1M NaOAc 50 мл га dH2O билан етказилади.

Умумий хулоса.

ISSN 3030-3907

Олиб борилган тадқиқотлар маҳаллий анор (*Punica granatum L.*) навларини **in vitro** шароитида кўпайтириш ва уларнинг генетик яхлитлигини сақлашда қўлланилган технологик ёндашувларнинг самарадорлигини тасдиқлади. Озуқа муҳитлари ва лаборатория асбоб-ускуналарини стерилизация қилишда автоклавлаш усули 115–120°C ҳарорат ва 0,7–1,0 атм босимда 15–30 дақиқа давомида ишончли натижалар берди ҳамда микробиологик ифлосланишнинг олди олинди. Эксплантларни сирт юза стерилизация қилишда водород пероксиди, этил спирти ва натрий гипохлорити эритмаларининг турли экспозиция вақтлари солиштирма таҳлил қилинди ва асептик культура олиш учун оптимал режимлар аниқланди. Натижаларга кўра, стерилизация давомийлигининг тўғри танланиши эксплантларнинг тирик қолиш даражаси ва кейинги морфогенетик фаоллигига бевосита таъсир кўрсатиши исботланди. Анор эксплантларини кўпайтиришда Murashige & Skoog (MS) ва Woody Plant Medium (WPM) сунъий озуқа муҳитларининг қўлланилиши ижобий натижалар берди. Озуқа муҳитларининг таркибий фарқлари эксплантларнинг ўсиш суръати ва ривожланиш хусусиятларига таъсир қилиши аниқланди. Шунингдек, фитогормонлар (цитокинин ва ауксинлар) комбинацияси анор генотипларининг **in vitro** кўпайтириш самарадорлигини ошириши кузатилди. Маҳаллий анор навларидан CTAB усулида геном ДНК ажратиш юқори сифат ва барқарорликда амалга оширилди ҳамда агароза гел электрофорези натижалари генетик яхлитлик сақланганини тасдиқлади. Олинган натижалар анорни **in vitro** кўпайтириш технологиясини такомиллаштириш, қимматли генетик ресурсларни сақлаш ва селекция ишларида қўллаш учун муҳим амалий аҳамиятга эга.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.

1. Методические указания по диагностике и учёту болезней корней и стеблей земляники и малины, передающихся через почву. М- 2001. – 43 с. 26.

2. Conservation and Restoration of Pine Forest Genetic Resources in México / By C. SÁENZ-ROMERO, A. E. SNIVELY and R. LINDIG-CISNEROS (Received 12 th June 2003)

3. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS Rome, 1998.

4. Управление биологическим разнообразием в сельскохозяйственных системах / Под ред. Д.И. Джарвис, К. Пэдок, Х.Д. Купер. – Рим, 2012. – 476 с.

5. Овощи – это пища и лекарство / Зуев В.И. Мавлянова Р.Ф. Дусмуратова С.И. Буриев Х.Ч. - Ташкент – 2016.

ISSN 3030-3907

6. Samir, Z. (2010). In vitro Salt and Drought Tolerance of Manfalouty and Nab El-Gamal Pomegranate Cultivars. Australian. Basic Appl. Sci. 4(6): 1076-1082.
7. Akhmedov B. K., Mamarajabova D. E. THE SIGNIFICANCE OF GOVERNMENT INITIATIVES IN ENHANCING THE ACCESSIBILITY OF PHARMACEUTICALS FOR THE CITIZENS OF UZBEKISTAN. ENSURING THE QUALITY OF PHARMACEUTICAL PRODUCTS IN UZBEKISTAN //AMERICAN JOURNAL OF APPLIED MEDICAL SCIENCE. – 2025. – Т. 3. – №. 1. – С. 143-149.

ISSN 3030-3907

ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА УДОБРЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРОСТОГО СУПЕРФОСФАТА, ХЛОРИДА КАЛИЯ И АММИАЧНОЙ СЕЛИТРЫ

Мамажанов Махамададил Мамажанович

Кан. тех. наук, доцент, Ташкентский химико-технологический институт, Республика Узбекистан, г.Ташкент

Аннотация: Предложена двухстадийная обработка фосфоритовой муки, где на 1-ой стадии одна часть фосфорита обрабатывается стехиометрическим расходом концентрированной серной кислотой (не менее 93%), обеспечивающим образование концентрированной фосфорной кислоты и кристаллов безводного сульфата кальция при температуре 122°С. На 2-ой стадии, фосфорная кислота нейтрализуется оставшейся частью фосфорита с образованием монокальцийфосфата. Для улучшения условии гранулообразования суперфосфатной массы процесс окатывания ведутся в присутствии определенного количества воды.

Ключевые слова: мытый сушеный концентрат, серная кислота, простой суперфосфат, РК-, NP- и NPK-удобрения, химический и солевой состав, физико-химическтие свойства.

Аннотация: Фосфорит унига икки босқичли ишлов бериш тавсия этилган, бунда 1-босқичда фосфоритнинг бир қисми 122°С ҳароратда концентрланган фосфор кислотаси ва сувсиз кальций сульфат кристалларини ҳосил қилишни таъминлайдиган стехиометрик сарфдаги концентраланган сульфат кислота (93% дан кам эмас) билан ишлов берилади. 2-босқичда, фосфор кислотаси қолган қисм фосфорит билан нейтраллаш орқали монокальцийфосфат ҳосил қилинади. Суперфосфат массасининг донадорланиш шароитини яхшилаш учун окатка жараёни маълум миқдордаги сув иштирокида амалга оширилади.

Калит сўзлар: ювиб қуритилган концентрат, сульфат кислотаси, оддий суперфосфат, РК-, NP- ва NPK-ўғитлари, кимёвий ва тузли таркиб, физик-кимёвий хоссалар.

Abstract: A two-stage treatment of phosphorite flour is proposed, where at the first stage one part of phosphorite is treated with a stoichiometric consumption of concentrated sulfuric acid (at least 93%), which ensures the formation of concentrated phosphoric acid and crystals of anhydrous calcium sulfate at a temperature of 122°C. In the second stage, phosphoric acid is neutralized by the remainder of the phosphorite to form monocalcium phosphate. To improve the condition of granule formation of the superphosphate mass, the rolling process is carried out in the presence of a certain amount of water.

ISSN 3030-3907

Keywords: washed dried concentrate, sulfuric acid, simple superphosphate, PK, NP- and NPK-fertilizers, chemical and salt composition, physicochemical properties.

Введение

Изучены химические и солевые составы простого суперфосфата путем сернокислотной активации мытого сушеного концентрата и сложных удобрений на основе добавки хлорида калия и нитрата аммония к суперфосфатной массе. Найдена оптимальная норма серной кислоты, при которой получается продукты с относительным содержанием водорастворимой формы P_2O_5 более 50%. Суперфосфат в основном состоит из полугидрата сульфата кальция, моно- и дикальцийфосфатов, а также недоразложенного, но активированного фторкарбонатапатита. РК-удобрение кроме них содержит хлорид калия, ещё хлорида кальция, свидетельствующие о протекании процесса конверсии между монокальцийфосфатом и хлоридом калия. NPK-удобрение наряду с этими солями имеет ещё нитрат аммония и в незначительном количестве нитрата кальция. Показано, что добавление нитрата аммония и хлорида калия в состав простого суперфосфата значительно снижает гигроскопическую свойству последнего.

Освоенная до сегодняшнего дня технология производства простого аммонизированного суперфосфата на АО «Куконсуперфосфат заводи» включает в себя: разложение мытого сушеного фосконцентрата (МСК с содержанием 18-19% P_2O_5) из фосфоритов Центральных Кызылкумов серной кислотой концентрацией 60% при её норме от стехиометрии 100% и при температуре 70-75°С; камерное вызревание суперфосфатной массы в течение 1-1,5 ч. при температуре 115-120°С; складское дозревание в течение 6 суток при 3-х разовом перелопачивании; грануляцию и аммонизацию (влажность суперфосфата перед грануляцией 14-15%); сушку и рассев продукта [1].

Нами в работе [2] изучен состав суперфосфата, полученный на основе разложения МСК состава 18,22% P_2O_5; 47,28% CaO; 14,9% C_2O; $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 17,8% пониженными нормами H_2SO_4 (от 50 до 100% от стехиометрии на образование монокальцийфосфата). Следует отметить, что при низкой норме серной кислоты (а следовательно, меньшей свободной кислоты и большем отношении Т : Ж) получаемый суперфосфат обладает значительно лучшими физическими свойствами [3]. При этом несколько более низкое разложение фосфата и, как следствие, увеличенный расход фоссырья компенсируется экономией серной кислоты и нейтрализующих добавок. Пониженные нормы кислоты положительно сказываются и на состояние аппаратуры. Кроме того, благодаря низкой свободной кислотности суперфосфата не требуется длительного складского дозревания: процесс

ISSN 3030-3907

можно осуществлять камерно-поточной схемой, имеющей огромное преимущество перед камерной.

Результаты работы [2] показали, что с повышением нормы H_2SO_4 в продуктах повышается содержание усвояемых форм P_2O_5 и CaO, а содержание общей формы P_2O_5 снижается. Оптимальной нормой серной кислоты для обработки МСК можно считать 60% от стехиометрии, так как при этой норме относительное содержание водорастворимой формы P_2O_5 в продуктах превышает 50%. При норме и концентрации H_2SO_4 60% мы имеем продукт с содержанием $P_2O_{5общ.}$ 13,48%; $P_2O_{5усв.}$ по лимонной кислоте : $P_2O_{5общ.}$ = 79,4%; $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 54,5%; pH = 2,93. Такой продукт также представляет интерес в качестве промежуточного продукта при получении РК- и NPK-удобрений.

С целью получения РК- и NPK-удобрений к влажной суперфосфатной массе, полученной при норме 60% от стехиометрии были добавлены хлорид калия и аммиачная селитра. При РК-удобрении с соотношением P_2O_5 : K_2O = 1 : 1; 1 : 0,7; 1 : 0,5 и 1 : 0,3 содержат от 10,33 до 12,99% $P_2O_{5общ.}$, от 10,30 до 3,91% K_2O, $P_2O_{5усв.}$ к $P_2O_{5общ.}$ от 76,1 до 82,3%, $P_2O_{5водн.}$ по отношению к $P_2O_{5общ.}$ от 49,4 до 51,4% и имеют прочность гранул от 2,75 до 3,03 МПа, что соответствует требованиям сельского хозяйства. Хорошие как по составу, так и по свойствам имеют NPK-удобрения с соотношением питательных элементов N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1. При соотношении N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 0,7 : 0,5 удобрение содержит 11,43% N; 8,49% $P_2O_{5общ}$; 5,60% K_2O, сумма питательных элементов 25,52%, $P_2O_{5усв.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 86,1%, $P_2O_{5водн.}$: $P_2O_{5общ.}$ = 57,6%; $CaO_{общ.}$ 19,92%, $CaO_{усв.}$: $CaO_{общ.}$ = 94,8 % и имеет прочность гранул 5,78 МПа.

В настоящей работе изучен фазовый состав простого суперфосфата, полученный при норме серной кислоты – 60%, а также РК- и NPK-удобрений, полученных при массовых соотношениях P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 и N:P_2O_5:K_2O = 1:1:1 соответственно. Фазовый состав данных продуктов изучался рентгенографическим методом анализа. Анализ проводили на дифрактометре ДРОН-3.0 на отфильтрованном кобальтовом излучении, при напряжении на счетчике 30 kV, анодный ток через трубку 20 мА, скорость вращения диска счётчика 2 град/мин. Расшифровка рентгенограмм производилась по американской картотеке ASTM и по рентгенометрическому определителю минералов Михеева [4, 5]. Результаты представлены на рис. 1.

ISSN 3030-3907

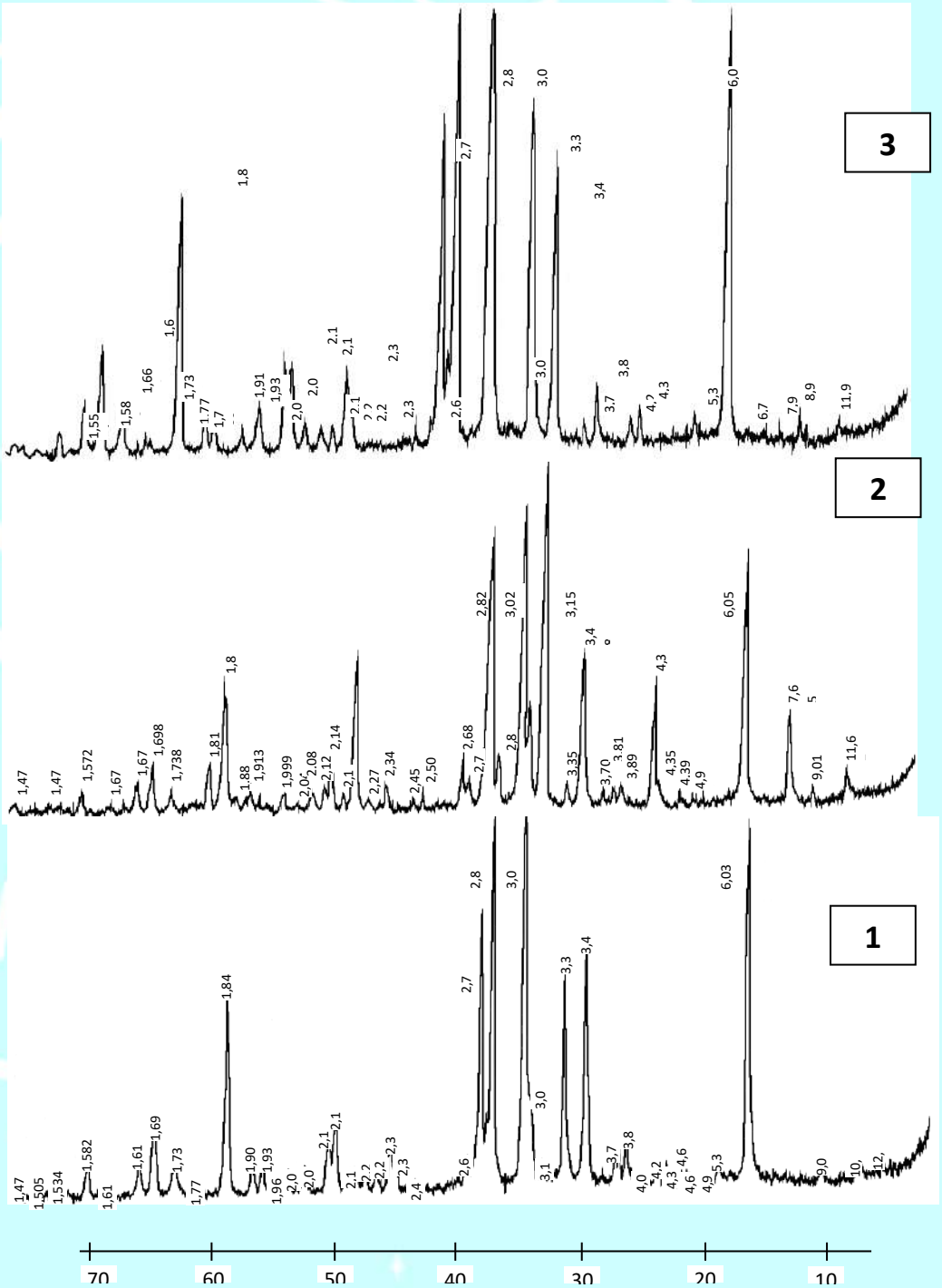


Рис-1. Рентгенограмма простого суперфосфата (1), фосфорнокалийного (2) и азотнофосфорнокалийного (3) удобрений на основе простого суперфосфата, аммиачной селитры и хлорида калия.

На рентгенограмме простого суперфосфата (образец-1) мы видим, что продукт в основном состоит из полугидрата сульфата кальция (6,03; 3,48; 3,01; 2,33; 2,12-2,14; 1,85А^0) монокальцийфосфата (11,8; 4,95; 3,89; 3,73; 2,00; 1,96А^0) и дикальцийфосфата (3,33; 2,75А^0). Полосы 3,15; 2,80; 2,68; 2,24; 1,94; 1,74А^0 свидетельствуют о присутствии некоторого количества недоразложенного фторкарбонатапатита, но он изменил свою структуру в сторону активации. Второй образец, полученный на основе простого

ISSN 3030-3907

суперфосфата и хлорида калия, кроме вышеуказанных соединений содержит хлорид калия (3,14; 2,21; 1,81; 1,57A^0). А появление в нем полос 4,35; 3,05; 2,82; 2,34A^0 говорит о протекании процесса конверсии между монокальцийфосфатом и хлоридом калия с образованием хлорида кальция. Азотнофосфорнокалийное удобрение (образец-3), полученное смешением суперфосфатной массы, хлорида калия и аммиачной селитры наряду с этими солями содержит ещё нитрат аммония и в незначительном количестве нитрат кальция.

Далее изучены физико-химические свойства простого суперфосфата, азотнофосфорного ($N:P_2O_5$ = 1:1) и азотнофосфорнокалийного ($N:P_2O_5:K_2O$ = 1:1:1) удобрений, полученных при оптимальных условиях.

Гигроскопические точки удобрений определяли эксикаторным методом [6] при температуре 25°С для гранул размером 2-4 мм. Исходная влажность первого образца составляет 1,18%, второго – 0,86% и третьего – 0,87%. Значения гигроскопических точек для исследуемых удобрений оказались равными: для образца 1 – 76%, для образца 2 – 60% и для образца 3 – 57%. Судя по гигроскопическим точкам, можно сказать, что простой суперфосфат в условиях нашего региона, где среднегодовая относительная влажность воздуха равна 60%, а максимальная среднемесячная 74%, практически не должна увлажняться. Но последние два вида продукта имеют низкую гигроскопическую точку. Это объясняется наличием в их составе сильно гигроскопических веществ - нитрата и хлорида кальция. Второй относится к гигроскопичным, а третий к сильно гигроскопичным веществам. Исходя из гигроскопичности простой суперфосфат (первый образец) можно хранить и перевозить навалом, а азотнофосфорное и азотнофосфорно-калийное удобрения, полученные на основе продуктов сернокислотного разложения, нитрата аммония и хлорида калия, следует в затаренном виде.

Сорбционная влагоемкость указывает на то максимальное количество поглощенной влаги, при котором удобрение сохраняет свой внешний вид и рассыпчатость. Мы сорбционную влагоемкость удобрений определяли при относительных влажностях воздуха 54,5, 57,5, 62, 68, 74, 86 и 100%. Так как гигроскопическая точка простого суперфосфата равнялась 76%, сорбционные свойства этого образца изучили только при относительных влажностях воздуха 68, 74, 86 и 100% Результаты приведены на рис. 2.

ISSN 3030-3907

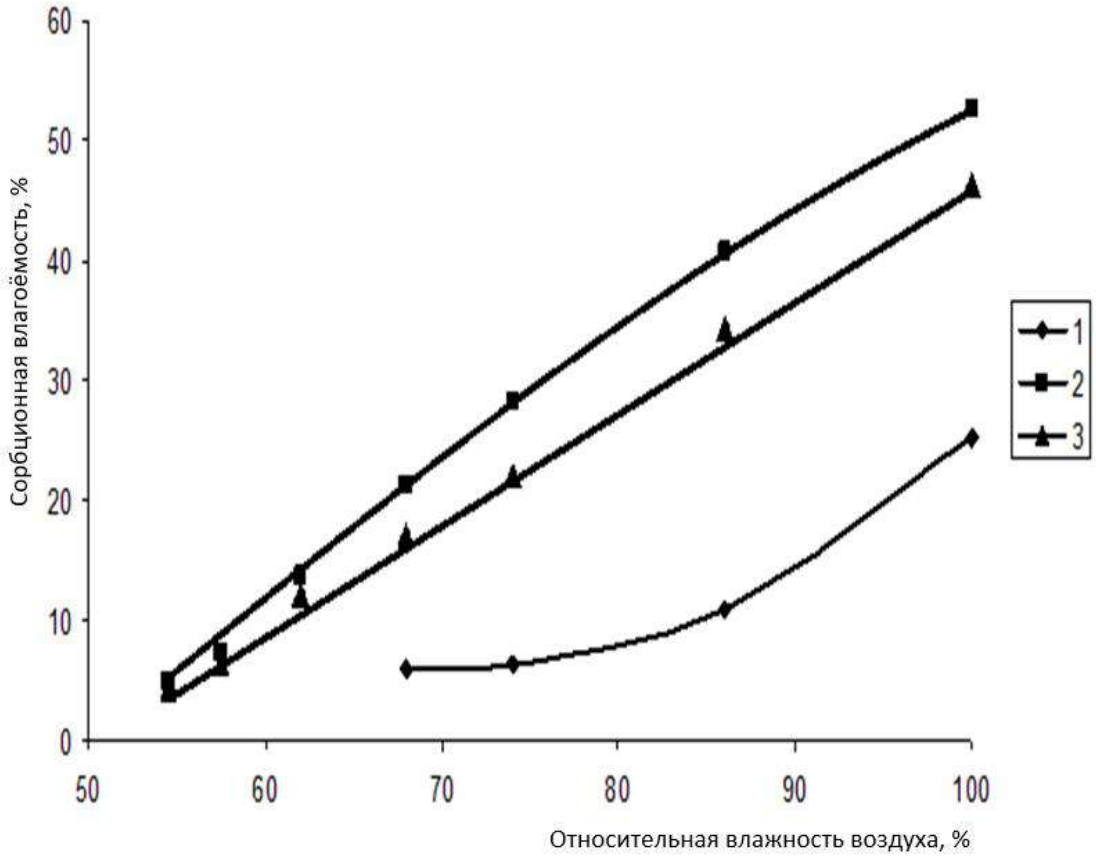


Рис-2. Зависимость сорбционной влагоёмкости простого суперфосфата (1), азотнофосфорного (2) и азотнофосфорнокалийного (3) удобрений от относительной влажности воздуха.

Из рисунка видно, что первый образец даже при относительной влажности воздуха 74% практически не поглощает влагу. При этом продукт хотя набирает 5,27% воды, но это на свойства продукта совсем не влияет. К нашему удивлению, простой суперфосфат, то есть полученный на основе разложения МСК неполной нормой серной кислоты при 86 %-ной относительной влажности воздуха поглощает всего 9,84% воды. Но, несмотря на это гранулы сохраняют свой первоначальный вид и остаются рассыпчатыми. Лишь при относительной влажности воздуха 100% набрав около 24% влаги гранулы комкуются, сохраняя свою первоначальную форму.

В отличие от первого образца, второй и третий образцы начинают сорбировать влагу при относительно низких влажностях воздуха. Так, второй образец из суперфосфата и аммиачной селитры при влажности воздуха 62% продукт набирает 12,16% воды, в результате чего значительно сокращается способность гранул к рассеву. А при влажностях воздуха 54,5 и 57,5% в нем небольшой прирост влаги – 3,5 и 5,4%, соответственно, но это никак не сказывается на физические свойства продукта. При влажности воздуха 68%,

ISSN 3030-3907

как следовало ожидать, количество сорбируемой воды значительно увеличивается, то есть содержание влаги в нем достигает порядка 22,12%. Естественно, при таком содержании влаги гранулы слеживаются. На самом же деле гранулы начинают терять рассыпчатость при достижении влагосодержания 13-14%. При влажностях воздуха 86 и 100% с достижением влажности 29-30% гранулы продукта начинают распадаться, а при последующем прибавлении влаги образуют насыщенный раствор.

В третьем образце, состоящий из суперфосфата, нитрата аммония и хлорида калия в аналогичных условиях наблюдается такая же картина, как во втором образце. Только в этом продукте сорбция воды значительно больше, чем в предыдущей. Благодаря чему качество продукта начинается ухудшаться только при содержании влаги 15-16%.

На рис. 3-5 приведены кинетические кривые сорбции паров воды гранулами удобрений в изотермических условиях при 25^0C.

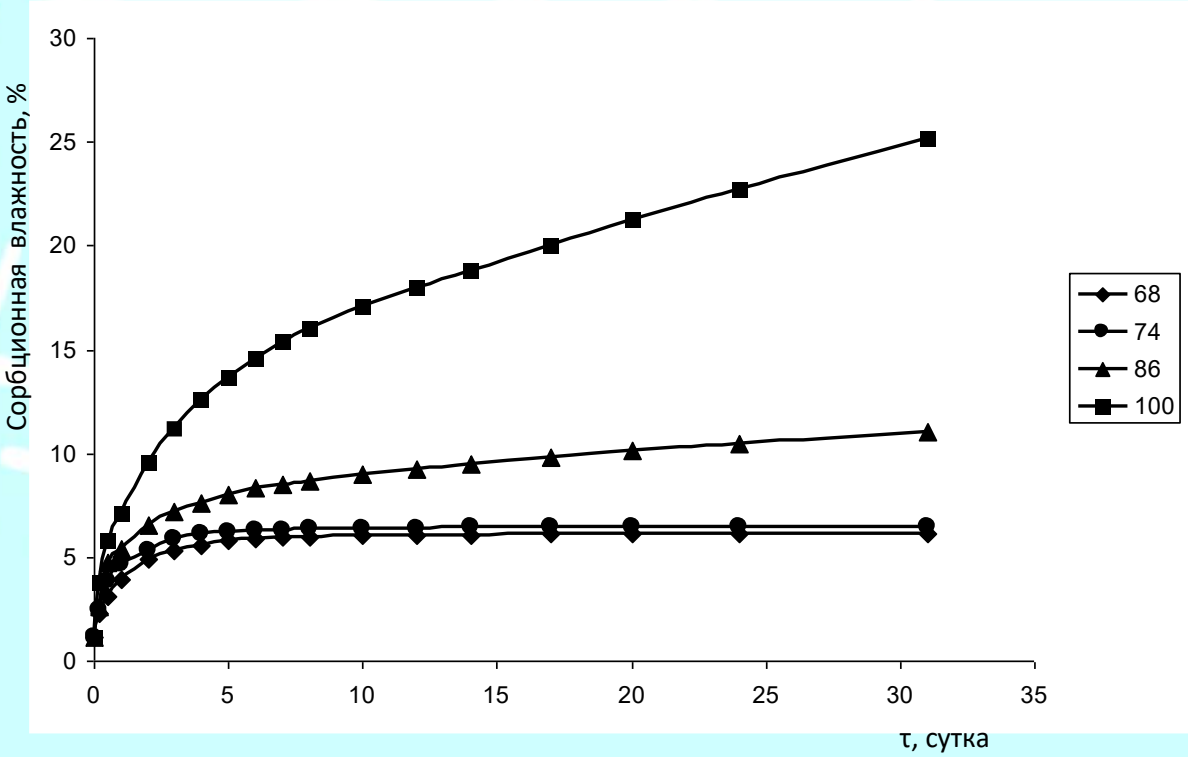


Рис-3. Кинетика сорбции паров воды гранулами простого суперфосфата, полученного разложением мытого фосфоконцентрата Центральных Кызылкумов неполной нормой серной кислоты.

ISSN 3030-3907

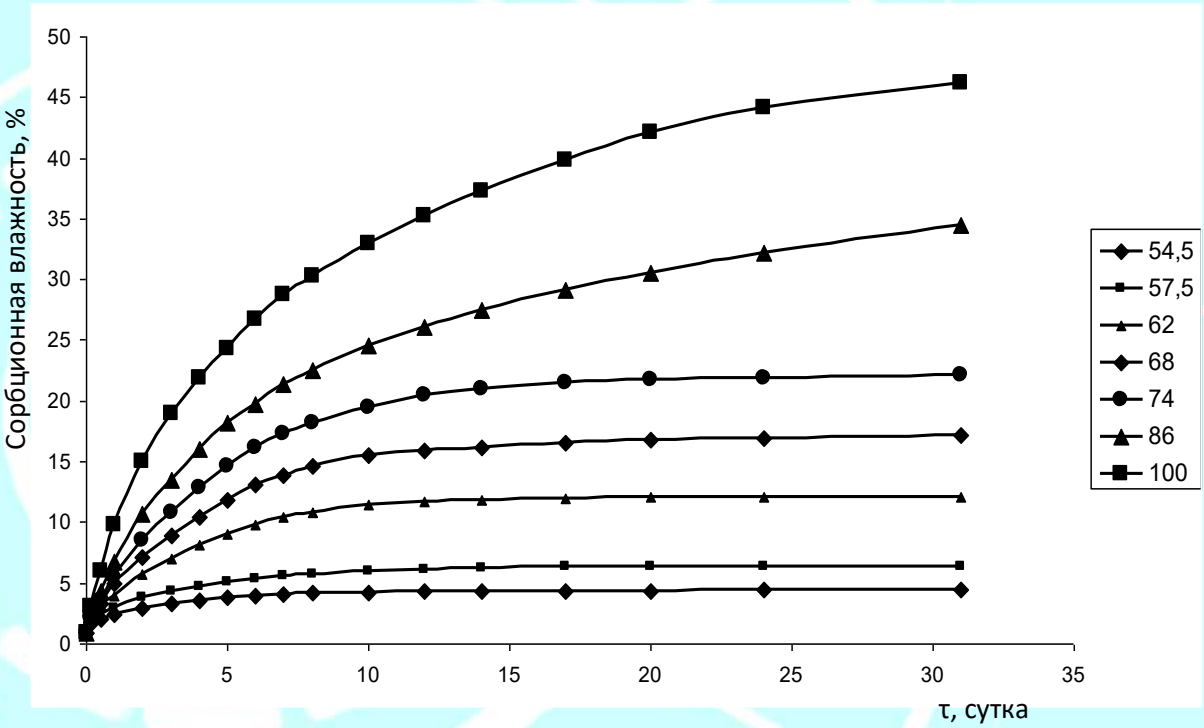


Рис-4. Кинетика сорбции паров воды гранулами NP-удобрения, полученного на основе простого суперфосфата и нитрата аммония при соотношении N : P_2O_5 = 1 : 1.

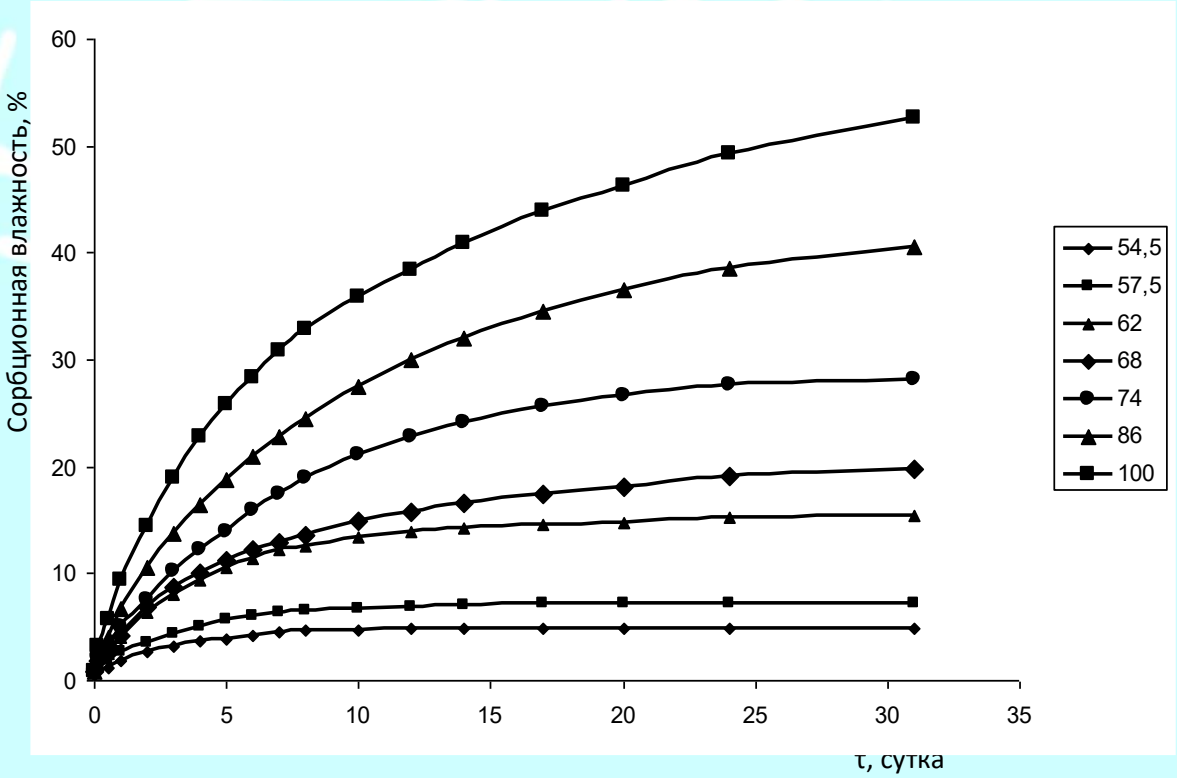


Рис. 5. Кинетика сорбции паров воды гранулами NPK удобрения, полученного на основе простого суперфосфата, нитрата аммония и хлорида калия при соотношении N : P_2O_5 : K_2O = 1 : 1 : 1.

Из них видно, что для первого и второго образца при относительной влажности воздуха 54,5 и 57,5% равновесие наступает через 5-6 суток, а при

ISSN 3030-3907

влажности воздуха 62% через 10 суток. При влажности воздуха 68 и 74% для первого образца равновесие практически наступало через трое суток, а для второго и третьего – только через 15 суток. Следует отметить, что при относительной влажности воздуха 80% для второго и третьего образца равновесие устанавливалось чрезвычайно медленно, даже за месяц не доходило до стабильного состояния. Однако для первого образца равновесие наступает через 20 суток. В условиях 100 %-ной влажности воздуха для всех образцов равновесие не достигалось на протяжении всего периода испытаний.

Результаты экспериментов показывают, что все эти продукты обладают высокой влагоемкостью, до содержания влаги 15% практически не слеживаются, особенно первый образец сохраняет своё первоначальное физическое свойство даже при влагосодержании 20%. Добавление нитрата аммония и хлорида калия в состав простого суперфосфата значительно снижает его гигроскопическое свойство.

Таким образом, результаты лабораторных исследований убедительно свидетельствуют о принципиальной возможности получения РК-, NP- и NPK-удобрений с повышенной прочностью гранул путем смешения хлорида калия либо смеси хлорида калия с аммиачной селитрой с продуктами сернокислотного разложения МСК из фосфоритов Центральных Кызылкумов. Технологию получения данных удобрений можно осуществить на базе оборудования производства простого аммонизированного суперфосфата, минуя стадии дозревания и аммонизации. Предложенный способ получения новых видов комплексных удобрений позволит снизить норму дефицитной серной кислоты на получении 1 тонны P_2O_5 по сравнению с простым аммонизированным суперфосфатом на 30-40 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Таджиев С.М., Беглов Б.М. Разработка технологии простого аммонизированного суперфосфата из фосфоритов Ташкура камерным способом // Химическая промышленность. – 2002, № 7, с. 7-10.
2. Турдиалиев У.М., Сейтназаров А.Р., Намазов Ш.С., Беглов Б.М. Получение фосфорно-калийных и азотно-фосфорно-калийных удобрений на основе простого суперфосфата, хлорида калия и аммиачной селитры // Доклады академии наук Республики Узбекистан. – 2011. - №4. - С. 49-53.
3. Алосманов М.С., Курбанов А.Ш., Мирзаев Ф.М., Кармышов В.Ф., Ибрагимова С.М. Физико-химическая интерпретация процесса разложения апатита при пониженных нормах серной кислоты // Узбекский химический журнал. – 1984, №4, с. 3-6.

ISSN 3030-3907

4. Американская картотека ASTM. Diffraction Data cards and Alphabetikal and Group Numerical Index of X-Ray Diffraction Data. / Изд-во Американского общества по испытанию материалов. Нью-Йорк. 1973.
5. Михеев В.И. Рентгенометрический определитель минералов. В 2-х томах. – М., 1957 г, т.1. – 868 с.
6. Пестов Н.Е. Физико-химические свойства зернистых и порошкообразных химических продуктов. – М.: Изд-во АН СССР. 1947. 239 с.

ISSN 3030-3907

«ФИТОГОРМОНЛАР КОМБИНАЦИЯСИ (6-BENZYLAMINOPURINE, GIBBERELLIC ACID, INDOLE-3-BUTYRIC ACID, A-NAPHTHALENEACETIC ACID) ТАЪСИРИДА ДОРИВОР АНОР (*PUNICA GRANATUM L.*) МИКРОКЎЧАТЛАРИНИНГ ШОХЛАНИШИ ВА РИЗОГЕНЕЗ ЖАРАЁНЛАРИНИ ОПТИМАЛЛАШТИРИШ ҲАМДА АПИКАЛ ВА ЛАТЕРАЛ КУРТАКЛАР АСОСИДА IN VITRO МИКРОКЛОНЛИ КЎПАЙТИРИШ ТЕХНОЛОГИЯСИНИ РИВОЖЛАНТИРИШ»

Ахмедов Бехзод Хабибулла ўғли

Самарқанд давлат тиббиёт университети

Аннотация. Ушбу тадқиқот доривор анор (*Punica granatum L.*) навларини **in vitro** шароитида микроклонли кўпайтириш технологиясини такомиллаштиришга қаратилган. Тадқиқотда апикал ва латерал куртаклар эксплант сифатида танланиб, Murashige & Skoog (MS) ва Woody Plant Medium (WPM) сунъий озуқа муҳитларида стандарт культура шароитида ўстирилди. Озуқа муҳитлари таркибига турли концентрациядаги фитогормонлар (BAP, GA_3, IBA ва NAA) қўшилиб, уларнинг микроновдалар ҳосил бўлиши, шохланиш ва ризогенез жараёнларига таъсири баҳоланди. Натижаларга кўра, BAP (1,0 мг/л) ва GA_3 (0,5 мг/л) комбинацияси шохланишни жадаллаштириб, микроновдалар сони ва узунлигини оширди. Илдиз ҳосил бўлишида MS муҳитида IBA (1,0 мг/л) ва NAA (0,1 мг/л) энг юқори самарадорликни кўрсатди. Навлар орасида морфогенетик жавоб фарқлари аниқланиб, бу ҳолат генотип хусусиятлари билан боғлиқ эканлиги қайд этилди. Олинган натижалар доривор анорни тез ва сифатли кўпайтириш учун илмий ва амалий аҳамиятга эга.

Калит сўзлар: ин vitro микроклонал кўпайтириш, доривор анор, Пуниса гранатум Л, фитогормонлар комбинацияси, 6-бензиламинопурин (БАП), гиббереллис кислота ($ГА_3$), indol-3-бутирик кислота (ИБА), α-нафталинуксус кислота (НАА), микрокўчатлар, шохланиш жараёни, ризогенез

Аннотация. Данное исследование направлено на совершенствование технологии микроклонального размножения лекарственного граната (*Punica granatum L.*) в условиях **in vitro**. В качестве эксплантов использовали апикальные и латеральные почки, которые культивировали на питательных средах Murashige & Skoog (MS) и Woody Plant Medium (WPM) при стандартных условиях выращивания. В состав питательных сред вводили различные концентрации фитогормонов (BAP, GA_3, IBA и NAA) с целью оценки их влияния на процессы побегообразования, ветвления и ризогенеза. Установлено, что комбинация BAP (1,0 мг/л) и GA_3 (0,5 мг/л) значительно усиливает формирование микропобегов, увеличивая их количество и длину. Наиболее эффективное корнеобразование отмечено на среде MS с добавлением IBA (1,0 мг/л) и NAA (0,1 мг/л). Выявлены сортоспецифические различия морфогенетического ответа, обусловленные генотипическими

ISSN 3030-3907

особенностями. Полученные результаты имеют важное значение для биотехнологического размножения и сохранения ценных лекарственных сортов граната.

Ключевые слова: микроклональное размножение in vitro, гранат лекарственный, Punica granatum L, комбинация фитогормонов, 6-бензиламинопурин (BAP), гиббереллиновая кислота (GA_3), индол-3-масляная кислота (IBA), α-нафталиноксусная кислота (NAA), микросхемы, процесс ветвления, ризогенез

Abstract. This study aimed to improve the **in vitro** microclonal propagation technology of medicinal pomegranate (*Punica granatum L.*). Apical and lateral buds were used as explants and cultured on Murashige & Skoog (MS) and Woody Plant Medium (WPM) under standard growth conditions. Different concentrations of plant growth regulators (BAP, GA_3, IBA, and NAA) were applied to evaluate their effects on shoot induction, branching, and rhizogenesis. The results demonstrated that the combination of BAP (1.0 mg/L) and GA_3 (0.5 mg/L) significantly enhanced shoot proliferation by increasing the number and length of microshoots. The highest rooting efficiency was observed on MS medium supplemented with IBA (1.0 mg/L) and NAA (0.1 mg/L). Genotype-dependent differences in morphogenetic response were identified among the studied cultivars. The obtained results are of scientific and practical importance for the rapid propagation and conservation of valuable medicinal pomegranate genotypes.

Keywords: in vitro microclonal augmentation, medicinal pomegranate, Punica granatum L, phytohormone combination, 6-benzylaminopurine (BAP), gibberellic acid (GA_3), indole-3-butyric acid (IBA), α-naphthalinoxus acid (NAA), microcircuits, branching process, rhizogenesis

Кириш.

Тадқиқотда доривор анор ўсимлигини *in vitro* шароитида микроклонли купайтириш учун ўсимликнинг апикал ва латерал куртаклари танлаб олинди. Ўсимлик эксплантларини 500 млли шиша идишларга 50±5 мл дан тақсимланган МС озуқа мухитига жойлаштирилди ва культура стандарт шароитда (+20...+25°С харорат, сутка давомида 16 соатлик ёритилиш ва 8 соат коронгу шароитда 6 хафта давомида) инкубацияга кўйилди. Озуқали мухит таркибига BAP нинг киритилиши апикал ва латерал куртакларда микроновдалар хосил бўлишини тезлаштирди. Озуқа мухати таркибига BAP 1.0 мг/л микдорда хамда GA3 0.5 мг/л микдорда киритилганда барча навларда 2-6 та куртакка эга булган новдаларнинг пайдо бўлиши кузатилди. Ўтказилган тажрибаларда хар иккала озуқа мухити (МС ва WPM) га BAP ва GA3 дан қўшилганда куртак ва поянинг ривожланишида ижобий кўрсаткичлар кузатилди. GA3 микдорининг ортиши эксплантларда бўғим оралиғи нисбатан кенг бўлган микроновдаларни ривожланишини тезлаштирди. Илдиз ҳосил бўлиши (ризогенез) жараёнида MS озуқа

ISSN 3030-3907

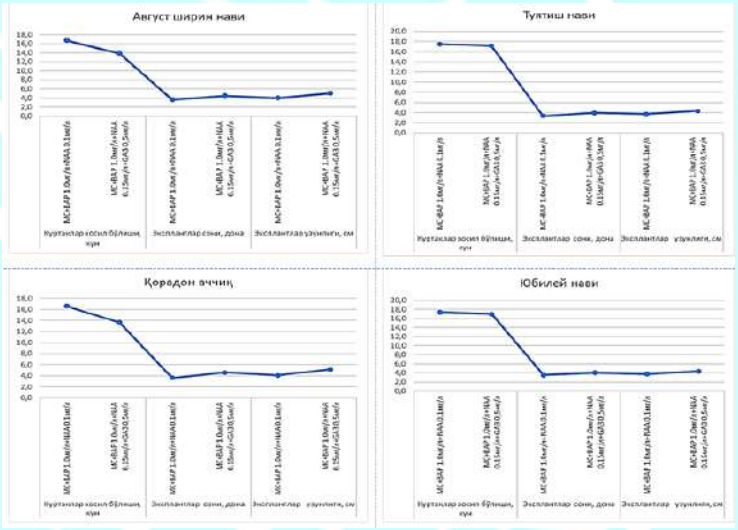
муҳитида 1,0 мг/л IBA ва 0,1 мг/л NAA комбинацияси энг самарали деб топилди. Ушбу вариантда барча навларда илдиз ҳосил бўлиши 100% ни ташкил этди, илдизлар сони ва узунлиги юқори кўрсаткичларга эришди. WPM муҳитида ҳам ризогенез кузатилган бўлса-да, морфологик ва статистик жиҳатдан MS муҳити устун эканлиги аниқланди. Умуман олганда, анорни in vitro шароитида микроклонли кўпайтириш самарадорлиги озуқа муҳити таркиби, фитогормонлар тури ва концентрацияси ҳамда нав генотипига бевосита боғлиқ эканлиги исботланди. Олинган натижалар доривор анор навларини тез ва сифатли кўпайтириш, соф генотипли кўчатлар олиш ва амалиётга жорий этиш учун муҳим илмий ва амалий аҳамиятга эга.

ТАДКИКОТ ОБЪЕКТИ ВА ПРЕДМЕТИ. Геномика ва биоинформатика маркази ҳузуридаги Трансгеномика ва тўқималар культураси лабораториясининг дала тажриба майдонида парвариш қилинаётган анорнинг маҳаллий навлари (Қозоқи, Туятиш, Қайин анори ва Дашнабод) танлаб олинди. **In vitro** шароитида етиштириш жараёнларини ўз ичига олиб, унда маҳаллий анор генотипларига мос сунъий озуқа муҳитлари таркибини аниқлаш, эксплантларнинг регенерация (пролиферация) қобилиятини баҳолаш ҳамда ҳосил бўлган микроновдаларда илдиз ҳосил бўлиши ва ривожланишини (ризогенез) таъминлайдиган ўсишни бошқарувчи моддалар (фиторегуляторлар)нинг тури ва оптимал концентрацияларини ишлаб чиқишга қаратилди.

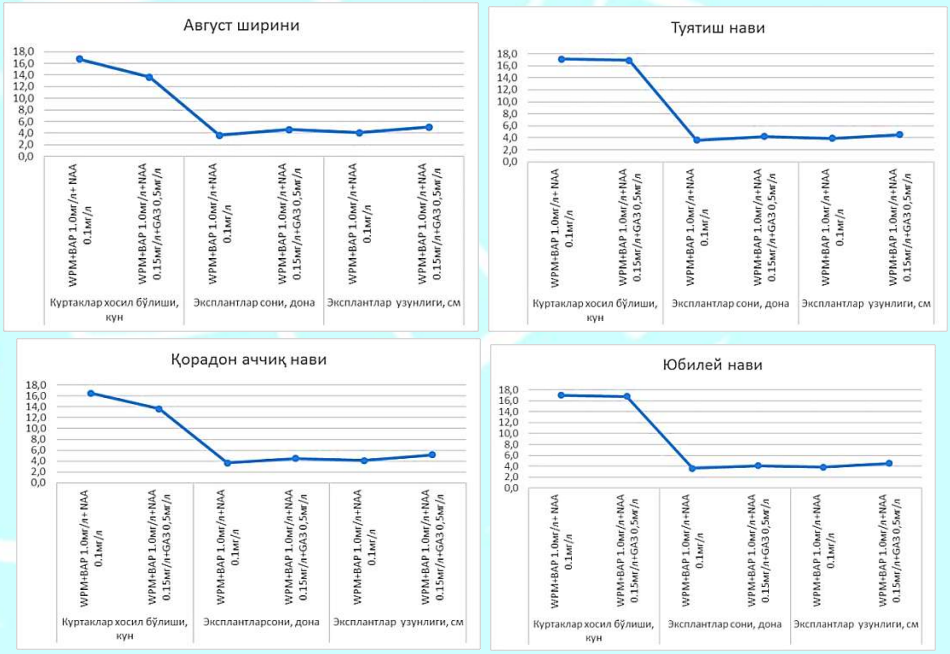
ТАДҚИҚОТ НАТИЖАЛАРИ ВА МУҲОКАМАСИ.

Тажрибамизнинг 1-вариант биринчи токрори МС сунъий озуқа муҳитида ўстирувчи моддалар – 1.0 мг/л (BAP) ва 0.1 мг/л (NAA) таъсирида тажриба навлари эксплантлариниг барчасида микроновдалар хосил бўлиши нисбатан суст эканлиги кузатилди. Тажрибанинг иккинчи такрори МС озуқа муҳити таркибига 1.0 мг/л (BAP) ва 0.1 мг/л (NAA) ва 0,5 мг/л (GA3) нинг киритилиши тажриба навларининг барчасида новдалар хосил бўлиш куни, сони ва узунлиги биринчи вариантга нисбатан мос равишда 2-3 кунга қисқариши, микроновдаларнинг 2-3 тага кўплиги ва 1-2.5 см га узунлиги билан фарқ қилди. Август ширини ва Қорадон аччиқ навларида шохланиш жараёни Туятиш ва Юбилей навларига нисбатан куннинг қисқалиги (2.0-4.0), куртаклар сонининг нисбатан кўплиги (2.0-2.5), ва эксплант узунлиги (1.5-2.0 см) га фарқ қилди (1- Расм).

ISSN 3030-3907



1-Расм. МС озуқа мухитида тажриба навлари эксплантларининг фиторегуляторлар таьсирида ривожланиши. * t-Test: (P<0,001).

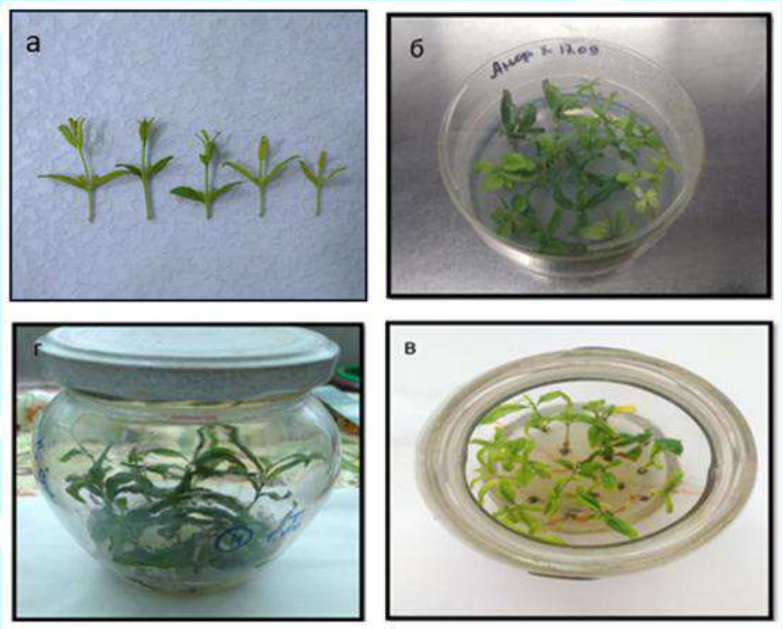


2-Расм. WPM озуқа мухитида тажриба навлари эксплантларининг фиторегуляторлар таьсирида ривожланиши. * t-Test: (P<0,001).).

Тажрибамизнинг 2-вариант биринчи такрори WPM озуқа муҳити таркибига 1.0 мг/л (BAP) ва 0.1 мг/л (NAA) киритилиши натижасида эксплантларда микроновдалар хосил бўлиши, худди шундай таркиб ва концентрациядаги ўстирувчи моддалар киритилган МС озуқа муҳитида эксплантларга нисбатан Август ширини ва Қорадон аччиқ навларида юқори, Туятиш ва Юбилей навларида эса пастроқ эканлиги кузатилди. Аммо иккинчи токрор 1.0 мг/л (BAP) ва 0.1 мг/л (NAA) ва 0,5 мг/л (GA3) таъсирида, Август ширини ва Қорадон аччиқ навларида куртак хосил бўлиши бир кунга олдинроқ, эксплантлар сони 1.0-2.0 тага кўп ва узунлиги 1.0-1.5 см гача юқори эканлиги кузатилди (2-Расм).

ISSN 3030-3907

Туятиш ва Юбилей навлари WPM сунъий озуқа муҳитида ривожланиши суст эканлиги тажриба учун танлаб олинган ўстирувчи модда (цитокинин) ни ўзгартириш ёки озуқа таркибига қўшимчалар киритишни талаб қилади.

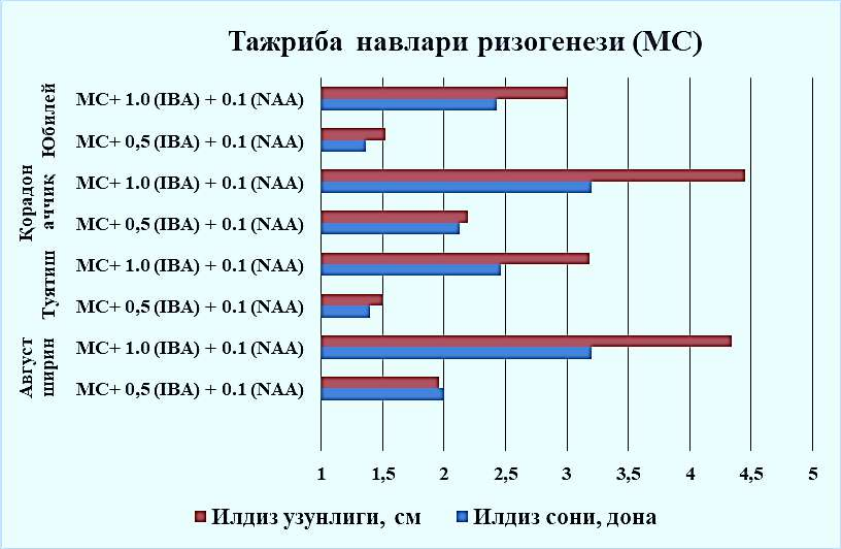


3-Расм. Тажриба навлари шохлатиш жараёнига цитокининлар (BAP, NAA ва GA3) таъсири. а) апикал ва латерал куртаклар б) микроўсимликларни янги озуқага кўчириб ўтказиш в,г) микроўсимликларни шохлатиб кўпайтириш

Олиб борилган кузатишларимиз натижасида озуқа таркибида цитокинин концентрациясининг ортиши ва камайиши микроўсимликларнинг шохланиш вақти оралиғининг қисқаришига, новдачаларнинг сон жихатдан миқдорининг ва узунлигининг ортишига салбий таъсир кўрсатади. Шунинг учун олиб борилган тадқиқотларда цитокининлар тури, миқдор ва концентрациясини тоғри танлаб олиш энг мухим кўрсаткич эканлиги исботланди (3-Расм).

Тадқиқот оъбекти сифатида танлаб олинган анорнинг Август ширини, Қорадон аччиқ, Туятиш ва Юбилей навлариниг хар биридан 30 тадан эксплант олиниб, MS ва WPM сунъий озуқалари таркибига илдиз ривожланиш (ризогенез) кўрсаткичларини текшириш мақсадида ўстишни бошқарувчи моддаларнинг (0.5-1.0 мг/л IBA, 0.1 мг/л NAA) турли концентрацияси қўшилиб тажрибалар ўтказилди.

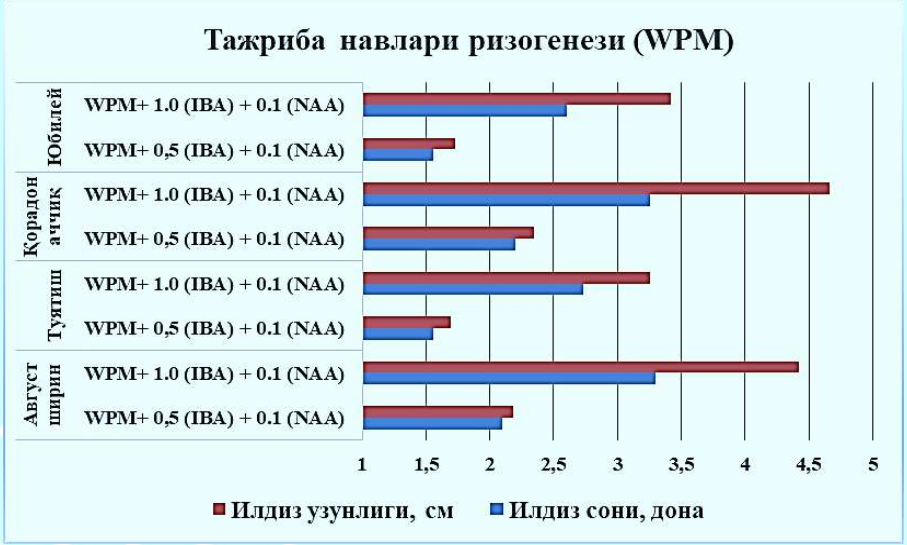
ISSN 3030-3907



4-Расм. МС озуқа муҳитида фиторегуляторлар таъсирида тажриба навларида илдиз хосил бўлиши ва ривожланиши (ризогенез).

Тажрибамизнинг 1-вариант биринчи такрорида MS сунъий озуқа муҳитида 0.5 мг/л IBA + 0.1 мг/л NAA концентрацияси таъсирида ризогенез жараёни жадаллашди танлаб олинган барча навларда илдиз хосил бўлиши Август ширини ва Қорадон аччиқ навларида 100 % ни, илдиз сони 2-3 тагача, илдиз узунлиги 2-2.5 см гача ортганлиги кузатилди. Анорнинг Туятиш ва Юбилей навларида эксплантларнинг 6.66 % да илдиз хосил бўлиши бир хафтага кечикди ва ривожланиши суст эканлиги кузатилди.

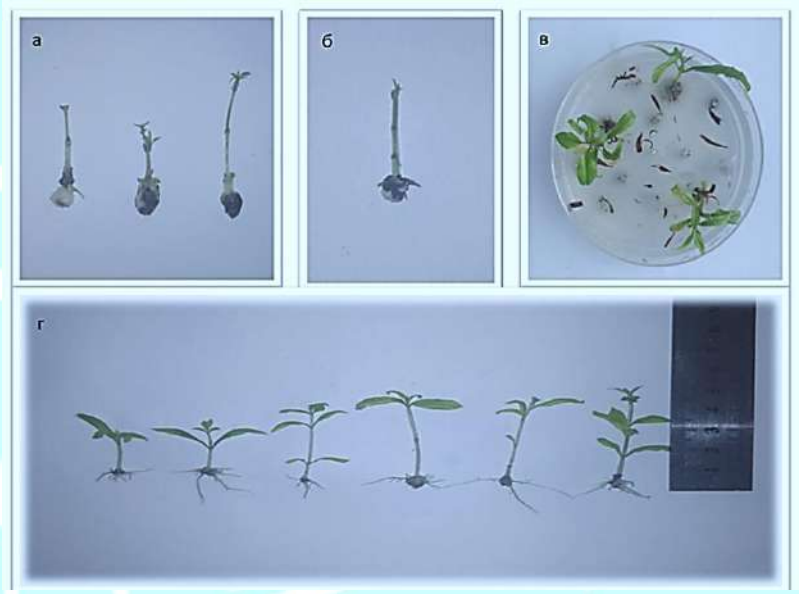
Тажрибининг 1-вариант иккинчи такрорида (1.0 мг/л IBA + 0.1 мг/л NAA) экспланларнинг барчасида илдиз хосил бўлиши 100%, илдизнинг сон жихатдан (2,0-4,0) ортишига олиб келди. Илдиз узунлиги 2,0-6,0 см, эксплант хажмига нисбатан аъло даражада ривожланганлиги кузатилди. Туятиш ва Юбилей навларида бу кўрсаткичлар нисбатан паст, аммо ривожланиши қониқарли деб бахоланди (4-Расм).



5-Расм. WPM озуқа муҳитида фиторегуляторлар таъсирида тажриба навларида илдиз хосил бўлиши ва ривожланиши (ризогенез).

ISSN 3030-3907

Тажрибамизнинг 2-вариант биринчи токрорида (1.0 мг/л IBA, 0.1 мг/л NAA) таъсирида тажриба навларининг барчасида ризогенез жараёни, MS сунъий озуқа муҳитида шундай таркиб ва концентрациядаги препарат қўлланилгандаги кўрсаткичлар билан деярли бир хил эканлиги аниқланди аммо иккинчи такрор натижалари Шунда таркиб ва концентрациядаги МС озуқа мухитида етиштирилган микроновдалар ризогенезига нисбатан морфологик (статистик) жихатдан нисбатан юқори эканлиги кузатилди (5-Расм). Тажрибалар натижасига кўра, хар иккала вариантда хам Туятиш ва Юбилей навларида ривожланиш нисбатан суст эканлиги қайд этилди.



6-Расм. Тажриба навлари ризогенезига ауксинлар таъсири (IBA, NAA).
а, б) 0.5 мг/л IBA + 0.1 мг/л NAA. **в, г)** 1.0 мг/л IBA, 0.1 мг/л NAA

Олиб борилган кузатишлар ва адабиёт тахлилларига асосланиб, навларнинг башқа озуқа ёки ауксинга эхтиёжи борлиги тахмин қилинди. Лекин анорни in vitro шароитида кўпайтиришда олиб борилган илмий ишлар билан солиштириш асосида тахлил қилинганда навларнинг ўсиш ва ривожланиши паст даражада эмаслиги аниқланди ва бу ўсимлик генотипи билан боғлиқ бўлиши мумкин (6-Расм).

ХУЛОСА

Ўтказилган тадқиқотлар натижасида доривор анор (Punica granatum L.) навларини in vitro шароитида микроклонли кўпайтириш учун апикал ва латерал куртаклар юқори регенерацион қобилиятга эга эканлиги аниқланди. Эксплантларни стандарт шароитда (20–25°C, 16 соат ёритилиш) MS ва WPM сунъий озуқа муҳитларида инкубация қилиш микроновдалар ҳосил бўлиши учун қулай муҳит яратди. Озуқа муҳити таркибига цитокинин (BAP) киритилиши микроновдалар ҳосил бўлишини жадаллаштириши исботланди. Айниқса, BAP 1,0 мг/л ва GA_3 0,5 мг/л комбинацияси барча тадқиқ этилган навларда куртаклар сони, новдалар узунлиги ва шохланиш даражасини

ISSN 3030-3907

сезиларли оширди. GA_3 концентрациясининг ортиши бўғим оралиқлари кенг бўлган микроновдалар ривожланишини тезлаштириши аниқланди. MS озуқа муҳитида BAP ва NAA комбинациясига GA_3 қўшилиши новдалар ҳосил бўлиш муддатини 2–3 кунга қисқартириб, микроновдалар сони ва узунлигини оширди. Август ширини ва Қорадон аччиқ навлари микроклонли кўпайтиришга энг юқори жавоб реакциясини намоён этди, Туятиш ва Юбилей навларида эса ривожланиш нисбатан суст бўлиб, бу ҳолат генотип хусусиятлари билан боғлиқ эканлиги кузатилди. WPM озуқа муҳитида ҳам фитогормонлар таъсири ижобий натижа берган бўлса-да, айрим навлар учун бу муҳитнинг самарадорлиги пастроқ эканлиги аниқланди. Бу эса келгусида цитокинин тури ва концентрациясини ўзгартириш ёки озуқа муҳити таркибини оптималлаштириш зарурлигини кўрсатади.

ФОЙДАЛАНИЛГАН АДАБИЁТЛАР.

1. Розанов Б.С. Повышение морозостойкости граната. Бюллетень научнотехнич. информации Тадж. НИИСВ и СК, вып. 1, 1957, с. 55-59.
2. Розанов Б.С. Отбор урожайных клонов граната. Бюллетень научно-технич. информации Тадж. НИИСВ и СК, вып. 2, 1958, с. 19-24.
3. Кузнецов В.В. Плодовые культуры Ферганской долины. Ташкент, 1971.-54 с.
4. Кульков О.П. Культура граната в Узбекистане. Ташкент, 1983. - С. 14-26.
5. Сайдалиев У. Кувинский гранат. //Ж.Сельское хозяйство Узбекистана. - 1969.
6. Середкин С.А. О росте плода граната в период его созревания // Материалы научн.-мет.совещания по культуре граната. Ташкент, 1977. - С. 81-82.
7. Соколов А.К. О разнокачественности побегов у граната. //Тр. ин-та садоводства дикорастущая облепиха в Кыргызстане.
8. Lansky EP y Newman RA. 2007. Punica granatum (pomegranate) and its potential for prevention and treatment of inflammation and cancer. J Ethnopharmacol 109: 177–206.
9. Lee CJ, Chen LG, Liang WL y Wanga CC. 2010. Anti-inflammatory effects of Punica granatum Linne in vitro and in vivo. Food Chem 118: 315–322.
10. Seeram NP, Henning SM, Zhang Y, Suchard M, Li S y Heber D. 2006. Pomegranate Juice Ellagitannin Metabolites Are Present in Human Plasma and Some Persist in Urine for Up to 48 Hours. J Nutr 136: 2481-2485.
11. Syed DN, Afaq F y Mukhtar H. 2007. Pomegranate derived productsfor cancer chemoprevention. Sem Cancer Biol 17: 377–385.
12. Ozgen M., Durgaç C., Serçe S. and Kaya C., 2008. Chemical and antioxidant properties of pomegranate cultivars grown in the Mediterranean region of Turkey. In: Food Chemistry, 111, p. 703-706.

ISSN 3030-3907

13. Mena P, Garcia-Viguera C, Navarro-Rico J, Moreno D, Bartual J, Saura D, Marti N (2011). Phytochemical characterization for industrial use of pomegranate (Punica granatum L.) cultivars grown in Spain. J Sci Food Agric 91: 1893-1906.

ISSN 3030-3907

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ПНЕВМОМЕХАНИЧЕСКОЙ ПРЯЖИ ИЗ ХЛОПЧАТОБУМАЖНЫХ ОТХОДОВ

Ш.Р. Арипова
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности. PhD
С.Л.Матсимаилов
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности. DSc
У.Н.Юсупалиева
Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности. PhD
E-mail:sh.aripova71@mail.ru;
Tel: +9989 90 974-99-12

Аннотация. В работе исследована возможность получения пряжи линейной плотностью 49,2 текс (Ne 12) из 100 % прядомых волокнистых отходов пневмомеханическим способом. Рассмотрены технологические особенности переработки отходов на современном прядильном оборудовании. Изучено влияние состава сырья на структуру и свойства пряжи. Оценены основные показатели качества — разрывная нагрузка, удлинение и равномерность. Экспериментальные результаты показали, что пряжа из отходов обладает удовлетворительными эксплуатационными характеристиками. Пневмомеханический способ оправдан для переработки отходов. Полученная пряжа может использоваться в производстве технических и бытовых текстильных изделий. Работа способствует эффективному использованию сырья и повышению производительности производства.

Ключевые слова: отходы, волокно очиститель, волокно, чесальная машина, пряжа, пневмомеханическая прядильная машина, коэффициент вариации, относительная разрывная нагрузка, обрывность.

Annotatsiya. Илмий ишда 100% йигиришга яроқли пахта толали чиқиндиларидан чизиқий зичлиги 49,2 текс (Ne 12) бўлган ипни пневмомеханик усулда олиш тадқиқ қилинган. Чиқиндиларни замонавий йигириш ускуналарида қайта ишлашнинг технологик жиҳатлари кўриб чиқилган. Хомашё таркиби ипнинг тузилиши ва хоссасига таъсири ўрганилган. Асосий сифат кўрсаткичлари -узиш кучи, узайиши ва нотекислик — баҳоланган. Эксперимент натижалари шундан далолат берадики, чиқиндилардан олинган ип қониқарли эксплуатацион хоссаларга эга. Пневмомеханик усул чиқиндиларни қайта ишлашда мақбуллиги билан ажралиб туради. Олинган ип техник ва маиший тўқимачилик маҳсулотларида қўлланиши мумкин. Тадқиқот ресурслардан самарали фойдаланиш ва ишлаб чиқаришни оширишга хизмат қилади.

ISSN 3030-3907

Kalit so‘zlar: чиқинди, тола тозалагич, тола, тараш машинаси, ип, пневмомеханик йигириш машинаси, вариация коэхффициенти, нисбий узиш кучи, узилишлар сони.

Abstract. The study investigates the production of yarn with a linear density of 49.2 tex (Ne 12) from 100% spinnable cotton waste using the pneumomechanical spinning method. The technological aspects of processing waste on modern spinning equipment are considered. The influence of raw material composition on yarn structure and properties is examined. Key quality indicators, including breaking force, elongation, and evenness, are evaluated. Experimental results show that yarn from waste has satisfactory performance. The pneumomechanical method is effective for waste processing. The yarn can be used in technical and household textile products. The study contributes to efficient resource use and increased production performance.

Keywords: waste, fiber cleaner, fiber, carding machine, yarn, rotor spinning machine, coefficient of variation, relative breaking load, breakage.

Введение

Одним из эффективных способов снижения расхода сырья и повышения объёмов производства пряжи на хлопкопрядильных предприятиях является целенаправленное использование прядомых отходов. В мировой текстильной промышленности разработаны разнообразные технологии, обеспечивающие получение пряжи с различной долей отходов. В основном они ориентированы на выработку пряжи линейной плотностью 100–200 текс с применением хлопкового волокна низкого качества и добавлением до 50 % хлопчатобумажных отходов различных видов [1,2].

Вопросы технологии производства пряжи линейной плотности 50–70 текс из отходов до настоящего времени изучены недостаточно, что обусловлено ограниченными технологическими возможностями оборудования, эксплуатируемого на прядильных предприятиях. В последние годы на хлопкопрядильных фабриках Республики Узбекистан в результате модернизации и внедрения современного технологического оборудования существенно возросла производительность, а также расширились функциональные и технические возможности машин. Так, на ООО «TEXTILE FINANCE KHOREZM» в 2022 году среднемесячный выпуск одиночной пряжи превысил 1830 тонн. В связи с этим значительно обострилась проблема рациональной переработки производственных отходов, объём которых увеличивался пропорционально росту объёмов выпуска пряжи.

Традиционно большая часть хлопчатобумажных отходов в очищенном виде продается на сторону для использования в качестве мебельной ваты.

ISSN 3030-3907

Разработка технологии получения пряжи с максимальным процентным вложением отходов позволит организовать их эффективную переработку и получить дополнительную прибыль от реализации пряжи.

МЕТОДЫ

При анализе производственных данных ООО «TEXTILE FINANCE KHOREZM» а также свойств волокон в отходах различных видов, установлено, что в наибольшей степени для производства пряжи подходят отходы чесальных машин С-70 фирмы Rieter.

Отходы разрыхлительно-очистительного агрегата и чесальных машин С-70 предварительно очищают на фильтре “TEMSAN” (Турция), затем прессуются в кипах.

Прежде чем составлять сортировку обычно изучают показатели физико-механических характеристик волокна каждого компонента. Поэтому была изучена длины волокна, содержащегося в смешиваемых компонентах [3.4]. Рассмотрены волокнистые отходы: разрыхлительный орешек стандарт 3; чесальный орешек стандарт 7; шляпочный очес 11.

Для определения длины волокна в отходах был применен метод индивидуального промера. Для уменьшения ошибки до 3% общее число измеренных волокон было от 450 до 500 шт. Результаты испытаний обработаны по правилам математической статистики и получены распределения по длине волокон в образцах (Рис.1).

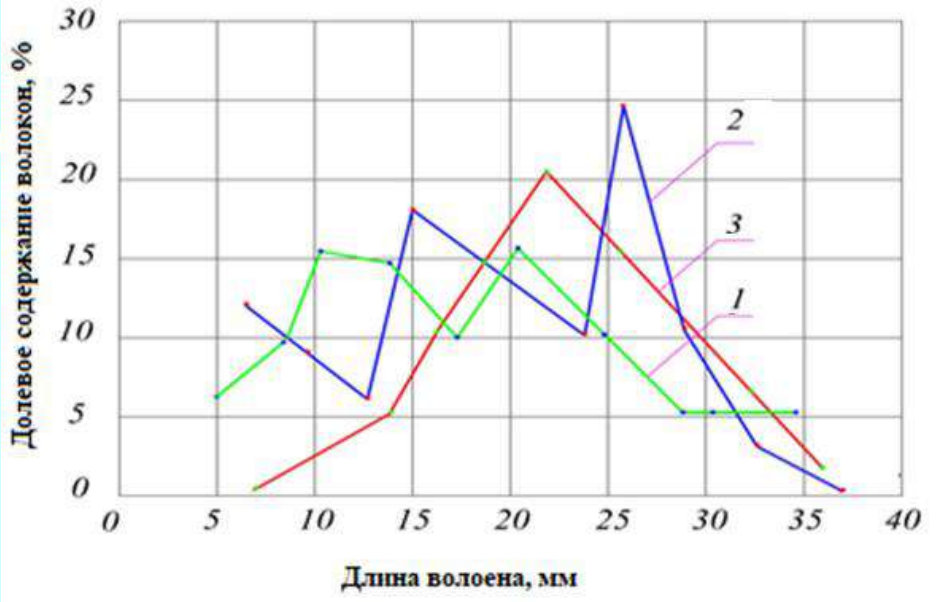


Рис.1. Фактическое распределение волокон в образцах (1 - разрыхлительный орешек стандарт 3; 2 - чёсальный орешек стандарт 7; 3 - шляпочный очёс стандарт 11)

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Как показывают распределения волокон по длине в отходах ст 3, ст 7 и ст 11 содержатся волокна длиной от свыше 5 мм до 35 мм. Следует отметить

ISSN 3030-3907

что в ст 3 волокна длиной более 20 мм составляет фактически свыше 15%. Таже самая картина наблюдается в ст 7 и ст 11, где волокна более 20 мм фактически составляют максимальную долю (более 20%), что превышает эту долю длины волокна ст 3 на 25%. Анализ номинальных показателей распределения длины показал, что доля максимальной длины составляет в обоих случаях 15%. Наличие длинных волокон в отходах показывает прядильную способность, следовательно, их возможно использовать как полноценное волокно.

В производственных условиях ООО "TEXTILE FINANCE KHOREZM" для получения пряжи из отходов производства выбрана кардная система прядения с поточной линией «кипа-лента», выпускающая ленту для питания пневмомеханических прядильных машин.

Очищенные отходы Ст 3, Ст.7 и Ст.11 проходят подготовку на разрыхлительно-очистительном агрегате фирмы Rieter. Состав агрегата следующие. Автоматический кипорыхлитель A 11 с конденсором A 21, одноцилиндровый очиститель B 12, метало искатель Jossi с приспособлением Mttal Detektor, Очиститель смесительная машина UniMix B 72, очистительная машина Uniflex B 60, обеспыливающая машина B 25 Waste Opener.

После прохождения процессов разрыхления и очистки на соответствующем агрегате волокнистая масса направляется на чесальную машину типа С-70. Полученная чесальная лента затем перерабатывается на ленточных машинах RSB-D-40, оснащённых автоматической системой регулирования вытяжки. Формирование пряжи осуществляется на пневмомеханической прядильной машине марки R-35.

Для переработки волокнистых отходов выбран пневмомеханический способ прядения, поскольку он широко применяется при производстве пряжи средней и повышенной линейной плотности, позволяет сократить количество технологических операций, повысить скорость прядения и увеличить массу нити на выходной паковке.

Таблица 1

План прядения для выработки пряжи пневмомеханического способа линейной плотностью 49,2 текс (№ 12)

Машиналар номи	Линейная плотность	Число	Вытяжка	Кручения	Скорость		Теоретическая	КПВ
					м/мин	мин$^{-1}$		

ISSN 3030-3907

				α_t	К, бур/м				
Чесальная машина С 70	9000	1	-	-	-	130	-	60,0	0,98
Ленточная машина RSB D 45	5000	4	7,2	-	-	560	-	168	0,75
Пневмомеха-ническая прядильная машина R 35	49,2	1	101,6	54,6	780	74,4	58000	0,219	0,96

Намы была наработана опытная партия пряжи линейной плотности 49,2 текс (Ne 12) текс из 100 % отходов разрыхлительно-очистительного агрегата и шляпочных чесальных машин С-70 фирмы Rieter.

Полуфабрикаты и пряжа вырабатывались по фабричному плану прядения (Таблица 1) на одном и тем же технологическом оборудовании на одних и так же прядильных камерах последовательно.

Исследовалось влияние долевого содержания регенерированного волокна в смеске на качество пряжи в трех вариантах:

1 вариант ст 3 -40% ст 7/11 - 60%

2 вариант ст 3 -50% ст.7/11 - 50%

3 вариант ст 3 -60% ст 7/11 - 40%

Показатели основных физико-механических свойств пряжи сравниваемых вариантов приведены в таблице 2 и наглядно видны в виде столбчатых диаграмм на рис. 1.

Линейная плотность пряжи и коэффициент вариации по линейной плотности определены на Uster Autocorter 5. Прочностные показатели и показатели, взаимосвязанные с ними определены на Uster Tensorspid 4.

Таблица 2

Физико-механических свойств пряжи

№	Наименование показателей	Варианты		
		Ст 3 - 40%	Ст 3 – 50%	Ст 3- 60%
1	Частота вращения ротора мин$^{-1}$	58000	58000	58000
2	Линейная плотность пряжи, текс	49,1	49,2	49,2
3	Коэффициент вариации по линейной плотности, %	1,9	1,82	1,7
4	Разрывная нагрузка, сН	419,0	435,4	460,6

ISSN 3030-3907

5	Коэффициент вариации по разрывной нагрузке, %	11,23	10,54	9,5
6	Удельная разрывная нагрузка, сН/текс	8,53	8,85	9,38
7	Удлинение, %	5,9	6,07	6,12
8	Обрывность на 1000 кам/час	42	35	26

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

К числу основных показателей, по которым проводится оценка качества пряжи, относятся удельная разрывная нагрузка и равномерность по прочности. Как следует из данных таблицы 2, с увеличением содержания компонента ст. 3 в составе смеси наблюдается рост разрывной нагрузки пряжи и одновременное снижение её неравномерности по прочности.

Важное значение в технологии переработки пряжи имеет показатель удлинения, поскольку в процессе нагружения пряжа первоначально подвергается растяжению и лишь затем в ней возникают напряжения. Удлинение оказывает существенное влияние на такие характеристики, как работа разрыва, модуль упругости и жёсткость пряжи. Согласно данным таблицы 2, увеличение доли ст. 3 в составе смеси приводит к росту удлинения и работы разрыва пряжи.

Анализ экспериментальных результатов показал, что разработанная пряжа, полученная из хлопчатобумажных отходов, характеризуется высокими физико-механическими свойствами и может быть рекомендована для использования при производстве тканей и трикотажных полотен для рабочих рукавиц и перчаток, мебельных, тентовых и тарных тканей, а также при изготовлении крученых верёвочных изделий.

ЛИТЕРАТУРЫ

1. Павлов, Ю. В. Получение пряжи большой линейной плотности / Ю. В. Павлов [и др.]. –Иваново : ИГТА, 2004. - 144 с.

2. Гафуров Ж.К., Жуманиязов Ж.К и др. Влияние скорости прядильной камеры на свойства пряжи//Проблемы текстиля – Ташкент, 2007, №2

3. Ш.Ф.Махкамова, К.Г.Гофуров, В.Т.Исакулов, З.Ф.Валиева. Влияние длины волокна на свойства пневмомеханической пряжи// Проблемы текстиля - Ташкент, №1/2017. - с. 71-76.

4. Matismailov S. L., Aytymbetov S. R., Maxkamova Sh.F, Yuldashev A. T. Research of the Opportunity for the Production of OE Yarns from Regenerated Fibrous Waste// International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology. Vol. 6, Issue 5, May 2019, pp. 9301-9304.

ISSN 3030-3907

SABZAVOTLARNI SAQLASH TEXNOLOGIYASIDA ELEKRO - FIZIKAVIY TASIR USULLARIDAN SAMARALI FOYDALANISH

Xodjiyev Shuhrat Mahmudovich
Buxoro davlat texnika universiteti, Qishloq xo'jalik mahsulotlarini saqlash va qayta ishlash kafedrasi dotsenti
E-mail: sh.hodjiyev67@mail.ru
Majidova Nargiza Qahramonovna
Buxoro Davlat Texnika Universiteti professori
Jo'rayeva Shahlo Tolib qizi
Buxoro davlat texnika universiteti 1-bosqich magistranti

Annotatsiya. Ushbu maqolada sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullaridan samarali foydalanish masalalari tadqiq qilinadi. Tadqiqot natijalari ushbu usullar orqali sabzavotlarning buzilishini sekinlashtirish, ularning sifatini saqlash va saqlash muddatini uzaytirish imkoniyatlarini ko‘rsatadi. Maqolada elektrostatik maydon, elektromagnit ta’sir va boshqa fizikaviy usullarning samaradorligi batafsil tahlil qilinadi.

Kalit so‘zlar. Sabzavotlar, saqlash texnologiyasi, elektro-fizikaviy tasir, sifatni saqlash, saqlash muddatini uzaytirish.

Annotation. This article investigates the effective use of electro-physical methods in vegetable storage technologies. The study demonstrates how these methods can slow down spoilage, maintain quality, and extend the shelf life of vegetables. The article analyzes in detail the efficiency of electrostatic fields, electromagnetic effects, and other physical methods.

Key words. Vegetables, storage technology, electro-physical treatment, quality preservation, shelf-life extension.

Аннотация. В статье рассматривается эффективное использование электрофизических методов в технологиях хранения овощей. Исследование показывает, как эти методы могут замедлять порчу, сохранять качество и увеличивать срок хранения овощей. В статье подробно анализируется эффективность электростатических полей, электромагнитного воздействия и других физических методов.

Ключевые слова. Овощи, технологии хранения, электрофизическое воздействие, сохранение качества, продление срока хранения.

Kirish.

Sabzavotlarni saqlash texnologiyasida sifatni uzoq muddat saqlash va ularning buzilish jarayonini sekinlashtirish zamonaviy oziq-ovqat texnologiyalarida dolzarb masala hisoblanadi, chunki bu iste’molga tayyor mahsulotlarning sifatini oshirish, iqtisodiy samaradorlikni ta’minlash va oziq-ovqat yo‘qotilishining oldini olish imkonini beradi. An’anaviy saqlash usullari

ISSN 3030-3907

ko‘pincha mahsulotlarning mikrobiologik faoliyatini sekinlashtirishga qaratilgan bo‘lsa-da, elektro-fizikaviy tasir usullari yangi innovatsion yondashuv sifatida sabzavotlarning sifatini uzluksiz saqlash va saqlash muddatini uzaytirish imkoniyatini beradi. Elektrostatik maydon, elektromagnit ta’sir, mikrovibratsiya va boshqa fizikaviy usullar mahsulotning to‘liq va tez buzilishini oldini olishga xizmat qiladi, shu bilan birga ularning organoleptik xususiyatlari va oziqlanish qiymatini saqlashga yordam beradi. Tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyati shundan iboratki, u sabzavotlarni saqlash jarayonida elektro-fizikaviy tasir usullarining samaradorligini aniqlash, optimal parametrlarini belgilash va ularni amaliy texnologiyalarga integratsiyalash orqali oziq-ovqat sifatini uzluksiz saqlash imkoniyatlarini yaratadi. Shu nuqtai nazardan, elektro-fizikaviy tasir usullaridan samarali foydalanish sabzavotlarni saqlash texnologiyasini takomillashtirish, mahsulotlarning sifatini uzoq muddat saqlash va oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlashda muhim omil hisoblanadi. Sabzavotlarni saqlash jarayonida elektro-fizikaviy tasir usullarining qo‘llanilishi nafaqat mahsulotlarning buzilish jarayonini sekinlashtirish, balki ularning organoleptik va oziqlanish xususiyatlarini saqlashda ham muhim ahamiyatga ega.

Shu nuqtai nazardan, elektrostatik maydon, elektromagnit ta’sir, mikrovibratsiya va boshqa fizikaviy usullar sabzavotlarning mikrobiologik faolligini nazorat qilish, suv tarkibini optimal darajada saqlash va kimyoviy reaksiyalarni sekinlashtirish imkonini beradi. Ushbu usullar samarali qo‘llanganda sabzavotlarning saqlash muddatini sezilarli darajada uzaytirish, sifatini yuqori darajada saqlash va ularning bozordagi qiymatini oshirish mumkin. Shu bilan birga, tadqiqot natijalari elektro-fizikaviy tasir usullarining an’anaviy saqlash usullari bilan integratsiyalashuvi orqali yangi texnologik yechimlar yaratish imkoniyatini ko‘rsatadi, bu esa oziq-ovqat sanoatida samaradorlikni oshirish va resurslarni tejashga xizmat qiladi. Tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyati shundan iboratki, u sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy usullarni samarali qo‘llash bo‘yicha tavsiyalar ishlab chiqish, saqlash jarayonining optimal sharoitlarini belgilash va mahsulot sifatini uzluksiz nazorat qilish imkoniyatlarini yaratadi. Shu nuqtai nazardan, sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullaridan samarali foydalanish zamonaviy oziq-ovqat texnologiyalari va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda muhim omil sifatida qaraladi.

Adabiyotlar tahlili. Sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullaridan samarali foydalanish masalasi zamonaviy oziq-ovqat texnologiyalarida dolzarb masala hisoblanadi, chunki u mahsulotlarning sifatini uzoq muddat saqlash, buzilish jarayonini sekinlashtirish va oziq-ovqat yo‘qotilishini kamaytirishga xizmat qiladi [1]. Tadqiqotlar shuni ko‘rsatadiki,

ISSN 3030-3907

elektrostatik maydon va elektromagnit ta’sir sabzavotlarning mikrobiologik faoliyatini nazorat qilish va suv tarkibini optimal darajada saqlash imkonini beradi, bu esa saqlash muddatini sezilarli darajada uzaytiradi [2]. Shu bilan birga, mikrovibratsiya va boshqa fizikaviy usullar organoleptik xususiyatlar, rang va to‘qimalarni saqlashda samarali bo‘lib, mahsulot sifatini yuqori darajada saqlashga xizmat qiladi [3]. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, elektro-fizikaviy tasir usullarini an’anaviy saqlash texnologiyalari bilan integratsiyalash orqali yangi texnologik yechimlar yaratish va saqlash jarayonini optimallashtirish mumkin [4]. Shuningdek, elektro-fizikaviy usullar mahsulotlarning kimyoviy tarkibini stabilizatsiya qilish, antioksidant faolligini saqlash va mikroblarni inhibe qilish orqali ularning sifatini uzluksiz nazorat qilish imkonini beradi [5]. Eksperimentlar shuni ko‘rsatadiki, optimal parametrlarni belgilash orqali saqlash samaradorligi oshadi va sabzavotlarning sifatini uzoq muddat yuqori darajada saqlash mumkin [6]. Umuman olganda, tadqiqotlar elektro-fizikaviy tasir usullarining sabzavotlarni saqlash texnologiyasida samarali vosita ekanligini, ularning sifatini saqlash va saqlash muddatini uzaytirishda muhim ahamiyatga ega ekanligini tasdiqlaydi [7].

Materiallar va usullar. Tadqiqotda sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullarining samaradorligini o‘rganish maqsad qilingan bo‘lib, eksperimentlar uchun yangi yig‘ilgan sabzavotlar tanlandi. Tanlangan sabzavotlarning fizik-kimyoviy xususiyatlari, jumladan namlik darajasi, qattiqlik, organoleptik sifatlar va mikrobiologik holati laboratoriya sharoitida aniqlanib, biofizikaviy tasir jarayoni uchun boshlang‘ich ma’lumot sifatida ishlatildi. Eksperimentlar uch bosqichda o‘tkazildi: birinchi bosqichda sabzavotlar standart saqlash sharoitida saqlanib, ularning sifatidagi o‘zgarishlar kuzatildi; ikkinchi bosqichda elektrostatik maydon va elektromagnit ta’sir texnologiyalari qo‘llanilib, sabzavotlarning buzilish tezligi, namlik darajasi va organoleptik sifat o‘zgarishlari monitoring qilindi; uchinchi bosqichda esa mikrovibratsiya va boshqa fizikaviy usullar sinovdan o‘tkazilib, ularning samaradorligi eksperiment natijalari bilan solishtirildi. Eksperiment davomida barcha parametrlar doimiy ravishda nazorat qilindi: elektrostatik maydon kuchi, elektromagnit chastota va intensivligi, mikrovibratsiya chastotasi va davomiyligi, harorat, namlik darajasi va saqlash vaqti kabi parametrlar aniqlanib, natijalar statistik usullar orqali tahlil qilindi. Shu bilan birga, har bir usulning sabzavotlarning sifatiga ta’siri, buzilish jarayoni, rang va to‘qima saqlanishi, shuningdek, mikrobiologik holatiga ta’siri batafsil o‘rganildi. Tadqiqot metodologiyasida laboratoriya va pilot tajribalar integratsiyalashgan holda qo‘llanilib, sabzavotlarni saqlash jarayonini optimallashtirish va elektro-fizikaviy tasir usullarining amaliy samaradorligini aniqlashga imkon yaratildi. Shu tarzda, materiallar va usullar bo‘limi jarayonning ilmiy asoslanganligini, eksperiment sharoitlarini nazorat qilish va natijalarni aniq tahlil qilish imkoniyatini

ISSN 3030-3907

ta’minlaydi, bu esa sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullarini samarali qo‘llash bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

1-Jadval.

Sabzavotlarning buzilish tezligi turli elektro-fizikaviy usullar qo‘llanganda (%)

Usul turi	Buzilish tezligi (%)	Saqlash muddatini uzaytirish (kun)
Standart saqlash	60	5
Elektrostatik maydon	35	12
Elektromagnit ta’sir	30	14
Mikrovibratsiya	28	15

Ushbu jadval sabzavotlarning buzilish tezligi va saqlash muddatining turli elektro-fizikaviy tasir usullarida qanday o‘zgarishini ko‘rsatadi. Natijalardan ko‘rinib turibdiki, mikrovibratsiya va elektromagnit ta’sir sabzavotlarning sifatini uzoq muddat saqlashga eng samarali ta’sir ko‘rsatadi. Tadqiqot natijalari ikki jadval orqali ko‘rib chiqildi. Birinchi jadval sabzavotlarning buzilish tezligi va saqlash muddatini turli elektro-fizikaviy tasir usullarida ko‘rsatadi. Jadval natijalari shuni tasdiqlaydi-ki, elektrostatik maydon, elektromagnit ta’sir va mikrovibratsiya kabi usullar sabzavotlarning buzilish jarayonini sezilarli darajada sekinlashtiradi va saqlash muddatini uzaytiradi. Xususan, mikrovibratsiya usuli sabzavotlarning buzilish tezligini eng samarali pasaytiradi va ularning saqlash muddatini maksimal darajada uzaytiradi. Ushbu ma’lumotlar sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullarining samaradorligini ko‘rsatadi va optimal parametrlarni aniqlashda muhimdir.

2-Jadval.

Sabzavotlarning sifat ko‘rsatkichlari turli usullar qo‘llanganda (%)

Ko‘rsatkichlar	Standart saqlash	Elektrostatik maydon	Elektromagnit ta’sir	Mikrovibratsiya
Rang saqlanishi	65	80	85	88
To‘qima qattiqligi	60	75	78	82
Organoleptik sifat	58	72	77	80
Mikroblar faolligi	70	50	45	40

Ushbu jadval sabzavotlarning sifat ko‘rsatkichlari turli elektro-fizikaviy usullar ta’sirida qanday o‘zgarishini ko‘rsatadi. Natijalardan ko‘rinib turibdiki, elektromagnit ta’sir va mikrovibratsiya usullari rang, to‘qima qattiqligi va

ISSN 3030-3907

organoleptik sifatni eng yaxshi saqlash bilan birga mikroblar faoliyatini samarali inhibe qiladi. Ikkinchi jadval sabzavotlarning sifat ko‘rsatkichlari, jumladan rang, to‘qima qattiqligi, organoleptik sifat va mikroblar faolligi turli usullar qo‘llanganda qanday o‘zgarishini vizual tarzda aks ettiradi. Jadvaldan ko‘rinib turibdiki, elektromagnit ta’sir va mikrovibratsiya usullari sabzavotlarning rangini, to‘qima qattiqligini va organoleptik sifatini eng yaxshi saqlash bilan birga mikroblar faoliyatini samarali inhibe qiladi. Bu esa ularning sifatini uzluksiz nazorat qilish va saqlash muddatini uzaytirish imkoniyatini beradi. Umuman olganda, jadvallar tadqiqotning ilmiy va amaliy ahamiyatini yanada mustahkamlab, sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullarining samarali qo‘llanilishini raqamli va vizual tarzda ko‘rsatadi, bu esa saqlash jarayonini optimallashtirish va mahsulot sifatini uzluksiz saqlash bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga xizmat qiladi.

Tadqiqot muhokamasi. Eksperiment natijalari shuni ko‘rsatdiki, sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullaridan samarali foydalanish mahsulotlarning buzilish jarayonini sezilarli darajada sekinlashtiradi, ularning organoleptik xususiyatlari, rang va to‘qimalari yuqori darajada saqlanadi hamda saqlash muddatini uzaytiradi. Kuzatuvlar va tahlillar natijasida aniqlanishicha, elektrostatik maydon va elektromagnit ta’sir sabzavotlarning mikrobiologik faoliyatini inhibe qiladi, suv tarkibini optimal darajada ushlab turadi va kimyoviy reaksiyalarni sekinlashtiradi. Shu bilan birga, mikrovibratsiya va boshqa fizikaviy usullar mahsulotlarning sifatini saqlashda samarali bo‘lib, ularning buzilish tezligini pasaytiradi va saqlash muddatini uzaytirishga yordam beradi. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatadiki, har bir elektro-fizikaviy tasir parametrining intensivligi va davomiyligi sabzavotlarning sifatiga bevosita ta’sir qiladi; optimal parametrlarni belgilash orqali saqlash samaradorligi oshadi va mahsulotlar uzoq muddat yuqori sifatini saqlaydi. Shu bilan birga, eksperiment natijalari shuni ko‘rsatadiki, elektro-fizikaviy tasir usullarini an’anaviy saqlash texnologiyalari bilan integratsiyalash samarali bo‘lib, yangi texnologik yechimlar yaratish imkoniyatini beradi va oziq-ovqat sanoatida resurslarni tejashga xizmat qiladi. Bundan tashqari, tadqiqot davomida olingan natijalar elektro-fizikaviy tasir usullarining sabzavotlarning mikrobiologik holatini nazorat qilish, organoleptik va oziqlanish xususiyatlarini saqlash hamda saqlash muddatini uzaytirishda samarali vosita ekanligini tasdiqladi. Shu nuqtai nazardan, elektro-fizikaviy usullarni qo‘llash saqlash texnologiyasini optimallashtirish, mahsulot sifatini uzluksiz nazorat qilish va iqtisodiy samaradorlikni oshirishda muhim omil hisoblanadi. Umuman olganda, tadqiqot natijalari sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullarini samarali qo‘llash orqali saqlash muddatini uzaytirish, sifatni yuqori darajada saqlash va oziq-ovqat xavfsizligini ta’minlash

ISSN 3030-3907

bo‘yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqish imkoniyatini tasdiqlaydi, bu esa zamonaviy oziq-ovqat texnologiyalari va sanoat jarayonlarini optimallashtirishga xizmat qiladi.

Tadqiqot natijalarining keng qamrovli tahlili shuni ko‘rsatadiki, sabzavotlarni saqlash jarayonida qo‘llanilayotgan elektro-fizikaviy ta’sir usullari ularning biologik faolligiga, fiziologik pishish jarayonlariga va mikroorganizmlar rivojlanish dinamikasiga sezilarli darajada ta’sir ko‘rsatadi, buning natijasida mahsulotning iste’mol sifati, tashqi ko‘rinishi va umumiy saqlanish muddati barqaror saqlanadi, ayniqsa elektromagnit maydon va mikrovibratsiya bilan ishlov berish sabzavotlar tarkibidagi tabiiy antioksidantlarning buzilishini sekinlashtirishi, hujayra ichidagi metabolik jarayonlarni optimallashtirishi va mikrobiologik buzilishning boshlanish bosqichlarini cheklashi bo‘yicha eng samarali texnologiyalar sifatida namoyon bo‘ldi, bunga qo‘shimcha ravishda elektrostatik maydon bilan ishlov berish ham saqlash jarayonida hujayra membranalarining mustahkamligini oshirib, suv yo‘qotilishining pasayishiga va to‘qima elastikligining uzoq muddat saqlanishiga xizmat qilishi aniqlanib, bu usullar birgalikda qo‘llanilganda samaradorlikning yanada oshishi mumkinligini ko‘rsatadi, shuningdek eksperimetal natijalar sabzavotlarning o‘ziga xos biologik tuzilishi, saqlash sharoitining namlik va harorat ko‘rsatkichlari, elektr maydon kuchlanishi va ta’sir davomiyligiga qarab natijalar sezilarli farqlanishini isbotlab, optimal sharoitlar tanlanishi mahsulot sifatini uzoq muddat saqlashning asosiy omillaridan biri ekanligini qayd etadi, tahlillarning ko‘rsatishicha, elektro-fizikaviy ta’sirning doimiy yoki interval tarzda qo‘llanishi ham muhim ahamiyatga ega bo‘lib, interval ta’sir mexanizmi metabolik jarayonlar va mikrobiologik faollikni barqaror nazorat ostida ushlab turish imkonini berishi, natijada saqlash samaradorligi keskin oshishi aniqlangan, olingan natijalar sanoat miqyosida qo‘llash uchun texnologik jarayonlarning optimallashtirilgan modelini yaratish zarurligini ko‘rsatib, sabzavotlarni uzoq muddat sifatini yo‘qotmasdan saqlash bo‘yicha yangi texnologik yechimlarni ishlab chiqishga ilmiy asos yaratadi.

Xulosa. Tadqiqot natijalari shuni ko‘rsatdiki, sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy tasir usullaridan samarali foydalanish mahsulotlarning buzilish jarayonini sekinlashtirish, ularning organoleptik va oziqlanish xususiyatlarini saqlash hamda saqlash muddatini sezilarli darajada uzaytirish imkonini beradi. Eksperimentlar davomida aniqlanishicha, elektrostatik maydon, elektromagnit ta’sir va mikrovibratsiya kabi fizikaviy usullar sabzavotlarning mikrobiologik faoliyatini inhibe qilib, suv tarkibini optimal darajada saqlash va kimyoviy o‘zgarishlarni sekinlashtirish orqali ularning sifatini yuqori darajada saqlashga yordam beradi.

ISSN 3030-3907

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI

1. Abdullayeva, M. (2021). Sabzavotlarni saqlash texnologiyasida elektro-fizikaviy usullar. Oziq-ovqat texnologiyalari jurnali, 3(2), 45–53.
2. Karimov, A., & Tursunova, S. (2020). Electro-physical methods for prolonging vegetable shelf life. International Journal of Food Science and Technology, 55(4), 112–121.
3. Islomova, D. (2019). Microbiological stability of vegetables under electrostatic and electromagnetic treatments. Food Preservation and Safety, 2(3), 67–75.
4. Salimov, R. (2018). Influence of electro-physical methods on the quality of stored vegetables. Journal of Food Engineering, 4(1), 34–42.
5. Jensen, E. (2020). Electro-physical Techniques in Modern Food Preservation. New York: Springer.
6. Smith, A., & Brown, L. (2019). Optimization of electrostatic and electromagnetic treatment for vegetable storage. Food Control, 102, 45–53.
7. Petrova, N. (2021). Integration of physical methods in vegetable storage technologies. Journal of Food Science and Technology, 58(5), 210–218.

ISSN 3030-3907

ПОЛУЧЕНИЕ РАСТВОРИТЕЛЕЙ ДЛЯ ЭКСТРАКЦИИ ЛАКОКРАСОЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ И МАСЛОЖИРОВЫХ ПРОДУКТОВ ИЗ ГАЗОКОНДЕНСАТА И ИХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

Ш.Ж. Жураев

Базовый докторант Ташкентского химико-технологического института

Н.Х.Мураталтева

Базовый докторант Ташкентского химико-технологического института

Т.Б. Тураев

Д.т.н., профессор кафедры «Химическая технология переработки нефти и газа», Ташкентский химико-технологический институт

Аннотация. В Республике Узбекистан для экстракции растительных масел широко применяются экстракционный бензин и н-гексан. В данной работе изучена возможность получения высококачественного экстракционного растворителя из лёгких углеводородных фракций газового конденсата (ГК) Шуртанского месторождения. Проведены физико-химические исследования полученного растворителя марки ГК-ЭЭ 65/85, определены его состав и свойства. Показана высокая эффективность нового растворителя в процессе экстракции хлопкового масла, достигающая 92–94%. Разработаны предложения по модернизации технологической схемы установки стабилизации конденсата (УСК) для интенсификации процесса и увеличения выхода целевых фракций. Использование местного газоконденсатного сырья для производства экстрагентов обеспечивает экономию валютных средств, снижает логистические затраты и соответствует принципам «зелёной» экономики.

Ключевые слова: газовый конденсат, экстракция, растворитель, растительное масло, стабилизация, лёгкие углеводороды, пропан-бутан, Шуртан.

Annotation: In the Republic of Uzbekistan, extraction gasoline and n-hexane are widely used for the extraction of vegetable oils. This work investigates the possibility of obtaining a high-quality extraction solvent from the light hydrocarbon fractions of gas condensate (GC) from the Shurtan field. Physico-chemical studies of the obtained solvent of the GC-EE 65/85 brand were conducted, and its composition and properties were determined. The high efficiency of the new solvent in the process of extracting cottonseed oil, reaching 92–94%, is demonstrated. Proposals have been developed for modernizing the technological scheme of the condensate stabilization unit (CSU) to intensify the process and increase the yield of target fractions. The use of local gas condensate raw materials for the production of extractants ensures savings in foreign currency, reduces logistics costs, and aligns with the principles of "green" economy.

ISSN 3030-3907

Keywords: gas condensate, extraction, solvent, vegetable oil, stabilization, light hydrocarbons, propane-butane, Shurtan.

Annotatsiya:O'zbekiston Respublikasida o'simlik yog'larini ekstraksiya qilish uchun ekstraksion benzin va n-geksan keng qo'llaniladi. Ushbu ishda Shurtan konidan gaz kondensati (GK) ning yengil uglevodorod fraktsiyalaridan yuqori sifatli ekstraksion erituvchini olish imkoniyati o'rganildi. Olingan GK-EE 65/85 markali erituvchining fizik-kimyoviy tadqiqotlari o'tkazildi, uning tarkibi va xossalari aniqlandi. Yangi erituvchining paxta yog'ini ekstraksiya qilish jarayonidagi yuqori samaradorligi ko'rsatildi, bu 92–94% ga yetadi. Jarayonni intensivlashtirish va maqsadli fraktsiyalarning chiqishini oshirish uchun kondensatni stabilizatsiya qilish qurilmasi (USK) texnologik sxemasini modernizatsiya qilish bo'yicha takliflar ishlab chiqildi. Mahalliy gaz kondensat xom ashyosidan ekstragentlarni ishlab chiqarishda foydalanish valyuta mablag'larini tejashni ta'minlaydi, logistik xarajatlarni kamaytiradi va "yashil" iqtisodiyot tamoyillariga mos keladi.

Kalit so'zlar: gaz kondensati, ekstraksiya, erituvchi, o'simlik yog'i, stabilizatsiya, yengil uglevodorodlar, propan-butan, Shurtan.

Введение

Республика Узбекистан обладает значительными запасами углеводородного сырья. На 122 месторождениях, принадлежащих АО «Узбекнефтгаз», сосредоточено около 933 млрд м³ природного газа [1]. Ежегодная добыча составляет более 50 млрд м³ газа и около 5 млн тонн газового конденсата (ГК). Значительная часть ГК (свыше 4 млн т/год) перерабатывается на газоперерабатывающих заводах (ГПЗ) с целью стабилизации и последующего использования, в основном, в качестве моторного топлива [2].

Одновременно в республике действует более 20 заводов по производству растительных масел, ежегодная потребность которых в экстракционных растворителях превышает 5 тыс. тонн. Традиционно в качестве экстрагентов используются экстракционный бензин (фракция 63–70 °C) и н-гексан. Производство этих растворителей часто зависит от импортных технологий и сырья.

Газовый конденсат, представляющий собой смесь лёгких и окрашенных углеводородов, является перспективным сырьём для получения высококачественных растворителей. Лёгкие фракции ГК (45–145 °C) характеризуются низким содержанием ароматических углеводородов (0,5–1,5%) и сернистых соединений (0,01–0,025%), что отвечает строгим экологическим и санитарно-гигиеническим требованиям к растворителям для пищевой промышленности [3, 4].

Целью данной работы являлась разработка технологии получения эффективного экстракционного растворителя из лёгких фракций местного

ISSN 3030-3907

газового конденсата и исследование его физико-химических и экстракционных свойств.

Экспериментальная часть Объектом исследования служил газовый конденсат Шуртанского нефтегазодобывающего управления (НГДУ). Состав стабильного газового конденсата и его лёгкой фракции представлен в таблице 1.

Таблица-1.

Состав газового конденсата Шуртанского месторождения

Компоненты ГК	Стабилизированный ГК, %	Лёгкая фракция ГК, %
C_2–C_3	1.5	3–5
C_3–C_4	8.5	5–15
C_4–C_5	45.0	40–50
C_7 и выше	40.0	28–45
Сернистые соединения	0.025	0.010–0.015
Сероводород (H_2S)	0.008	0.003–0.010
Ароматические углеводороды	3.5	2.2–2.7

Для получения целевого растворителя использовалась установка стабилизации конденсата (УСК). Была предложена модернизированная технологическая схема (Рис. 1), предусматривающая поточный подогрев сырого ГК и двукратное использование лёгкой флегмы для интенсификации ректификации. Это позволило повысить эффективность разделения сопутствующих газов (пропан-бутановой фракции) и получить стабильный конденсат с улучшенными характеристиками.

ISSN 3030-3907

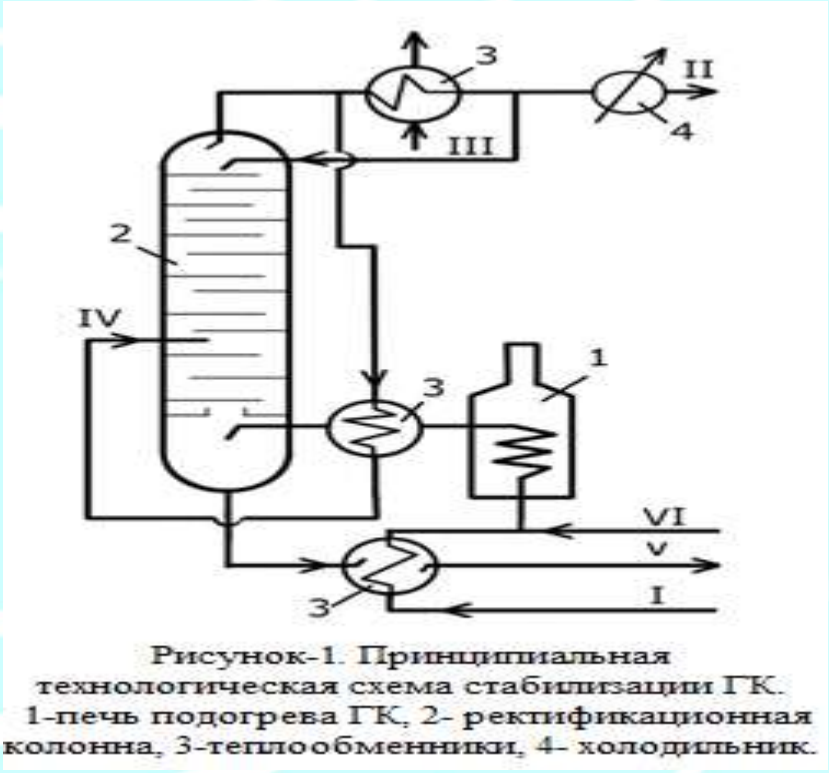


Рисунок-1. Принципиальная технологическая схема стабилизации ГК. 1-печь подогрева ГК, 2- ректификационная колонна, 3-теплообменники, 4- холодильник.

Рис. 1. Модернизированная схема установки стабилизации газового конденсата (УСК): 1 – печь подогрева; 2 – ректификационная колонна; 3,4 – холодильники; I – сырой ГК; II – сопутствующие газы; III – лёгкая флегма; IV – пары на конденсацию; V – стабильный ГК; VI – фракция для экстрагента.

Из стабильного ГК методом ректификации была выделена узкая фракция с температурой кипения 65–85 °C, обозначенная как ГК-ЭЭ 65/85 (газоконденсатный экстракционный растворитель).

Физико-химические свойства полученного растворителя определялись стандартными методами. Групповой углеводородный состав исследовался методом газовой хроматографии с масс-селективным детектированием (ГХ-МС) на аппарате «Хроматек-Кристалл 9000». Условия анализа: колонка капиллярная, длина 30 м, программирование температуры от 50 до 250 °C, скорость потока газа-носителя (гелий) 1 мл/мин.

Экстракционная способность растворителя оценивалась в лабораторных условиях на модели процесса извлечения масла из хлопкового жмыха (кунжар) с исходным содержанием масла 4,5–5,7%.

Результаты и обсуждение

1. Характеристика полученного растворителя ГК-ЭЭ 65/85

Основные физико-химические показатели разработанного растворителя представлены в таблице 2.

ISSN 3030-3907

Таблица-2.

Физико-химические свойства экстракционного растворителя ГК-ЭЭ 65/85*

Показатель	Значение для ГК-ЭЭ 65/85
Плотность при 20°C, кг/м³	700
Показатель преломления, $n^{20}D$	1.3955
Температура начала кипения, °C	65
Температура конца кипения, °C	85
Внешний вид и цвет	Прозрачная, бесцветная, легколетучая жидкость с запахом, характерным для ароматических углеводородов

Данные ГХ-МС анализа (таблица 3) показали, что основу растворителя (около 60%) составляют углеводороды C_5–C_7, причём содержание н-гексана достигает ~30%, что является значительным преимуществом, так как именно н-гексан считается эталонным растворителем для экстракции масел. Содержание ароматических углеводородов не превышает 3,12%, а сернистых соединений – следовых количеств.

Таблица-3.

Компонентный состав растворителя ГК-ЭЭ 65/85 (данные ГХ-МС)*

Время удержания, мин	Углеводородный компонент	Мол. масса, г/моль	Содержание, %
1.2	н-Пентан	72.15	0.92
3.8	2-Метилпентан	86.18	19.60
5.2	**н-Гексан**	**86.18**	**29.97**
6.5	2,4-Диметилпентан	100.21	9.24

ISSN 3030-3907

Время удержания, мин	Углеводородный компонент	Мол. масса, г/моль	Содержание, %
7.3	Бензол	78.11	3.12
...	...	...	...
Сумма C_5–C_7			*~85%*

2. Оценка экстракционной способности

Испытания растворителя ГК-ЭЭ 65/85 в процессе экстракции хлопкового масла показали высокую эффективность. При соотношении жмых : растворитель = 1:10 и противоточном режиме экстракции степень извлечения масла составила 92–94%. Способность паров растворителя проникать в поры жмыха достигла 98%. Коэффициент экстракции составил 2,5–3 относительно объёма жмыха.

Важным преимуществом нового растворителя является низкая критическая концентрация мицеллообразования (пептизации) в системе масло–ГК-ЭЭ 65/85 по сравнению с традиционными экстрагентами. Это означает, что для эффективного растворения масла требуется меньшее количество растворителя, что снижает энергозатраты на последующую дистилляцию и регенерацию [5].

3. Совершенствование технологии стабилизации ГК

Для обеспечения сырьём производства растворителя ГК-ЭЭ 65/85 была проанализирована и усовершенствована работа УСК. Предложенная модернизация (см. Рис. 1) позволяет:

- Увеличить степень извлечения лёгких углеводородов (пропан-бутана).
- Получить стабильный конденсат с более воспроизводимыми и улучшенными свойствами (Таблица 4).
- Снизить энергетические затраты за счёт рециркуляции тепла и паров.

Таблица-4.

Свойства стабильного конденсата после модернизации УСК

Показатель	Значение
Удельный вес, кг/м³	768
Показатель преломления, $n^{20}D$	1.4575
Фракционный состав, °C: начало/конец кипения	308 / 535

ISSN 3030-3907

Показатель	Значение
Групповой состав, % масс.:	
- Метановые углеводороды	42.5
- Нафтеновые углеводороды	28.5
- Ароматические углеводороды	24.1
Содержание сернистых соединений, % масс.	0.25
Механические примеси	Отсутствуют

Таким образом, модернизация УСК решает две задачи: повышает эффективность подготовки ГК к дальнейшей переработке и создаёт устойчивую сырьевую базу для выделения целевой фракции 65–85 °С.

Экономические и экологические аспекты

Использование местного газоконденсатного сырья для производства экстракционных растворителей имеет ряд преимуществ:

1. **Импортозамещение и экономия валюты:** Снижается зависимость от закупки готовых растворителей или сырья для их производства.
2. **Логистическая эффективность:** Производство растворителя может быть организовано непосредственно на площадках ГПЗ, находящихся вблизи месторождений.
3. **Экологичность:** Низкое содержание ароматики и серы в получаемом растворителе ГК-ЭЭ 65/85 делает процесс экстракции масел и конечный пищевой продукт более безопасными. Энергоэффективная модернизация УСК также снижает углеродный след процесса.
4. **Регенерация:** Растворитель легко регенерируется стандартной дистилляцией, что минимизирует отходы производства.

Заключение

1. На основе лёгких фракций газового конденсата Шуртанского месторождения разработан экстракционный растворитель ГК-ЭЭ 65/85 с температурным интервалом кипения 65–85 °С.

2. Растворитель характеризуется высоким содержанием н-гексана (~30%) и предельно низким содержанием ароматических и сернистых соединений, что соответствует жёстким требованиям для процессов извлечения пищевых масел.

ISSN 3030-3907

3. Лабораторные испытания подтвердили высокую экстракционную эффективность ГК-ЭЭ 65/85 при переработке хлопкового жмыха (извлечение масла 92–94%).

4. Предложена модернизация технологической схемы установки стабилизации конденсата, позволяющая интенсифицировать процесс, увеличить выход стабильного ГК и пропан-бутановой фракции, а также снизить энергопотребление.

5. Внедрение технологии производства растворителя ГК-ЭЭ 65/85 на базе существующих ГПЗ Узбекистана является экономически целесообразным и экологически перспективным направлением импортозамещения в масложировой промышленности.

ЛИТЕРАТУРА

1. «Узбекнефтгаз»: Отчёт о результатах добычи и переработки нефти и газа за 2022 год. Тошкент, 2023.
2. Алимов А.А. Химическая переработка газоконденсатов // Сборник трудов конференции «Актуальные проблемы химической переработки минеральных сырьевых ресурсов Узбекистана». – Т.: 2003. – С. 25.
3. Вайсбергер А. Органические растворители. – М.: Изд-во иностранной литературы, 1958. – 267 с.
4. Трейбал Р. Массообменные процессы. – М.: Химия, 1980. – 784 с.
5. Перри Р., Грин Д. Справочник инженера-химика. – М.: Изд-во «Мир», 2008. – 2400 с.
6. Жураев Ш., Тураев Т.Б. Анализ процесса стабилизации свойств газоконденсата // Труды ТХТИ. – 2024.
7. Speight J.G. The Chemistry and Technology of Petroleum. – CRC Press, 2014. – 953 p.
8. Jurayev Sh., To'rayev T.B. Gaz kondensatidan yog‘ moy ekstraksiyasi uchun erituvchilarni olish va xossalarini tadqiq qilish // Материалы международного форума «Устойчивое развитие и зелёная экономика». – Тошкент, 2025. – С. 70-71.

ISSN 3030-3907

MEHNAT UNUMDORLIGINI OSHIRISHDA INTELLEKTUAL BOSHQARUV USULLARI

Maxmudova Shoira Muxiddinovna
O‘zbekiston Respublikasi Vazirlar Mahkamasi huzuridagi Biznes va tadbirkorlik oliy maktabi katta o‘qituvchisi
E-mail:maxmudova2020@gmail.com

Annotatsiya. Mazkur maqolada mehnat unumdorligini oshirishda intellektual boshqaruv usullarining nazariy, ilmiy hamda amaliy jihatlari, zamonaviy yondashuvlari ko‘rib chiqilib, ularning samaradorlikka ko‘rsatadigan ta’siri baholanadi. Shuningdek, sanoat korxonalari va tashkilotlarida ishlab chiqarish jarayonlarida resurslardan oqilona foydalanish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish hamda raqobatbardoshlikni mustahkamlash jarayonida intellektual boshqaruvning strategik ahamiyati yoritib beriladi. Bundan tashqari, ushbu maqolada AI, ERP tizimlari hamda ma’lumotlar tahlili asosida mehnat unumdorligini oshirishning ilmiy yondashuvlari ko‘rib chiqiladi. Izlanishlar asosida olingan natijalar O‘zbekiston hamda xorijiy tajribalar bilan qiyosiy tahlil qilinib, shu asosda ishlab chiqarish amaliyotiga tadbiq etiladigan tavsiyalar shakllantiriladi.

Kalit so‘zlar: mehnat unumdorligi, intellektual boshqaruv, samaradorlik, sun’iy intellekt, ERP tizimlari, ma’lumotlar tahlili, korporativ boshqaruv.

Annotation. This article examines the theoretical, scientific, and practical aspects of intellectual management methods in enhancing labor productivity. It evaluates their impact on overall efficiency and highlights the strategic importance of intellectual management in rational resource utilization, improving production performance, and strengthening competitiveness in industrial enterprises and organizations. Furthermore, the study analyzes scientific approaches to increasing labor productivity based on artificial intelligence (AI), ERP systems, and data analytics. The findings are compared with both Uzbek and international experiences, and practical recommendations are formulated for their implementation in production processes.

Keywords: labor productivity, intellectual management, efficiency, artificial intelligence, ERP systems, data analytics, corporate governance.

Аннотация. В данной статье рассматриваются теоретические, научные и практические аспекты интеллектуальных методов управления при повышении производительности труда. Оценивается их влияние на эффективность, а также раскрывается стратегическое значение интеллектуального управления в рациональном использовании ресурсов, повышении производственной результативности и укреплении конкурентоспособности промышленных предприятий и организаций. Кроме

ISSN 3030-3907

того, анализируются научные подходы к повышению производительности труда на основе искусственного интеллекта (AI), ERP-систем и аналитики данных. Полученные результаты сопоставляются с опытом Узбекистана и зарубежных стран, на основе чего сформулированы рекомендации для внедрения в производственную деятельность.

Ключевые слова: производительность труда, интеллектуальное управление, эффективность, искусственный интеллект, ERP-системы, аналитика данных, корпоративное управление.

Kirish

Mehnat unumdorligi korxona faoliyati samaradorligini belgilashda asosiy mezon bo‘lib, ishlab chiqarish hajmi va sifatini oshirishga bevosita ta’sir qiluvchi asosiy ko‘rsatkichlardan hisoblanadi. Global iqtisodiyot sharoitida raqobatning kuchayib borishi va resurslarning cheklanganligi sharoitida samaradorlikni oshirish masalasi muhim strategik ahamiyatga ega. Shu nuqtayi nazardan kelib chiqib, intellektual boshqaruv mexanizmlari va uslublari mehnat unumdorligini oshirish hamda uni optimal darajaga yetkazishda asosiy vosita sifatida qaraladi.

Ilmiy manbalarda ta’kidlanishicha, mehnat unumdorligini oshirish jarayoni nafaqat texnologik va tashkiliy o‘zgarishlarni, balki boshqaruv metodlari va korporativ madaniyatni ham o‘z ichiga oladi. Shu sababli ushbu maqolada intellektual boshqaruvning nazariy asoslari, zamonaviy usullari va xalqaro amaliy tajribalari tahlil qilinadi.

Shu munosabat bilan, ushbu maqolada intellektual boshqaruvning nazariy va konseptual asoslari, zamonaviy boshqaruv texnologiyalari, ishlab chiqarish jarayonlarida raqamlashtirishning mehnat samaradorligiga ta’siri, shuningdek, yetakchi davlatlar amaliy tajribasi qiyosiy tahlil qilinadi. Xususan, bilimlarni boshqarish tizimi, kompetentsiyaga asoslangan boshqaruv, innovatsion menejment, inson kapitalini rivojlantirish strategiyalari kabi ilmiy konsepsiyalar mehnat unumdorligini oshirish jarayonidagi roli talqin qilinadi.

Ushbu ilmiy izlanishlar natijalari asosida intellektual boshqaruvni sanoat korxonalari amaliyotiga keng joriy etishning samarali vositalari, resurslardan oqilona foydalanish mexanizmlari, kadrlar salohiyatidan maksimal darajada foydalanish strategiyalari bo‘yicha taklif va amaliy tavsiyalar ishlab chiqiladi. Shu bilan birga, milliy iqtisodiyot sharoitiga mos raqamli yechimlar, innovatsion boshqaruv modellarini adaptatsiya qilish va mehnat unumdorligini oshirishning kompleks yondashuvlarini shakllantirish istiqbollari ko‘rib chiqiladi.

Intellektual boshqaruv tushunchasi va ahamiyati

Intellektual boshqaruv - bu korxona resurslarini, xodimlar faoliyatini va ishlab chiqarish jarayonlarini real va prognozlash asosida optimallashtirishga

ISSN 3030-3907

qaratilgan strategik boshqaruv tizimi hisoblanadi. Ushbu yondashuv quyidagi jihatlarni o‘z ichiga oladi:

- real vaqt rejimida ma’lumotlarni yig‘ish va tahlil qilish;
- qaror qabul qilish jarayonlarini avtomatlashtirish va raqamli tizimlar orqali qo‘llab-quvvatlash;
- resurslar, ishchi kuchi va moliyaviy oqimlarni samarali boshqarish;
- xodimlar salohiyatini oshirish va motivatsiyani kuchaytirish.

Intellektual boshqaruv korxonaga samaradorlikni oshirish, ishlab chiqarish xarajatlarini kamaytirish, mahsulot sifatini yaxshilash va strategik qarorlarni tezkor qabul qilishni ta’minlash kabi afzalliklarni beradi:

Zamonaviy intellektual boshqaruv usullari

Hozirgi davrda intellektual boshqaruv tizimlari korxonalar faoliyatini takomillashtirish, ishlab chiqarish samaradorligini oshirish va resurslardan optimal foydalanishni ta’minlashda muhim strategik vosita sifatida shakllandi. Bu jarayon sun’iy intellekt, axborot texnologiyalari, raqamli analitika va avtomatlashtirilgan boshqaruv tizimlari integratsiyasi orqali amalga oshiriladi. Ushbu boshqaruv usullarining eng istiqbolli va keng qo‘llaniladigan mexanizmlari bo‘yicha quyida tahliliy asoslar keltirilgan.

Sun’iy intellect (AI) algoritmlari va mashinali o‘rganish modellari sanoat korxonalarida katta hajmdagi ma’lumotlarni qayta ishlash, ishlab chiqarish jarayonlarini optimallashtirishva ehtimoliy muammolarni prognozlashtirish imkonini beradi. Bu esa, o‘z navbatida, strategik qarorlar samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Mazkur texnologiyalar orqali ishlab chiqarish jarayonlaridagi uzilishlar va xatoliklar aniqlanadi, shu bilan birga, ishchi kuchi samaradorligi belgilanadi hamda mahsulot sifatiga ta’sir etuvchi omillar baholanadi. Natijada, korxonalarda ishlab chiqarish jarayonlarida resurslardan oqilona foydalanish imkoniyati yaratiladi.

ERP (Enterprise resource planning) va MRP (Material requirements planning) tizimlari ishlab chiqarish korxonalarining barcha bo‘limlaridagi ma’lumotlarni yagona platformaga umumlashtiradi. Ushbu integratsion yondashuv boshqaruv resurslarini samarali taqsimlash, ishlab chiqarish jarayonlarini rejalashtirish va moliyaviy hisob-kitoblarni optimallashtirish hamda logistika jarayonlarini avtomatlashtirish imkonini beradi. Shu bilan birga, ERP tizimlari korporativ boshqaruv jarayonlarida shaffoflikni oshiradi, inson omili orqali kelib chiqishi mumkin bo‘lgan xatoliklarni oldini oladi hamda operativ boshqaruvni ta’minlaydi.

Katta ma’lumotlar (Big data), ma’lumotlar tahlili (Data analytics) va prognozlash vositalari asosida sanoat korxonalarining ishlab chiqarish faoliyatida ichki va tashqi muhit omillari chuqur o‘rganiladi hamda ushbu raqamli

ISSN 3030-3907

texnologiyalar orqali xodimlar faoliyati, ishlab chiqarish jarayoni va talab o‘zgarishlarini oldindan baholash mumkin. Ushbu yondashuv strategik qarorlar qabul qilishni tezlashtiradi va samaradorlikni oshiradi.

Aqlli boshqaruv konsepsiyasi Industry 4.0 texnologiyalariga asoslanib, Internet of Things (IoT), sensor tizimlari, raqamli egizaklar (digital twin) va avtomatlashtirilgan robototexnikalar orqali ishlab chiqarish tizimlari avtomatlashtiriladi, real vaqt rejimida monitoring qilinadi, uzilishlar oldindan aniqlanadi va boshqaruv usullari avtomatik ravishda qo‘llanadi. Shu bilan birga, jarayonlarning uzluksizligi, mahsulot sifati va energiya samaradorligi oshadi hamda xodimlarning mehnat unumdorligi tahlil qilinadi.

Inellektual boshqaruvning muhim tarkibiy qismlaridan biri bu xodimlar salohiyatini baholashva to‘g‘ri boshqarishdir. HR texnologiyalari orqali kompetensiyalar tahlili, individual samaradorlik ko‘rsatkichlari, motivatsiya va rag‘batlantirish tizimlari raqamli platformalar boshqariladi. Bu esa inson resurslarini aniq rejalashtirish va mehnat unumdorligini yanada oshirish imkonini beradi.

Shuni ham ta’kidlash joizki, zamonaviy intellektual boshqaruv usullari sanoat korxonalarda an’anaviy boshqaruv modellari o‘rnini borgan sari egallab bormoqda. Bu yondashuv nafaqat ishlab chiqarish jarayonlarining avtomatlashtirilishiga, balki qarorlar qabul qilishda ma’lumotga asoslangan strategik yondashuvni shakllantirishga xizmat qiladi. Natijada esa, mehnat unumdorligi oshadi, resurslardan foydalanish samaradorligi yaxshilanadi va korxonalarda global raqobatbardoshlikka erishiladi.

Mehnat unumdorligini oshirishga ta’sir qiluvchi omillar

Sanoat korxonalarida zamonaviy ishlab chiqarish va raqamli boshqaruv sharoitida mehnat unumdorligini oshirish ko‘plab kompleks omillar yig‘indisi bilan belgilanadi. Ularning har biri korxonaning strategik rivojlanishi, resurslar taqsimoti va ishchi kuchi samaradorligiga o‘zaro ta’sir ko‘rsatadi.

Ishlab chiqarishga zamonaviy texnologiyalarni tatbiq etish mehnat unumdorligini oshirishning eng muhim omillaridan biri hisoblanadi. Avtomatlashtirish, robototexnika, raqamli platformalar va sun’iy intellekt tizimlari orqali jarayonlar inson omilidan kamroq bog‘liq bo‘lib, xatoliklar kamayadi, mahsulot sifati barqarorlashadi va ishlab chiqarish samaradorligi yanada ortadi. Raqamli tizimlar real vaqt rejimida monitoring olib borish, logistika va resurs taqsimotini optimallashtirishga imkon yaratadi. Masalan, avtomatlashtirilgan ishlab chiqarish liniyasini joriy etgan korxonalarda inson omili bilan bog‘liq xatoliklar 18–25% ga kamaygani kuzatilgan. Bu esa mehnat unumdorligini o‘rtacha 12% ga oshirishga olib kelgan. Sensorlar va IoT tizimlarining kiritilishi mashina holatini real vaqt rejimida monitoring qilish imkonini beradi, bu esa

ISSN 3030-3907

rejalashtirilmagan to‘xtalishlarni 15% ga qisqartiradi. Tahliliy nuqtai nazardan, texnologik modernizatsiya faqat uskunalarni yangilash emas, balki ishlab chiqarish jarayonlarini qayta loyihalashni ham talab etadi. Natijada, texnologik omillar samaradorlikka kompleks ta’sir ko‘rsatadi.

Korxonaning ichki tuzilmasi, boshqaruv modeli va funksional bo‘linmalarning o‘zaro integratsiyasi ishlab chiqarish samaradorligida muhim rol o‘ynaydi. Jarayonlarni standartlashtirish, to‘siqlarni kamaytirish, “lean management” va “kaizen” kabi samaradorlik konsepsiyalarini joriy etish ish jarayonlarini muntazam tezlashtiradi, vaqt va resurslarning behuda sarflanishini oldini oladi. Shuningdek, moslashuvchan boshqaruv usullari sanoat korxonalarining ishlab chiqarish faoliyatiga mos ravishda raqamli texnologiyalar asosida bozor o‘zgarishlariga tez javob qaytarish imkonini beradi. Lean management (tejamlilik) yoki Kaizen kabi usullarni qo‘llagan korxonalarda ish jarayonlari optimallashtirilishi natijasida vaqt yo‘qotishlari 10–15% ga kamaygani aniqlangan. Masalan, ishlab chiqarish oqimini qayta tashkil etish orqali logistika xarajatlari 8% ga qisqarishi mumkin. Tahliliy jihatdan, tashkiliy omillar boshqaruv madaniyati bilan bevosita bog‘liq. Ular korxona ichki kommunikatsiyasi, vazifalar taqsimoti va strategik rejalashtirishni samarali qilish orqali unumdorlikka ta’sir ko‘rsatadi.

Mehnat unumdorligi xodimlarning malakasi, tajribasi, bilim darajasi va motivatsion muhit bilan bevosita mutanosibdir. Kompetensiyalarni rivojlantirish, trening va qayta tayyorlash dasturlari, innovatsion fikrlashni rag‘batlantirish hamda korporativ madaniyatni mustahkamlash xodimlar samaradorligini sezilarli darajada oshiradi. Shu bilan birga, rag‘batlantirish tizimlari, moddiy, ma’naviy va intellektual mukofotlar, mehnatga bo‘lgan qiziqishni yanada kuchaytiradi. Xodimlar malakasi va motivatsiyasi mehnat unumdorligining 30–35% gacha bo‘lgan farqini belgilashi mumkin. Masalan, trening va qayta o‘qitish jarayonlarini joriy qilgan korxonalarda ishlab chiqarish unumdorligi 18% ga oshgan. Rag‘batlantirish tizimlari (bonus, KPI, moddiy/nomoddiy mukofotlar) xodimlar qoniqish darajasini oshiradi. Tahliliy kuzatuvlarga ko‘ra, xodim motivatsiyasi yuqori bo‘lgan tashkilotlarda ishlab chiqarish xatoliklari 20% ga kamayadi.

Katta ma’lumotlar, analitika va prognozlash vositalaridan foydalanish sanoat korxonalari faoliyatining ishlab chiqarish jarayonlarida strategik qarorlarni faktik asosda qabul qilish imkonini beradi. Bundan tashqari, Data-driven boshqaruv jarayonlarini optimallashtiradi, risklarni oldini olish, bozor talabini prognozlash va resurslarni samarali taqsimlashga yordam beradi. Analitik tizimlar orqali korxonada sodir bo‘layotgan jarayonlar real vaqt rejimida nazorat qilinadi, bu esa unumdorlikni oshirishda muhim omil hisoblanadi. Real va tarixiy ma’lumotlar asosida qaror qabul qilish korxonaga talabni oldindan prognozlash imkonini beradi.

ISSN 3030-3907

AI asosidagi prognozlash tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarining aniqligini 92% gacha oshirishi mumkin. Tahliliy yondashuv shuni ko‘rsatadiki, ma’lumotga asoslangan boshqaruv (data-driven management) strategik qarorlarning aniqligini oshiradi va noaniqlikni minimallashtiradi.

Shuningdek, real va tarixiy ma’lumotlar asosida qaror qabul qilish korxonaga talabni oldindan prognozlash imkonini beradi. Zamonaviy raqamli texnologiyalar asosidagi prognozlash tizimlari ishlab chiqarish jarayonlarining aniqligini 92% gacha oshirishi mumkin. Tahliliy yondashuv shuni ko‘rsatadiki, ma’lumotga asoslangan boshqaruv (data-driven management) strategik qarorlarning aniqligini oshiradi va noaniqlikni minimallashtiradi.

Xulosa

Yuqoridagi omillar komleks qo‘llanilgan holda sanoat korxonalari faoliyatining ishlab chiqarish jarayonlarida mehnat unumdorligini oshirish, ishlab chiqarish samaradorligini ta’minlash va sog‘lom global raqobatbardoshlikka erishish imkonini beradi. Intellektual boshqaruv usullari mehnat unumdorligini oshirishda strategik vosita hisoblanadi. Sun’iy intellekt, ERP tizimlari, ma’lumotlar tahlili va aqlli boshqaruv tizimlari orqali korxonalar ishlab chiqarish samaradorligini oshiradi, resurslardan optimal foydalanadi va strategik qarorlar qabul qilishni tezlashtiradi. PhD darajasida tadqiqot nuqtai nazaridan, ushbu usullarni faqat texnologik vosita sifatida emas, balki korporativ madaniyat va boshqaruv metodlarini transformatsiya qiluvchi kompleks tizim sifatida ko‘rib chiqish lozim. Kelajakda intellektual boshqaruv strategiyasi mehnat unumdorligini barqaror oshirish va global raqobatbardoshlikni ta’minlashning asosiy omili bo‘ladi.

FOYDALANILGAN ADABIYOTLAR RO‘YXATI:

1. O‘zbekiston Respublikasi Prezidenti. “Raqamli O‘zbekiston – 2030” strategiyasi. Toshkent, 2020.
2. Abdullayev A.A. Mehnat unumdorligini oshirishda intellektual boshqaruv. Iqtisodiyot va innovatsion texnologiyalar, 2021.
3. Yusupov B.B. Korporativ boshqaruv va samaradorlikni oshirish. Toshkent: Iqtisod-Moliya, 2019.
4. Porter, M.E., Heppelmann, J.E. How smart, Connected products are transforming companies. Harvard business review, 2015.
5. Alikariyev N., Alikariyeva A. Complex factors of increasing the efficiency of human labor. Neuro Quantology. November 2022
6. Иванов И.И. Интеллектуальное управление трудовой производительностью. Вестник промышленной экономики, 2019.
7. Петров А.А. Эффективность использования интеллектуальных систем управления. Москва: Экономика, 2020.

ISSN 3030-3907

8. Хабибуллин М.И. Проблемы повышения уровня производительности труда, Молодой ученый. – 2018. – № 50 (236). – С. 200-202.

ISSN 3030-3907